

## Milho em sucessão a plantas de cobertura e preparos de solo

### Corn in succession to cover crops and soil preparation

#### RESUMO

**Caroline Aparecida Seleprin Dresch**

[Carol.dresch@outlook.com](mailto:Carol.dresch@outlook.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Paulo Cesar Conceição**

[paulocesar@utfpr.edu.br](mailto:paulocesar@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

**Felipe Lunardelli Sandrin**

[felipesandrin@outlook.com](mailto:felipesandrin@outlook.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

**Maiara Karini Haskel**

[majara.haskel@hotmail.com](mailto:majara.haskel@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

**Recebido:**

**Aprovado:**

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Objetivou-se com o presente trabalho estudar diferentes manejos de solo, visando diminuir a compactação do plantio direto, sem afetar a produtividade da cultura do milho. O experimento foi instalado na área experimental da UTFPR- Campus Dois Vizinhos no ano de 2015, sendo constituído de cinco sistemas de preparos de solo que são: Plantio direto (PD); Plantio direto escarificado anualmente (PDEa); Plantio direto escarificado com intervalo de três anos (PDEi); Plantio direto sob preparo mínimo anualmente (PDPMa); Plantio direto sob preparo mínimo com intervalo de três anos (PDPMi) em conjunto com três espécies de plantas de cobertura e o consórcio das mesmas sendo elas: aveia preta (*Avena strigosa*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*), nabo forrageiro (*Raphanus raphanistrum*) e o consórcio (aveia+ ervilhaca + nabo) e a cultura principal o milho (*Zea mays*). Foram avaliados a produção de matéria seca (MS) de plantas de cobertura e do milho, produtividade e população de plantas da cultura do milho. A produção de MS apresentou significância estatística para plantas de cobertura e para o milho, os preparos de solo e plantas de cobertura não influenciaram a população de plantas e produtividade do milho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compactação. *Zea mays*. Escarificação

#### ABSTRACT

The objective of this study was to study different soil management, aiming to reduce the compacting of no-till, without affecting the productivity of the corn crop. The experimente was installed in the experimental area of UTFPR- Campus Dois Vizinhos in 2015, consisting of five preparations which are: No-tillage (PD); No-tillage scarified annually (PDEa); Scarified no-tillage with 3-year interval (PDEi); No-tillage under minimum tillage anually (PDPMa); No-tillage under minimum preparation with 3-year interval (PDPMi) together with three species of cover plants and their intercropping: black oats (*Avena strigosa*) commom vetch (*Vicia sativa*), turnip (*Raphanus raphanistrum*) and the consortium (oats+ vetch+ turnip) ans the main crop is maize (*Zea mays*). The dry matter production (MS) of cover plants and corn plants, productivity and plant population of the corn crop were evaluated. The MS production showed statistical significance for cover cros and for corn, soil preparation and cover crops did not influence plants populacion and corn yield.

**KEYWORDS:** Compaction. *Zea mays*. Scarification.



## INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira passou a ser intensificada na década de 1950, onde deram-se início as operações de preparo de solo com o uso de grandes implementos que revolviam a camada superficial deste. O avanço da agricultura no país tinha como objetivo a produção em larga escala, objetivando-se ganhar espaço no mercado internacional. Para que isso se tornasse possível foi utilizado um conjunto de técnicas como o preparo intensivo do solo, utilização de materiais melhorados geneticamente além do uso de defensivos agrícolas (MARIANI; HENKES, 2015).

Os preparos de solo convencionais consistiam em operações pesadas, onde o intuito principal era a descompactação da camada superficial do solo, incorporação de fertilizantes e resíduos ao solo além da maximização da porosidade total do solo. Com o excesso destas operações começaram a surgir problemas de perdas de solo, ocasionadas pela erosão. O processo erosivo ocorre quando há solo exposto e ocorrem chuvas fortes, onde o solo sofre com o impacto das gotas de chuva e as partículas de solo da camada superficial são carregadas horizontalmente, levando muitos solos ao colapso, deixando-os inutilizáveis para a agricultura (CRUZ et al., 2002).

Com o intuito de minimizar os danos gerados pelo processo erosivo, buscou-se práticas conservacionistas, como o plantio direto (PD), que passou a ser adotado no ano de 1972, na propriedade do pioneiro brasileiro Herbert Bartz, localizada na cidade de Rolândia no estado do Paraná (SAUERSSIG, 2019). Esse sistema evoluiu pra Sistema Plantio Direto (SPD) baseado em três preceitos básicos, como o mínimo revolvimento do solo, rotação de cultura e a constante deposição de palhada sob o solo (CRUZ et al., 2020).

O SPD passou a ser difundido por todo o país ao observarem os benefícios do mesmo, porém com o tráfego de máquinas pesadas aliado ao monocultivo e escassez de palha houve o surgimento de problemas de compactação neste sistema de cultivo. Passou-se a ser utilizada a escarificação mecânica e biológica no SPD visando diminuir os danos gerados pela compactação no meio.

A escarificação mecânica consiste no revolvimento da camada superficial do solo, onde há a incorporação da palhada na camada revolvida e o solo fica exposto a ação da chuva. Já a escarificação biológica baseia-se na utilização de plantas com poder de descompactação que é o caso do nabo forrageiro e pivotante (*Raphanus sp.*) os quais após manejados deixam bioporos no solo melhorando as qualidades físicas incluindo a taxa de infiltração de água no solo (DEBIASI; FRANCHINI; GONÇALVES, 2008).

Para o bom funcionamento do SPD é fundamental a utilização de plantas de cobertura, onde estas são utilizadas para a deposição de palhada no meio de cultivo, além de possuírem a capacidade de ciclarem nutrientes, suprimir plantas daninhas e a proteção do solo, visando evitar o processo erosivo (SILVA, 2019).

No Sudoeste do Paraná a utilização de plantas de cobertura ocorre principalmente no inverno. A aveia-preta (*Avena strigosa*) que é uma gramínea possui alta capacidade de produção de matéria seca (MS) de aproximadamente 6 Mg ha<sup>-1</sup>, por possuir alta relação C:N sua palhada permanece sob o solo por um longo período de tempo mantendo-o protegido do impacto da chuva, possui

também boa capacidade de supressão de plantas daninhas e efeito alelopático sobre algumas delas. A ervilhaca-comum (*Vicia sativa*) é uma leguminosa muito eficiente na fixação biológica de nitrogênio (N), possui baixa relação C:N então a permanência de sua palhada sob o solo é pouco durável, mineralizando rapidamente N para a cultura em sucessão. O nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) é uma crucífera com potencial de MS de em torno de 6 Mg ha<sup>-1</sup>, possui sistema radicular pivotante com potencial de descompactar o solo, é eficiente na ciclagem de nutrientes principalmente N, P e K, disponibilizando-os para a cultura em sucessão (RICHTER, 2019).

Os problemas na qualidade física do solo interferem na produtividade de culturas de interesse econômico, como é o caso do milho (*Zea mays*), onde o Brasil ganha destaque na produção mundial, ficando em terceiro lugar na produção desse grão. Na safra 2018/19 a produção brasileira foi estimada em aproximadamente 100 milhões de toneladas (CONAB, 2019). É uma cultura que exige grande demanda de nitrogênio, sendo necessária a realização da adubação nitrogenada após seu plantio, com a utilização de plantas de cobertura com capacidade de disponibilizar N para esta cultura há economia no processo de adubação.

Portanto faz-se necessário o estudo de sistemas de manejo do solo, que melhorem as qualidades físicas do meio de cultivo sem afetar a produtividade da cultura de interesse, que neste caso é o milho.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, localizado no Sudoeste do Paraná. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013). O solo local é classificado como um Latossolo Vermelho (CABREIRA, 2015).

O experimento foi implantado no ano de 2015, onde deu-se início aos preparos de solo e utilização de plantas de cobertura, anteriormente o local era conduzido sob plantio direto, desde 2007, e a cultura utilizada na safra de verão era a soja.

O experimento é baseado em cinco diferentes manejos de solo, que são:

- a) Plantio direto (PD);
- b) Plantio direto escarificado anualmente (PDEa);
- c) Plantio direto escarificado com intervalo de três anos (PDEi);
- d) Plantio direto conduzido sob preparo mínimo anualmente (PDPMa);
- e) Plantio direto conduzido sob preparo mínimo com intervalo de três anos (PDPMi).

O plantio direto escarificado (PDE) é preparado com a utilização de um implemento Jumbo, da marca Jan, constituído de cinco hastes com espaçamento de 0,40 m entre si e com profundidade de trabalho de até 0,40 m da superfície do solo. Já o PDPM é realizado com o implemento da marca Terrus, constituído de

quatro hastes espaçadas uma da outra em 0,70 m, este vem acompanhado de rolos destorroadores que permitem a manutenção da palhada sob o solo.

Além dos preparos de solo, são utilizadas três diferentes espécies de plantas de cobertura bem como o consórcio delas, que são:

- f) Aveia Preta – (*Avena strigosa Schreb*) 90 kg ha<sup>-1</sup>;
- g) Ervilhaca Comum – (*Vicia sativa L.*) 40 kg ha<sup>-1</sup>;
- h) Nabo Forrageiro – (*Raphanus sativus L.*) 15 kg ha<sup>-1</sup>;
- i) Aveia + Ervilhaca + Nabo (A+E+N) - 60 + 30 + 10 kg ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, totalizando 60 parcelas onde cada uma delas apresenta dimensões de 5X8 metros, totalizando 40 m<sup>2</sup>.

A semeadura das plantas de cobertura ocorreu no dia 20/05/2019, após a realização dos preparos de solo, a qual foi realizada com semeadora de parcelas. A cultura do milho foi implantada em área total no dia 04/09/2019, a cultivar utilizada foi a AG 8780 e a adubação realizada com o formulado 2-18-18 (N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O) com aproximadamente 575 kg ha<sup>-1</sup>. A adubação nitrogenada foi realizada aos 33 dias após semeadura (DAS), com a utilização de ureia, (180 kg ha<sup>-1</sup> de N). Na entressafra é utilizado o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) em área total.

Os parâmetros avaliados foram a produção de MS das plantas de cobertura e cultura do milho, população de plantas e a produtividade do milho, onde esta foi ajustada a umidade de 13%.

A avaliação de MS das plantas de cobertura foi realizada quando estas atingiram o pleno estágio de florescimento, sendo utilizado um quadro metálico com área conhecida (0,25 m<sup>2</sup>). Após a coleta da parte aérea das plantas de cobertura foram levadas a estufa de circulação forçada de ar permanecendo por 72 horas a uma temperatura média de 55°C, até atingirem peso constante, e realizada a aferição do peso para determinação de MS.

A avaliação de MS da cultura do milho foi realizada aos 90 DAS, período em que ocorria a fase de grão leitoso, onde foram coletadas 5 plantas por parcela, foi verificado seu peso verde, em seguida as plantas foram moídas em forrageiro estacionário e foram retiradas subamostras de aproximadamente 0,6 kg, na sequência foram levadas a estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas atingindo peso constante, em seguida foi quantificado seu peso.

Para a avaliação de produtividade do milho foram coletadas manualmente espigas de 6m lineares, debulhadas com o auxílio de máquinas e conferida a umidade por meio de um determinador digital, a produtividade foi ajustada para a umidade de 13%.

Os dados foram submetidos a análise estatística através do teste de normalidade (Lilliefors), em seguida a análise bifatorial e a comparação de médias por meio do teste de Scott Knott, com 5% de probabilidade de erro, o software utilizado foi o GENES (CRUZ, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve significância estatística para a produção de MS da aveia preta e do consórcio (tabela 1), diferindo-se do nabo forrageiro e ervilhaca respectivamente. Os diferentes preparos de solo não interferiram na produção de MS das plantas de cobertura.

Tabela 1 – População de plantas, produção de MS, produtividade de milho em sucessão as plantas de cobertura e preparos do solo na safra 2019/20. UTFPR- Campus Dois Vizinhos- PR, 2020.

	População de plantas	MS Mg ha <sup>-1</sup>	Produtividade Mg ha <sup>-1</sup>	MS PC Mg ha <sup>-1</sup>
Plantas de Cobertura				
Aveia	55555,55 <sup>ns</sup>	9,57* a	8,93 <sup>ns</sup>	*6,33 a
Consórcio	47407,40	8,15 b	8,05	6,75 a
Ervilhaca	56296,29	7,13 b	9,03	2,47 b
Nabo forrageiro	59506,17	10,12 a	8,78	3,62 b
Preparos do solo				
PD	54938,27 <sup>ns</sup>	8,70 <sup>ns</sup>	8,82 <sup>ns</sup>	5,05 <sup>ns</sup>
PDEa	58333,33	9,26	8,69	5,00
PDEi	55555,55	8,56	8,81	4,39
PDPMa	53086,41	9,22	8,24	5,07
PDPMi	51543,20	7,96	8,91	4,45
Média	54691,35	8,74	8,70	4,79
CV %	17,62	27,36	20,59	22,8

Fonte: Autoria própria (2020). Onde: \* demonstra significância a 5% de probabilidade de erro, ns= não significativo a 5% de probabilidade, letras minúsculas diferem os tratamentos nas linhas; PD= plantio direto; PDEa= Plantio direto escarificado anualmente; PDEi: Plantio direto com intervalo de três anos; PDPMa = Plantio direto sob preparo mínimo anualmente; PDPMi= Plantio direto sob preparo mínimo com intervalo de três anos.

Em estudo realizado por Wolschick et al. (2016), o mesmo obteve superioridade na produção de MS nos tratamentos de aveia preta e consórcio, não se diferindo da ervilhaca, o que pode ser explicado pela adubação das plantas de cobertura visando expressar seu máximo potencial produtivo.

O presente estudo corrobora com Ziech et al. (2015), onde a aveia foi superior em 132% na produção de MS se comparada a ervilhaca, no presente estudo a aveia preta foi superior em aproximadamente 256% se comparado a ervilhaca e 174% ao nabo respectivamente.

A alta produção de MS da aveia preta e consórcio está atrelada a rusticidade das plantas, além da competição por água, luz, nutrientes e espaço para seu desenvolvimento (WURTKE et al., 2014).

De acordo com Ziech et al. (2015) o consórcio de plantas possui uma relação C:N equilibrada, sendo assim esta apresenta decomposição média, onde 120 dias após seu manejo ainda havia 1.045 kg ha<sup>-1</sup> de palha sob o solo, possuindo decomposição equilibrada se comparada aos cultivos solteiros.

A ervilhaca apresentou a menor produção de MS, não se diferindo do nabo forrageiro, por pertencer à família das leguminosas, que são caracterizadas por um crescimento inicial lento. É muito eficiente na fixação biológica de nitrogênio atmosférico, por possuir baixa relação C:N e se decompõem rapidamente mineralizando N para a cultura em sucessão. Em estudo realizado por Richter (2019) após 45 dias do manejo da ervilhaca esta já havia mineralizado aproximadamente 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O nabo forrageiro apresentou a segunda menor produção de MS, não diferindo estatisticamente da ervilhaca, e inferior a aveia em aproximadamente 174 %. Resultado este que pode ser explicado pelas condições climáticas e baixa emergência de plântulas. Segundo Amado et al. (2002) as variações na produtividade de plantas são variáveis, visto que essa é altamente dependente das condições edafoclimáticas.

Os preparos de solo não influenciaram na produção de MS de plantas de cobertura, porém é possível observar a menor produção de MS atrelada aos preparos PDEi e PDPMi onde a produção foi inferior a 5,0 Mg. ha<sup>-1</sup>, podendo ser justificada pela reconsolidação do solo visto que esses tratamentos foram preparados duas vezes enquanto os demais sofreram cinco preparos, excetuando-se do PD que não é revolvido.

Para os dados referentes a cultura do milho houve significância estatística apenas para a variável de MS, onde esta foi superior nos tratamentos de aveia preta e nabo forrageiro, não sendo alterados pelos diferentes manejos de solo, (tabela 1). Para as variáveis produtividade e população não houve significância onde as plantas de cobertura e os preparos de solo não interferiram nos resultados.

A menor produção de MS foi observada nas parcelas em sucessão a ervilhaca e consórcio, resultado este que pode ser explicado pela competição da ervilhaca com a cultura do milho, ocasionada pela estiagem no final do ciclo das plantas de cobertura e fase inicial da cultura do milho, onde a dessecação não foi eficiente. A menor produção de MS pode estar atrelada também ao menor número de plantas por hectare do que o recomendado para a cultivar utilizada, sendo de 75000 plantas por hectare, e na safra a média da população de plantas foi de 54691,35.

Estudo realizado por Michelon et al. (2019) contrapõe os resultados obtidos na safra 2019/20 onde este obteve uma maior produtividade no consórcio de plantas, onde a produção de MS foi superior neste tratamento.

A produtividade não foi influenciada em função das plantas de cobertura e preparos de solo, mesmo apresentando menor produção de MS nos tratamentos com ervilhaca, a mesma não afetou a produtividade visto que est por ser leguminosa disponibiliza N facilmente para a cultura em sucessão.

## CONCLUSÕES

O consórcio de plantas e o cultivo solteiro de aveia preta são eficientes na produção de fitomassa para a cobertura do solo e os manejos de solo não influenciaram essa variável.

A produção de MS do milho foi superior nos tratamentos de aveia preta e nabo forrageiro. Nenhuma das variáveis analisadas na cultura do milho foi influenciada pelos preparos de solo.

## AGRADECIMENTOS

À UTFPR pela disponibilização dos recursos necessários para a condução do experimento e ao Grupo de Manejo e Conservação do Solo pela oportunidade de agregar conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

AMADO, T. J.; MIELNICZUK, J.; AITA, C.. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de coberturas do solo, sob sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.

CABREIRA, M. A.F. **Levantamento das classes de solos da Área Experimental Da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos**. 2015. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, 2015.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Mg, 2006. 65p. (Circular Técnica, 78). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>. Acesso em: 29 de ago. de 2020.

CONAB. Fechamento da safra 2018/19 aponta produção recorde de grãos de 242,1 milhões de t. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3042-fechamento-da-safra-2018-2019-aponta-producao-recorde-de-graos-em-242-1-milhoes-de-t>. Acesso em: 29 de ago. de 2020.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

CRUZ, J.C., ALVARENGA, R. C., VIANA, J.H.M., FILHO, I.A.P., FILHO, M.R. de A., SANTANA, D.P. Plantio direto. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2002. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html). Acesso em: 28 de ago. de 2020.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; GONÇALVES, S. L. **Manejo da compactação do solo em sistema de produção de soja sob semeadura direta**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 20p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 63). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59589/1/63.pdf>. Acesso em: 29 de ago. de 2020.

MARIANI, C.M.; HENKES, J.A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, out. 2014/mar.2015. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/2532-5551-1-SM.pdf>. Acesso em: 28 de ago. de 2020.

MICHELON, J. C.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; OLIVEIRA, Z. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Fev. 2019.

RICHTER, Jaciara. **Adubação verde em pomar de citros: disponibilização de nitrogênio e fósforo, para a cultura de citros com o uso de nabo forrageio e ervilhaca**. 2019. 17-27f. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3308> . Acesso em: 23 de ago. de 2020.

SAUERESSIG, D. Sistema plantio direto: os pilares do equilíbrio. **Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação**, 2019. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/noticias/680/sistema-plantio-direto-os-pilares-do-equilibrio> . Acesso em: 26 de ago. de 2020.

SILVA, G.B.P. **Plantas de cobertura: o guia completo para a utilização no plantio direto**. Instituto Agro, 2019. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/plantas-de-cobertura/> . Acesso em: 08 de abr. de 2020.

WOLSCHICK, N.H.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; SANTOS, K.F. DOS; WERNER, R. DE S.; BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.134-143, 2016. <https://doi.org/10.5965/223811711522016134>.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; & GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.