



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

HUGO EDUARDO YOKOYAMA PEREIRA

**DIFERENTES TEMPOS DE CONDUÇÃO DO SPD POR MECANISMOS
SULCADORES SOBRE MODOS DE PREPARO DO SOLO E RESTOS
CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE SOJA**

ILHA SOLTEIRA– SP

MAIO/2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

HUGO EDUARDO YOKOYAMA PEREIRA

**DIFERENTES TEMPOS DE CONDUÇÃO DO SPD POR MECANISMOS
SULCADORES SOBRE MODOS DE PREPARO DO SOLO E RESTOS
CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Élcio Hiroyoshi Yano.

ILHA SOLTEIRA– SP

MAIO/2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P436d Pereira, Hugo Eduardo Yokoyama.
Diferentes tempos de condução do SPD por mecanismos sulcadores sobre modos de preparo do solo e restos culturais na produção de soja / Hugo Eduardo Yokoyama Pereira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
44 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Élcio Hiroyoshi Yano

Inclui bibliografia

1. Glycine max. 2. Matéria seca no cerrado. 3. Escarificação do solo. 4. Mecanismo sulcador.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Diferentes tempos de condução do SPD por mecanismos sulcadores sobre modos de preparo do solo e restos culturais na produção de soja

ALUNO: *Hugo Eduardo Yokoyama Pereira* RA: 172055741

ORIENTADOR: Élcio Hiroyoshi Yano

Aprovado - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 9.0

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Élcio Hiroyoshi Yano
Presidente (Orientador)



Profa. Dra. Angélica Cristina Fernandes Deus



Profa. Dra. Thais Soto Boni



Hugo Eduardo Yokoyama Pereira

Ilha Solteira, 07 de maio de 2024.

A Deus e Nossa Senhora Aparecida por estarem sempre guiando meus passos, iluminando-me, dando força e resiliência para alcançar todos os meus objetivos.

Aos meus pais Luis Eduardo Pereira e Renata Aparecida Ross Yokoyama Pereira, minha irmã, Ana Paula Yokoyama Pereira e meu irmão João Victor Yokoyama Pereira por me darem todo apoio, suporte e amparo para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida por concederem-me o dom da vida, capacitando-me e zelando por mim.

À minha mãe, Renata Aparecida Ross Yokoyama Pereira, por todo cuidado, sempre ao meu lado, compartilhando alegrias e dividindo dores. Ao meu pai, Luis Eduardo Pereira, pelo apoio constante e incentivo em todas as minhas escolhas. Aos meus irmãos, Ana Paula e João Victor, pelos conselhos e pela presença constante, auxiliando-me sempre que necessário.

Aos familiares e amigos, pelo apoio e incentivo ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador, Élcio Hiroyoshi Yano, pela convivência enriquecedora, oportunidades de aprendizado e apoio constante. Serei sempre grato e levarei seus ensinamentos como exemplo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Campus de Ilha Solteira) e aos professores do curso de Agronomia, pelos ensinamentos, confiança e momentos marcantes.

À banca examinadora, pelas sugestões e pela oportunidade de avaliar este trabalho. Aos colegas de estágio, pelo apoio fundamental para concretizar este trabalho.

A todas as amigadas que fiz em Ilha Solteira, vocês foram essenciais para tornar este período inesquecível.

Agradeço também aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp (FEPE) pelo apoio e ensinamentos práticos durante as atividades de campo.

E, por fim, agradeço a mim mesmo por todos os dias e noites de estudo, aprendizado e dedicação, demonstrando minha capacidade, especialmente diante de desafios e descrenças.

“Meus irmãos, considerem motivo de grande alegria o fato de passarem por diversas provações, pois vocês sabem que a prova da sua fé produz perseverança. E a perseverança deve ter ação completa, a fim de que vocês sejam maduros e íntegros, sem que falte a vocês coisa alguma.” (Tiago 1:2-4)

**DIFERENTES TEMPOS DE CONDUÇÃO DO SPD POR MECANISMOS
SULCADORES SOBRE MODOS DE PREPARO DO SOLO E RESTOS CULTURAIS
NA PRODUÇÃO DE SOJA**

HUGO EDUARDO YOKOYAMA PEREIRA¹, ÉLCIO HIROYOSHI YANO²,

¹ Graduando de Agronomia, FE/UNESP-Ilha Solteira – SP, hugo.eduardo@unesp.br; ²
Engenheiro Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,
FE/UNESP, Ilha Solteira- SP, elcio.yano@unesp.br;

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*) tem se destacado como uma das principais commodities de exportação da balança comercial do país, e a adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) pelos agricultores tem sido reconhecida como a técnica de manejo do solo que, associada ao uso de plantas de cobertura do solo por restos culturais, tem contribuído para o aumento da produtividade das culturas, em razão da manutenção, conservação e permanência do teor de água no solo em regiões que apresentam irregularidade na sazonalidade climática, além da ciclagem de nutrientes. O tipo de mecanismo sulcador da semeadora-adubadora poderá influenciar na qualidade da semeadura, com maior e/ou menor grau de mobilização da linha de semeadura. No entanto, a produção de palha no Cerrado representa um desafio, sendo o sorgo e o milho amplamente utilizados para cobertura vegetal, devido ao alto rendimento de matéria seca e à possibilidade de mecanização em todas as etapas do cultivo. Objetivou-se avaliar o efeito do tempo de implantação do sistema plantio direto em diferentes métodos de preparo do solo, sobre a cultura da soja semeado por mecanismos sulcadores (haste e disco) em palhada de restos culturais de sorgo e milho granífero. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP-Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS (2021/2022). O modelo estatístico utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições e sete métodos de manejo de solo: sistema de plantio direto 1 (SPD-1), sistema de plantio direto 2 (SPD-2), escarificador em linha (ESC-Linha), escarificador na perpendicular (ESC-Perp), Escarificador passado duas vezes (ESC-2X), grade média seguida de escarificador em linha (GM/ESC-Linha), grade média seguida de escarificador na perpendicular (GM/ESC-Perp). Dois mecanismos sulcadores de solo: Haste e disco duplo, que são conduzidos regularmente nas safras de outono-inverno e verão e três tipos de cobertura de solo (Milho,

Sorgo XBX-1722, Sorgo XBX-1724). As avaliações realizadas foram: População inicial e final, matéria seca antes e após colheita, porcentagem de cobertura, altura de planta e primeira vagem, diâmetro do colmo, distância entre nós, número de vagens e grãos menores de 10 centímetros, número de vagens por nó e por planta, massa de mil grãos, classificação de vagens e produtividade de grãos, palha e planta. Os restos culturais de sorgo produziram maior biomassa seca que o milheto, pela sua elevada densidade populacional e dimensões biométricas, porém não houve diferença na porcentagem de cobertura do solo. A palhada de milheto resultou em maior diâmetro da cultura da soja, enquanto a de sorgo proporcionou emissão de vagens mais altas, reduzindo assim as perdas na colheita. A haste contribuiu para maior altura da primeira vagem e da planta de soja, porém reduziu o adensamento populacional. O disco duplo demonstrou ser mais eficiente do que a haste em relação a população final de plantas, taxa de sobrevivência e os cultivares de milheto ADR9070 e sorgo XBX 1722, em razão da maior população final de plantas da cultura, contribuindo para o aumento da produtividade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, matéria seca no cerrado, escarificação do solo, mecanismo sulcador.

DIFFERENT PERIODS OF NO-TILL SYSTEM MANAGEMENT BY FURROW OPENERS ON SOIL PREPARATION MODES AND CROP RESIDUE IN SOYBEAN PRODUCTION

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) has stood out as one of the main export commodities in the country's trade balance, and the adoption of No-Till System (NTS) by farmers has been recognized as the soil management technique that, combined with the use of soil cover plants by crop residues, contributes to increased crop productivity. This is due to the maintenance, conservation, and retention of soil water content in regions with irregular climatic seasonality, as well as nutrient cycling. The type of furrow opener mechanism of the seeder-fertilizer may influence the quality of sowing, with greater and/or lesser degree of mobilization of the sowing line. However, straw production in the Cerrado represents a challenge, with sorghum and millet widely used for vegetative cover due to high dry matter yield and the possibility of mechanization in all stages of cultivation. The aim was to evaluate the effect of No-Till System implementation time on different soil preparation methods on soybean crop sown by furrow

opener mechanisms (shank and double disc) in straw of sorghum and graniferous millet residues. The experiment was conducted at the Teaching, Research, and Extension Farm (FEPE) of UNESP-Ilha Solteira, located in Selvíria - MS (2021/2022). The statistical model used was randomized blocks, with four repetitions and seven soil management methods: direct planting system 1 (DPS-1), direct planting system 2 (DPS-2), in-line chisel plow (ILC), perpendicular chisel plow (PCP), chisel plow passed twice (CP-2X), medium disc followed by in-line chisel plow (MD/ILC), medium disc followed by perpendicular chisel plow (MD/PCP). Two soil furrow opener mechanisms: Shank and double disc, which are regularly operated in autumn-winter and summer crops, and three types of soil cover (Millet, Sorghum XBX-1722, Sorghum XBX-1724). The evaluations performed were: initial and final population, dry matter before and after harvest, percentage of coverage, plant height and first pod, stem diameter, distance between nodes, number of pods and grains smaller than 10 centimeters, number of pods per node and per plant, thousand grain weight, pod classification, and grain, straw, and plant productivity. Sorghum crop residues produced greater dry biomass than millet, due to its high population density and biometric dimensions, but there was no difference in soil coverage percentage. Millet straw resulted in a larger soybean crop diameter, while sorghum straw resulted in higher pod emission, thus reducing losses during harvesting. The shank contributed to greater height of the first pod and soybean plant, but reduced population density. The double disc was more efficient than the shank in relation to final plant population, survival rate, and millet cultivars ADR9070 and sorghum XBX 1722, due to the higher final plant population of the crop, contributing to increased grain productivity.

KEYWORDS: *Glycine max*, dry matter in the Cerrado, soil scarification, furrow opener.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de manejo de solo e descrição.	18
Tabela 2 - Quantidade de matéria seca (MS) presente na superfície do solo e porcentagem de cobertura do solo antes da semeadura e após a colheita da soja, sob efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.	24
Tabela 3 – Porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores.	25
Tabela 4 - Porcentagem de cobertura do solo após a colheita da soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores.	26
Tabela 5 - População inicial e final, e índice de sobrevivência de plantas de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.	27
Tabela 6 - População inicial de plântulas de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.	28
Tabela 7 - Valores médios de diâmetro de caule, altura de inserção da 1 ^o vagem e planta, e distância entre os internódios de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.	29
Tabela 8 - Número de vagens inferior a 0,10 m, grãos abaixo da 0,10 m, vagens por internódios e vagens por planta de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.	31
Tabela 9 - Massa de 1000 grãos, e produtividade de matéria seca (MS) de palhada de planta e grãos de soja e MS residual na superfície do solo após a colheita da soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores	32
Tabela 10 - Massa de 1000 grãos de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.	33
Tabela 11 - Matéria seca de cobertura do solo após a colheita no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.	33
Tabela 12 - Produtividade de matéria seca de planta de soja no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. A CULTURA DO SORGO	12
2.2. A CULTURA DO MILHETO.....	13
2.3. SORGO E MILHETO COMO PLANTAS DE COBERTURA.....	13
2.4. A CULTURA DO SOJA.....	14
2.4.1 Ação de mecanismos sulcadores na semeadura da soja	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	16
3.2 DESCRIÇÃO DO CLIMA E DADOS DE PRECIPITAÇÃO.....	17
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	18
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	19
3.5 AVALIAÇÕES.....	19
3.5.1 Matéria seca de restos culturais de dois cultivares de sorgo e um milheto presente na superfície do solo	19
3.5.2 Porcentagem de cobertura do solo	20
3.5.3 Características agronômicas da cultura da soja	20
3.5.4 População inicial e final, e Índice de sobrevivência	20
3.5.5 Diâmetro de caule	20
3.5.6 Altura da 1ª vagem, altura de planta e distância entre os internódios	21
3.5.7 Número de vagens e grãos inferior à 0,10 m, n° de vagens por internódios e vagens por planta	21
3.5.8 Massa de 1000 grãos	21
3.5.9 Produtividade de grãos e MS de plantas	22
3.5.10 Matéria seca na superfície após a colheita da soja	22
3.5.11Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A safra nacional de grãos de 2022/23 atingiu um novo recorde na produção estimada para a cultura da soja (*Glycine max*), totalizando 154,5 milhões de toneladas, representando um crescimento de 23,2% em relação à safra anterior (CONAB, 2023). A cultura é uma das principais commodities do país, possuindo uma área semeada de cerca de 44 milhões de ha-1s (EMBRAPA, 2023).

Nos últimos anos esta cultura tem sido uma das principais commodities de exportação pela agroindústria brasileira em que estimou-se na produção de 160,2 milhões toneladas, proporcionou uma elevação na balança comercial no agronegócio (Souza *et al.* 2019 e CONAB, 2023).

No contexto do Cerrado brasileiro, o início da safra 23/24 foi muito influenciada pelo fenômeno El Niño (INMET, 2023) que desencadeou uma série de impactos adversos no país como a concentração da ocorrência de secas prolongadas, de elevadas temperaturas e consequências negativas para a biodiversidade e a agricultura. Durante os períodos de El Niño, a região pode enfrentar escassez de água, estresse térmico nas plantas e desafios para a produção agrícola, devido à dificuldade na irrigação e ao risco de incêndios florestais. Portanto, é crucial que medidas de adaptação sejam implementadas para enfrentar esses desafios e promover a resiliência socioambiental na região do Cerrado.

Com o intuito de aumentar a produtividade desta cultura, métodos que maximizam a otimização de produção vêm sendo estudado o Sistema Plantio Direto (SPD), em que o uso de plantas de cobertura do solo tem sido de grande importância na conservação das propriedades físicas, química e biológica do solo, em que o aporte de fitomassa atua tanto na superfície como em subsuperfície, pelo desenvolvimento do sistema radicular (VALANI *et al.* 2020). Além disso esta biomassa contribui para o acúmulo de nutrientes no solo após a dessecação (SUÁREZ *et al.* 2021), assim como no aumento da atividade biológica. Plantas como milho e sorgo são opções de destaque para esse papel, principalmente por serem de fácil adaptação às regiões de Cerrado, por apresentarem elevada produção e acúmulo de fitomassa, e auxílio na ciclagem de nutrientes (ALGERI *et al.* 2018; SOBRAL *et al.* 2021).

No SPD, os componentes da semeadora-adubadora como mecanismos de corte de palha disco de corte e sulcadores do solo são essenciais para a qualidade da semeadura da cultura (SILVA *et al.* 2018; GIMENEZ; CORTINOVE, 2020). Estas partes constituintes da semeadora-adubadora levam em consideração da quantidade e disposição de resíduos culturais,

além das características das propriedades físico-químicas do solo que serão determinantes na escolha do mecanismo de corte e abertura e fechamento do sulco, de modo a garantir a qualidade de semeadura (TRENTIN, 2015)

No Cerrado, um dos maiores desafios para estabelecimento do SPD é a dificuldade da produção de palha, principalmente em sequeiro, fazendo com que haja um impasse para a escolha de espécies para compor a rotatividade de culturas. Atualmente, as culturas de sorgo e milho são amplamente utilizadas como matéria-prima para cobertura vegetal, devido aos seus altos rendimentos de matéria seca da parte aérea por ha⁻¹, permitindo mecanização da semeadura à colheita (EMBRAPA, 2020; OLIVEIRA *et al.* 2020).

O objetivo foi avaliar o efeito do tempo de implantação do sistema plantio direto sobre diferentes métodos de manejo do solo, sobre a cultura da soja semeada por mecanismos sulcadores (haste e disco) em palhada de restos culturais de sorgo e milho granífero.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DO SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) tem origem africana e possui características vantajosas sobre a fotossíntese por tolerar altas temperaturas e necessitar de menores quantidades de água disponível para o seu desenvolvimento e funções fisiológicas quando comparado à outras culturas, como o milho (SILVA *et al.* 2021). A cultura também mostra ser de alta adaptabilidade, característica que a confere grande potencial para ser semeado em todo território nacional (SANTOS *et al.* 2020), inclusive no Cerrado.

De acordo com a Embrapa (2022), a produção de sorgo subiu mais de 36% no Brasil em apenas uma safra. Na safra 2022/23, houve uma produção de aproximadamente 5 toneladas do cereal no país, totalizando um aumento de 20% em relação à safra passada (CONAB, 2023). O intenso crescimento do uso da planta no país se deve também aos inúmeros progressos no melhoramento genético, uma vez que é uma cultura de fácil manuseio e alta produtividade, alta qualidade nutricional, baixo custo para produção animal e alta produção de biomassa (EMBRAPA, 2010).

2.2. A CULTURA DO MILHETO

O milheto (*P. glaucum* (L.) R. Br.) é uma planta anual do tipo C4 e pertence à família *Poaceae*, originária de regiões de clima tropical semiárido do continente africano e possui ampla versatilidade, adaptando-se às diversas condições de solo e clima, favorece o seu cultivo em inúmeras regiões (KUMAR *et al.* 2018; DIAS-MARTINS *et al.* 2018).

Dentre as principais características agrônômicas desta cultura, pode-se destacar a baixa exigência hídrica, pouca demanda a aplicação de insumos, alta capacidade de ciclagem de nutrientes, de rápido crescimento e uma elevada produção de biomassa que é fortemente influenciada pelas condições climáticas, podendo variar de 30 a 50 dias (EMBRAPA, 2012).

Segundo Nóbrega (2020), o milheto tem apresentado elevado potencial como planta de cobertura para o SPD, pelas vantagens quanto a sua versatilidade, adaptabilidade, produção de grãos, produção de forragem para pastejo, silagem, feno e no uso de recuperação de pastagens degradadas. Em estudo realizado por Bertolino *et al.* (2021), foi avaliado o desempenho de crotalária consorciada com milheto na produção de biomassa, observou-se que há maior índice de eficiência de área com o uso de plantas de cobertura.

2.3. SORGO E MILHETO COMO PLANTAS DE COBERTURA

A utilização de restos culturais como cobertura do solo nos planos de rotação e/ou sucessão de culturas é um dos princípios básicos para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois proporciona condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas subsequentes (Pacheco *et al.* 2017). Porém, as espécies utilizadas como cobertura são plantas que têm a finalidade de cobrir o solo e protegê-lo de processos erosivos e lixiviação de nutrientes, ou como plantas utilizadas como pastagem para produção de grãos e sementes, silagem, feno ou utilizado apenas como fornecedor de palha para o SPD (Lamas, 2017).

Em solos do Cerrado, por apresentarem baixa fertilidade, elevada acidez e com baixo teor de matéria orgânica, a utilização de plantas de cobertura se torna ainda mais relevante, uma vez que auxilia no SPD, além de aprimorar o condicionamento dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (MANDARIANO, 2020). Além disso, é importante ressaltar a capacidade de supressão de plantas daninhas e pragas, melhoria na fertilidade do solo, diminuição da

emissão de gases de efeito estufa e aumento na produtividade das culturas agrícolas (LANZANOVA *et al.* 2023).

A escolha da espécie para planta de cobertura de solo deve atender alguns critérios como de fácil adaptação, com desenvolvimento radicular vigoroso e elevada capacidade de absorver e acumular nutrientes (PETRY *et al.* 2012; SOUZA; GUIMARÃES, 2013). O uso de gramíneas é indicado quando o objetivo é fornecer cobertura ao solo, por possuir uma relação C/N maior e lenta taxa de decomposição. Entretanto, se o intuito é fornecer nutrientes ao solo, é recomendado plantas com relação C/N menor, sendo leguminosas (SILVA *et al.* 2021).

No Cerrado, o cultivo do sorgo e/ou milho em segunda safra após a soja é uma opção para diversificação de cultivos e uma alternativa interessante por apresentar maior resistência a veranicos. Somado a isso, é uma planta com importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que conferem tolerância à seca, resistência à compactação do solo e alta eficiência no uso de nutrientes (MARCHÃO *et al.* 2021).

2.4. A CULTURA DO SOJA

A implantação de um conjunto de práticas e fatores, como programas de melhoramento, possibilitou o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados por meio da incorporação de genes que atrasa o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, conferindo a característica de período juvenil longo (COLOMBO *et al.* 2018). Dessa forma, é notório o papel e importância da cultura no Brasil, ela tem sido uma das principais commodities no atual agronegócio e desempenha papel fundamental na expansão do mesmo.

A soja é uma cultura cultivada anualmente e seu ciclo de crescimento é dividido em estágios que incluem semeadura, emergência, floração, desenvolvimento de vagens e colheita. A duração de cada estágio pode variar de acordo com a variedade e as condições ambientais. (NEUMAIER *et al.* 2020).

A cultura da soja ganha destaque como uma das protagonistas fundamentais, e é responsável por uma grande parte da produção agrícola, com a área de cultivo dobrando nos últimos 20 anos devido à alta demanda do setor produtivo e ao crescimento mundial no consumo deste grão (JARDINE; BARROS, 2021). Outro destaque se dá na utilização dessa cultura como principal fonte de óleo vegetal e para a produção de biodiesel, representando quase 90% da produção nacional de óleos vegetais (HIRAKURI *et al.* 2021). O aumento do

consumo de soja como fonte de energia é impulsionado pelo crescimento expressivo da economia dos países emergentes, particularmente da China e da Índia, mas também do próprio Brasil, México, Indonésia, África do Sul, entre outros.

Esta cultura tem uma ampla aplicação na indústria alimentícia, sendo usada como matéria-prima para a produção de leite de soja, carne de soja, tofu (queijo de soja), doces, óleo de soja, farinhas, rações para animais, entre outros (MANDARINO; PANIZZI, 2021).

Existem várias estratégias para preparar o solo e evitar pragas, doenças e plantas invasoras na cultura da soja. Isso inclui a rotação de culturas, o uso de defensivos com princípios ativos específicos, o cultivo de plantas de cobertura durante a entressafra, a escolha adequada da época de plantio e a aplicação de recursos biotecnológicos (CHBAGRO, 2023). As semeaduras de soja podem ser realizadas por meio do preparo convencional, mínimo e semeadura direta, o sistema ideal seria aquele que possibilite atender as condições do local com a situação financeira do produtor, sendo o planejamento de extrema importância (SILVA, K. L. *et al.* 2021).

2.4.1 Ação de mecanismos sulcadores na semeadura da soja

Os mecanismos sulcadores em semeadoras-adubadoras de precisão desempenham um papel crucial no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas como a soja, pois influenciam diretamente na uniformidade e profundidade de semeadura, aeração do solo, no aumento da absorção de água e nutrientes e auxiliam na definição do espaçamento e densidade adequados (VILLANI, 2023).

Estes mecanismos sulcadores têm sido decisivos para o sucesso de implementação da cultura, e podem ser classificados como sulcador de disco duplo ou haste. Os sulcadores de disco duplo realizam a abertura de sulco e deposição de adubo, porém são dispostos de uma forma que os discos ficam desencontrados causando menos embuchamento com restos vegetais, pedras e tocos, além de atuarem em profundidades mais superficiais, e demandam de uma menor potência do trator quando comparado as hastes. Enquanto que a haste tem a função de cortar e penetrar o solo no ponto de fragilidade natural da ruptura do solo, além de possuir tubos condutores de adubo, que são depositados a maiores profundidades que as sementes (MATOS *et al.* 2021).

Matos (2021) observou que o uso de haste em menores velocidades apresentou respostas positivas, obtendo ganho na produtividade. Assim como Trentin (2018), que constatou maior

produtividade no uso da haste em área de latossolo compactado. Enquanto que Milla (2020) averiguou que o uso da haste promove menor resistência à penetração na linha de semeadura, enquanto o disco não modifica tal resistência.

Entretanto, Bonato (2019), Gimenez (2020) e Villani (2023), observaram em suas pesquisas que o uso da haste e do disco em relação a produtividade da cultura não diferem, esse fator pode ser explicado pela capacidade de compensação da própria cultura, sendo que outro fator que influencia diretamente na produtividade é a velocidade de semeadura, que está relacionada às possíveis quebras ou danos sofridos nas sementes, principalmente nos dosadores mecânicos, devido que com a maior velocidade de deslocamento da máquina, aumenta também a rotação dos mesmos (VILLANI, 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada em uma área designada para atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, situada em Selvíria – MS (Figura 1). A área experimental abrange cerca de $1,0 \text{ ha}^{-1}$, no interior de um pivô central de $42,0 \text{ ha}^{-1}$, porém na safra 2021/22, o sistema de irrigação permaneceu inoperante.

Figura 1 - Localização da área do experimento com a cultura da soja na FEPE (UNESP), Selvíria/MS.



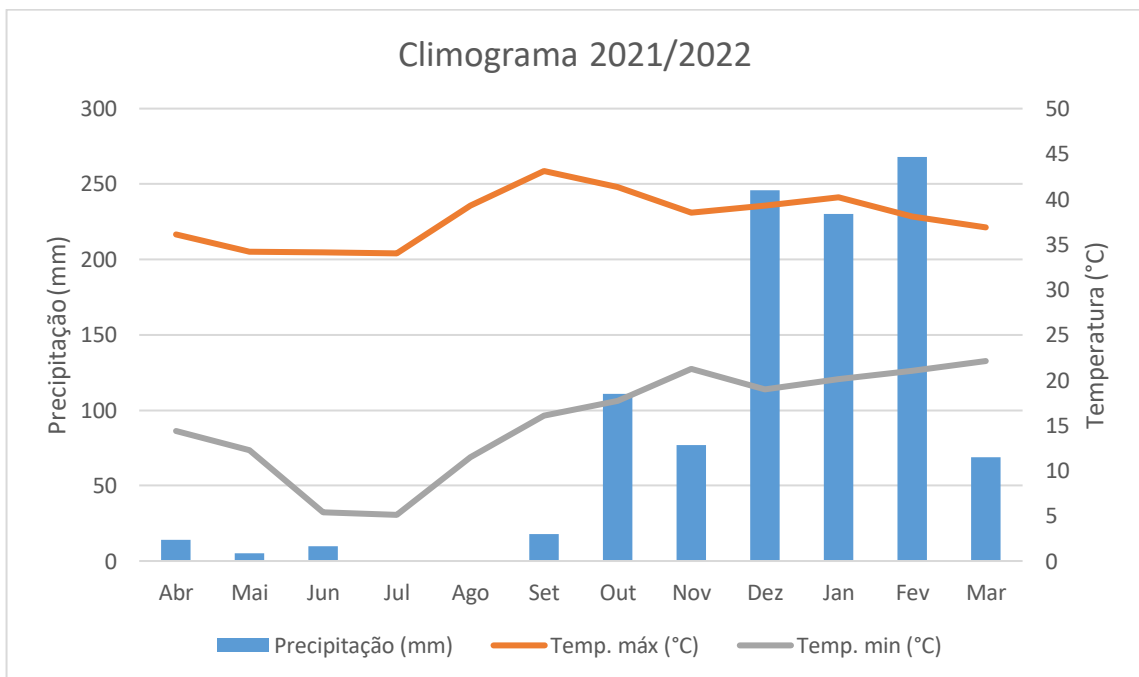
Fonte: Google Earth (2024).

A área experimental onde o experimento foi implantado possui solo classificado como **LATOSSOLO VERMELHO** distrófico típico com textura argilosa, classificado por Demattê (1980), atualizado por Santos *et al.* (2018). A região apresenta uma vegetação natural predominante de Cerrado. A altitude da área é de 335 metros, com uma declividade homogênea de $0,025 \text{ mm}^{-1}$ e suas coordenadas geográficas são aproximadamente latitude $20^{\circ}20'49.09'' \text{ S}$ e longitude $51^{\circ}24'35.49'' \text{ O}$.

3.2 DESCRIÇÃO DO CLIMA E DADOS DE PRECIPITAÇÃO

A região em estudo apresenta um clima tropical úmido, classificado como Aw de acordo com a classificação Köppen. Esse tipo de clima é caracterizado por uma estação chuvosa no verão e uma estação seca no inverno. Os dados climáticos de temperatura máxima e mínima, e precipitação pluvial, foram obtidos pelo Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS (CEMTEC), no período de condução do experimento em Selvíria/MS, dia 6 de novembro de 2021 até a finalização das avaliações biométricas da cultura da soja, em 30 de junho de 2023.

Figura 2 - Valores de temperaturas máxima e mínima, e precipitação pluvial referente ao período de condução do experimento na FEPE (UNESP), Selvíria/MS 2021/2022.



Fonte: Dados fornecidos pelo Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS (CEMTEC).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foi utilizado o delineamento estatístico de blocos ao acaso em um esquema fatorial 7x3x2 (manejo de solo, plantas de cobertura e mecanismos sulcadores) no experimento, compreendendo sete sistemas residuais de manejos do solo, três espécies de culturas produtoras de grãos, sendo duas cultivares de sorgo e um milheto semeados ambos na safra de outono-inverno de 2021, em que restos culturais e vegetação espontânea, como plantas de cobertura do solo para o sistema plantio direto (SPD), e dois tipos de mecanismos sulcadores (disco duplo desencontrado e defasado), e quatro repetições.

Os tratamentos de efeito residual do manejo do solo com SPD são:

Tabela 1 - Tipos de manejo de solo e descrição.

Manejos de solo	Descrição
SPD-1	Sistema plantio direto com 7,0 anos de implantação
SPD-2	Sistema plantio direto com 22,0 anos de condução
ESC-Cruzado	Semeadura direita de 5,0 anos com SPD sobre Escarificação no sentido perpendicular à semeadura da soja
ESC-Linha	Escarificação na mesma orientação da soja (ESC-Linha) seguida por SPD de 5,0 anos
ESC-Linha/ESC-Cruzado	SPD de 5,0 anos sobre Escarificação, com duas passadas sendo uma no sentido perpendicular ao declive seguida de outra passada na orientação oposta
GM/ESC-Cruzado	Preparo reduzido com grade média na mesma orientação da semeadura da cultura, seguida do cruzamento perpendicular com escarificador de SPD conduzido por 5,0 anos consecutivos
GM/ESC-Linha	SPD de 5,0 anos de implantação sobre Preparo reduzido com grade média seguida da escarificação na mesma orientação da semeadura da soja

As plantas de cobertura do solo utilizadas foram os restos culturais de dois cultivares de sorgo granífero da marca Semeali (XBX 1724 e XBX 1722), e milheto granífero do híbrido ADR 9070 da Atto Sementes, que ambos foram semeados no dia 9 abril de 2021, com distribuição de 246.400 sementes ha⁻¹ dos híbridos de sorgo e 426.000 sementes ha⁻¹ do milheto e colhido mecanicamente pela colhedora automotriz da marca Massey Ferguson, modelo 3640, nos dias 23/07/2021 e 13/08/2021, o milheto granífero, e os sorgos.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura da soja foi realizada no dia 6 de novembro de 2021, pela semeadora-adubadora de precisão da marca Tatu- Marchesan, modelo PST Plus flex - Suprema, contendo 8 linhas espaçadas de 0,50m, composto pelo dosador de semente de distribuição pneumática da marca J Assy, modelo Selenium, utilizando o disco de soja de 40 orifícios com 4,0mm de diâmetro, regulada para distribuir 338.000 sementes. ha⁻¹, do cultivar de soja da empresa Brasmax (Desafio RR) fator 7,4 de crescimento indeterminado e 180 kg ha⁻¹ do fertilizante granulado NPK (08-28-16) no sulco de semeadura, por dois mecanismos sulcadores do tipos haste com roda aterradora e disco duplo desencontrado e defasado, acoplada à barra de tração do trator cabinado 4x2 TDA, da marca John Deere, modelo 6150-M (110,4 Kw), sendo que as linhas da semeadora-adubadora foram posicionadas na entre linha do cultivo anterior dos híbridos de sorgo e milho com o propósito da massa de plantas, proporcionasse o máximo de cobertura do solo pela passadas das rodas controladoras de profundidade promovesse o efeito massa de fechamento da linha semeadura no controle e/ou dificultasse a ação de ataque de pássaros no momento da emergência no estágio de cotilédone da cultura de soja.

3.5 AVALIAÇÕES

3.5.1 Matéria seca de restos culturais de dois cultivares de sorgo e um milho presente na superfície do solo

A massa de palha de plantas de dois cultivares de sorgo e milho e vegetação espontânea palha presente sobre a superfície do solo, foi quantificada pelo método de Chaila (1986), que consiste pela coleta manual e retirada da massa verde (MV) presente em um quadro com dimensões de 1,0x1,0m, disposto em dois pontos na diagonal de cada parcela, sendo que em cada ponto amostral retirou-se uma quantia de 0,150 kg de massa verde que foi pesada em balança de precisão para então ser secada em estufa de circulação forçada à 65°C, por tempo de 72 horas até à obtenção da massa constante e corrigido para matéria seca (MS) em kg/ha.

3.5.2 Porcentagem de cobertura do solo

A avaliação da cobertura do solo foi conduzida após a semeadura e colheita da soja, empregando o método da linha transversal, conforme descrito por Laflen, Amemiya e Hintz (1981), que consiste de um cordão de 5,0 metros com marcações equidistantes de 5,0 centímetros entre os pontos, num total de 100 pontos. O cordão foi disposto na diagonal principal de cada parcela, com leituras em dois sentidos, formando um formato de "X", sendo que em cada ponto, com vista do leitor na posição perpendicular verificar na visão que não há solo é contato como um ponto de cobertura. O total de pontos corresponderá a porcentagem de cobertura do solo presente na superfície do solo.

3.5.3 Características agronômicas da cultura da soja

Os parâmetros avaliados incluíram a população inicial e final de plantas de soja, índice de sobrevivência de plantas, diâmetro médio dos caules, a altura de inserção da 1ª vagem e da planta, o número de vagens e grãos presente à altura inferior a 0,10 m, distância entre os internódios por planta, o número de vagem por internódios e vagens por planta, produtividade de grãos e palhada de planta, massa de 1000 grãos e a quantificação de resíduos na área após a colheita da soja.

3.5.4 População inicial e final, e Índice de sobrevivência

A contagem da população inicial foi realizada 33 dias após a semeadura (DAS) e da população final aos 111 DAS. A realização da contagem foi feita a partir das 3 linhas centrais de 5 metros de comprimento, e posteriormente expresso em plantas ha^{-1} . O índice de sobrevivência de plantas foi realizada por meio da divisão entre o número da população final pela população inicial, e posteriormente multiplicado por 100 para unidade de porcentagem.

3.5.5 Diâmetro de caule

A medição do diâmetro do caule das plantas, foi realizada em 10 plantas amostras na linha de semeadura, sendo que por meio de um paquímetro digital de escala 0,01 mm, à uma

altura compreendida a cerca de 0,10 m em razão da altura mínima que a plataforma de corte da colhedora automotriz opera no momento da colheita.

3.5.6 Altura da 1ª vagem, altura de planta e distância entre os internódios

Nas mesmas plantas de soja foram efetuadas a altura da inserção de primeira vagem e altura de planta por meio de uma régua graduada em centímetros, no intervalo da altura da superfície do solo até a emissão da primeira vagem da haste principal e sucedendo-se até a extremidade do ápice da planta. Utilizou o paquímetro digital para medição da distância compreendida entre os internódios, a partir do primeiro internódio com vagem até o ápice da última vagem de cada planta.

3.5.7 Número de vagens e grãos inferior à 0,10 m, n° de vagens por internódios e vagens por planta

O número de vagens e grãos inferior à 0,10 m, n° de vagens por ramificações e/ou internódios e vagens por planta foram realizadas pela contagem individual nas mesmas 10 plantas que foram amostradas em cada parcela.

O número de vagens emitidas à altura inferior à 0,1m foi realizado para calcular a quantidade de grãos por vagem que não foram colhidos para estimar as perdas de grãos pela plataforma da colhedora automotriz. Os valores obtidos foram multiplicados pela população final de plantas e pela massa de 1000 grãos, resultando na estimativa da massa de grãos perdidos por ha⁻¹. O percentual de perdas foi então calculado relacionando esse valor com a produtividade de grãos.

A quantidade de vagens por internódios foi realizada pela contagem individual do número de vagens em cada ramificação de cada planta e pela adição de vagens total por internódios de cada planta determinou-se o número de vagens por planta.

3.5.8 Massa de 1000 grãos

Para a determinação da massa de 1000 grãos, após a trilhagem os mesmos foram homogeneizados e contadas 8 repetições de 100 grãos, os quais foram pesados em uma balança analítica de precisão de 0,01 gramas, conforme metodologia de Brasil (1992).

3.5.9 Produtividade de grãos e MS de plantas

Nas mesmas linhas que foram efetuadas a contagem da população inicial e final de plantas da cultura, sucedeu-se a colheita manual das plantas que foram enfeixadas, e posteriormente foram pesadas e trilhadas na trilhadora estacionária de acionamento elétrico, para estimar a produtividade de grãos. Os grãos foram pesados em balança digital, com escala de precisão de 0,1 gramas, sendo que o teor de água foi quantificado pelo medidor de umidade portátil (G650i), sendo que estes grãos foram homogeneizados e amostrados, e posteriormente transformados para kg ha^{-1} e corrigidos ao valor de comercialização de 13% do teor de água no grão.

A massa seca de planta foi obtida pela diferença entre massa total de planta e grãos, e secada em estufa de circulação forçada à 65°C por 72 horas ou até obter massa constante e posteriormente ser transformados para kg/ha^{-1} .

3.5.10 Matéria seca na superfície após a colheita da soja

Após a colheita da soja pela colhedora automotriz da marca Massey Ferguson, modelo 3640, com plataforma de corte do tipo semirrígida de 3,66m de largura, foi coletada a massa presente, por meio de um quadro de dimensão de 1,0x1,0m em três pontos na diagonal principal de cada parcela, para determinação da quantidade de matéria seca (MS) total presente na superfície do solo, conforme a metodologia de Chaila (1986), que foi pesada em balança de precisão, em que retirou-se uma amostra de aproximadamente 0,300 kg que foi pesada e secada em estufa de circulação forçada igualmente a metodologia da matéria seca de planta de soja, para correção dos valores na base seca ser expresso em kg ha^{-1} .

3.5.11 Análise estatística

Os resultados foram processados pelo software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2019), e submetidos às análises de variância pelo teste F e comparação de médias de Tukey a 10 % de probabilidade

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As práticas de manejo do solo não promoveram diferença significativa na quantidade de biomassa produzida pelos restos culturais das culturas de outono-inverno, porcentagem de cobertura do solo após a semeadura e colheita (Tabela 2). A biomassa de matéria seca produzida pelos restos culturais distinguiu-se entre sorgo e milho, em 1.102 kg ha^{-1} em razão da população de plantas e das dimensões biométricas do diâmetro de caule do sorgo, correspondente a $190.349 \text{ plantas ha}^{-1}$ e diâmetro médio do caule de $16,99\text{mm}$, enquanto que a população do milho foi de $154.429 \text{ plantas ha}^{-1}$, com calibre do caule de $10,11\text{mm}$.

A quantidade de MS produzida pelos restos culturais de sorgo e milho foram influenciadas pelo tipo de mecanismo sulcador, sendo que a haste demonstrou ser superior ao disco em $11,38\%$, em decorrência da haste promover elevada mobilização do sulco de semeadura permitir maior desenvolvimento das plantas e crescimento do sistema radicular em profundidade na busca de água e nutrientes do solo. De acordo com Giacomeli *et al*, (2016), os sulcadores disco e haste mobilizaram o solo na camada mais superficial de $0,00\text{--}0,05 \text{ m}$, em que podem ser influenciadas nos processos ações biológicas, desenvolvimento radicular e pelos ciclos de umedecimento e secagem na agregação e redução da densidade do solo, porém as raízes podem atingiram profundidade superior à $0,20\text{m}$, com uma uniformidade de distribuição das raízes concentrada no sulco de semeadura.

Nota-se que o sistema plantio direto por ser uma técnica mais conservadora que os demais manejos solos não diferiram dos demais tratamentos em razão do tempo de condução e acúmulo de biomassa aumentar o conteúdo de carbono no solo tornando uma atividade sustentável (FRANÇA *et al*, 2021), podendo alterar as características físicas, químicas e biológicas do solo.

A cobertura de solo não diferiu entre os tratamentos, no entanto Silva *et al*, (2021) constaram que o milho se destaca como planta de cobertura pelo rápido crescimento e estabelecimento a campo, além da alta produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes como nitrogênio e potássio. Assim como Algeri *et al*, (2018) observaram que esta planta apresenta excelente desenvolvimento inicial, por apresentar 100% de cobertura, aos 39 dias após a semeadura, dado a persistência da matéria seca durante a entressafra na região de Cerrado, entre os meses de fevereiro a outubro de 2016, pois segundo Cassel *et al*, (2023) a taxa de decomposição das plantas de cobertura do solo está de acordo com os sistemas de manejo do solo e ao período de tempo em razão dos índices de precipitação, temperatura e teor

de água no solo. Contudo esta cultura também vem ganhando espaço no Cerrado por conta da alta adaptação e difusão no bioma, suportando temperaturas mais elevadas e solos de baixa fertilidade natural.

Os valores de cobertura de solo não distinguiram entre os mecanismos sulcadores, demonstrando que a haste não apresentou capacidade de incorporar a palhada durante a operação, em razão a linha da sementeira ficar posicionada na entre linha da cultura anterior e mesmo espaçamento de ambas as sementeiras, em que as rodas duplas de controle de profundidade contribuiu no fechamento e direcionamento da palha sobre o sulco de sementeira, segundo Mantovani (2023).

Tabela 2 - Quantidade de matéria seca (MS) presente na superfície do solo e porcentagem de cobertura do solo antes da sementeira e após a colheita da soja, sob efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	MS (kg.ha ⁻¹)	Cobertura do solo (%)		
		Sementeira	Colheita	
Manejo (M)	SPD-1	7130	96,81	97,31
	SPD-2	7453	97,56	95,44
	ESC-Linha	8502	95,44	98,00
	ESC-Perp	7434	96,44	97,00
	ESC-2X	7787	92,87	97,69
	GM/ESC-Linha	8251	97,00	97,46
	GM/ESC-Perp	7784	97,75	97,47
Cobertura (C)	Milheto ADR 9070	6898 b	96,92	97,40
	Sorgo XBX-1722	8000 a	97,08	97,12
	Sorgo XBX-1724	7998 a	95,72	97,15
Mecanismo (S)	Disco	7345 b	96,43	97,33
	Haste	8181 a	96,11	97,06
Valor F	M	1,618 ^{ns}	1,539 ^{ns}	1,271 ^{ns}
	C	4,985*	0,773 ^{ns}	0,073 ^{ns}
	S	8,557*	0,099 ^{ns}	0,235 ^{ns}
	MxC	1,618 ^{ns}	1,539 ^{ns}	1,271 ^{ns}
	MxS	1,244 ^{ns}	2,193*	3,065*
	CxS	8,557 ^{ns}	0,099 ^{ns}	0,235 ^{ns}
	MxCxS	1,618 ^{ns}	1,539 ^{ns}	1,271 ^{ns}
DMS	M	1494,249	5,347	2,92
	C	819,520	2,932	1,60
	S	480,612	1,719	0,94
	MxC	1595,325	5,709	3,12
	MxS	2113,187	7,562	4,13
	CxS	686,732	5,709	1,34
	MxCxS	535,131	3,217	3,12
CV (%)	13,79	3,98	2,16	

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$).

Nota-se na Tabela 3 a interação significativa da porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores com disco duplo, proporcionou maior proteção da superfície do solo sendo superior em 9,3% à haste, quando o preparo do solo foi realizado pelo escarificador com duas passadas em direções opostas, em que este mesmo tratamento resultou numa diferença significativa de 10,0% entre os mecanismos sulcadores, promovido pelo maior revolvimento da haste na incorporação da massa presente na superfície do solo, visto que esta ferramenta foi projetado para maior ação em profundidade dada as características do ângulo de ataque, largura da ponteira e forma de abertura (FORTES, 2023).

No entanto, os demais tratamentos de manejo do solo semeado com este sulcador apresentaram menor mobilização do sulco de semeadura, em razão da quantidade biomassa presente na superfície, associado ao grau de resistência mecânica do solo, proporcionada pelo tempo de condução de culturas anteriores em consórcio com espécies forrageiras tenha contribuído ao longo do período na estruturação dos agregados do solo, assim como o ângulo de inclinação do nivelamento da semeadora-adubadora tenha auxiliado no menor ângulo de ataque da ponteira da haste e revolvimento do sulco de semeadura, fazendo com que o solo subisse de modo gradativo pela curvatura da haste, em combinação com a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora ser inferior a 5,0 km hora-1, em que o aumento da velocidade operacional de semeadura resulta em uma maior quantidade de palha incorporada (NARDI *et al.* 2020).

Tabela 3 – Porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	95,50	98,12 a	96,81
SPD-2	97,12	98,00 a	97,56
ESC-Linha	93,25	97,62 a	95,44
ESC-Perp	96,87	96,00 ab	96,44
ESC-2X	97,00 A	88,75 Bb	92,87
GM/ESC-Linha	96,87	97,12 a	97,00
GM/ESC-Perp	98,37	97,12 a	97,75
Media	96,43	96,11	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

Constata-se na Tabela 4 a interação significativa da porcentagem de cobertura do solo após a colheita da soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores com

o disco duplo, apresentou 5,2% menor envolvimento do solo em relação a haste, no sistema plantio direto 2, de um manejo sequencial de quatro safras consecutivas com estes mecanismos sulcadores, tem proporcionado ao longo do tempo de implantação com os tratamentos de consórcios de espécies forrageiras na sequência de rotação de culturas, o acúmulo gradativo de biomassa pelo mínimo revolvimento de solo, na preservação e retenção de água e nutrientes.

Tabela 4 - Porcentagem de cobertura do solo após a colheita da soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismos sulcadores.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	96,25	98,37a	97,31
SPD-2	97,87A	93,00Bb	95,44
ESC-Linha	97,25	98,75a	98,00
ESC-Perp	97,62	96,37ab	97,00
ESC-2X	97,75	97,62a	97,69
GM/ESC-Linha	96,25	98,67a	97,46
GM/ESC-Perp	98,32	96,62ab	97,47
Media	97,33	97,06	-

Médias seguida de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

O tempo de condução dos manejos do solo realizados anteriormente tem contribuído para o efeito significativo no estabelecimento da população inicial, final e índice de sobrevivência de plantas de soja (Tabela 5), onde o sistema de plantio direto 2 deu início com o maior número de plantas, enquanto o sistema de plantio direto 1 apresentou a menor população inicial. Analisando a população final podemos observar que sistemas que revolvem o solo apresentaram maior número de plantas em relação ao sistema plantio direto, no entanto analisando a taxa de sobrevivência observamos que o sistema de plantio direto 1 foi quem manteve maiores números, visto que por se tratar de uma área com histórico regular de não revolvimento do solo, pode estabelecer-se em questões do condicionamento físico, químico e biológico do solo, contribuir para a redução de plantas. O manejo de solo ESC, de acordo com (RIBAS, 2022), teve influências benéficas nas propriedades físicas do solo, incluindo uma diminuição na densidade e um aumento na macroporosidade.

As plantas de coberturas do solo não promoveram efeito significativo na população inicial, porém podemos observar que a cultivar de sorgo XBX-1724 contribuiu na redução de 13,1 % menos plantas de soja que os demais avaliados, segundo Biesdorf *et al.*, (2018) a soja demonstrou apresentar menores percentagens de emergência, índice de velocidade de

emergência, altura de inserção da primeira vagem e número de vagens por planta quando semeada após a colheita do sorgo.

O mecanismo sulcador que apresentou relevância foi o disco duplo com aproximadamente 14000 plantas a mais quando avaliadas no final do ciclo, segundo Gimenez *et al* (2020) o mecanismo tipo haste reduziu a população final de plantas, que dependendo das condições climáticas pode implicar em aumento e/ou queda de produtividade de grãos.

Tabela 5 - População inicial e final, e índice de sobrevivência de plantas de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	População (Plantas.ha ⁻¹)		Sobrevivência (%)	
	Inicial	Final		
Manejo (M)	SPD-1	203167b	191333ab	94,58a
	SPD-2	236833a	177333ab	75,63ab
	ESC-Linha	223500ab	165333ab	75,88ab
	ESC-Perp	229667ab	197000a	86,80ab
	ESC-2X	223500ab	156667b	70,67b
	GM/ESC-Linha	223250ab	196417a	88,46ab
	GM/ESC-Perp	223583ab	197333a	89,64ab
Cobertura (C)	Milheto ADR 9070	225889	193667a	87,26ab
	Sorgo XBX-1722	211722	196778a	93,42a
	Sorgo XBX-1724	226771	173937b	77,66b
Mecanismo (S)	Disco	223690	190024a	85,86
	Haste	223024	176095b	80,33
Valor F	M	1,621 ^{ns}	3,619 ^{ns}	3,001 ^{ns}
	C	2,004 ^{ns}	5,040 ^{ns}	5,709 ^{ns}
	S	0,012 ^{ns}	4,366 ^{ns}	2,011 ^{ns}
	MxC	1,621 ^{ns}	3,619 ^{ns}	3,001 ^{ns}
	MxS	3,085*	1,143 ^{ns}	1,999 ^{ns}
	CxS	0,012 ^{ns}	4,366 ^{ns}	2,011 ^{ns}
	MxCxS	1,621 ^{ns}	3,619 ^{ns}	3,001 ^{ns}
DMS	M	44913,92	34824,49	20,38
	C	17418,18	19099,48	11,17
	S	10214,98	11200,99	6,55
	MxC	33907,21	37180,14	21,75
	MxS	44913,92	29635,04	28,82
	CxS	14595,87	16004,75	9,36
	MxCxS	19110,48	37180,14	21,75
CV (%)	10,18	13,63	17,56	

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,10).

Analisando a Tabela 6 verifica-se a interação significativa da população inicial de plântulas de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador onde a semeadura com disco duplo sobre o tratamento com escarificador na perpendicular da linha

gerou uma diferença de 26,5% maior que o sistema de plantio direto 1 no mesmo mecanismo. A haste não expressou significância sobre os tipos de manejos do solo, porém na análise entre os dois mecanismos podemos destacar como significativos a haste relacionada ao escarificador em linha. O mecanismo disco apresentou significância quando associado ao escarificador usado no sentido da perpendicular e também em pós operação a grade média associada ao escarificador no sentido da linha de plantio.

A média final de população inicial de plantas apresentou significância entre os tratamentos, onde o sistema de plantio direto 2 totalizou 16,6% plantas a mais que o menor resultado, sistema plantio direto 1 (Tabela 6).

Tabela 6 - População inicial de plântulas de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	197667b	208667	203167b
SPD-2	230333ab	243333	236833a
ESC-Linha	203333Bb	243667A	223500ab
ESC-Perp	250166Aa	209167B	229667ab
ESC-2X	216666ab	230333	223500ab
GM/ESC-Linha	237833Aab	208667B	223250ab
GM/ESC-Perp	229833ab	217333	223583ab
Media	223690	223024	-

Médias seguida de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas. DMS (SxM)=29635,04; DMS (MxS)= 49249,27.

Apesar de não haver diferença significativa no manejo de solo entre os diâmetros de planta, distância entre nós e altura de inserção da primeira vagem, Mariano (2019) observou que um percentual de 6% de vagens abaixo de 10 centímetros resulta em uma perda média de 1 saco por hectare. Os diferentes métodos de manejo do solo influenciaram o desenvolvimento das plantas em altura, sendo que a grade seguida do escarificador em sentido perpendicular mostrou-se mais eficaz, com uma diferença de 8% em relação ao sistema de plantio direto.

O uso de plantas de cobertura teve impacto significativo no diâmetro e na inserção da primeira vagem, mas não apresentou diferenças significativas na altura das plantas e na distância entre nós. A cultura da soja com a palhada do milho teve um diâmetro superior ao do sorgo, enquanto a palhada de sorgo resultou em vagens de soja mais altas, reduzindo as perdas na colheita. Fernandes *et al.* (2018) mencionaram que vagens localizadas a poucos centímetros do solo não são colhidas pela barra de corte da plataforma.

Os mecanismos sulcadores (haste e disco) não afetaram o diâmetro das plantas nem a distância entre os internódios, mas a haste influenciou na maior altura de inserção da primeira vagem e na altura das plantas de soja. Apesar da maior altura das plantas com a haste, isso resultou em menor densidade populacional. Carmo *et al.* (2018) explicam que a altura é uma característica intrínseca de cada cultivar e que, embora o aumento na densidade populacional possa levar as plantas a estiolar, em relação a certos cultivares de soja, essa variável não é tão influenciada pelas técnicas de manejo utilizadas.

Tabela 7 - Valores médios de diâmetro de caule, altura de inserção da 1^o vagem e planta, e distância entre os internódios de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	Diâmetro (mm)	Altura (cm)		Dist. Entre internódios (mm)	
		1 ^o Vagem	Planta		
Manejo (M)	SPD-1	10,39	11,19	89,31ab	42,42
	SPD-2	9,95	12,89	87,08b	41,32
	ESC-Linha	10,15	11,15	90,70ab	42,00
	ESC-Perp	9,81	11,66	91,47ab	43,38
	ESC-2X	9,97	10,92	93,22ab	41,77
	GM/ESC-Linha	9,71	11,64	92,56ab	43,66
	GM/ESC-Perp	10,27	11,84	94,31a	43,14
Cobertura (C)	Milheto ADR 9070	10,53a	10,66b	90,19	42,78
	Sorgo XBX-1722	9,76b	12,47a	93,21	43,18
	Sorgo XBX-1724	9,95ab	11,65ab	90,89	42,19
Mecanismo (S)	Disco	10,20	10,77b	90,08b	41,95
	Haste	9,86	12,46a	92,39a	43,10
Valor F	M	0,587 ^{ns}	1,239 ^{ns}	2,267*	0,748 ^{ns}
	C	2,617*	3,560*	1,483 ^{ns}	0,570 ^{ns}
	S	1,988 ^{ns}	14,432*	3,490*	2,216 ^{ns}
	MxC	0,587 ^{ns}	1,239*	2,267*	0,748 ^{ns}
	MxS	0,613 ^{ns}	0,362 ^{ns}	0,202 ^{ns}	1,186 ^{ns}
	CxS	1,988*	14,432*	3,490*	2,216 ^{ns}
	MxCxS	0,587 ^{ns}	1,239 ^{ns}	2,267 ^{ns}	0,748 ^{ns}
DMS	M	1,24	2,32	6,47	4,03
	C	0,68	1,27	2,55	2,21
	S	0,40	0,75	2,08	1,30
	MxC	1,32	2,48	6,91	4,31
	MxS	1,75	3,28	9,15	5,71
	CxS	0,57	1,07	2,97	1,85
	MxCxS	1,32	2,48	6,91	4,31
CV (%)	8,83	14,3	5,08	6,80	

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$).

Os manejos de solo não promoveram interferência estatística nos parâmetros avaliativos das vagens e grãos abaixo de dez centímetros e também na quantidade de vagens entre os nós da soja, mas influenciaram no número de vagens por planta, onde o sistema de plantio direto 1 apresentou quantidade 28,9% superior ao manejo de grade média seguida de escarificador em linha de plantio (Tabela 8). O estudo realizado por Vaez *et al*, (2023) constataram que ao aliar o milho e nabo forrageiro promoveu aumento da produtividade da soja, em razão da maior cobertura do solo, proporcionou maior desenvolvimento da cultura pela ciclagem de nutrientes (milho) e liberação de substâncias alelo químicas pelo nabo forrageiro.

A altura da primeira inserção de vagem interfere na eficiência da colheita da soja, dificultando o trabalho da plataforma, visto que a velocidade da colhedora e umidade de grãos estão ligados diretamente aos índices de perda, e para manter os índices de perda dentro do aceitável é preciso maior planejamento e ajuste da colheita, mencionado por Fernandes *et al*, (2018).

O milho como cobertura do solo proporcionou acréscimo de 16,5% a mais de vagens por plantas em relação a outra forrageira, isso pode ser explicada por apresentar a maior quantidade de vagens entre os nós. Também pode-se observar um aumento de 11,9% vagens por planta na utilização do mecanismo sulcador tipo disco em relação a haste. Houve relação significativa entre o número de grãos menor de 10 centímetros com os mecanismos sulcadores do solo, onde a haste apresentou 20,8% mais grãos por vagem nesse sentido.

Tabela 8 - Número de vagens inferior a 0,10 m, grãos abaixo da 0,10 m, vagens por internódios e vagens por planta de soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	Numero			Vagens/ planta	
	Vagens < 10cm	Grãos < 10 cm	Vagens/ Internódios		
Manejo (M)	SPD-1	1,50	3,75	3,62	79,25a
	SPD-2	1,37	3,50	3,62	62,37ab
	ESC-Linha	1,50	4,00	3,62	69,50ab
	ESC-Perp	1,62	3,75	3,25	70,12ab
	ESC-2X	1,62	4,00	3,37	71,37ab
	GM/ESC-Linha	1,75	4,00	3,25	61,50b
	GM/ESC-Perp	1,50	3,75	3,00	62,75ab
Cobertura (C)	Milheto ADR 9070	1,50	3,75	3,50a	76,5a
	Sorgo XBX-1722	1,58	3,75	3,08b	64,92b
	Sorgo XBX-1724	1,56	3,87	3,47ab	66,19b
Mecanismo (S)	Disco	1,43	3,46b	3,50	71,96a
	Haste	1,68	4,18a	3,28	64,29b
Valor F	M	0,374 ^{ns}	0,227 ^{ns}	1,825 ^{ns}	2,076*
	C	0,075 ^{ns}	0,085 ^{ns}	2,820*	3,434*
	S	2,748*	5,685*	2,463 ^{ns}	5,223*
	MxC	0,374*	0,227 ^{ns}	1,825*	2,076*
	MxS	0,523 ^{ns}	1,042 ^{ns}	0,867 ^{ns}	0,955 ^{ns}
	CxS	2,748*	5,685 ^{ns}	2,463*	5,223*
	MxCxS	0,374 ^{ns}	0,227 ^{ns}	1,825 ^{ns}	2,076*
DMS	M	0,79	1,56	0,71	17,55
	C	0,43	0,86	0,39	9,63
	S	0,25	0,50	0,23	5,64
	MxC	0,84	1,67	0,76	
	MxS	1,11	2,21	1,01	24,82
	CxS	0,36	0,72	0,33	
	MxCxS	0,84	1,67	0,76	
CV (%)	36,32	29,33	15,06		

Médias seguida de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$).

Nota-se na Tabela 9, que os sistemas de manejos de solo, e os restos culturais e o tipo de mecanismo sulcador intervirem com interação significativa sobre a massa de 1000 grãos, produtividade de matéria seca de planta de soja e MS residual presente na superfície do solo após a colheita da cultura. No entanto a produtividade de grãos de soja foi influenciada pelos sistemas de manejo de solo e restos culturais, em que sistema plantio direto 1 e grade media seguida de escarificador tanto em linha quanto na perpendicular à linha de plantio apresentando aumento de 24,5% em relação ao sistema de plantio direto 2. Assim como o milho granífero (ADR 9070) e cultivar de sorgo XBX-1722 apresentaram uma diferença de 330 kg ha⁻¹ (5,5 sacas ha⁻¹) e 295kg ha⁻¹ (4,9 sacas ha⁻¹) ao sorgo XBX 1724, em razão da menor estabilidade

populacional e índice de sobrevivência de plantas. Goes *et al.*, (2020) atribuíram a influência dos nutrientes de nitrogênio e potássio presentes na palhada do milho, com uma correlação do aumento da produtividade de grãos da soja.

Tabela 9 - Massa de 1000 grãos, e produtividade de matéria seca (MS) de palhada de planta e grãos de soja e MS residual na superfície do solo após a colheita da soja, sobre efeito residual dos sistemas de manejo do solo e restos culturais e mecanismos sulcadores

Causas de Variação	M. 1000 g (g)	Produtividade (kg/ ha ⁻¹)			
		Planta	Grão	MS Superfície	
Manejo (M)	SPD-1	123,36	9183	3707a	4125
	SPD-2	124,55	8105	2976b	3605
	ESC-Linha	122,06	9011	3431ab	3694
	ESC-Perp	122,27	8236	3451ab	3540
	ESC-2X	122,59	8738	3270ab	3623
	GM/ESC-Linha	123,87	9107	3501a	3843
	GM/ESC-Perp	122,84	8847	3665a	4151
Cobertura (C)	Milheto ADR 9070	120,26b	8893	3625a	4113a
	Sorgo XBX-1722	125,39a	8618	3590a	3764ab
	Sorgo XBX-1724	123,10ab	8740	3295b	3691b
Mecanismo (S)	Disco	123,21	8974	3373	3866,57
	Haste	122,75	8519	3485	3727,61
Valor F	M	0,289 ^{ns}	1,093 ^{ns}	3,581*	2,197 ^{ns}
	C	4,133 ^{ns}	0,174 ^{ns}	4,909*	3,409*
	S	0,154 ^{ns}	2,221 ^{ns}	1,282 ^{ns}	1,174 ^{ns}
	MxC	0,289 ^{ns}	1,093 ^{ns}	3,581*	2,197 ^{ns}
	MxS	3,423*	2,414*	0,768 ^{ns}	2,814*
	CxS	0,154 ^{ns}	2,221 ^{ns}	1,282*	1,174 ^{ns}
	MxCxS	0,289 ^{ns}	1,093 ^{ns}	3,581 ^{ns}	2,20 ^{ns}
DMS	M	6,12	1595,95	517,92	670,07
	C	3,36	875,30	284,05	367,50
	S	1,97	513,32	166,59	215,52
	MxC	6,54	1703,90	552,96	715,40
	MxS	8,66	2257,01	732,46	947,63
	CxS	2,81	733,47	238,03	307,95
	MxCxS	6,54	1703,90	552,95	403,21
CV (%)	3,57	13,07	10,82	12,64	

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$).

Nota- se na Tabela 10 a interação significativa da massa de 1000 grãos de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador com disco duplo, proporcionou maior massa de grão quando manejadas com escarificador no sentido da linha ou duas vezes em sentidos opostos entre os mecanismos sulcadores sendo superior em 6,3% à haste.

Tabela 10 - Massa de 1000 grãos de soja, no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	119,42B	127,30Aa	123,36
SPD-2	125,82	123,27ab	124,55
ESC-Linha	125,82A	118,30Bb	122,06
ESC-Perp	120,60	123,95ab	122,27
ESC-2X	125,77A	119,40abB	122,59
GM/ESC-Linha	124,27	122,10ab	123,87
GM/ESC-Perp	120,75	124,92ab	122,84
Media	123,21	122,75	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

A matéria seca de cobertura do solo após a colheita no sistema de plantio direto 1 utilizando o mecanismo sulcador do tipo haste, totalizou 2 toneladas de palha a mais por ha^{-1} comparado ao mecanismo disco (Tabela 11). O escarificador trabalhado na perpendicular à linha de plantio e também associado a grade média mostrou-se significativo quando utilizado o mecanismo sulcador do tipo disco, apresentando 1,5 toneladas a mais por ha^{-1} quando comparado a haste.

Tabela 11 - Matéria seca de cobertura do solo após a colheita no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	8149,75B	10215,50Aa	9182,62
SPD-2	8314,25	7896,50b	8105,37
ESC-Linha	8965,50	9056,25ab	9010,87
ESC-Perp	8937,50A	7535,50Bb	8236,50
ESC-2X	9083,75	8391,50ab	8737,62
GM/ESC-Linha	9778,75	8435,00ab	9106,87
GM/ESC-Perp	9590,75A	8103,25aBb	8847,00
Media	8974,32	8519,07	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

A produtividade de matéria seca de planta de soja associada ao mecanismo sulcador do tipo disco apresentou significância, o sistema de plantio direto 1 e a grade média associada ao escarificador trabalhado na perpendicular proporcionaram 1,2 toneladas a mais por ha^{-1} comparados ao solo manejado com escarificador duas vezes (Tabela 12). O desdobramento entre os mecanismos disco e haste apresentaram diferença estatística, o disco apresentou 23%

maior produtividade quando manejado no sistema de plantio direto 2, outrora o manejo com escarificador por duas passadas associadas ao mecanismo sulcador mostrou a haste com 34% maior produção de matéria seca de planta de soja quando comparado ao disco duplo.

Tabela 12 - Produtividade de matéria seca de planta de soja no desdobramento entre manejo do solo e mecanismo sulcador.

Manejo do solo	Mecanismo sulcador		Média
	Disco	Haste	
SPD-1	4262,25a	3988,75	4125,50
SPD-2	3972,00Aab	3237,25B	3604,62
ESC-Linha	3675,75ab	3711,50	3693,62
ESC-Perp	3750,25ab	3329,25	3539,75
ESC-2X	3100,75Bb	4144,50A	3622,62
GM/ESC-Linha	3978,75ab	3706,50	3842,62
GM/ESC-Perp	4326,25a	3975,50	4150,87
Media	3866,57	3727,61	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,10$). As letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

5. CONCLUSÃO

O tempo de condução e acúmulo de biomassa pelo sistema plantio direto contribui para o maior estabelecimento de plantas da soja e conseqüentemente na elevação da produtividade de grãos. Os restos culturais dos híbridos de sorgos produziram quantidade adequada de palhada como cobertura do solo para o maior estabelecimento da população inicial de plantas de soja.

A escolha do mecanismo sulcador e espécies de plantas culturais como cobertura do solo influenciam diretamente na produtividade da cultura subsequente, assim como o disco duplo demonstrou ser mais eficiente que a haste em relação a porcentagem de cobertura, população final e menor emissão de grãos com altura inferior à 0,10m.

O manejo de solo SPD-1 proporcionou maior quantidade de vagens por planta e produtividade de grãos de soja.

Os cultivares de milho ADR9070 e sorgo XBX 1722, definiram maior população final de plantas da cultura em aumento da produtividade de grãos pelo acúmulo de biomassa após a colheita da cultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tipo de manejo do solo e mecanismo sulcador podem desempenhar um papel crucial no desempenho produtivo da cultura.

O período do manejo de condução de 22 anos por SPD proporcionou menor produtividade de grãos, necessitando assim da manutenção e correção das propriedades físico e química do solo.

Recomenda-se que os agricultores considerem cuidadosamente tanto o manejo do solo quanto a escolha do mecanismo sulcador para otimizar a produtividade da cultura de soja. Essa abordagem pode contribuir para uma agricultura mais sustentável e eficiente, garantindo ao mesmo tempo um maior retorno econômico para os produtores.

A escolha do tipo planta produtora de grãos no período de outono-inverno, pode contribuir para a otimização da produção de massa para a cultura subsequente, sendo que para a região Noroeste do Estado de São Paulo o sorgo demonstrou maior produção de palha como cobertura do solo para os sistemas integrados de produção, em razão da sua capacidade de brotação em condição climática adversa.

REFERÊNCIAS

ALGERI, Aline et al. **PRODUÇÃO DE BIOMASSA E COBERTURA DO SOLO POR MILHETO, BRAQUIÁRIA E CROTALARIA CULTIVADOS EM CULTURA PURA E CONSORCIADOS**. Global Science & Technology, v. 11, n. 2, 2018.

ALGERI, A., VILAR, C. C., USHIWATA, S. Y., & REIS, R. D. G. E. **Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalaria cultivados em cultura pura e consorciados**. Global Science and Technology, 11(2). 2018.

ARAÚJO, L. DA S., DA CUNHA, P. C. R., SILVEIRA, P. M., DE SOUSA NETTO, M. & DE OLIVEIRA, F. C. **Potencial de cobertura do solo e supressão de tiririca (*Cyperus rotundus*) por resíduos culturais de plantas de cobertura**. Revista Ceres, 62(5), 483-488. 2015.

BERTOLINO, K. M.; DUARTE, G. R. B.; VASCONCELOS, G. M. P. DE V. E; BOTREL, ÉLBERIS P. **Desempenho de crotalaria consorciada com milheto na produção de biomassa**. ForScience, v. 9, n. 1, p. e00895, 14 maio 2021.

BIESDORF, E. M.; PIMENTEL, L. D.; FRANÇA TEIXEIRA, M. F.; MOREIRA TEIXEIRA, T. P.; DE OLIVEIRA, A. B. **EFEITO INIBITÓRIO DO SORGO GRANÍFERO NA CULTURA DA SOJA SEMEADA EM SUCESSÃO**. REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 445–459, 2018. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v17n3p445-459.

BONATO, G. P. **Eficiência da semeadura de soja com distribuição simultânea ou antecipada de adubo**. 2019.

CASSEL, Júlia Leticia et al. **Decomposição de matéria seca de plantas de cobertura em sistemas de manejo de um latossolo**. Plantio Direto, [s. l.], 10 jun. 2023. Disponível em: <https://plantiodireto.com.br/artigos/1543>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CARMO, E. L. do; ROCHA, A. G. C.; SIMON, G. A.; SILVA, A. G. da; BRAZ, G. B. P. **ADENSAMENTO DE PLANTAS E ÉPOCAS DE CULTIVO DE SOJA NO CERRADO**. Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 01–12, 2018. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2029>. Acesso em: 31 ago. 2023.

CHBAGRO. **CULTIVO DA SOJA: TUDO OQUE DEVE SER FEITO PARA EXCELÊNCIA.** Disponível em: <https://blog.chbagro.com.br/cultivo-da-soja-tudo-o-que-deve-ser-feito-para-a-excelencia#:~:text=soras%2C%20de%20doenças%20e%20pragas>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.

COELHO, Lucas Lopes et al. **Mecanismos sulcadores da semeadora e a implantação de soja em área de terras baixas.** *Ciência Rural*, v. 50, 2020.

COLOMBO, Gustavo André et al. **Capacidade combinatória de genótipos de soja sob condições de cerrado de baixa latitude.** *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 61, 2018.

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-detoneladas>. Publicado em 06 de setembro de 2023. Acesso em 09 de novembro de 2023.

CORREIA, T. P. S. et al. **Semeadura de soja em função de mecanismos dosadores e velocidade operacional.** *Energia na Agricultura*, v. 35, n. 2, p. 190-198, 2020.

DE MARCO, Juliana Mantovani. **Desempenho produtivo da soja pela ação residual dos sistemas de manejos do solo e mecanismo sulcadores.** 2023.

DIAS-MARTINS, A. M., PESSANHA, K. L. F., PACHECO, S., RODRIGUES, J. A. S., & CARVALHO, C.W. P. **Potential use of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) in Brazil: Food security, processing, health benefits and nutritional products.** *Food Research International*, 109, 175-186. 2018.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2022/23).** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 09 de novembro de 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Milho e Sorgo. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Milheto é a cultura alternativa para cobertura de solo.** 2012. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1460918/milheto-e-cultura--alternativa-para-cobertura-de-solo-/>>. Acesso em: 02 dez. 2023.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report 80).

FERNANDES, C. H. S. F.; TEJO, Débora Perdigão; BURATTO, Juliana Sawada. **Percas na colheita da soja**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF, Garça, v. 33, n. 1, p. 28-44, 2018.

FERNANDES, C. H. S. F.; TEJO, Débora Perdigão; BURATTO, Juliana Sawada. **Percas na colheita da soja**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF, Garça, v. 33, n. 1, p. 28-44, 2018.

FRANÇA, Jéssica Silveira et al. **Resistência do solo com cultivo de erva-mate e plantas de cobertura**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

FREITAS, Márcio. **A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 12, 2011.

GIMENEZ, Leandro Maria; CORTINOVE, Lucas. **Mecanismos sulcadores afetam a qualidade de sementeira de soja**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 37706-37712, 2020.

GIACOMELI, Robson et al. **Escarificação do solo e sulcadores em semeadora para cultivo de milho em Planossolos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 261-270, 2016.

GÓES, B. C.; GOES, R. J; CREMASCO, C. P.; GABRIEL FILHO, L. R. A. **Análise multivariada da soja cultivada sob sistema plantio direto em coberturas vegetais de milheto e sorgo**. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, Tupã, v. 14, n. 3, p. 283-298, 2020.

HIRAKURI, M., DALL'AGNOL, A., OLIVEIRA, A., LAZZAROTTO, J. **Socioeconomia**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia>; Acesso em: 23 dez. 2023.

INMET. **El Niño pode causar impactos na agricultura brasileira**. 18/10/2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/el-ni%C3%B1o-pode-causar-impactos-na-agricultura-brasileira>; Acesso: 23 abr. 2024

JARDINE, J., BARROS, T. **Soja**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/materias-primas/soja>; Acesso em: 23 dez. 2023.

KUMAR, S., HASH, C. T., NEPOLEAN, T., MAHENDRAKAR, M. D., SATYAVATHI, C. T., SINGH, G., RATHORE, A., YADAV, R. S., GUPTA, R., & SRIVASTAVA, R. K. **Mapping grain iron and zinc content quantitative trait loci in an iniadi-derived immortal population of pearl millet**. *Genes*, 9(5), 248. 2018.

LAMAS, F.M. (2017) **Plantas de cobertura: O que é isto?** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo—plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>; Acesso: 02 dez. 2023.

LANZANOVA, Mastrangelo Enivar et al. **Influência de plantas de cobertura em atributos do solo e produtividade do trigo em sistema plantio direto**. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 21, n. 6, p. 4948-4967, 2023.

MANDARIANO, A. P. **Atributos químicos de Latossolo Vermelho em função de plantas de cobertura e adubação nitrogenada**. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, 2020, 44p.

MANDARINO, J., PANIZZI, M. **Soja na Alimentação**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pos-producao/soja-na-alimentacao>; Acesso em 23 dez. 2023.

MARCHÃO, Robélio Leandro et al. **Sorgo granífero consorciado com capim-braquiária na safrinha: estratégia para o manejo de plantas daninhas na soja em sucessão**. Embrapa Cerrados-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2021.

MARIANO, G. G. **Características produtivas da soja sob o efeito residual do preparo do solo e manejo de rebaixamento das plantas de cobertura em ILP**. 2019. 64 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2019.

MATOS, Eduardo S. et al. **MECANISMOS SULCADORES E VELOCIDADE DE SEMEADURA NA PLANTABILIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA: FURROWING MECHANISMS AND DISPLACEMENT SPEED IN SOWING QUALITY AND SOYBEAN YIELD**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 11, n. 1, p. 36-42, 2021.

MILLA, Felipe et al. **Efeito do mecanismo sulcador e densidade de plantas na cultura da canola, na resistência a penetração e na cultura da soja subsequente.** Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p. e6919108679-e6919108679, 2020.

NAZÁRIO, A. A.; BESTETE, L. D. O.; GARCIA, G. D. O.; REIS, E. F. D.; CECÍLIO, R. A.; **Desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas.** Engenharia Ambiental: Tecnologia e Pesquisa, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p. 117-130, 2013.

NEUMAIER, Norman et al. **Ecofisiologia da soja.** SEIXAS, CD S.; NEUMAIER, N.; JUNIO, AAB, p. 33-54, 2020.

OLIVEIRA, I. C. M.; GUILHEN, J. H. S.; RIBEIRO, P. C. de O.; GEZAN, S. A.; SCHAFFERT, R. E.; SIMEONE, M. L. F.; DAMASCENO, C. M. B.; CARNEIRO, J. E. de S.; CARNEIRO, P. C. S.; PARRELLA, R. A. da C.; PASTINA, M. M. **Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis of biomass sorghum hybrids using factor analytic models and environmental covariates.** Field Crops Research, v. 257, 107929, 2020.

PACHECO, L. P., MIGUEL, A. S. D. C. S., SILVA, R. G. D., SOUZA, E. D. D., PETTER, F. A., & KAPPES, C. **Biomass yield in production systems of soybean sown in succession to annual crops and cover crops.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52, 582-591. 2017.

PACANELA, Eber Fabiano et al. **Análise e Classificação Automática de Nódulos em Raízes de Cultivares de Soja.** In: Anais do XVI Brazilian e-Science Workshop. SBC, 2022. p. 41-48.

PETRY, H. B., KOLLER, O., BISSANI, C. A., SANTARROSA, E., CASAMALI, B., LAUX, L. C., & SCHWARZ, S. F. **Adubação com compostos orgânicos e cobertura verde do solo em pomar de tangerineiras sob cultivo orgânico.** Embrapa ClimaTemperado- Artigo em periódico indexado (ALICE). 2012.

RIBAS, Isabela Friedrich. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes condições físico-hídricas do solo.** 2022.

SANTOS, G. C. L., GARCIA, P. H. M., VIANA, T. B. L., BORGES, P. F., ARAUJO, L. S., & GONZAGA NETO, S. **Crescimento e eficiência do uso da água do sorgo sob distintos regimes hídricos contínuos.** Archivos de zootecnia, 69(266), 164 -171. 2020.

SILVA, D. F., DE MELO GARCIA, P. H., DE LIMA SANTOS, G. C., DE FARIAS, I. M. S. C., DE PÁDUA, G. V. G., PEREIRA, P. H. B., CABRAL, A. M. D. **Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão.** Research, Society and Development, 10(3). 2021.

SILVA, K. L. et al. **Sistemas de preparo do solo e seus efeitos no desenvolvimento da cultura da soja.** Investigación Agraria, v. 23, n. 2, p. 94-100, 2021.

SOBRAL, A. H. S.; SOUZA, H. A. de; FERREIRA, A. C. M.; VERA, G. de S.; CARVALHO, S. P.; DIOLINDO, A. G.; SANTOS, S. F. C. B.; PIRES, M. F. M.; SAGRILO, E.; VIEIRA, P. F. M. J. **Decomposição de plantas de cobertura alternativas ao milheto para uso em sistemas de plantio direto no Cerrado da Região Meio-Norte.** 2021.

SUÁREZ, R. L.; SALAZAR, J. C. S.; CASANOVES, F; BIENG, M. A. N. **Cacao agroforestry system improve soil fertility: Comparison of soil properties between forest, cacao agroforestry systems, and pasture in Colombian Amazon.** Agr. Eco. Environ., 314:1-15. 2021.

TRENTIN, R.G et al. **Produtividade de soja em Latossolo compactado em função de mecanismos sulcadores.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 40, 2018.

VALANI, G.P.; MARTINI, A. F.; SILVA, L. F. S.; BORI, R. C.; COOPER, M. **Soil quality assessment in integrated crop-livestock-forest: A review.** Soil Use Management, 37:22-36. 2020.

VAEZ, R.N.; **Produtividade da soja em função de diferentes sistemas de preparos do solo e adubos verdes.** 2023.

VILLANI, F. L. **Qualidade de semeadura com dois mecanismos sulcadores sob diferentes velocidades na semeadura da soja.** 2023.

ZAGO, L. M. S.; RAMALHO, W. P.; SILVA-NETO, C. M.; CASAMORI, S. S. **Biomechanical indicators drive soil quality in integrated crop-livestock-forestry system.** Agr. Systems, 94:2249-2260. 2020.