



Plantas de cobertura de verão no aporte e manutenção de palha em SPDH no oeste do Paraná

Summer cover crops in straw input and maintenance in SPDH in western Paraná

Gabrieli Stefani Ferreira dos Santos¹, Guilherme Gabriel Massola², Tiago Kiszka Horodecki³, Ana Regina Dahlem Ziech³, Paulo César Conceição⁵

RESUMO

As culturas de cobertura desempenham um papel importante na implementação de sistemas de plantio direto e no uso e gestão sustentável da terra. O objetivo foi avaliar o desempenho de plantas de cobertura de verão na proteção e aporte de matéria seca ao solo. O experimento foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena, com delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram: Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); Crotalaria-espectabilis (*Crotalaria spectabilis*); Crotalaria-ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); Feijão-guandu-anão (*Cajanus cajan*); Milheto (*Pennisetum glaucum*). As avaliações foram: taxa de cobertura do solo, produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) vegetal e decomposição das plantas de cobertura através de litter bags. Feijão de porco, mucuna-preta e o milheto apresentaram 100% de cobertura do solo aos 46 DAE. O milheto produziu 12.371 kg ha⁻¹ de MS, diferindo-se do feijão-guandu e da *Crotalaria ochroleuca*. Ao final de 70 DAD a *Crotalaria ochroleuca* reduziu 70,4% da MS inicial, e o milheto manteve 6.545 kg ha⁻¹ de MS remanescente sobre o solo. Mucuna preta, feijão de porco e milheto apresentam elevada proteção do solo pelo desenvolvimento vegetal e adição e manutenção de MS no sistema SPDH.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação; biomassa; proteção.

ABSTRACT

Cover crops play an important role in implementing no-till systems and sustainable land use and management. The objective was to evaluate the performance of summer cover crops in protecting and supplying dry matter to the soil. The experiment was developed at the Federal Technological University of Paraná, Campus Santa Helena, with a randomized block experimental design, with six treatments and three replications. The treatments were: Black Mucuna (*Mucuna aterrima*); Jack beans (*Canavalia ensiformis*); *Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*); pigeon pea (*Cajanus cajan*); Pearl millet (*Pennisetum glaucum*). The assessments were: soil cover rate, production of green matter (MV) and vegetable dry matter (DM) and decomposition of cover crops using litter bags. Jack beans, black mucuna and millet presented 100% soil coverage at 46 DAE. Pearl millet produced 12,371 kg ha⁻¹ of DM, differing from pigeon pea and *Crotalaria ochroleuca*. At the end of 70 DAD to *Crotalaria ochroleuca*, reducing 70.4% of the initial DM, and the millet maintained 6,545 kg ha⁻¹ of DM remaining in the soil. Black mucuna, jack beans and millet show high soil protection through plant development and addition and maintenance of DM in the SPDH system.

KEYWORDS: Conservation; biomass; protection.

¹Voluntária, Acadêmica do curso de bacharelado de agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: gabrielisantos@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4116516320734986.

²Acadêmico do curso de bacharelado de agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: guilhermemassola@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6320443166639982.

³Acadêmico do curso de bacharelado de agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: horodecki@alunos.utfpr.edu.br.

⁴Docente no Curso de Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: anaziech@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2223311416242506.

⁵Docente no Curso de Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: paulocesar@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3016865119162597



INTRODUÇÃO

Entre as principais funções das plantas de cobertura está a proteção do solo contra erosão e a lixiviação de nutrientes, pelo fornecimento de palha para o sistema de plantio direto (LAMAS, 2018). Segundo a Embrapa (2003), a escolha da cobertura vegetal do solo, deve ser feita no sentido de obter grande quantidade de biomassa. Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas são apropriadas para essa finalidade, pois apresentam crescimento vegetativo vigoroso na parte aérea e no sistema radicular, o que facilita o crescimento de raízes da cultura subsequente (WANG et al., 1986).

Apesar de não produzirem matéria seca em quantidades tão elevadas quanto às gramíneas, as leguminosas destacam-se pelo seu potencial de produção de biomassa e na sua capacidade de fornecer nitrogênio à cultura sucessora (MATHEIS et al., 2006). Entretanto, essas plantas apresentam baixa relação C/N e podem apresentar elevada taxa de decomposição de seus resíduos (TEIXEIRA et al., 2009).

Uma vez que, Ambrosano (2005) destaca que é necessário a permanência de restos culturais no solo por tempo suficiente até a próxima cultura. De modo geral é aceito nível mínimo de resíduos no solo para proteção de cerca de 7 toneladas por hectare. Por ser um sistema de manejo sustentável do solo e da água, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) é uma alternativa para amenizar os problemas relativos a olericultura convencional (MELO et al., 2016).

O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de proteção do solo pelas plantas de cobertura de verão, em função da produção de matéria seca e a taxa de decomposição em cultivos isolados, em sistema de plantio direto de hortaliças de base agroecológico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena, localizada na região oeste do Paraná, situada -24° 51' 37" e -54° 19' 58", e altitude ortométrica de 258 metros do nível do mar. A precipitação (mm) anual no município é de aproximadamente 1.600 - 1.800 mm, e a temperatura (°C) média anual é de aproximadamente 22,1 - 23 °C (IAPAR, 2019). O solo predominante é do tipo Nitossolo e Latossolo (EMBRAPA FLORESTAS et al., 2012).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições cada. Os tratamentos foram compostos por seis espécies de plantas de cobertura e suas respectivas densidades de semeadura, sendo: Crotalária-ochroleuca na densidade de 15 kg ha⁻¹; Crotalária-espectabilis na densidade de 20 kg ha⁻¹; Mucuna-preta na densidade de 80 kg ha⁻¹; Feijão-de-porco na densidade de 120 kg ha⁻¹; Feijão-guandu-anão na densidade de 50 kg ha⁻¹ e Milheto na densidade de 20 kg ha⁻¹.

As plantas de cobertura foram semeadas a campo no dia 09/01/2023, em linhas previamente marcadas com semeadora de arraste com espaçamento de 50 cm entre si, todavia, a distribuição das sementes de cada espécie nas parcelas foi realizada de forma manual. Foi realizada capinas e arranquio manual para redução da população de sorgo alepo (*Sorghum halepense*) e plantas invasoras. A germinação das plantas de cobertura ocorreu entre 7 a 10 dias após a semeadura.

Aos 22 dias após a emergência realizou-se a primeira coleta da taxa de cobertura do solo pelo desenvolvimento vegetal das plantas de cobertura. O acompanhamento da taxa de crescimento e cobertura do solo foi realizada através de método fotográfico. Foram coletadas imagens de dois pontos por parcelas com auxílio de um quadro metálico com as



dimensões de 0,5m x 0,5m. Foram realizadas sete coletas de taxa de cobertura, aos 11, 18, 26, 32, 39, 46 e 53 DAE (dias após a emergência).

As imagens digitais foram transferidas para o programa computacional *Power point*, onde foi inserido um quadriculado com 100 pontos sobre cada imagem. Os pontos de intersecção que ficam sobre as plantas de cobertura foram quantificados, expressando em porcentagem a taxa de cobertura do solo proporcionada pelos tratamentos.

Quando as plantas de cobertura atingiram fase final de florescimento, foi realizado a coleta do material vegetal para obtenção da quantificação da produção de matéria verde (MV) (Kg ha⁻¹) e matéria seca (MS) (Kg ha⁻¹). A coleta foi realizada com amostras ao acaso em cada parcela, com o auxílio do quadro metálico. O material foi coletado aos 92 DAE e pesado em balança semi-analítica para obtenção do peso verde, posteriormente, as amostras foram colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar em uma temperatura de $\pm 50^{\circ}\text{C}$ por uma semana para a obtenção da MS. Após as coletas foi realizado o manejo das plantas de cobertura por meio de roçada semimecanizada.

A MS foi fracionada em pedaços com aproximadamente 10 cm e inseridas dentro de sacos de decomposição (*litter bags*), onde as quantidades de matéria seca adicionadas foram calculadas através das quantidades de material produzido por hectare, para cada cultivo. Foram confeccionados seis litter bags por parcelas, dos quais cinco foram colocados em suas respectivas parcelas no campo, e uma amostra (Tempo 0) de contra prova. Os litter bags possuem dimensões de 0,2 x 0,2 m com tecido voal, de malha inferior a 1 mm.

Os litter bags foram colocados na superfície do solo no dia 05/05/2023, sendo cada tratamento na sua respectiva parcela de origem, nas entrelinhas da cultura da brócolis, transplantada no mesmo dia. As coletas dessas amostras ocorreram aos 17, 28, 43, 56 e 70 dias após a deposição (DAD). Após a coleta, os litter bags foram colocados na estufa com uma temperatura de $\pm 50^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 48 horas e pesados novamente para avaliação da taxa de decomposição através da perda de massa de acordo com cada material.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (0,05%) de probabilidade de erro, os gráficos foram elaborados em planilha eletrônica.

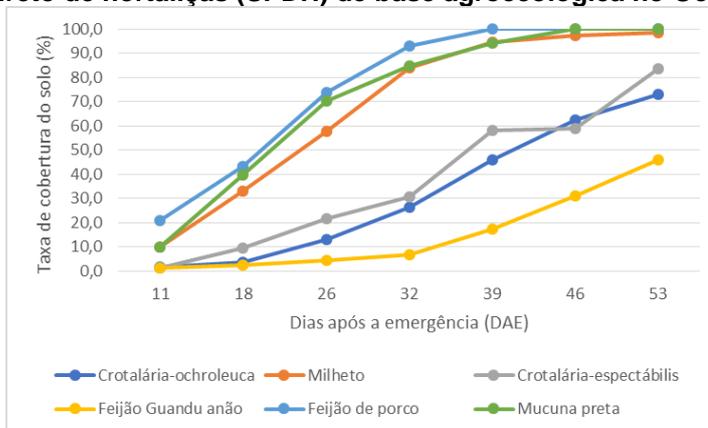
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de cobertura do solo proporcionada pelas plantas de cobertura ao longo de seu desenvolvimento vegetativo avaliada entre os 11 e 53 DAE estão apresentadas na Figura 2.

Entre os 11 e 18 DAE, o feijão de porco mostrou-se uma espécie com elevado potencial de crescimento inicial e potencial de proteção do solo com taxa de cobertura de 43,3% atingindo cobertura plena aos 39 DAE. A mucuna preta e do milheto também se destacaram na cobertura do solo a partir dos 18 DAE, apresentando plena cobertura e proteção vegetal do solo aos 46 e 53 DAE respectivamente (Figura 1), enquanto as demais espécies cultivadas de plantas de cobertura apresentavam taxa de cobertura igual e inferior a 83,7%.



Figura 1 – Taxa da cobertura de solo pelo desenvolvimento de plantas de cobertura de verão, em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) de base agroecológica no Oeste do Paraná.



Fonte: Autoria própria.

A espécie com o menor potencial de cobertura do solo, em função da baixa taxa de cobertura apresentada foi o feijão guandu anão, atingindo aos 26 DAE pouco mais que 4%, em comparação com as demais da mesma família, o feijão de porco apresentou no mesmo período uma cobertura de 73,8%. O feijão guandu passou a apresentar curva crescente no aumento da taxa de cobertura a partir dos 32 DAE (6,7%) até os 53 DAE, todavia, a taxa de cobertura ao final do período de avaliação não foi superior à 46,2%. Para o feijão guandu, houve problemas na germinação e estande da parcela que prejudicam o desenvolvimento uniforme e conseqüentemente, reflexos negativos em relação a cobertura vegetal.

A Crotalária-ochroleuca e a Crotalária-espectabilis apresentaram desenvolvimento vegetal e potencial de proteção do solo mediante taxa de cobertura intermediário as demais espécies utilizadas, com evolução crescente na curva de proteção a partir dos 18 DAE, atingindo respectivamente 73,2 e 83,7% de proteção do solo ao final do período.

Dentro das variáveis analisadas nas plantas de cobertura, os resultados obtidos para MV e MS das diferentes espécies de cobertura estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção de matéria verde e da matéria seca das plantas de cobertura de verão, em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) de base agroecológica no Oeste do Paraná.

Plantas de cobertura	Matéria verde (Kg ha ⁻¹)	Matéria seca (Kg ha ⁻¹)
Crotalária-Ochroleuca	18.800	a*
Milheto	36.956	a
Crotalária-Espectabilis	28.979	a
Feijão Guandu	12.909	a
Feijão de Porco	39.506	a
Mucuna preta	29.411	a
CV (%)	36	40.7

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey com probabilidade erro de 5%.

Para a produção de MV não houve diferença significativa entre as plantas de cobertura testadas, com médias entre 12.909 e superior a 36.000 kg ha⁻¹ de biomassa fresca adicionadas ao solo (Tabela 1). Em estudos com cultivos de milho durante o período de verão no estado de Minas Gerais, encontraram produtividades de 28.580 MV (Moraes, 2001). Os resultados foram inferiores aos resultados encontrados por Caixeta (1999) em Lavras-MG, que obteve 52.050 Kg ha⁻¹.



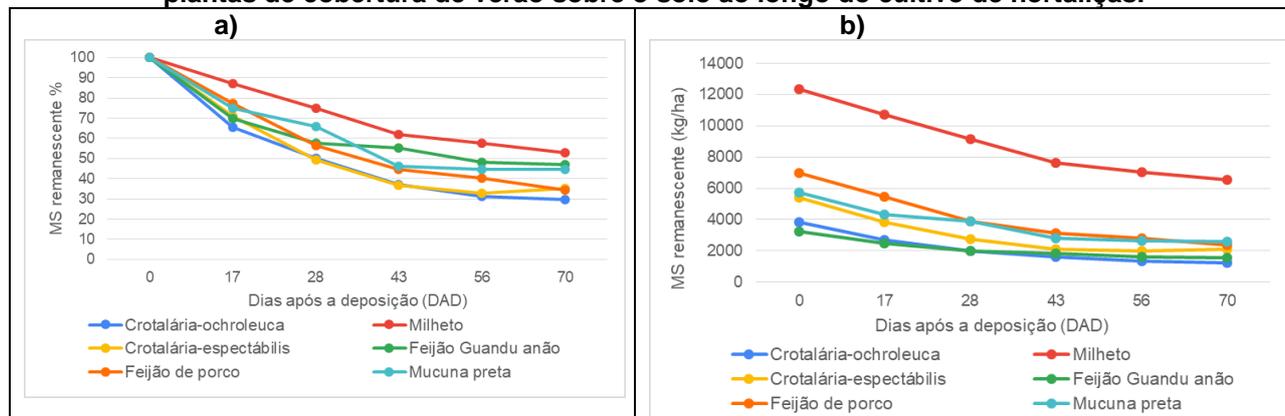
Em relação a produção e aporte de MS ao solo houve diferença estatística entre as plantas de cobertura estudadas. O milho apresentou a maior produção e aporte de palha ao sistema de cultivo, com $12.371 \text{ kg ha}^{-1}$, diferindo-se estatisticamente do feijão-guandu e da Crotalária-ochroleuca.

Verifica-se que a produtividade de MS produzida pelo milho foi superior aos estudos de Moraes (2001), que apresentou 9.650 kg ha^{-1} . Os resultados obtidos para essa cultura no presente estudo, corrobora com indicações de Carvalho (2022) que a cultura apresenta potencial entre $8.000-15.000 \text{ kg ha}^{-1}$.

A manutenção da palha sobre o solo, é de fundamental importância no sistema de plantio direto, dessa forma, o acompanhamento da taxa de decomposição e quantificação da MS Remanescente estão apresentadas na figura 6.

Todos as plantas de cobertura avaliados apresentaram elevada taxa de decomposição logo nos primeiros 28 dias após a deposição (DAD). No período dos 17 DAD até os 43 DAD, o tratamento que mais se decompôs foi Crotalária-espectabilis, que variou de 29,1% de matéria seca decomposta aos 17 DAD para 63,1% aos 43 DAD. O tratamento que mais se decompôs no final das avaliações foi o da Crotalária-ochroleuca, reduzindo de 3.856 Kg ha^{-1} no início para $1.216,66 \text{ kg ha}^{-1}$ (70,4%) (Figura 2).

Figura 2 – a) Porcentagem de Matéria Seca (MS) remanescente e b) MS remanescente (kg ha^{-1}) das plantas de cobertura de verão sobre o solo ao longo do cultivo de hortaliças.



Fonte: Autoria própria.

O feijão-guandu-anão que desde o início apresentou 3.245 kg ha^{-1} baixa MS e consequentemente, no final apresentou um total de MS remanescente de 1.596 kg ha^{-1} (Figura 3) somente do milho que se destacou nas pesquisas, sendo o tratamento que apresentou maior taxa de matéria seca remanescente sobre o solo 6.545 kg ha^{-1} no final das avaliações, e taxa de decomposição de 47,2%.

CONCLUSÕES

O feijão-de-porco apresenta rápido crescimento e elevada taxa de cobertura de solo logo aos 39 DAE. Milheto e a mucuna-preta promovem proteção plena aos 46 DAE.

O milho e feijão-de-porco apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas testadas, com aporte superior a $36.000 \text{ kg ha}^{-1}$ de MV ao sistema.



O uso da poácea como planta de cobertura de verão proporciona adição de elevadas quantidades de MS ao sistema SPDH e manutenção de resíduos remanescentes em superfície.

Dentre as fabáceas, as crotalárias apresentam manutenção de quantidades superiores a 1.500 kg ha⁻¹ de MS remanescente ao solo. O Feijão-guandu possui potencial de manutenção dos resíduos sobre o solo a longo prazo, porém baixa produção de MS.

Agradecimentos

A UTFPR, Coordenação do curso de agronomia e NAPI Sudoeste pelo Apoio e Parceria pela Chamada Pública PI 06/2022 junto à Fundação Araucária.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AMBROSANO, E. J. et al. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba, KP Potafos. 2005. 16p. (Encarte do informações agrônômicas no 112).

CARVALHO, M. L. et al. **Guia prático de plantas de cobertura: Aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Maurício Roberto Cherubin (Org). Piracicaba: ESALQ-USP, 2022.

EMBRAPA FLORESTAS. Mapa simplificado de solos do estado do paraná. 2012. Disponível em:http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/mapa_solos_pr.pdf.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2003**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2003.

IAPAR. Atlas climático do estado do Paraná. Londrina: Instituto Agrônômico do Estado do Paraná, 2019.

LAMAS, F.M. **Plantas de cobertura: O que é isto?** 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>. Acesso em: 09 ago. 2023.

MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, F.A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v.27, p.101-110, 2006.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; LIMA, C. E. P. 2016. Produção de brássicas em Sistema Plantio Direto. Circular Técnica, 151. ISSN 1415-3033. Embrapa. 16p.

MORAES, R. N. S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

TEIXEIRA, C.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, p.647-653, 2009. DOI: 10.4025/actasciagron.v31i4.1356.

WANG, J.; HESKETH, J.D.; WOOLLEY, J.T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil Science**, v.141, p.432-437, 1986.