

Desempenho da soja em sucessão a plantas de cobertura no Sudoeste Goiano

Soybean performance in succession to cover crops in Southwest Goiás

Victor Augusto da Costa Escarela¹, Aracy Camilla Tardin Pinheiro Bezerra², Carlos Gabriel Oliveira Mattos³, Danielle Fabiola Pereira da Silva⁴, Cláudio Hideo Martins da Costa⁵, Simério Carlos Silva Cruz⁶

RESUMO: O cultivo de plantas de cobertura é uma alternativa para melhorar o ambiente de produção agrícola, visto que, nos últimos anos vem ocorrendo inconstância das precipitações e aumento nas temperaturas. Objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de plantas de cobertura, solteiras e consorciadas, sobre o desempenho fisiológico, morfológico, produtivo e produtividade de grãos da cultura da soja semeada em sucessão. O delineamento experimental foi constituído por sete tratamentos e quatro repetições. Foram avaliados a produção de matéria seca das plantas de cobertura e os componentes fisiológicos, morfológicos, produtivos e a produtividade de grãos da soja semeada em sucessão. O cultivo das plantas de cobertura estudadas, solteiras ou consorciadas, proporciona altas produtividades para a cultura da soja. A escolha de quais espécies utilizar em sucessão a cultura da soja na região do Sudoeste Goiano, deverá utilizar outros fatores como adaptabilidade da espécie à condição edafoclimática da propriedade, preço das sementes, possibilidade de pastoreio, capacidade de suprimir a ocorrência de pragas e doenças, entre outros.

Palavras-chave: Adubação verde; *Glycine max*; Rotação de culturas.

ABSTRACT: The cultivation of cover crops is an alternative to improve the agricultural production environment, especially considering the recent fluctuations in precipitation and rising temperatures. The objective was to evaluate the effects of using single and intercropped cover crops on the physiological, morphological, and productive performance, as well as the grain yield of soybean crops planted in succession. The experimental design consisted of seven treatments with four replications each. The study assessed the dry matter production of cover crops and the physiological, morphological, and productive components, as well as the grain yield of soybeans planted in succession. The cultivation of the studied cover crops, whether as singles crops or intercropped, results in high yields for soybean cultivation. The choice of which species to use in succession to soybean cultivation in the Southwest Goiás region should consider other factors such as the adaptability of the species to the property's soil and climatic conditions, seed prices, grazing potential, ability to suppress pests and diseases, among others.

Keywords: Green adubation; *Glycine max*; Crop Rotation.

Autor correspondente: Victor Augusto da Costa Escarela
E-mail: escarela.victor@gmail.com

Recebido em: 2024-06-13

Aceito em: 2025-12-10

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal (SP), Brasil.

² Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil.

³ Mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

⁴ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Jataí (GO), Brasil.

⁵ Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Professor da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

⁶ Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Professor da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal cultura comercial no Brasil, tendo seu cultivo preferencialmente na primavera/verão. A produção na safra 2022/23 foi de 322,8 milhões de toneladas em uma área plantada de 78,5 milhões de hectares, representando um aumento de 18,4% em relação à safra anterior (Conab, 2023).

Apesar disso, o processo produtivo vem sofrendo com a inconstância das precipitações e elevadas temperaturas e, para evitar perdas na produtividade e garantir uma melhor qualidade de solo, são recomendadas inúmeras práticas de manejo, como plantio direto, adubação verde (plantas de cobertura), consorciação e rotação de culturas (Tenelli *et al.*, 2021; Michelin *et al.*, 2019).

De acordo com Castro *et al.* (2017), em regiões de Cerrado do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, o sistema de produção predominante é a sucessão de culturas, sendo uma safra de soja no verão, seguido por uma segunda safra de milho, sorgo ou milheto. A viabilidade do sistema depende diretamente da produção de palhada, visando a utilização de culturas que produzam quantidades suficientes de matéria seca para permanecer sobre o solo (Brancalhão *et al.*, 2015).

Dessa forma, visando proteção da superfície do solo e boa produtividade da cultura de verão estimula-se a utilização de plantas de cobertura como alternativa na entressafra, devido a capacidade em produzir matéria seca, absorver nutrientes e os liberarem novamente para o solo quando decompostas (Forte *et al.*, 2018).

As plantas de cobertura podem ser cultivadas isoladamente ou consorciadas com duas ou mais espécies, principalmente das famílias Poaceae e Fabaceae (Michelon *et al.*, 2019). Sua utilização em consórcio proporciona alguns benefícios como agregação e estruturação do solo, aumento da relação carbono/nitrogênio, que colabora na mineralização do N e garante acúmulo de matéria orgânica ao longo do perfil de solo (Ziech *et al.*, 2015).

No Sudoeste Goiano, a inserção de plantas de cobertura e seus consórcios em rotação a culturas comerciais, como soja e milho, é dificultada pela competição por área cultivada. Para tanto, é necessário avaliar o desempenho dessas plantas e seus consórcios, com a finalidade de indicar as mais adequadas para anteceder o cultivo de verão.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de plantas de cobertura, solteiras e consorciadas, sobre o desempenho fisiológico, morfológico, produtivo e produtividade de grãos da cultura da soja semeada em sucessão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Jataí – Campus Jatobá, localizado nas coordenadas geográficas 17° 55' 36" Sul e 51° 42' 52" Oeste, com altitude aproximada de 679 metros. Conforme a classificação de Köppen, o clima é classificado como Aw, tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa (LVdf) (Santos *et al.*, 2018). Esta área vem sendo cultivada desde o ano de 2019

com plantas de cobertura na entressafra e soja na safra. O experimento teve início na entressafra de 2022 onde foram cultivadas as plantas de cobertura e, posteriormente, na safra de verão 2022/2023 foi cultivada a cultura da soja.

Os dados referentes às temperaturas e precipitações pluviométricas ocorridas durante o desenvolvimento do trabalho foram coletados na estação meteorológica localizada no município de Jataí, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (Figura 1).

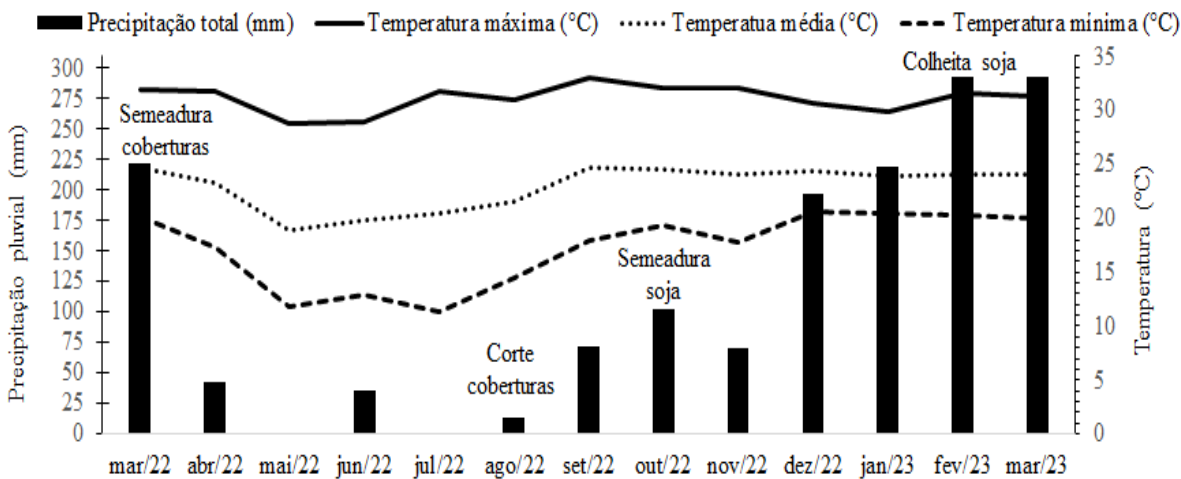


Figura 1. Temperatura máxima (°C), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação pluviométrica (mm), acumulada na entressafra e safra de 2022/2023, no município de Jataí – GO (2023)

Antecedendo à instalação do experimento, foi realizada análise química e textural do solo da área, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e textural do solo na área experimental antes do cultivo dos tratamentos. Jataí – GO, 2022

Profundidade	(1) pH	(2) P	(3) K ⁺	(4) Mg ²⁺	(5) Ca ²⁺	(6) Al ³⁺	(7) H + Al ³⁺	(8) MOS
Cm	H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					g kg ⁻¹
0-10	5,44	5,09	56,3	0,38	1,90	0,13	5,31	35,75
10-20	5,48	2,93	42,2	0,30	1,72	0,09	4,85	35,60
20-40	5,71	1,26	37,5	0,24	1,35	0,03	3,63	26,37
	Areia		Silte			Argila		
	-----g dm ⁻³ -----							
0-40	175		240			585		

¹potencial hidrogeniônico em água; ²fósforo (Mehlich); ³potássio; ⁴magnésio; ⁵cálcio; ⁶Al³⁺: alumínio; ⁷hidrogênio + alumínio; ⁸matéria orgânica do solo.

As plantas de cobertura, para este trabalho, foram implantadas na entressafra de 2022, sendo elas: milheto (*Pennisetum glaucum*); braquiária (*Urochloa ruziziensis*); crotalária (*Crotalaria ochroleuca*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). A distribuição dos tratamentos ocorreu de forma que as quatro plantas de cobertura tivessem seu cultivo de forma isolada e também consorciada em função de diferentes proporções de semeadura. A adoção de milheto e braquiária como plantas de cobertura deve-se ao fato de serem as espécies mais utilizadas pelos agricultores da região, que as empregam para evitar o pousio e garantir maior aporte de palhada para a safra de soja subsequente. Por outro lado, crotalária e nabo forrageiro foram

selecionados em função de sua elevada adaptabilidade às condições climáticas locais e de seus potenciais efeitos positivos sobre as propriedades do solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constituído por sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Os tratamentos foram distribuídos na seguinte forma: T1 - *Pennisetum glaucum* - milho (15 kg ha⁻¹ de sementes); T2 - *Urochloa ruziziensis* - braquiária (7 kg ha⁻¹); T3 - *Crotalaria ochroleuca* - crotalária (12 kg ha⁻¹); T4 - *Raphanus sativus* L. - nabo forrageiro (15 kg ha⁻¹); T5 - *Urochloa ruziziensis* - braquiária + *Pennisetum glaucum* - milho (G) (3,5 + 7,5 kg ha⁻¹); T6 - *Crotalaria ochroleuca* - crotalária + *Raphanus sativus* L. - nabo forrageiro (NG) (6 + 7,5 kg ha⁻¹); T7 - *Urochloa ruziziensis* - braquiária + *Raphanus sativus* L. - nabo forrageiro + *Crotalaria ochroleuca* - crotalária + *Pennisetum glaucum* - milho (G + NG) (1,75 + 3,75 + 3 + 3,75 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente).

Antes da implantação do experimento em campo, foi feito controle químico (glifosato - 2 L ha⁻¹, Glufosinato de amônia - 1,4 L ha⁻¹) de espécies infestantes identificadas na área (*Eleusine indica*, *Commelina benghalensis* e *Cenchrus echinatus*). Posteriormente, foi realizada capina manual para retirada das plantas remanescentes.

Em laboratório, as sementes referentes a cada tratamento foram pesadas em balança de precisão, divididas em dez partes iguais e armazenadas em sacos de papel. Com a utilização da semeadora configurada no espaçamento de 0,45 m entrelinhas e rodas compactadoras levantadas, foi feito a marcação dos sulcos de plantio, totalizando 10 sulcos de 10 m de comprimento por parcela.

Cada um dos dez sulcos de semeadura recebeu o conteúdo de um saco de sementes, anteriormente pesado. A distribuição das sementes e fechamento dos sulcos de todos os tratamentos foram realizados manualmente no dia 26 de março de 2022. Três semanas após a semeadura foi realizado o controle de plantas espontâneas, com o auxílio de enxada, até que as plantas de cobertura proporcionassem total cobertura do solo.

Após pleno florescimento de todas as plantas de cobertura, no dia 25 de agosto de 2022 (149 dias após a semeadura), usando a crotalária como referência, pois foi a espécie que apresentou desenvolvimento mais lento, foi realizado o manejo de corte das plantas de forma mecanizada, deixando os resíduos sobre a superfície do solo.

Após manejo de corte nas plantas de cobertura, foi utilizado um molde de formato quadrangular, com área de 0,25 m², para retirada de três amostras de biomassa de cada parcela, as quais foram acondicionadas em estufa de ventilação forçada de ar a uma temperatura de 70 °C até atingirem massa constante. Dessa forma, foi possível realizar o cálculo de matéria seca (mg ha⁻¹) para cada tratamento. A coleta de três pontos por parcela teve como objetivo garantir uma amostragem mais representativa para a determinação da matéria seca.

Posteriormente, no dia 27 de outubro de 2022, foi realizada a semeadura da cultivar comercial de soja DM 73I75 IPRO, a qual apresentava germinação de 80% e pureza de 99%. A semeadura foi feita de forma mecanizada, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, e recomendação de 15 sementes por metro, tendo como população final 333 mil plantas ha⁻¹. A semeadura seguiu o mesmo padrão utilizado nas plantas de cobertura, dessa forma, utilizou-se 10 linhas com 10 m de comprimento por parcela.

No momento da semeadura foi realizada adubação no sulco de plantio com 390 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-18, sendo N - P₂O₅ e K₂O. O tratamento de sementes, anterior à

semeadura, foi feito com Piraclostrobina, Tiofanato Metílico e Fipronil. Foram realizados tratos culturais na cultura ao longo do seu ciclo, para isso foi utilizado o pulverizador Advance 2000 AM18 Vortex, onde aplicou-se agrotóxicos para manejo e controle de pragas e doenças (Tabela 2).

Tabela 2. Manejo fitossanitário da soja, Jataí – GO (2023)

Produto comercial	Dose
22 de outubro de 2022	
Glufosinato Sal de Amônio + Éter monometílico de propilenoglicol	3,0 L ha ⁻¹
Glifosato	2,5 L ha ⁻¹
Help Desseck	500 mL ha ⁻¹
Acetamíprido + Alfa-Cípermetrina	500 mL ha ⁻¹
11 novembro de 2022	
Picoxistrobina + Ciproconazol	600 mL ha ⁻¹
Diflubenzurom	100 mL ha ⁻¹
Sulfoxaflor + Lambda-Cialotrina + Nafta aromática	300 mL ha ⁻¹
Glifosato	3,0 L ha ⁻¹
26 de novembro de 2022	
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	300 ha ⁻¹
Oxicloreto de cobre + Equivalente Cobre metálico	1 L ha ⁻¹
Acetamíprido + Alfa-Cípermetrina	500 mL ha ⁻¹
15 de dezembro de 2022	
Picoxistrobina + Ciproconazol	600 mL ha ⁻¹
Diflubenzurom	100 mL ha ⁻¹
Sulfoxaflor + Lambda-Cialotrina + nafta aromática	300 mL ha ⁻¹
28 de dezembro de 2022	
Picoxistrobina + Ciproconazol	600 mL ha ⁻¹
Diflubenzurom	100 mL ha ⁻¹
Sulfoxaflor + Lambda-Cialotrina + Nafta aromática	300 mL ha ⁻¹
16 de janeiro de 2023	
Picoxistrobina + Ciproconazol	300 mL ha ⁻¹
Imidacloprido + Bifentrina	400 mL ha ⁻¹

A colheita da cultura da soja foi realizada manualmente no dia 27 de fevereiro de 2023, aos 120 dias após a semeadura. Durante a colheita, foi considerada como área útil a porção central de 20 m², ou seja, 4 linhas de 5 m, para posterior avaliação dos componentes fisiológicos, morfológicos, produtivos e produtividade de grãos. A utilização dessas linhas e desse comprimento, mantendo as demais como bordadura, teve como objetivo garantir maior qualidade e uniformidade na coleta dos dados.

Os componentes fisiológicos avaliados foram teor de clorofila e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Para avaliação do teor de clorofila foi usado o aparelho portátil ClorofiLog®, modelo CFL 1030, da marca Falker®, onde foi mensurado o teor de clorofila de 10 plantas por parcela experimental. A avaliação ocorreu no início do florescimento (estádio R1), no primeiro trifólio totalmente expandido de cada planta, de forma que se obtivesse uma média por parcela, a qual foi expressa em índice de clorofila Falker® (ICF), medida adimensional.

Na avaliação do NDVI foi utilizado o aparelho portátil de sensor ótico ativo GreenSeeker® handheld crop sensor, da marca Trimble®. O aparelho foi posicionado 1 m acima da vegetação, sendo registrado uma leitura por parcela experimental, quando as plantas se encontravam no estágio R1 de desenvolvimento.

Os componentes morfológicos avaliados foram altura de plantas, inserção da primeira vagem (AIPV) e diâmetro de haste (DH). Após a colheita da área útil de cada parcela foram separadas 10 plantas e, com auxílio de uma fita métrica e paquímetro digital, realizou-se as avaliações.

Os componentes produtivos analisados foram população final de plantas, número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos. A população final de plantas foi obtida antes da colheita da cultura da soja, para isso foi utilizada uma fita métrica para realizar a contagem de plantas dentro de toda a área útil. Após a colheita da cultura ocorreu a separação de 10 plantas por parcela e avaliou-se NVP e NGP, onde os valores foram obtidos por meio de média. Em relação à massa de mil grãos, foi feita a pesagem de oito repetições de 100 sementes, com massa corrigida para 13% de umidade.

A produtividade de grãos foi avaliada realizando a colheita de toda área útil de cada parcela. Posteriormente, os grãos foram pesados em balança de precisão, com posterior correção de umidade para 13%, sendo o valor extrapolado para kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando identificada diferença significativa, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo método de agrupamento Scott-Knott. Para ambos os testes foi adotado 5% de probabilidade de erro. Para as análises foi utilizado o software estatístico AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância (quadrados médios) das avaliações referentes a produção de matéria seca das plantas de cobertura e dos componentes fisiológicos, morfológicos, produtivos e produtividade de grãos da cultura da soja encontra-se na tabela 3. Observa-se que houve efeito dos tratamentos apenas para as variáveis AP e AIPV.

Tabela 3. Resumo da análise de variância (quadrado médio) para a matéria seca das plantas de cobertura (MS) e demais variáveis da cultura da soja: índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI); teor de clorofila (Clor.); população final de plantas (POPF); altura de plantas (AP); altura de inserção da primeira vagem (AIPV); diâmetro de haste (DH); número de grãos por planta (NGP); número de vagens por planta (NVP); massa de mil grãos (MMG); produtividade de grãos (PDG), em função dos tratamentos

Variáveis/FV ⁽¹⁾	Tratamentos	Blocos	Média	CV (%) ⁽²⁾
MS	1,48 ^{ns}	3,80 [*]	8,52	11,62
NDVI	0,001 ^{ns}	0,006 [*]	0,83	3,19
Clor.	7,57 ^{ns}	4,49 ^{ns}	34,67	9,19
POPF	145,15 ^{ns}	47,75 ^{ns}	155,39	6,52
AP	75,35 [*]	50,15 ^{ns}	98,98	4,29
AIPV	8,46 [*]	1,46 ^{ns}	16,54	9,38
DH	0,26 ^{ns}	2,32 [*]	7,67	7,20
NGP	50,44 ^{ns}	387,89 [*]	100,84	10,47
NVP	6,79 ^{ns}	42,80 ^{ns}	38,63	9,93
MMG	34,49 ^{ns}	57,04 ^{ns}	210,11	2,25
PDG	49580,14 ^{ns}	150762,03 ^{ns}	4811,76	5,47

¹fonte de variação; ²coeficiente de variação. *, ns: significativo a 5% de probabilidade de erro e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Como pode ser observado na Tabela 3, não houve diferença para MS entre as espécies cultivadas como plantas de cobertura, sendo as médias de produção desta variável apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Médias de matéria seca, após o manejo de corte das plantas de cobertura cultivadas de forma isolada e consorciadas. Jataí – GO (2023)

Tratamento	Matéria seca (mg ha ⁻¹)
Milheto (T1)	7,42
Urochloa (T2)	8,65
Crotalária (T3)	8,72
Nabo forrageiro (T4)	8,72
Urochloa + Milheto (G) ⁽¹⁾ (T5)	8,88
Crotalária + Nabo (NG) ⁽²⁾ (T6)	8,01
G + NG (T7)	9,24
CV (%)	11,62

¹gramíneas; ²não gramíneas; CV: coeficiente de variação.

Embora no período de cultivo das plantas de cobertura o índice pluviométrico tenha ficado abaixo do ideal, todas apresentaram produção de matéria seca superior a 6 mg ha⁻¹, o que representa quantidade suficiente para manter boa cobertura do solo no sistema de rotação de culturas (Nunes *et al.*, 2018). Em condições diferentes de solo e época de cultivo utilizando cultivo solteiro e consorciado de aveia – preta, ervilhaca, nabo forrageiro e tremoço azul, Michelon *et al.* (2019) quantificaram valores variando de 4 mg ha⁻¹ para os cultivos solteiros e até 10 mg ha⁻¹ para os consorciados.

Já em trabalho conduzido por Skora Neto e Campos (2017), onde utilizaram girassol, crotalária, nabo forrageiro, ervilhaca, trigo mourisco e pousio (vegetação espontânea) observou-se valores de matéria seca variando de 11,1 a 13,2 mg ha⁻¹, fato que pode estar relacionado a elevada precipitação que ocorreu na época de desenvolvimento das culturas de cobertura, colaborando para atingir altas produções. Estes valores demonstram que a produção de matéria seca é variável, sendo influenciada principalmente pela espécie, temperatura, tipo de solo e índice pluviométrico do local de cultivo (Ziech *et al.*, 2015).

Estudos conduzidos por Salviano *et al.* (2023), trabalhando com feijão - guandu, milheto, sorgo e consórcio (guandu, milheto, sorgo e milho), observaram valores de matéria seca de 4,5; 6; 5,3 e 10 mg ha⁻¹. Isso se dá possivelmente pelo fato de o sistema consorciado de plantas de cobertura apresentarem alta capacidade de produção de matéria seca em um curto período, sendo capazes de melhorar a temperatura, evaporação, infiltração e armazenamento de água no solo (Salomão; Santos; Martins, 2020).

Ao avaliar os componentes fisiológicos NDVI e teor de clorofila (Clor) na cultura da soja, observou-se que não houve efeito dos tratamentos (Tabela 3), sendo as médias dos mesmos apresentadas na Tabela 5. Já para os componentes morfológicos estudados, nota-se que apenas para a variável DH não foi possível separar os tratamentos em grupos distintos.

Algumas variáveis inerentes ao solo como teor de matéria orgânica, textura, composição mineralógica, rugosidade e umidade podem interferir na reflectância do dossel, influenciando o NDVI. O conjunto de elementos citados denomina-se “superfície de fundo” (Grohs, 2008), a qual está presente na entrelinha da cultura quando a mesma

não se fechou completamente, interferindo na resposta espectral do dossel, afetando a determinação do NDVI.

Tabela 5. Médias do índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI); teor de clorofila (Clor.); altura de plantas (AP); altura de inserção da primeira vagem (AIPV); diâmetro de haste (DH) da soja sob palhada de plantas de cobertura, cultivadas de forma solteira e consorciada. Jataí – GO (2023)

Trat. ⁽¹⁾	NDVI	Clor. SPAD	AP Cm	AIPV Cm	DH Mm
T1 ⁽²⁾	0,85	35,28	105,03 a	18,45 a	7,47
T2 ⁽³⁾	0,83	33,34	97,66 b	16,30 b	7,82
T3 ⁽⁴⁾	0,83	33,59	102,55 a	16,45 b	7,99
T4 ⁽⁵⁾	0,79	36,19	94,50 b	15,83 b	7,72
T5 ⁽⁶⁾	0,84	33,06	99,13 a	18,23 a	7,26
T6 ⁽⁷⁾	0,82	36,44	92,87 b	14,17 b	7,61
T7 ⁽⁸⁾	0,83	34,83	101,13 a	16,35 b	7,87
CV (%)	3,19	9,19	4,29	9,38	7,20

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o método Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹tratamento; ²*Pennisetum glaucum*; ³*Urochloa ruziziensis*; ⁴*Crotalaria ochroleuca*; ⁵*Raphanus sativus* L.; ⁶*Urochloa ruziziensis* + *Pennisetum glaucum* (G); ⁷*Crotalaria ochroleuca* + *Raphanus sativus* L. (NG); ⁸*Urochloa ruziziensis* + *Pennisetum glaucum* (G) e *Raphanus sativus* L. + *Crotalaria ochroleuca* (NG); CV: coeficiente de variação.

No entanto, observando os dados referentes ao NDVI, nota-se que mesmo não havendo efeito dos tratamentos, os valores obtidos corroboram com os encontrados por Silva *et al.* (2015), onde os autores obtiveram valores variando de 0,80 a 0,88 no estágio R1 da cultura da soja em sucessão as plantas de cobertura.

Além disso, os dados referentes ao teor de clorofila reproduzem os valores encontrados por Schneider *et al.* (2017), que avaliaram o teor de clorofila no estágio R2 e observaram valores variando entre 29,63 e 33,50 e também por Rodrigues, Ribeiro e Silva (2021), onde foi constatado valores de clorofila para soja no estágio R1 variando de 33,82 a 43,59.

O fato de os teores encontrados no experimento estarem dentro da média constatada na literatura é de suma importância, pois o pigmento fotossintético (clorofila) é responsável pelo desenvolvimento das plantas, captando energia solar incidente que é direcionada para o processo de fotossíntese (Taiz *et al.*, 2017). Além do que, o teor de clorofila é um indicativo importante de que está ocorrendo fixação de nitrogênio pelas bactérias fixadoras, aumentando a capacidade fotossintética e sua adaptabilidade aos diferentes ambientes (Zago *et al.*, 2018).

Embora tenha ocorrido a separação dos tratamentos em dois grupos distintos para as variáveis AP e AIPV (Tabela 5), esses componentes não afetaram a produtividade de grãos. Estudo conduzido por Cruz *et al.* (2016), em Jataí - GO, também não encontrou influência dessas variáveis na produtividade de grãos, onde foi realizado o plantio da soja, sob diferentes densidades e arranjos de semeadura sucessoras ao plantio de plantas de cobertura e observou valores entre 74 e 87 cm para AP e 12 a 16 cm para AIPV, os quais se assemelham com o presente experimento. É importante frisar que em função das plataformas de cortes disponíveis no mercado, deseja-se que a inserção de vagens não seja inferior a 10 cm de altura, pois isto traria perdas durante a colheita.

As variáveis AP e AIPV são características relacionadas ao genótipo e ao arranjo espacial de cada cultivar, podendo ser manejado para favorecer a colheita mecanizada, uma vez que o aumento ou redução da população resulta em plantas mais ou menos altas, devido a tentativa de adaptação pela competição intraespecífica por luminosidade (Holtz *et al.*, 2019).

Avaliando os componentes POPF, NGP, NVP MMG e PDG, observa-se que não houve efeitos dos tratamentos (Tabela 3), sendo as médias dos mesmos apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. População final de plantas (POPF); número de grãos por planta (NGP); número de vagens por planta (NVP); massa de mil grãos (MMG); produtividade de grãos (PDG) da soja sob palhada de plantas de cobertura, cultivadas de forma solteira e consorciada. Jataí – GO (2023)

Trat. ⁽¹⁾	POPF	NGP	NVP	MMG	PDG
	Plantas m ⁻¹	un ⁽⁹⁾	un	g ⁽¹⁰⁾	kg ha ⁻¹
T1 ⁽²⁾	144,75	96,15	36,65	214,75	4813,79
T2 ⁽³⁾	159,00	97,88	37,65	207,35	4690,23
T3 ⁽⁴⁾	161,25	103,03	38,93	210,34	4955,95
T4 ⁽⁵⁾	160,75	105,53	40,38	209,55	4941,17
T5 ⁽⁶⁾	153,00	97,65	37,90	210,45	4683,38
T6 ⁽⁷⁾	157,75	102,80	39,03	205,98	4850,12
T7 ⁽⁸⁾	151,25	102,88	39,85	212,35	4747,67
CV (%)	6,52	10,47	9,93	2,25	5,47

¹tratamento; ²*Pennisetum glaucum*; ³*Urochloa ruziziensis*; ⁴*Crotalaria ochroleuca*; ⁵*Raphanus sativus* L.;

⁶*Urochloa ruziziensis* + *Pennisetum glaucum* (G); ⁷*Crotalaria ochroleuca* + *Raphanus sativus* L. (NG);

⁸*Urochloa ruziziensis* + *Pennisetum glaucum* (G) e *Raphanus sativus* L. + *Crotalaria ochroleuca* (NG);

⁹unidade; ¹⁰gramas; CV: coeficiente de variação.

O NVP e NGP pode não ter sido alterado pelo fato de a fertilidade da área estar bem construída, sendo cultivado em semeadura direta há anos e com bom teor de matéria orgânica. Outro fator levado em consideração é que esta pesquisa está em seu terceiro ano agrícola, o que de acordo com Caetano *et al.* (2018) tende a não apresentar diferença, principalmente em solos argilosos.

A massa de mil grãos variou entre 205,98 e 214,75 gramas, sendo superiores aos encontrados por Anschau *et al.* (2018), onde trabalhando com *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*, aveia-preta e testemunha (pousio) com culturas antecessoras a soja, obtiveram valores de massa de mil grãos variando entre 121,4 e 146,4 gramas. No presente trabalho a população de plantas foi de 333 mil plantas ha⁻¹, enquanto Anschau *et al.* (2018) trabalharam com uma população de 355 mil plantas ha⁻¹, fato que pode explicar a diferença de massa de mil grãos, já que a maior população de plantas resulta em maior competição por nutrientes, diminuindo o tamanho e a massa dos grãos (Coelho *et al.*, 2023).

Quanto à produtividade encontrada no presente trabalho, a mesma variou de 4.683,38 kg ha⁻¹ a 4.955,95 kg ha⁻¹, apresentando valores superiores à média de produtividade encontrada no município de Jataí na safra de 2022/23, de 3.900,00 kg ha⁻¹, bem como a média do estado de Goiás, de 3.711,00 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023). Os resultados encontrados são superiores aos de Meneguette *et al.* (2019), onde, trabalhando com milheto, sorgo e milho como plantas de antecessoras a soja, observaram valores de produtividade da soja variando entre 2.220 e 2.092 kg ha⁻¹, inferiores ao presente trabalho,

fato que pode estar associado ao elevado volume de palhada produzida no presente estudo, responsável por melhorar o desenvolvimento da soja, tanto por ciclagem de nutrientes como pela manutenção da umidade e temperatura do solo (Souza *et al.*, 2016).

Sendo assim, a utilização de qualquer uma das coberturas utilizadas neste estudo, cultivadas solteiras ou em consórcio, propiciaram boas condições de cultivo à cultura sucessora, o que ficou evidente por meio das produtividades alcançadas pela cultura da soja (Tabela 6).

A inexistência de efeito dos tratamentos sobre o desempenho da soja pode estar ligada à semelhança na produção de matéria seca entre as espécies de cobertura avaliadas. Considerando que o experimento foi conduzido em apenas um ciclo agrícola, é possível que efeitos cumulativos ainda não tenham se manifestado. Dessa forma, avaliações por períodos mais longos são recomendadas, visto que a continuidade dos sistemas tende a evidenciar alterações graduais ao longo das sucessões.

4 CONCLUSÃO

Nas condições edafoclimáticas em que o experimento foi desenvolvido, o cultivo das plantas de cobertura estudadas, solteiras ou consorciadas, proporciona altas produtividades para a cultura da soja.

A escolha de quais espécies utilizar em sucessão a cultura da soja na região do Sudoeste Goiano, deverá utilizar outros fatores como adaptabilidade da espécie à condição edafoclimática da propriedade, preço das sementes, possibilidade de pastoreio, capacidade de suprimir a ocorrência de pragas e doenças, entre outros.

Recomenda-se a realização de estudos de longa duração envolvendo a sucessão de soja com diferentes plantas de cobertura, a fim de identificar possíveis diferenças em características como número de grãos por planta, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de pós-doutorado à segunda autora. Ao Grupo de Estudo de Fertilidade do Solo da UFJ (GEFS), pela colaboração na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

ANSCHAU, K. A.; SEIDEL, E. P.; MOTTIN, M. C.; LERNER, K. L.; FRANZISKOWSKI, M. A.; ROCHA, D. H. Propriedades físicas do solo, características agronômicas e produtividade da

soja em sucessão a plantas de cobertura. **Sci. Agrar. Parana.**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, p. 293-299, 2018.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda. 2015.

BRANCALIANO, S. R.; AGUIAR, A. T. E.; BRANCALIANO, E. M.; LIMONTA, C. R.; ROSSI, C. E.; CRISTOVÃO, N. N. Produtividade e composição dos grãos de soja após o aporte de nitrogênio com o uso de culturas de cobertura em sistema de semeadura direta. **Núcleos**, Ituverava, v. 12, n. 1, p. 69-76, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1001>.

CAETANO, J. H. S.; ANSCHAU, K. A.; SEIDEL, E. P.; ROSSET, J. S.; MOTIN, M. C. Produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura. In: Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo, 12, 2018, Xanxerê, SC. **Anais [...]** Chapecó: Argos, 2018.

CASTRO, G. F.; SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; RESENDE, A. V. Cover crops in succession to corn for silage in cerrado conditions. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 4, n. 1, p. 37-49, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18067/jbfs.v4i1.130>.

COELHO, A. E.; SARGOI, L.; SAPUCAY, M. J. L.; BRATTI, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; GARBELINI, L. G.; JUNIOR, A. A. A. Maize-ruzigrass intercropping, nitrogen fertilization and plant density improve the performance of Soybean grown in succession. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 27, n. 10, p. 764-771, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n1p3-9>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v.10, safra 2022/23, n.12, setembro 2023. CONA, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 02 jan. 2024.

CRUZ, S. C. S.; JUNIOR, D. G. S.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v3i1.431>.

FORTE, C. T.; GALON, L.; BEUTLER, A. N.; PERIN, G. F.; PAULETTI, E. S. S.; BASSO, F. J. M.; HOLZ, C. M.; SANTIN, C. O. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5504>.

GROHS, D. S. **Modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada pelo índice de vegetação por diferença normatizada**. 2008. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

HOLTZ, V.; GRELLMANN, D. H.; AZEVEDO, R. O.; KOESTER, B. E. G.; JARDIM, C. C. S.; MASSOLA, M. P.; REIS, R. G. E. Perdas na colheita mecanizada de soja utilizando diferentes mecanismos na plataforma de corte. **PUBVET**, v.13, n.2, p. 1-6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n2a261.1-6>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rendimento médio por ano da safra e produto (kg por hectare)**. IBGE, 2023.

MENEGUETTE, H. H. A.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J. W.; SANTOS, F. L.; SANCHES, I.R.; BIAZI, N.Q. Adubação potássica em plantas de coberturas no sistema de plantio direto e efeitos na cultura da soja em sucessão. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 3, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a294>.

MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; OLIVEIRA, Z. B.; OLIVEIRA, M.B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Rev. Ciênc. Agrov.**, Lages, v. 18, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711812019230>.

NUNES, M. R.; VAN, H. M.; SCHINDELBECK, R.; RISTOW, A. J.; RYAN, M. No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield. **Geoderma**, Wageningen, v. 328, p. 30- 43, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.031>.

RODRIGUES, E. P.; RIBEIRO, K. D.; SILVA, A. A. Reinoculação foliar de soja em área de sequeiro do centro-oeste de Minas Gerais. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 8, n. 1, p. 51-61, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v8i1.855>.

SALOMÃO, P. E. A.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E.; A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n.1, p-154911870, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1870>.

SALVIANO, A. M.; LIMA, A. M. N.; RAFAEL, M. R. S.; CUNHA, J. C.; SILVA, P. G. Plantas de cobertura em ambientes semiárido: produção de biomassa, adição de carbono e de nutrientes ao solo. **Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v. 16, n. 43, p. 835-852, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n43-022>.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAUJO FILHO, J. C., CUNHA, T. J. F., OLIVEIRA, J. B **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 5. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHNEIDER, F., PANIZZON, L. C., SORDI, A., LAJÚS, C. R., CERICATO, A., KLEIN, C. Eficiência agrônômica da cultura da soja submetida a coinoculação. **Sci. Agrar.**, Curitiba, v. 18, n. 4, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ras.v18i4.52047>.

SILVA, D.; SANTI, A. L.; BELLO, R. A. M.; FIORESI, D.; BARON, F. A. Perfil de NDVI em estádios de desenvolvimento de soja em função de diferentes plantas de coberturas do solo no Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 2340-2348, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_205.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Plantas de cobertura antecedendo a cultura de trigo. **Sci. Agrar. Parana.**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 4, p. 463-467, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n4p463-467>.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; RIBEIRO, D. O.; BAYER, C.; ROTTA, L. A. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1194-1202, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900019>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918 p.

TENELLI, S.; OTTO, R.; BORDONAL, R. O.; CARVALHO, J. L. N. How do nitrogen fertilization and covercrop influence soil C-N stocks and subsequeute yields of sugarcane? **Soil Tillage Res.**, v. 211, p. 1-8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104999>.

ZAGO, L. F.; LIMA, C. R.; CRUZ, R. M. S.; ALBERTON, O. Inoculação de diferentes doses de Bradyrhizobium por cobertura e seu efeito na cultura da soja. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 21, n. 2, p. 65-69, 2018. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v21i2.2018.7302>.

ZIECH, A.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernaI na região Sul do Brasil. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 374-382, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004>.