

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ingryd Danieli Pinheiro Dos Santos

**EFEITO RESIDUAL DE MIX DE CULTURA DE COBERTURA
NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Dracena
2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ingryd Danieli Pinheiro Dos Santos

**EFEITO RESIDUAL DE MIX DE CULTURA DE COBERTURA
NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para graduação em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini

Co-orientadora: Eng. Agr. Dra. Bianca Midori Souza Sekiya

Dracena

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Efeito residual de mix de cultura de cobertura na produtividade da soja

Modalidade: Trabalho de pesquisa

Autor: Ingrid Danieli Pinheiro dos Santos

Orientador (a): Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini

Co-orientador(es): Eng. Agr. Dra. Bianca Midori Souza Sekiya

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 05/11/2025

Prof. Dr. Gelci Carlos
Lupatini

Profa. Dra. Pâmela
Gomes Nakada Freitas

Prof. Dr. Vagner do
Nascimento

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Silvanio e Osmarina, que me ensinaram o valor do esforço, da honestidade e da perseverança. Todo o meu aprendizado reflete os ensinamentos e o amor que recebi de vocês.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e discernimento durante toda a minha trajetória e a Nossa Senhora por ter me amparado e me protegido em diversos momentos.

Aos meus pais, Silvanio e Osmarina, que nunca mediram esforços para me ajudar no que fosse preciso. Obrigada por todo o apoio e incentivo, sem vocês essa realização não seria possível. Amo vocês imensamente!

À minha irmã Iasmyn e meu cunhado Amarildo, obrigada por todo apoio necessário e por sempre torcerem por mim.

À minha afilhada, Kemily, que em muitos momentos foi meu abrigo e meu porto seguro. E ao meu sobrinho, Bryan, que traz muita alegria para nossas vidas.

À minha amiga, Mirian, que sempre esteve presente em cada fase da minha vida, me apoiando no que fosse necessário. Obrigada pela sua amizade e por tornar esta trajetória mais leve.

À minha amiga, Rebeca, que foi minha companheira desde o início da graduação. Sou grata por cada momento de loucura que tivemos juntas.

Às minhas amigas, Maria e Yeda, que foram essenciais nessa reta final, sempre com boas conversas e risadas.

Ao grupo de estudo NUPEE que me proporcionou valiosos ensinamentos, ultrapassando o conteúdo acadêmico, deixando lições que levarei para a vida. Aos meus colegas e membros do grupo, Jonas, Lucas, Beatriz, Andreina e Grazieli, obrigada pelo companheirismo e troca de conhecimentos.

A empresa Facholi, por terem firmado essa parceria com a FCAT, e ao Jeferson, técnico agrícola da fazenda Vô Altino pertencente a Facholi, que sempre esteve disposto a nos ajudar.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), pela estrutura disponibilizada e a todas as pessoas que compõem seu quadro de colaboradores.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini e minha Co-Orientadora Dra. Bianca Midori Souza Sekiya, por todo ensinamento, orientação, e disponibilidade durante todas as etapas deste trabalho.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que de certa forma foram importantes nessa jornada.

“Nenhum obstáculo será grande se a sua vontade de vencer for maior” (Ray Kroc)

RESUMO

Atualmente, a cultura da soja (*Glycine max* L.) destaca-se como uma das principais culturas agrícolas do mundo. A adoção do sistema de plantio direto (SPD), associada ao uso de plantas de cobertura, constitui estratégia essencial para a sustentabilidade agrícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da soja cultivada sob palhada proveniente do mix de plantas de cobertura em quatro densidades de semeadura e dois métodos de distribuição (linha e à lanço). O experimento foi realizado no centro de pesquisa da fazenda Vô Altino - Facholi, em Caiuá- SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e trinta e duas parcelas. O mix utilizado foi composto de milho (30,3%), piatã (15,2%), trigo mourisco (24,2%) e feijão-guandu cv. BRS Guatã (30,3%), nas densidades de 7,14, 21 e 28 kg.ha⁻¹ do mix. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de significância. A semeadura em linha resultou em maior população de plantas. A densidade de semeadura afeta a população de plantas do mix utilizado. As densidades de semeadura de culturas de cobertura não influenciaram na produtividade da soja.

Palavras-chave: Milheto (*Pennisetum glaucum*). Piatã (*Urochloa brizantha*). Massa seca. Plantio direto.

ABSTRACT

Currently, soybean (*Glycine max* L.) cultivation stands out as one of the main agricultural crops in the world. The adoption of no-till farming systems, associated with the use of cover crops, constitutes an essential strategy for agricultural sustainability. The objective of this work was to evaluate the productivity of soybeans cultivated under mulch from a mix of cover crops at four sowing densities and two distribution methods (row and broadcast). The experiment was carried out at the research center of the Vô Altino - Facholi farm, in Caiuá-SP. The experimental design was a randomized block design with four replications and thirty-two plots. The mix used consisted of millet (30.3%), piatã (15.2%), buckwheat (24.2%) and pigeon pea cv. BRS Guatã (30.3%), at densities of 7, 14, 21 and 28 kg.ha⁻¹ of the mix. The data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level. Row sowing resulted in a higher plant population. Sowing density affects the plant population of the mix used. The sowing densities of cover crops did not influence soybean productivity.

Keywords: Millet (*Pennisetum glaucum*). Piatã (*Urochloa brizantha*). Dry matter. No-till farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Precipitação pluvial durante os meses do experimento em Caiuá-SP, 2024/2025	22
Figura 2- Precipitação pluvial durante os meses do plantio e condução da cultura da soja, em Caiuá-SP, 2024/2025.....	23
Figura 3- Temperatura mínima e máxima durante período experimental em Caiuá-SP, 2024/2025.	23
Figura 4- Visualização da área experimental	24
Figura 5- Sementes, maquinário e semeadora utilizados	25
Figura 6- A) Primeira coleta das plantas de cobertura; B) Segunda coleta	26
Figura 7- Pesagem das amostras	27
Figura 8- Trilhagem da soja	45
Figura 9- Correção da umidade para 13%	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População total, massa seca das plantas de cobertura e produtividade da soja nos métodos de semeadura. _____29

Tabela 2 - População total e massa seca das plantas de cobertura em diferentes densidades de semeadura. _____30

Tabela 3 - Produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura, semeadas em 7, 14, 21 e 28 kg/ha, respectivamente. _____31

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
CONAB	Companhia nacional de abastecimento
COS	Carbono Orgânico Do Solo
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
SPD	Sistema Plantio Direto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivo Específico	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Cultura da Soja (<i>Glycine max L.</i>)	16
3.2 Sistema Plantio Direto (SPD)	18
3.2.1 Uso da Palha	19
3.2.2 Plantas de cobertura	19
3.3 Métodos de semeadura	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Descrição da área experimental	22
4.2 Delineamento experimental e tratamentos	23
4.3 Implantação e condução das culturas	24
4.3.1 Implantação e condução das plantas de cobertura	24
4.3.2 Implantação e condução da cultura da soja	24
4.4 Avaliações	26
4.4.1 População de plantas	26
4.4.2 Avaliação da massa seca das plantas de cobertura	26
4.4.3 Análises agronômicas da soja	27
4.5 Análise estatística dos dados	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO	34
7 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de destaque, com notável impacto na produção agrícola global, desempenhando papel essencial na economia e na indústria. Seu elevado valor econômico decorre, principalmente, de sua composição química, que apresenta aproximadamente 40% de proteínas e cerca de 20% de lipídios, atributos que a tornam uma matéria-prima estratégica tanto para a indústria alimentícia quanto para a produção de biocombustíveis (Hirakuri, 2014). A pesquisa fitotécnica focada no aprimoramento genético foi vital para ampliação em âmbito nacional (Silva *et al.*, 2022).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), o Brasil se consolidou, na safra 2024/2025, como o principal produtor mundial de soja, atingindo volume produtivo estimado em 169,5 milhões de toneladas e produtividade média de 3.560 kg ha⁻¹. Os resultados obtidos são apenas o reflexo de investimentos em tecnologias de cultivo, expansão das áreas agricultáveis e adoção de práticas de manejo que buscam maior eficiência produtiva.

Nesse cenário, o sistema de plantio direto (SPD), tornou-se um dos pilares da agricultura moderna. Ferreira, Freitas e Moreira (2015) relatam que esse sistema provoca o aumento da atividade microbiana, além de favorecer a eficiência do uso de insumos. Outro aspecto relevante é sua contribuição para a recomposição dos teores de carbono orgânico do solo, e quando associado à rotação de culturas e ao uso de culturas de cobertura, acelera esse processo de recuperação, favorecendo a melhoria da estabilidade dos agregados do solo (Calegari *et al.*, 2006).

No entanto, o desempenho do SPD depende diretamente da cobertura do solo, que pode ser realizada com apenas uma cultura ou com o cultivo combinado de diferentes espécies, conhecido como mix. Conforme mencionado, a produtividade das cultivares de soja depende de múltiplos fatores, com destaque para as características físicas, biológicas e químicas do solo (Martin *et al.*, 2022). Desse modo, o uso de plantas de cobertura pode contribuir para o progresso desses atributos, apresentando ampla capacidade de adaptação a diferentes condições produtivas, promovendo a liberação gradual de nutrientes para a cultura principal e proporciona cobertura do solo por períodos prolongados, contribuindo com material orgânico rico e diversificado que eleva os teores de matéria orgânica (Dal Bello *et al.*, 2023).

A utilização de leguminosas como adubos verdes em rotações, sucessões ou consórcios de culturas, além de promover o incremento da produtividade agrícola, favorece a deposição de maiores quantidades de resíduos vegetais no solo (Pacheco *et al.*, 2013). Esse processo contribui para o aumento do sequestro de carbono (C), especialmente em sistemas conservacionistas, como o plantio direto (SPD) e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), nos quais a menor mobilização do solo potencializa o acúmulo de matéria orgânica (Espíndola, 2005).

Entretanto, existe um fator determinante para a seleção das espécies de plantas de cobertura, sendo necessário o conhecimento da sua adaptação à região em que será inserida e sua capacidade de crescimento em condições ambientais desfavoráveis, considerando que as culturas comerciais são implantadas em épocas mais propícias (Alvarenga *et al.*, 2001). A maioria das espécies de gramíneas apresenta elevado potencial de acúmulo de fitomassa e de nutrientes no solo, além de possuir elevada tolerância a condições de estresse hídrico e temperaturas elevadas.

Dessa forma, a adoção de consórcios ou misturas de espécies de plantas de cobertura tem apresentado expansão significativa nos sistemas de produção agrícola com foco no aumento do potencial produtivo da cultura de interesse econômico e na sustentabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da soja (*Glycine max* L.) cultivada sob palhada proveniente de mix de plantas de cobertura em diferentes densidades de semeadura com dois métodos de distribuição (linha e à lanço).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da soja (*Glycine max L.*)

Historicamente, o processo evolutivo da soja teve início com o surgimento de novas variedades originadas do cruzamento natural entre espécies selvagens (Sarma, 2024 apud. Silva). Gazzoni (2018) afirma que a cultura foi originada no nordeste da China, porém, o centro de origem da oleaginosa ainda é incerto e discutido por vários autores. As primeiras sementes a chegar no Brasil desembarcaram no século XIX e só depois de muitos desafios a cultura conseguiu se instalar em solo brasileiro, sendo inicialmente empregada como planta forrageira na alimentação do gado.

A primeira indústria nacional voltada ao processamento da oleaginosa para alimentação animal ocorreu em 1941 na cidade de Santa Rosa (RS), nesse período, a produção manteve-se reduzida e quase exclusivamente concentrada no estado, passando a expandir-se para outras regiões somente a partir da década de 1960 (Abiove).

A soja constitui uma espécie herbácea da família Fabaceae, caracterizada pelo metabolismo fotossintético do tipo C3. Apresentam flores autógamias, folhas trifolioladas, com exceção das folhas primárias que são unifolioladas e seu fruto é a vagem (EMBRAPA, 1979). O caule caracteriza-se por ser herbáceo, ereto, pubescente e ramificado (Muller, 1981).

O sistema radicular caracteriza-se pelo formato pivotante, no qual a raiz principal pode atingir aproximadamente 2 metros de profundidade, enquanto as raízes laterais apresentam potencial de expansão horizontal de até 2,5 metros em plantas isoladas, quando estabelecidas em ambientes com condições edafoclimáticas favoráveis (Teruel,1999). Hungria, Campo e Mendes (2001) salientam que as raízes apresentam estruturas especializadas, denominadas nódulos, nas quais ocorre a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Esse processo é mediado por espécies bacterianas presentes no solo, que possuem a enzima dinitrogenase, responsável por quebrar a tripla ligação da molécula de nitrogênio atmosférico (N_2) e reduzi-la a amônia (NH_3), equivalente ao nitrogênio obtido via processo industrial.

Seu ciclo pode variar de 75 a 200 dias, de acordo com a cultivar escolhida, podendo ser precoce ou mais tardia (Tejo; Fernandes; Buratto, 2019). Como dito

anteriormente, a implantação da cultura no Brasil veio acompanhada de desafios, sendo necessário o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições subtropicais e tropicais do Brasil (entre 5° N e 33° S), com o objetivo de substituir as cultivares importadas dos Estados Unidos, as quais foram originalmente selecionadas para uma faixa geográfica distinta (28° N a 48°N) (Gazzoni, 2018).

O melhoramento genético das cultivares pode ser realizado por diferentes métodos, entre os quais se destacam a introdução, a seleção e a hibridação. No contexto brasileiro, grande parte das primeiras cultivares utilizadas nas áreas produtoras da região Sul teve origem a partir da introdução direta de genótipos provenientes do exterior. O melhorista recorre à hibridação como estratégia para promover a recombinação genética entre distintos materiais, favorecendo a obtenção de genótipos com novas combinações de características de interesse (Bacaxixi *et al.*, 2011).

Atualmente, a soja consolidou-se como uma das culturas oleaginosas de maior relevância para a agricultura, impulsionando a posição do país como um dos principais participantes no mercado agrícola global (Hirakuri, 2010). Levando em consideração este contexto, a cultura atingiu um valor econômico significativo, em razão da sua ampla expansão nos anos recentes (Alves, *et al.*, 2019).

Em uma publicação seriada, Hirakuri *et al* (2018) afirmam que “[...] a sólida expansão territorial da soja fez a sua produção crescer mais de 38% em apenas quatro safras agrícolas [...]” reforçando que é um impulsionador do crescimento do agronegócio brasileiro (Hirakuri *et al.*, 2018, p. 3). Isso se deve ao fato da cultura ter diversas finalidades, sendo utilizada em indústrias na produção de biocombustíveis, na alimentação animal e humana. Na mesma publicação, Hirakuri *et al.* (2018) reforçam que 65% da produção mundial de grãos é destinada à China, devido ao fato do país estar entre os maiores produtores de carne do mundo, e utilizam do grão importado para produção do farelo, que é rico em proteínas, motivo pelo qual existe uma grande demanda do subproduto.

3.2 Sistema Plantio Direto (SPD)

“[...] No Brasil, o SPD foi iniciado na década de 70, na região Sul. O objetivo principal era reduzir a erosão do solo e minimizar impactos ambientais provenientes do sistema de cultivo convencional [...]” (Silva *et al.*, 2009).

A validação técnica do sistema de plantio direto no Brasil ocorreu de forma mais lenta que sua adoção inicial pelos produtores, em razão do tempo necessário para obtenção de resultados consistentes em pesquisa (Kochhann, *et al.*, 2000). No final da década de 1980, os avanços em máquinas agrícolas e herbicidas foram decisivos para o crescimento do SPD, expandindo da Região Sul para o Centro-Oeste (Salton, 1998).

A caracterização do tipo de solo constitui requisito fundamental para a implementação desse sistema de cultivo. Para que seja eficiente, é fundamental a utilização de espécies com elevada capacidade de produção de biomassa verde, assegurando, assim, a formação de palhada em quantidade suficiente para a manutenção do solo coberto (Cardoso *et al.*, 2023).

Em conformidade com Souza (2020), o SPD contribui para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, configurando-se como uma prática agrícola mais sustentável e de menor impacto ambiental. Além disso, favorece a estabilização da produtividade e auxilia tanto na recuperação quanto na manutenção da qualidade do solo.

Segundo Cruz *et al.*, (2001), a eliminação ou redução das operações de preparo do solo favorece a manutenção da estabilidade dos agregados, promovendo a melhoria da estrutura edáfica. Esse processo contribui para a mitigação da compactação, o aumento da taxa de infiltração da água das chuvas, a conservação da umidade, o aprimoramento do arejamento e da atividade biológica.

Outro fator importante a ser levado em consideração é a quantidade de matéria orgânica a ser incorporada no solo por meio do SPD, visto que a mesma é um elemento de grande importância (Cunha; Mendes; Giongo, 2015), pois contribui para o fornecimento de nutrientes por meio de sua atuação na capacidade de troca de cátions (CTC) e na retenção de ânions, se mostrando essencial não apenas para a fertilidade (EMBRAPA, 2004), mas também para a obtenção de um solo bem estruturado, com boa característica física, química e biológica.

Nesse contexto, evidencia-se a relevância do sistema de plantio direto, uma vez que este influencia diretamente as condições edáficas e a disponibilidade de nutrientes, fatores determinantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, refletindo no aumento da produtividade das culturas (Simon *et al.*, 2021).

3.2.1 Uso da palha

O termo palhada indica a cobertura formada por resíduos vegetais depositados sobre a superfície do solo, os quais podem originar-se tanto de espécies espontâneas não cultivadas quanto de sistemas produtivos, como os agrossilvipastoris (Debrino; Curcio; Bonnet, 2019). Ela proporciona proteção contra processos degradativos, que comprometem a qualidade e a funcionalidade do ecossistema edáfico (De Moraes *et al.*, 2016).

A presença de palhada sobre o solo, auxilia na redução da incidência de plantas daninhas, atuando como uma barreira física e influenciando a dinâmica de germinação dessas espécies.

Culturas que apresentam alta relação C/N, como as gramíneas, sofrem degradação mais lenta, permanecendo no solo por mais tempo (Pacheco *et al.*, 2011). De maneira oposta, as que possuem baixa relação C/N (leguminosas), permanecem por menos tempo no solo, sendo responsáveis pela ciclagem de nutrientes. Nesse sentido, uma complementa a outra permitindo que o solo permaneça coberto após o estabelecimento da cultura em sucessão (Giacomini *et al.*, 2003).

3.2.2 Plantas de cobertura

O sistema baseia-se na utilização de espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico, as quais podem ser incorporadas ao solo ou manejadas por meio de roçagem, permanecendo na superfície como cobertura vegetal (Espindola *et al.*, 1997), capazes de melhorar os atributos do solo (FUNDAG, 2007).

A utilização de plantas de cobertura teve início ainda na antiguidade, adotada por civilizações antigas. Contudo, com a intensificação do emprego de insumos modernos, essa estratégia de manejo foi gradativamente relegada ao esquecimento e nas últimas 3 décadas com a necessidade de práticas de cultivo sustentáveis,

graças a pesquisas e vivências de produtores, esse sistema de produção voltou a ser utilizado (Calegari, 2010).

De acordo com Surdi *et al.* (2012) para alcançar os benefícios que esse manejo promete é necessário escolher a espécie adequada para sua região, portanto, torna-se imprescindível considerar os fatores edafoclimáticos do local (Silva, 2023), a produção de fitomassa (Teodoro *et al.*, 2011) e o tempo para o estabelecimento da cobertura vegetal (Alvarenga *et al.*, 2001). Também neste artigo os autores mencionam que o rápido estabelecimento potencializa os benefícios físicos proporcionados ao solo, favorecendo sua proteção e contribuindo para a supressão de plantas daninhas.

O Nitrogênio é um dos nutrientes mais exigido pelas plantas, e está presente em grande quantidade no ar atmosférico na forma de N₂, porém esse elemento só estará disponível para plantas simbióticas (Gonçalves; Ceretta; Basso, 2000), sendo as leguminosas um exemplo representativo. Essas espécies são responsáveis por captar o N atmosférico e disponibilizá-lo para a planta. Em estudos, Teodoro *et al.* (2011) observaram que o manejo das leguminosas realizado no estágio de florescimento configura-se como a prática mais indicada, uma vez que nesse período ocorre o maior potencial de aporte de nitrogênio, fósforo e potássio aos agroecossistemas.

Além das leguminosas, as gramíneas também são muito utilizadas, onde ambas em cultivo combinado favorecem o acúmulo de matéria orgânica no solo, contribuindo para o equilíbrio da relação C/N (carbono/nitrogênio) nas camadas superficiais, reduzindo a imobilização do nitrogênio pelos microrganismos e promovendo maior disponibilização de nutrientes às plantas, o que resulta em melhor interação entre solo e cultura (Salomão *et al.*, 2020). Acrescenta-se que devido a adição contínua de resíduos vegetais, se tem a proteção do carbono orgânico do solo (COS) contra a biodegradação. Em contrapartida, a própria presença e acúmulo de COS contribuem para a maior estabilidade dos agregados do solo (Calegari, 2010). O consórcio entre plantas de cobertura foi estudado por Doneda *et al.* (2012) onde a junção de cultivares possibilitou a redução da taxa de decomposição dos resíduos culturais.

O uso de plantas de cobertura favorece a ampliação da biodiversidade do solo e o enriquecimento de sua biologia, englobando micro, meso e macrofauna, além da flora. Esse processo contribui para o aumento da diversidade de organismos e para

a presença de inimigos naturais, que atuam de forma positiva no controle e na regulação de pragas (como insetos e nematoides) e doenças (Calegari, 2010). Além disso, podem ser empregadas para o controle de plantas daninhas, visto que algumas plantas têm efeito alelopático, liberando substâncias químicas sobre as plantas invasoras (Pacheco *et al.*, 2016).

Contudo, o uso de plantas de cobertura constitui uma estratégia relevante para o incremento do retorno econômico ao agricultor, uma vez que promove a diminuição dos custos de produção, a conservação da qualidade do solo, além de favorecer o aumento da produtividade e a estabilidade das culturas de interesse comercial. Assim, ressalta-se que a adoção dessas espécies, seja de maneira individual ou em consórcios, quando inserida em sistemas de rotação com culturas agrícolas, revela-se uma alternativa promissora para a elevação da eficiência e da sustentabilidade dos sistemas de produção (Silva *et al.*, 2022).

3.3 Métodos de semeadura

A escolha do método de semeadura exerce influência sobre a emergência das plântulas, densidade de plantas, biomassa produzida e no manejo subsequente da cultura principal (Carvalho *et al.*, 2022). A semeadura em linha garante maior uniformidade na distribuição das sementes e promove melhor contato destas com o solo, favorecendo o processo de germinação (Lhamby *et al.*, 2021). Entretanto, esse método apresenta algumas desvantagens, como o custo operacional e o tempo para realização do plantio, se diferenciando do método à lanço, em que o tempo da operação é mais rápido e com custo operacional menor (EMBRAPA., 2023).

Como na semeadura a lanço as plantas ficam mais distribuídas por toda a área, ocorre maior incidência de luz entre elas, além de reduzir a competição inicial por água e nutrientes. Em conjunto, esses fatores contribuem para que o método a lanço apresente maior acúmulo de massa seca em comparação à semeadura em linha (Correia *et al.*, 2013). Um dos problemas em optar por esse método é a quantidade de sementes a ser utilizada, aumentando cerca de 20% em relação à semeadura na linha (Rezende *et al.*, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

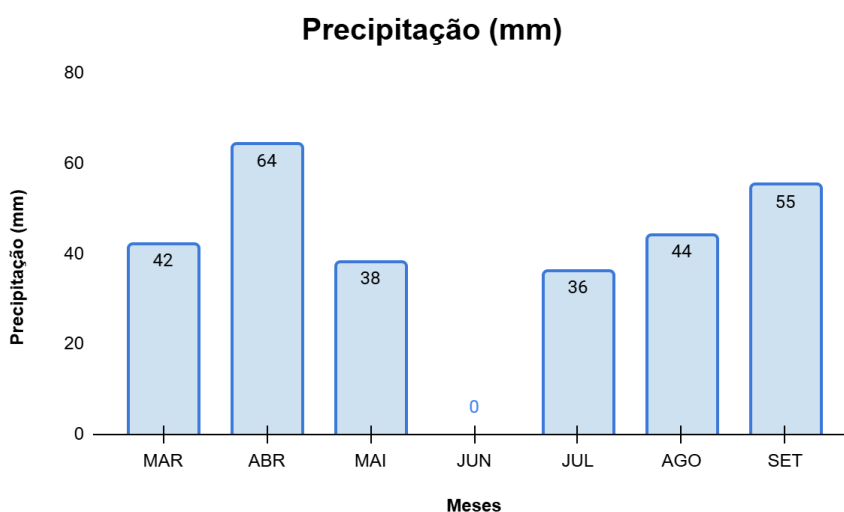
4.1 Descrição da área experimental

O experimento foi realizado no município de Caiuá, estado de São Paulo, no Centro de Pesquisa Fazenda Vô Altino, pertencente à empresa Facholi, e situa-se entre a latitude 21° 49' 54" S e longitude 51° 59' 54" W. A altitude média da área é de 330 m. O solo da área destinada ao experimento enquadra-se na classe Latossolo vermelho distrófico de textura arenosa, de acordo com os critérios de classificação propostos pela EMBRAPA.

O clima predominante na região é classificado como Aw, segundo Köppen, caracterizando-se como tropical úmido, com estação chuvosa concentrada no verão e período seco no inverno, apresentando ainda ocorrência de veranicos nos meses de janeiro e fevereiro, além de temperaturas elevadas ao longo do ano.

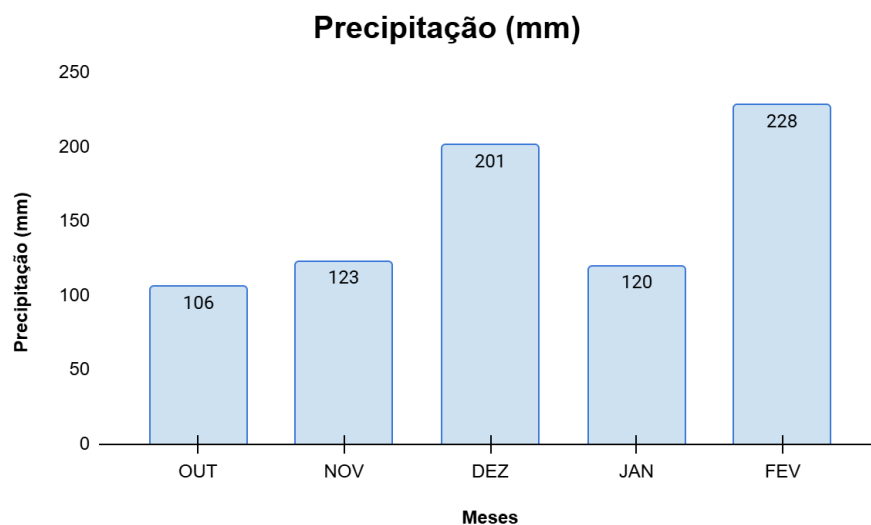
As informações referente a precipitação pluvial e as temperaturas durante o período do experimento foram obtidas a partir de um pluviômetro convencional instalado no próprio centro de pesquisa e do climatempo, respectivamente. A precipitação pluvial total durante os meses do experimento foi de 1.194 mm e temperatura mínima de 20,5°C e máxima de 28,6°C. Os valores mensais estão disponíveis nas figuras 1, 2 e 3:

Figura 1. Precipitação pluvial durante os meses do plantio e condução das culturas de cobertura, em Caiuá-SP, 2024/2025.



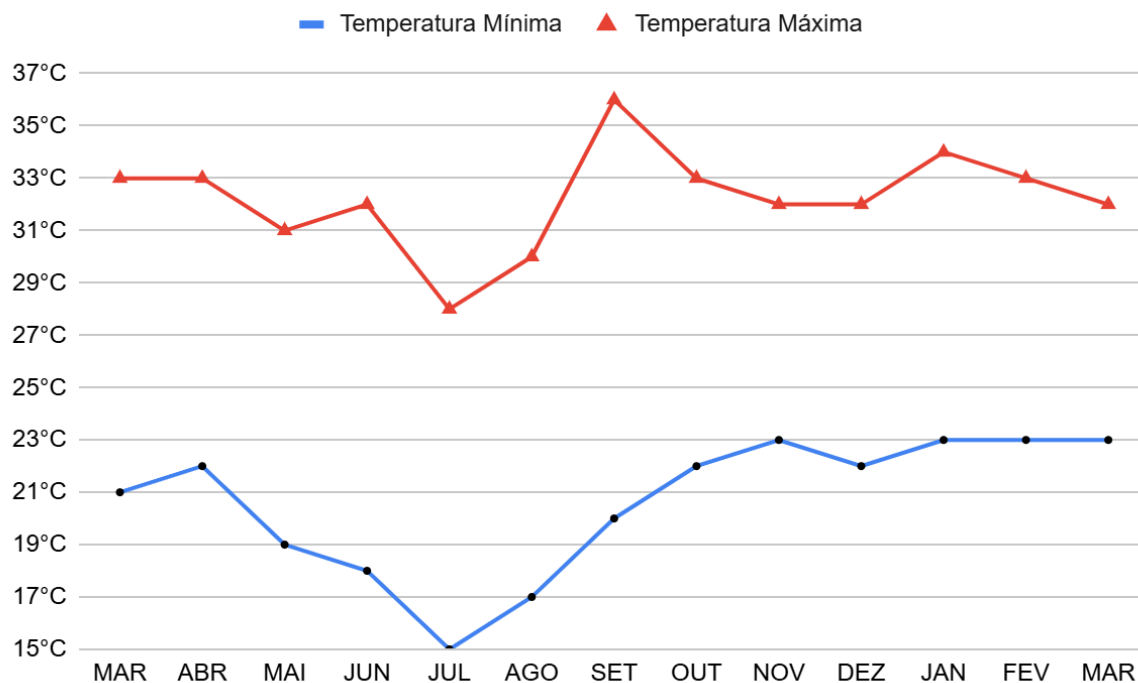
Fonte: Elaborado pelo autor. Dados obtidos a partir do pluviômetro instalado no centro de pesquisa.

Figura 2. Precipitação pluvial durante os meses do plantio e condução da cultura da soja, em Caiuá-SP, 2024/2025.



Fonte: Elaborado pelo autor. Dados obtidos a partir do pluviômetro instalado no centro de pesquisa.

Figura 3. Temperatura mínima e máxima durante período experimental em Caiuá-SP, 2024/2025.



Fonte: Agritempo.

A área experimental foi utilizada durante 3 safras de soja e milho em consórcio com *Urochloa brizantha* na safrinha nos anos de 2016, 2017 e 2018 em

sistema plantio direto. As adubações ao longo dos anos dos experimentos foram realizadas somente nas culturas de produção de grãos, seguindo as recomendações do Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônômico (RAIJ et al., 1997).

Nas safras 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22, 2022/23 e 2023/24 foi utilizada a soja (outubro a fevereiro) em sucessão aos pastos safrinha com pastejo no período de maio a agosto. Ao final do período de pastejo a área foi dessecada para posterior semeadura da soja na safra.

A safra de soja 2024/2025 foi a décima safra no Centro de pesquisa. Foi semeada no dia 22 de outubro de 2024 com a cultivar Brasmax Fibra 64I61RSF IPRO. A colheita foi realizada no dia 08 de março de 2025.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e trinta e duas parcelas de 20 m² cada, como observa-se no croqui abaixo (figura 4).

O mix utilizado foi composto de milho (30,3%), pátã (15,2%), trigo mourisco (24,2%) e feijão-guandu cv. BRS Guatã (30,3%). Nas densidades de sementes de 7,14, 21, 28 kg.ha⁻¹ do mix, e 2 métodos de semeadura.

Figura 4. Visualização da área experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Implantação e condução das culturas

4.3.1 Implantação das culturas de cobertura

O estaqueamento das parcelas e a semeadura do mix de cobertura ocorreu no dia 05 de março de 2024. As sementes utilizadas foram revestidas por polímeros de base orgânica e fungicida, padrão das sementes Facholi.

Para a semeadura, calculou-se a quantidade de sementes proporcional ao tamanho de cada parcela, realizando-se a semeadura de forma manual. No sistema a lanço, as sementes foram distribuídas manualmente sobre toda a área da parcela e, posteriormente, incorporadas ao solo com o uso de uma grade niveladora fechada. No sistema em linha, as linhas de semeadura foram previamente demarcadas com espaçamento de 0,45 m, sendo as sementes depositadas manualmente nas linhas e, em seguida, cobertas também de forma manual.

4.3.2 Implantação e condução da cultura da soja

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 22 de outubro de 2024, sob palhada remanescente dos mix de cobertura. A cultivar utilizada foi a Brasmax Fibra 64I61RSF IPRO, a qual, de acordo com as informações técnicas, apresenta elevado potencial produtivo em regiões de clima quente com taxa de germinação mínima de 80% e pureza 90%, o ciclo pode durar aproximadamente 138 dias, podendo variar de acordo com a região.

A semeadura foi realizada com uma semeadora-adubadora equipada com mecanismo sulcador do tipo haste (botinha), adequada ao sistema de plantio direto. Utilizou-se o modelo John Deere 1111, composto por 9 linhas, acoplado a um trator John Deere 6190J, da série 6J (modelo 2113), com espaçamento entre linhas de 0,45 m. A regulagem da semeadora foi ajustada para 14 sementes por metro linear. Como o sistema adotado foi o de plantio direto, adotou-se a profundidade de semeadura de 3,5 cm. A velocidade média de operação durante a semeadura foi de 5,5 km h⁻¹.

A adubação foi realizada no momento da semeadura, com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ do formulado 09-48-00 (MAP), o que corresponde a 8 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 43 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅). Posteriormente, foi efetuada a adubação de cobertura, com a aplicação de 172 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, equivalente a 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

As sementes foram inoculadas com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* nas doses de 150 mL e 700 mL, respectivamente. A aplicação foi via sulco, sendo necessárias 10 densidades h⁻¹ de *Bradyrhizobium* e 2 densidades h⁻¹ de *Azospirillum*.

O controle de pragas e doenças foi conduzido ao longo do desenvolvimento da cultura, conforme a necessidade observada em campo, seguindo as recomendações técnicas vigentes para a cultura da soja.

Figura 5. Sementes, maquinário e semeadora utilizados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Avaliações

4.4.1 População de plantas

No dia 27/03/2024 foi realizado a população total de plantas e a população por espécie em cada mix. Para isso foi necessário o auxílio de uma moldura metálica de 0,9 x 0,5 m² equivalente a 0,45 m²; a contagem foi realizada em um ponto por parcela.

4.4.2 Avaliação da massa seca das plantas de cobertura

Após o estabelecimento das culturas na área experimental, cerca de 90 dias depois da semeadura, foi realizada a coleta em um ponto por parcela para determinar a produção de massa seca, com o auxílio de uma moldura metálica (quadro). O corte foi realizado rente ao solo, na área delimitada pela moldura, com o uso de uma serra elétrica e após o corte as amostras foram colocadas em sacos

plásticos e devidamente identificados. Depois da coleta foi realizado o processo de rolamento das plantas através de um rolo faca, levando as plantas à senescência.

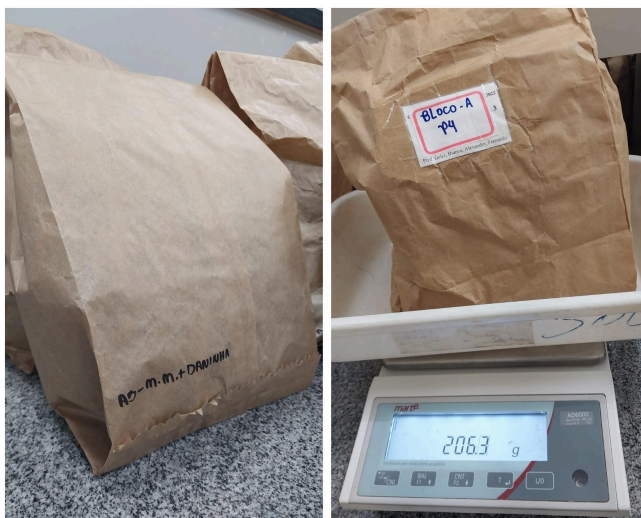
Já em laboratório, foi realizada a pesagem da amostra total verde e em seguida foi retirada uma sub-amostra para a secagem. As amostras foram levadas para a estufa a 65 °C até obterem massa constante, em torno de 72 horas, e depois de secas foram pesadas e então foi determinada a massa seca.

Figura 6. A) Primeira coleta das plantas de cobertura; B) Segunda coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7. Pesagem das amostras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3 Análises agrônômicas da soja

Com o objetivo de determinar a produtividade de grãos, no dia 08/03/2025 foi realizada a colheita, que consistiu no arranquio manual de linhas de 4,5 m² por parcela, e em seguida postas em sacos plásticos identificando cada amostra. As mesmas foram colocadas a pleno sol até chegar o momento de serem transferidas para às instalações da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) - UNESP Dracena.

As amostras foram trilhadas mecanicamente por uma trilhadora da marca Luma (modelo BC 30), acoplada a um trator Valtra BM 110, e colocados em sacos de papel Kraft também com identificação. Foi avaliado o teor de umidade dos grãos trilhados no medidor de umidade portátil da Gehaka (modelo G650i) e posteriormente corrigidos à 13% de umidade.

Figura 7. Trilha da soja



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8. Avaliação do teor de umidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistical Analysis System –SAS® (SAS Institute, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura em linha proporcionou maior população de plantas (102 plantas m^{-2}) em comparação ao método a lanço (72 plantas m^{-2}) (Tabela 1). A semeadura na linha, ao oferecer uma distribuição mais uniforme das sementes e melhor contato com o solo, favoreceu o processo de germinação e, conseqüentemente, a maior população de plantas.

Entretanto, a produção de massa seca na semeadura em linha foi menor em relação a lanço ($P < 0,05$). De acordo com Correia *et al.* (2013), isso pode estar relacionado ao fato de que a menor população no método a lanço, favoreceu o desenvolvimento vegetativo individual das plantas, resultando em maior acúmulo de biomassa por planta.

Tabela 1. População total, massa seca das plantas de cobertura e produtividade da soja nos métodos de semeadura.

Variável	População total (plantas. m^{-2})	Massa (kg.ha $^{-1}$)	Produtividade da Soja (kg.ha $^{-1}$)
Método			
Linha	102 a	9127	842
Lanço	71 b	11711	795
ANAVA (Pr > F)			
Método	0,0008	0,0502	0,6171

Fonte: Elaborado pelo autor

A produção de massa seca do mix apresentou tendência de valor maior no método a lanço. A produção foi relativamente baixa quando comparada a trabalhos semelhantes (Alvarenga *et al.*, 2001). Que pode estar associado à época de semeadura adotada e a restrição hídrica.

Amabile *et al.* (2000), no trabalho com culturas de cobertura semeadas em novembro, produziram 17,3 t ha $^{-1}$, enquanto em janeiro e março foram menores, de 6 a 8 t ha $^{-1}$.

O aumento nas densidades de semeadura apresentou diferença significativa na população total de plantas, apenas para as densidades de 7 e 28 kg de sementes do mix por hectare (Tabela 2). As densidades intermediárias (14 e 21 kg de sementes do mix por hectare) não verificou-se diferença estatística entre si. A população refletiu na produção de massa, que apesar de não ter tido diferença significativa entre as densidades, foi maior nas densidades 1 e 4. O número de

plantas de milho teve um crescimento rápido, competindo com as demais espécies do mix. A média de plantas de milho dentro da parcela no método de semeadura à lanço foi de 67 plantas/m².⁻¹ e na linha 47 plantas/m².⁻¹. Diante desse desempenho, recomenda-se que, em experimentos futuros, seja considerada a redução da quantidade de sementes dessa espécie.

Em contrapartida, Amabile, Fancelli e Carvalho (2000), observaram resultado oposto, relatando redução na produção de massa seca com o aumento das densidades de semeadura. Essa divergência pode estar associada às densidades mais elevadas utilizadas por esses autores, que podem ter intensificado a competição intraespecífica e, conseqüentemente, limitado o acúmulo de biomassa.

Tabela 2. População total e massa seca das plantas de cobertura em diferentes densidades de semeadura.

Tratamentos	População total (plantas.m²⁻¹)	Massa seca (kg.ha⁻¹)
Densidades (kg/ha⁻¹)		
7	54,6 b	10754
14	85,2 ab	10148
21	87,4 ab	10000
28	118,2 a	10774
ANAVA (Pr > F)		
densidades	0,0032	0,9573
Método x densidades	0,5727	0,6003
CV (%)	30,2	34,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, os resultados indicam que o desenvolvimento das plantas de cobertura foi mais influenciado pelas condições de semeadura, do que pelas densidades de sementes utilizadas. Isso demonstra que fatores relacionados à uniformidade de plantio e ao microambiente de germinação, têm papel mais determinante sobre a população e a biomassa do que o simples aumento da densidade de semeadura, corroborando observações de Pacheco *et al.* (2011) e Crusciol *et al.* (2015).

Em relação a produtividade da soja (Tabela 3), não houve diferença significativa nas densidades estudadas e os valores variaram de 718 a 883 kg ha⁻¹. A baixa produtividade registrada está associada às restrições hídricas (Figura 2), ocorridas ao longo do ciclo da cultura especialmente na fase de enchimento de grãos, sobretudo entre a segunda quinzena de dezembro (apenas 26 mm) e primeira

quinzena de janeiro (apenas 06 mm) tendo um período de 21 dias sem chuva, bem como às elevadas temperaturas verificadas no período. Fatores como estes provocam o encurtamento na fase de enchimento de grãos e com as altas temperaturas (Figura 3) a exigência hídrica da cultura aumenta (Gava, 2014).

Em condições climáticas favoráveis, durante a safra 2022/2023, Silva (2023) reportou produtividade média de 3.803 kg ha⁻¹, equivalente a aproximadamente 63 sacas por hectare. Em contraste, no presente experimento, a produtividade média obtida foi de apenas 14 sacas por hectare. Por mais que os métodos e as densidades tenham alterado a população de plantas e a massa seca do mix, essas variações não foram o suficiente para influenciar no rendimento da soja.

Em trabalhos semelhantes, é possível notar que o uso de plantas de cobertura, não contribuiu significativamente na produtividade da soja (Frasca *et al.*, 2022). Esse comportamento possivelmente está relacionado às condições favoráveis de clima e solo durante o experimento. É provável que, sob ocorrência de déficit hídrico, os resultados obtidos fossem distintos, evidenciando maior influência das coberturas vegetais sobre o desempenho da cultura.

Em contrapartida, Pino (2022) ressalta nos seus resultados, que em um experimento realizado em apenas um ano agrícola, os efeitos benéficos das culturas de cobertura sobre a produtividade da soja podem não ter se manifestado de forma expressiva, uma vez que tais benefícios tendem a se tornar mais evidentes ao longo dos anos de manejo. O mesmo foi discutido por Anschau *et al.* (2018), os quais destacaram que, embora essa seja uma prática sustentável e produtiva, é necessário a repetição do experimento para que assim seja possível observar os efeitos ao longo dos anos.

Tabela 3. Produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura, semeadas em 7, 14, 21 e 28 kg/ha, respectivamente.

Tratamentos	Produtividade da soja (kg.ha ⁻¹)
Densidades (kg/ha⁻¹)	
7	883
14	856
21	718
28	818
ANAVA (Pr > F)	
Densidade	0,6239
Método x densidade	0,3624

CV (%)

3,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora o uso das coberturas não tenha promovido incremento na produtividade da soja, seus efeitos benéficos sobre o sistema de cultivo não devem ser negligenciados. A presença de palhada contribui para a conservação da umidade, redução da erosão e o aumento da matéria orgânica no solo, benefícios que se acumulam ao longo dos anos de manejo contínuo (Anschau *et al.*, 2018; Boeni *et al.*, 2021).

De acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (2009), os coeficientes de variação observados (30,2% para população, 34,01% para massa seca e 32,2% para produtividade) são considerados relativamente altos para experimentos de campo, refletindo a variabilidade natural das condições ambientais, especialmente em sistemas biológicos.

Assim, pode-se inferir que o método de semeadura exerce maior influência sobre a população de plantas e a massa seca do mix de cobertura do que a variação nas densidades de sementes. Ainda que não tenham ocorrido diferenças significativas na produtividade da soja, o uso de plantas de cobertura demonstrou potencial para aprimorar o manejo do solo e sustentar a produtividade a longo prazo.

6 CONCLUSÃO

Nas condições do experimento com acentuada restrição hídrica, pode-se concluir que:

A densidade de semeadura afeta a população de plantas do mix utilizado.

As densidades de semeadura de culturas de cobertura não influenciaram na produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURA.SP (Agritempo). Pesquisa Agrícola – Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/br/estado/SP/pesquisa/>>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25–36, 2001.
- ALVES, G. S. *et al.* Estudo econômico do cultivo de soja e sorgo safrinha. **Revista Agrotecnologia – Agrotec**, v. 10, n. 2, p. 47–56, 2019.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Produção de biomassa de adubos verdes cultivados em diferentes épocas e densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 547–555, 2000.
- ANSCHAU, A. F. *et al.* Propriedades físicas do solo, características agronômicas e produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 2, p. 155–161, 2018.
- BACAXIXI, P. *et al.* A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, n. 20, p. 1–6, 2011.
- BOENI, M. *et al.* Culturas de cobertura de solo em sistemas de produção de grãos. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS – Boletim Técnico nº 10, 2021. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br>>.
- BRASMAX GENÉTICA. Clima e a soja: como o clima influencia a produção. Disponível em: <<https://brasmxgenetica.com.br/blog/clima-soja/>>. Acesso em: 17 nov. 2025.
- CALEGARI, A. **Diversificação de sistemas produtivos através do uso adequado de plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto.** Londrina: IAPAR, 2010.
- CARDOSO, N. S. *et al.* Benefícios do plantio direto da cultura da soja associado com a rotação de cultura. 2023.
- CARVALHO, A. M. de *et al.* Estabelecimento de plantas de cobertura em diferentes métodos de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 345–352, 2018.
- CORADINI, C. *et al.* Densidade de semeadura de plantas de cobertura e sua influência na supressão de plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, n. 1, p. 12–19, 2025.
- CORREIA, N. M.; LEITE, G. J.; FUZITA, W. E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis*: produção de biomassa e interferência na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1772–1780, 2013.
- CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Coberturas vegetais e seus efeitos na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 10, p. 933–941, 2015.
- CRUZ, J. C. *et al.* Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. 2001.

- CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. **Matéria orgânica do solo**. 2015.
- DAL BELLO, N. F.; COLASSO, M.; GABRIEL, Y. Mix de plantas de cobertura. **Anais da Feira de Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense**, v. 6, n. 1, p. 45–45, 2023.
- DE MORAES, Moacir Tuzzin *et al.* Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. **Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**, p. 34-48, 2016.
- DONEDA, A. *et al.* Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1714–1723, 2012.
- ESPÍNDOLA, J. A. A. *et al.* **Adubação verde com leguminosas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.
- FERREIRA, B. G. C.; FREITAS, M. M. L.; MOREIRA, G. C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto. **Revista iPecege**, v. 1, n. 1, p. 39–50, 2015.
- FRASCA, L. L. M. *et al.* Desempenho da soja cultivada em sucessão a plantas de cobertura em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, e2229, 2022.
- GAVA, Ricardo. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (Glycine Max,(L.) Merrill.)**. São Paulo. Universidade de São Paulo, 2014.
- GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, p. 16–18, 2018.
- GIACOMINI, S. J. *et al.* Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325–334, 2003.
- GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 153–159, 2000.
- HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associadas com a produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.
- HIRAKURI, M. H. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.
- HIRAKURI, M. H. *et al.* Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil. Circular Técnica, v. 145, p. 1–22, 2018.
- KOCHHANN, R. A. *et al.* **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.
- MARTIN, T. N. *et al.* **Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja**. Santa Maria: Editora GR, 2022.

PACHECO, L. P. *et al.* Produção de fitomassa e cobertura do solo por plantas de cobertura em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1170–1176, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

PINO, M. F. **Efeitos de culturas de cobertura sobre o desempenho da soja em diferentes sistemas de manejo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2022.

REZENDE, P. M. *et al.* Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da *Glycine max* (L.) Merrill. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 500–504, 2004.

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

SALTON, J. C. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998.

SAS INSTITUTE INC. SAS/IML® 14.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2015.

SILVA, F. *et al.* **Soja: do plantio à colheita**. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

SILVA, J. R. **Produtividade de soja em sucessão a pastos safrinha e decomposição de palha na integração lavoura pecuária**. 2023. TCC (Engenharia Agrônoma) – UNESP, Dracena, 2023.

SILVA, M. A. *et al.* Sistema de plantio direto e rotação de culturas no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, e376111335568, 2022.

SIMON, M. V. *et al.* O sistema de plantio direto como fator do aumento da produtividade das culturas. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 30–30, 2021.

SPERA, S. T. *et al.* Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos do solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 533–542, 2004.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1–9, 2019.

TERUEL, Dioger Alexandre. **Caracterização arquitetural do sistema radicular de soja**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1999.

TORRES, J. L. R. *et al.* Produção de biomassa e ciclagem de nutrientes de plantas de cobertura em função de densidades de sementes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 286–293, 2014.