REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO DA UNIVEL

PLANTAS DE COBERTURA PARA MANUTENÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

COVER CROPS FOR THE MAINTENANCE AND IMPROVEMENT OF THE NO-TILLAGE SYSTEM

Edson Possato[1]
Vanessa Taques Batista[2]

RESUMO: O estudo avalia diferentes combinações de espécies utilizadas como plantas de serviço para melhorar a formação de palhada e a sustentabilidade do sistema de plantio direto. O experimento foi conduzido em campo, utilizando cinco misturas de espécies formadas por gramíneas, leguminosas e brássicas, sem aplicação de adubação, buscando observar o desempenho natural das culturas. As parcelas foram semeadas manualmente e avaliadas quanto à produção de massa fresca, massa seca, cobertura do solo e características agronômicas relevantes. As amostras coletadas passaram por processamento laboratorial, incluindo secagem em estufa e determinação do teor de matéria orgânica pelo método de incineração em forno mufla. Os resultados indicam variações na produção de biomassa entre os tratamentos, influenciadas pela composição funcional de cada mistura e pela interação entre espécies. As misturas que combinam gramíneas e leguminosas apresentam melhor equilíbrio entre cobertura do solo e acúmulo de biomassa, contribuindo para maior proteção do solo e melhoria das suas propriedades físicas e biológicas. Conclui-se que a adoção de misturas diversificadas favorece a formação de palhada e promove benefícios ao sistema de plantio direto, fortalecendo a sustentabilidade produtiva. Termos para indexação: plantas de serviço, plantio direto, biomassa, cobertura do solo, sustentabilidade agrícola.

Palavras-chave: plantas de serviço, plantio direto, biomassa, cobertura do solo, sustentabilidade agrícola.

ABSTRACT: The study evaluates different combinations of species used as cover crops to improve mulch formation and the sustainability of the no-tillage system. The experiment was conducted under field conditions, using five species mixtures

[1] Edson Possato é graduando em Agronomia pelo Centro Universitário de Cascavel - UNIVEL, com conclusão prevista para 2026. Possui formação técnica em Agropecuária e em Meio Ambiente pelo Centro Estadual de Educação Profissional Assis Brasil, em Clevelândia, Paraná. Atuou como bolsista técnico no Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR).

[2] Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, campus Luiz Meneghel (2007), mestrado em Engenharia Agrícola da Unioeste - PGEAGRI (2014). Possui titulação MBA em Gestão Estratégica no Agronegócio pela FGV (2012). Na área profissional é sócia responsável técnica da Agroplano Consultoria LTDA, perita judicial na área de engenharias de avaliações nas varas estaduais e federal do Estado do Paraná. Coordenadora do curso de Agronomia do Centro Universitário Univel e docente nos cursos de Agronomia, Medicina Veterinária e Administração de empresas.

ABSTRACT: The study evaluates different combinations of species used as cover crops to improve mulch formation and the sustainability of the no-tillage system. The experiment was conducted under field conditions, using five species mixtures composed of grasses, legumes, and brassicas, without fertilizer application, aiming to observe the natural performance of the crops. The plots were manually sown and evaluated for fresh biomass, dry biomass, soil cover, and relevant agronomic characteristics. The collected samples underwent laboratory processing, including oven drying and determination of organic matter content using the muffle furnace incineration method. The results indicate variations in biomass production among treatments, influenced by the functional composition of each mixture and the interaction among species. Mixtures combining grasses and legumes showed a better balance between soil cover and biomass accumulation, contributing to greater soil protection and improvement of its physical and biological properties. It is concluded that the adoption of diversified mixtures favors mulch formation and promotes benefits to the no-tillage system, strengthening productive sustainability.

Keywords: cover crops, no-tillage, biomass, soil cover, agricultural sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas de serviço tem adquirido destaque nos sistemas agrícolas modernos por sua capacidade de promover melhorias físicas, químicas e biológicas no solo, especialmente em ambientes manejados sob plantio direto. A intensificação agrícola, quando conduzida sem práticas conservacionistas, resulta em degradação estrutural, redução da matéria orgânica, diminuição da infiltração de água e maior suscetibilidade à erosão. Nesse contexto, a adoção de plantas de cobertura torna-se uma estratégia essencial para a sustentabilidade produtiva, pois contribui para a ciclagem de nutrientes, aumento da biomassa, proteção superficial e redução da incidência de plantas daninhas.

Diversos estudos têm demonstrado que misturas de espécies ampliam os benefícios proporcionados ao solo quando comparadas às cultivares utilizadas isoladamente. A combinação entre gramíneas, leguminosas e brássicas favorece sinergias ecológicas, como o incremento da matéria seca, a fixação biológica de nitrogênio, a descompactação biológica e a formação de palhada persistente, aspectos fundamentais para o êxito do sistema de plantio direto. A literatura também evidencia que a escolha adequada das espécies depende de fatores locais, como clima, tipo de solo e objetivos específicos do manejo, reforçando a importância de pesquisas regionais que avaliem diferentes arranjos de cobertura.

A aveia Branca (Avena sativa) Família, Poaceae é uma espécie de clima temperado, com excelente capacidade de cobertura do solo e produção de palhada sendo amplamente utilizada tanto para produção de grãos quanto para forragem.

Apresenta sistema radicular fasciculado e vigoroso, contribuindo para a estruturação do solo e a supressão de plantas daninhas. Possui boa adaptação a solos bem drenados e desempenha papel importante na reciclagem de nutrientes (Cherubin, 2022).

A aveia preta (Avena strigosa) é uma gramínea de crescimento rápido e alta produção de biomassa. Destaca-se pela rusticidade, tolerância a solos de média fertilidade e capacidade de promover cobertura eficaz do solo, sendo amplamente utilizada como planta de cobertura devido à maior rusticidade e melhor formação de palhada. Sua raiz, também do tipo fasciculado, contribui para a agregação do solo e

melhoria da infiltração de água (Derpsch; Calegari, 1992).

A ervilhaca comum (Vicia sativa) é uma leguminosa anual, de hábito prostrado ou semiereto, com elevada capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Apresenta bom desenvolvimento em consórcios e alto valor como adubo verde, contribuindo para o enriquecimento do solo com matéria orgânica e nutrientes (Teixeira et al., 2011).

O nabo forrageiro (Raphanus sativus var. oleiferus), pertencente à família Brassicaceae, é uma espécie de rápido crescimento, com sistema radicular pivotante e agressivo, altamente eficiente na descompactação do solo. Não fixa nitrogênio, tendo como principal função a cobertura do solo, a descompactação por meio de raízes pivotantes e a supressão de plantas daninhas. Atua como ferramenta biológica na ruptura de camadas adensadas, melhorando o ambiente radicular para culturas subsequentes (Mantovani et al., 2004; Embrapa, 2012).

O centeio (Secale cereale), pertencente à família Poaceae, é um cereal de inverno rústico, resistente ao frio e com alto potencial para cobertura do solo. Produz grande quantidade de biomassa e possui raízes profundas e fibrosas, que promovem a estabilidade da estrutura do solo. Contribui também para a alelopatia natural, auxiliando no controle de plantas espontâneas (Calegari et al., 1993; Embrapa, 2012).

A ervilha forrageira (Pisum sativum) é uma leguminosa produtora de biomassa e fixadora de nitrogênio atmosférico. Adaptada a condições de clima mais ameno, é eficiente na ciclagem de nutrientes e na melhoria da fertilidade do solo, além de apresentar boa palatabilidade em uso forrageiro (Embrapa, 2012; Costa et al., 2016).

O tremoço azul (Lupinus angustifolius) é uma leguminosa de ciclo médio, com excelente capacidade de fixação de nitrogênio e tolerância a solos ácidos e pobres em nutrientes. Apresenta raiz pivotante, com boa penetração no solo, sendo indicado para a recuperação de áreas degradadas e incremento da matéria orgânica (Mantovani et al., 2004; Embrapa, 2012).

O tremoço branco (Lupinus albus), semelhante ao tremoço azul, apresenta maior produção de biomassa e adaptação a solos de textura média a argilosa. Contribui significativamente para a fixação de nitrogênio e para a estruturação do solo, sendo uma importante leguminosa em sistemas de cultivo diversificado (Guerra et al., 1999; Embrapa, 2012).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar diferentes misturas de plantas de serviço quanto à produção de biomassa, formação de palhada e contribuição para a sustentabilidade do sistema de plantio direto, envolvendo leguminosas e gramíneas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Univel, localizada no município de Cascavel, Paraná, no dia 24 de junho de 2025. A área experimental situa-se em altitude média de 781 metros, com coordenadas aproximadas de 24°57'21" S e 53°27'18" W (QGIS). O clima predominante da região é classificado como Cfa segundo Köppen, ou seja, subtropical úmido, com verões quentes e invernos suaves, sem estação seca definida. A média anual de precipitação gira em torno de 1.800 a 2.000 mm, e as temperaturas médias anuais variam entre 19 °C e 22 °C (Iapar, 2020; Alvares et al., 2013). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura argilosa, apresentando pH em $CaCl_2$

igual a 5,50, matéria orgânica de 35,69 g dm^{-3}, fósforo com 11,18 mg dm^{-3}, cálcio de 7,71 cmolc dm^{-3}, magnésio de 3,10 cmolc dm^{-3}, potássio de 0,46 cmolc dm^{-3} e acidez potencial de 4,28 cmolc dm^{-3}.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando vinte e cinco unidades experimentais. Cada parcela apresentou três metros de comprimento, distribuídas em quinze linhas com espaçamento de dezessete centímetros. O solo recebeu correção com calcário antes da implantação dos tratamentos, sendo realizada semeadura manual de cada combinação de espécies.

Os tratamentos consistiram em diferentes combinações de plantas de cobertura: o tratamento 1 foi formado por aveia-preta (cultivar cabocla), centeio e nabo forrageiro; o tratamento 2 incluiu aveia, centeio e nabo forrageiro o tratamento 4 incluiu aveia cultivar 61, ervilhaca e tremoço branco; e o tratamento 5 foi composto por aveia-preta (cultivar esmeralda), tremoço azul e tremoço branco.

A coleta da biomassa ocorreu oitenta dias após a emergência, em 1 de setembro de 2025. Para a obtenção dos dados de massa vegetal, foi utilizado um quadro de amostragem com área de 0,25 m², lançado aleatoriamente no centro das parcelas, desconsiderando-se as bordaduras. A biomassa coletada foi acondicionada em sacos identificados e imediatamente pesada para determinação da massa fresca com o objetivo de avaliar entre os tratamentos qual o melhor material para ciclagem de nutrientes no solo em teores de matéria orgânica teor de nitrogênio, e demais benefícios.

Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao laboratório, onde foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C até atingirem peso constante, obtendo-se assim a massa seca. Após a secagem, todo o material foi moído para posterior determinação do teor de matéria orgânica pelo método da incineração em forno mufla, conforme descrito por Goldin (1987). As amostras previamente secas foram levadas ao forno a 105 °C por vinte e quatro horas, visando à remoção total da água presente. Em seguida, os cadinhos contendo o material foram incinerados a 550 °C durante três horas**, sendo toda esta prática realizada no laboratório do Centro Universitário Univel.** Após resfriamento em dessecador, efetuou-se a pesagem e o cálculo do teor de matéria orgânica com base na diferença de massa entre as etapas de aquecimento e incineração.

$$\mathrm{MO}\ (\%) = \frac{P - (T - C)}{P} \times 100$$

Onde:

P = peso da amostra (g) após aquecimento a 105 °C;

C = tara do cadinho (g);

T = peso da cinza somado ao cadinho (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando identificada diferença significativa entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Esse procedimento permitiu avaliar o desempenho dos diferentes tratamentos de cobertura quanto à produção de massa vegetal e demais características analisadas.

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir das análises laboratoriais permitiram comparar o desempenho dos diferentes tratamentos quanto à massa seca produzida e ao teor de matéria orgânica residual após incineração. Observou-se ampla variação entre os tratamentos, reflexo direto da composição das espécies utilizadas em cada mistura e de suas interações funcionais.

A massa seca das amostras apresentou amplitude considerável, variando de valores mais baixos, como no T5R4, até os maiores valores observados nos tratamentos que continham gramíneas dominantes, como o T2R1 e T2R4. Este comportamento está de acordo com a literatura, que aponta que misturas compostas por gramíneas de alto vigor — como aveia e centeio — tendem a gerar maior acúmulo de biomassa devido ao crescimento rápido e ao sistema radicular eficiente na exploração do solo (Cherubin, 2022; Calegari et al., 1993).

No que se refere à determinação da matéria orgânica por incineração, os valores de peso final dos cadinhos após a mufla evidenciam a redução de massa decorrente da combustão completa dos compostos orgânicos. A diferença entre o peso bruto e o peso final indica a quantidade de material orgânico presente em cada amostra. Tratamentos com maior produção de biomassa também apresentaram maior perda de massa durante a incineração, refletindo maior teor de matéria orgânica.

Isso foi observado principalmente nos tratamentos 1, 2 e 5, que continham combinações de gramíneas e leguminosas, proporcionando maior equilíbrio entre acúmulo de carbono estrutural e aporte de nitrogênio, favorecendo a decomposição inicial seguida de estabilização da palhada.

Os tratamentos contendo misturas com leguminosas, como T3 (aveia-preta, nabo forrageiro e ervilha forrageira) e T4 (aveia, ervilhaca e tremoço branco), apresentaram níveis intermediários de biomassa. Esses resultados corroboram estudos que destacam que leguminosas, apesar de fornecerem nitrogênio ao sistema, tendem a produzir quantidade de biomassa inferior às gramíneas, mas com qualidade superior, acelerando a decomposição inicial (Teixeira et al., 2011). Ainda assim, sua presença no mix é essencial para a melhoria da fertilidade do solo e equilíbrio da relação C/N, justificando o desempenho moderado observado.

Já o tratamento 5, composto por aveia-preta (cultivar esmeralda), tremoço branco e tremoço azul, apresentou grande variabilidade entre repetições, com valores elevados em algumas e baixos em outras. Isso indica possível heterogeneidade no estande ou diferenças no estabelecimento das espécies, especialmente leguminosas como os tremoços, que apresentam maior sensibilidade às condições de implantação.

Os resultados reforçam que misturas diversificadas contendo gramíneas + leguminosas tendem a apresentar melhor desempenho, tanto em produção de biomassa quanto em teor de matéria orgânica. Esses resultados são coerentes com o que a literatura aponta sobre a importância da diversidade funcional para a melhoria da estrutura do solo, ciclagem de nutrientes, formação de palhada persistente e sustentabilidade do sistema de plantio direto (Calegari et al., 1993; Mantovani et al., 2004; Embrapa, 2012).

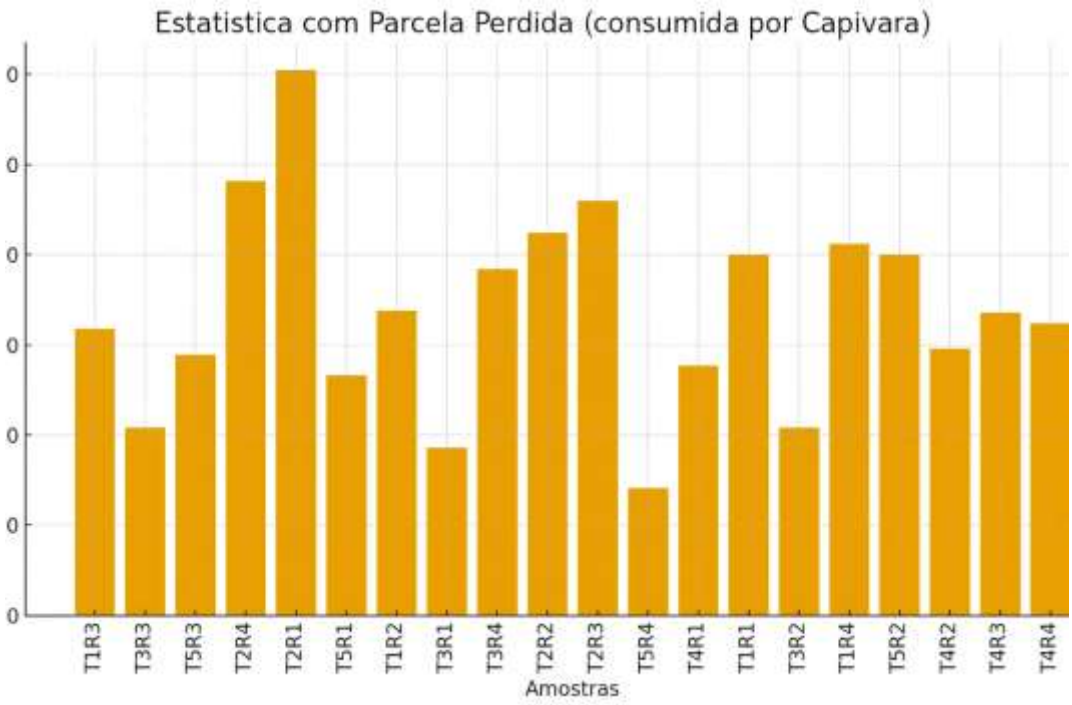
Assim, os dados obtidos demonstram que os tratamentos compostos por gramíneas dominantes, especialmente quando associados a leguminosas, apresentam maior potencial para contribuir com a manutenção da palhada e incremento da matéria orgânica no solo.

Consequentemente, esses sistemas tornam-se mais eficientes para a conservação do solo, controle de plantas espontâneas e melhoria das condições físicas e biológicas do ambiente de cultivo, atendendo aos princípios fundamentais do sistema de plantio direto.

O método de incineração em forno mufla garante a determinação precisa do teor de cinzas ao queimar lentamente a matéria orgânica e manter alta temperatura até restar apenas o resíduo inorgânico, assegurando resultados confiáveis e reprodutíveis.

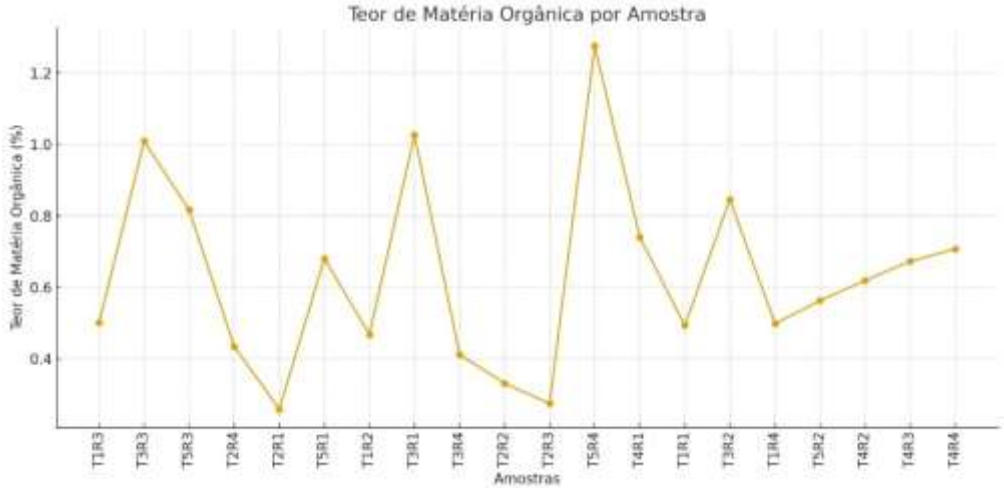
Aspectos essenciais para a formação e manutenção de uma palhada persistente, que protege o solo de erosões e promove sua melhoria física, química e biológica.

Gráfico 1 – **Peso de massa seca por amostra**



Fonte: Autores, 2026.

Gráfico 2 – **teor de matéria orgânica por amostra**



Fonte: Autores, 2026.

Tabela 1 – **Resultado da comparação de médias pelo teste de Tukey (p < 0,05)**

TRATAMENTO	m/s (kg/m²)	Matéria Org. (%)
T1	0,49	15,7% b
T2	0,29	9,3% c
T3	0,82	26,4% a
T4	0,68	21,9% ab
T5	0,83	26,7% a
CV (%)	37,14%	37,29 %
DMS (5%)	0,293	0,8

Fonte: Dados dos Autores, 2026.

O Tukey foi calculado e mostra quais tratamentos diferem entre si, grupo A maior Matéria orgânica, B intermediário, grupo C, menor, matéria orgânica.

Comparações significativas (p < 0,05):

T3 > T1
T3 > T2
T5 > T2

Comparações não significativas (p ≥ 0,05):

T1 = T2
T1 = T4
T1 = T5
T3 = T5
T3 > T4 (diferença marginal, depende do ajuste)
T4 = T5

3 CONCLUSÃO

A diversidade funcional contribui para a ciclagem eficiente de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio e descompactação do solo e supressão de plantas daninhas, alinhando-se com os princípios da sustentabilidade produtiva.

A adoção de misturas balanceadas no manejo das plantas de serviço pode fortalecer significativamente a sustentabilidade e a produtividade do sistema de plantio direto em diferentes condições agroecológicas, oferecendo uma alternativa agronômica eficiente para o solo da região Oeste de Cascavel, Paraná.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287365655_Koppen's_climate_ classification _map_for_Brazi . Acesso em: 8 jul. 2025.

CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no sul do Brasil.** Londrina: IAPAR, 1993. 346 p. (Boletim Técnico, 45).

CHERUBIN, Maurício Roberto (org.). **Guia Prático de Plantas de Cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo.** Piracicaba: Divisão de Biblioteca – Dibd/Esalq/Usp, 2022. 126 p. DOI: 10.11606/9786589722151

COSTA, L. A. M. et al. **Adubação verde: alternativas sustentáveis para a agricultura brasileira.** Brasília, DF: Embrapa, 2016. 198 p.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **A aveia preta (Avena strigosa Schreb) como cultura de cobertura do solo.** Londrina: EMBRAPA-CNPMA, 1992. (Documentos, 4).

EMBRAPA. **Plantas de cobertura do solo: alternativas para os sistemas agrícolas brasileiros.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 400 p.

GOLDIN, A. (1987). Determinação da matéria orgânica pelo método da mufla. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 11(3), 123-130.

GUERRA, J. G. M; et al. **Adubação verde: fundamentos agronômicos para o uso de plantas de cobertura.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 45 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 52).

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Clima do Paraná: características e variabilidade.** Curitiba: IAPAR, 2020. 72 p.

MANTOVANI, E. C. et al. **Adubação verde e plantas de cobertura: fundamentos e recomendações.** Viçosa: UFV, 2004. 123 p.

TEIXEIRA, C. M. et al. **Adubação verde no sistema plantio direto: espécies, manejo e benefícios ao solo.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2011. 36 p. (Embrapa Solos. Documentos, 101).