

Produção de matéria seca de espécies hibernais e produtividade do milho

Production of dry matter from hibernial species and corn productivity

RESUMO

A produtividade do milho em sucessão aos sistemas de cobertura é atrelada a vários fatores, principalmente a quantidade de nitrogênio (N) disponibilizada por estes sistemas. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de matéria seca (MS) das plantas de cobertura hibernais e a influência delas no desempenho agrônômico da cultura do milho. Para os tratamentos foram utilizadas plantas de cobertura cultivadas solteiras e em consórcios: aveia preta (A) (*Avena strigosa*) 90 kg ha⁻¹, ervilhaca comum (E) (*Vicia sativa*) 40 kg ha⁻¹, nabo forrageiro (N) (*Raphanus sativus*) 15 kg ha⁻¹, tremoço branco (Tb) (*Lupinus albus*) 100 kg ha⁻¹, centeio (C) (*Scale cereale*) 50 kg ha⁻¹, azevém comum (Az) (*Lolium multiflorum*) 50 kg ha⁻¹, consórcio aveia + ervilhaca (A+E) + 40 kg ha⁻¹, aveia + ervilhaca + nabo (A+E+N) 60 + 30 + 10 kg ha⁻¹. Nas plantas de cobertura foi avaliado a produção de matéria seca e na cultura do milho foram avaliados componentes de rendimento e a produtividade de grãos. Os consórcios de plantas de cobertura proporcionaram produção de matéria seca equivalente a aveia solteira. Os componentes de rendimentos foram influenciados de forma significativa pelos sistemas de cobertura testados. Para a produtividade os sistemas consorciados com a+e+n proporcionaram valores equivalentes a utilização de brássicas e fabáceas.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura de cobertura. *Zea mays*. Nitrogênio.

ABSTRACT

The productivity of corn in succession to hedging systems is linked to several factors, mainly the amount of nitrogen (N) made available by these systems. The aim of the work was to evaluate the dry matter (MS) production of winter cover plants and their influence on the agronomic performance of corn crops. For the treatments single and consortium grown mulch plants were used: black oats (A) (*Avena strigosa*) 90 kg ha⁻¹, common vetch (E) (*Vicia sativa*) 40 kg ha⁻¹, forage turnip (N) (*Raphanus sativus*) 15 kg ha⁻¹, white lupin (Tb) (*Lupinus albus*) 100 kg ha⁻¹, rye (C) (*Scale cereale*) 50 kg ha⁻¹, ryegrass (Az) (*Lolium multiflorum*) 50 kg ha⁻¹, oat + vetch (A+E) 60 + 40 kg ha⁻¹, oat + vetch + turnip (A+E+N) 60 + 30 + 10 kg ha⁻¹. In the cover plants the dry matter production was evaluated and, in the maize, crop the yield components and grain productivity were evaluated. The cover plant consortia provided dry matter production equivalent to single oats. The yield components are significantly influenced by the tested coverage systems. For productivity, the systems combined with a + e + n provided values equivalent to the use of brassica and fabaceous.

KEYWORDS: Cover crops. *Zea mays*. Nitrogen.

Angela Regina Tomazoni
angelareginatomazoni@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Paulo Cesar Conceição
paulocesar@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Cidimar Cassol
cidimarutfpr@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Felipe Lunardelli Sandrin
felipesandrin@outlook.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

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



INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie da família Poaceae tendo como parente silvestre mais próximo o teosinto (PATERNIANI; CAMPOS, 2005). Atualmente se tornou uma das culturas comerciais mais importante das Américas. Isso se deve a sua ampla utilização que engloba desde alimentação animal a indústrias de alta tecnologia (AGEITEC, 2020) e por ser uma planta C4 se adapta aos mais distintos ambientes.

O Brasil segundo a CONAB obteve uma safra recorde produzindo 102,1 milhões de toneladas na safra de 2019/2020, ficando atrás apenas do EUA e China na safra de 2018/2019. Para alcançar alta produtividade se faz necessário um ótimo planejamento tendo em consideração as necessidades nutricionais da planta. A cultura do milho exige bastante nutrientes principalmente os nitrogenados e potássicos em função dos processos bioquímicos da planta (COELHO, 2011).

Nos últimos anos a cultura vem tendo algumas mudanças tecnológicas que vem aumentando significativamente a produtividade. Estas melhorias tecnológicas seguem a tendência de uma produção mais sustentável; aliando correto manejo de solos, rotação de culturas, plantio direto, uso de adubos verdes e/ou plantas de cobertura como forma de se melhorar os solos e para ter uma agricultura preocupada com a sustentabilidade (EMBRAPA, 2015).

No atual cenário mundial o termo sustentabilidade, ou seja, produzir de forma a se atender as necessidades do presente sem comprometer as da geração futura, tem se tornado cada vez mais presente nos debates e isso vem dando espaço cada vez maior para o uso de plantas de cobertura nos sistemas de produção agrícola.

Para que sejam mitigados os impactos ambientais e tornar um sistema cada vez mais autossustentável surgiram técnicas mais conservacionistas, como o sistema de plantio direto (SPD) e o uso de plantas de cobertura que tem capacidade de aumentar a demanda de nutrientes para a cultura sucessora. No contexto nacional há uma disponibilidade grande de espécies de plantas de cobertura e/ou adubos verdes adaptadas às distintas variações agroclimáticas do Brasil, propiciando assim um aumento da biodiversidade e diversidade de produtos, diminuição de custos e riscos ambientais e econômicos em qualquer prática agrícola (WUTKE, CALEGARI, WILDNER, 2014). Essa maneira de manejar e utilizar as plantas de cobertura pode gerar incremento de produtividade na cultura comercial de interesse.

O uso de plantas de cobertura do solo é de vital importância, visto que elas possuem potencial de produzir fitomassa para ser mantida sobre o solo de forma a beneficiar espécies sucessoras, melhorar e/ou manter atributos do solo, reduzir erosão, dificultar surgimento de plantas daninhas e aumentar teor de matéria orgânica do solo (LIMA, 2014).

Porém, quando se utiliza espécies de plantas de cobertura com baixa relação C:N (carbono:nitrogênio) como brássicas, fabáceas mais tenras (WUTKE, CALEGARI, WILDNER, 2014) e de forma isolada e/ou solteira resulta em uma decomposição mais rápida, deixando o solo desprotegido mais rapidamente. Quando se utiliza poáceas solteiras como antecessora do milho podem imobilizar

temporariamente o nitrogênio reduzindo assim a produtividade da cultura sucessora (SILVA, et al., 2007).

Buscando uma estratégia de conciliar proteção do solo contra erosão e capacidade de fornecer de forma mais equilibrada o nitrogênio (N) para o milho temos a consorciação de espécies com diferentes taxas de decomposição e liberação de nutrientes. Utiliza-se para esse equilíbrio a consorciação de espécies com baixa relação C:N (carbono: nitrogênio) e espécies com alta relação C:N (WILDNER, 2014).

Desta maneira, estudos visando aprimorar o conhecimento técnico a respeito da dinâmica das variadas plantas de cobertura e seu fornecimento de N à cultura comercial de interesse, se justificam. Sendo assim o objetivo do presente trabalho foi a verificação da produção de matéria seca, percentual e quantidade total de N (nitrogênio) nos distintos sistemas de cobertura hibernais bem como influência nos componentes de rendimento e produtividade de grãos de milho.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Dois Vizinhos, no sudoeste do Paraná, situada a 25° 42' 52" latitude e 53° 03' 94" longitude oeste, a 50 metros do nível do mar em um solo classificado como Latossolo vermelho (CABREIRA, 2015). O clima da região segundo classificação Köppen é Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida com temperatura média de 22° C no mês mais quente (ALVARES et al., 2013).

O experimento teve um delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, constituído por parcelas de 5m x 5m, com o estabelecimento de oito sistemas com plantas de cobertura do solo antecedendo o cultivo de milho, a saber: aveia preta (A) (*Avena strigosa*) 90 Kg ha⁻¹, ervilhaca comum (E) (*Vicia sativa*) 40 Kg ha⁻¹, nabo forrageiro (N) (*Raphanus sativus*) 15 Kg ha⁻¹, tremoço branco (TÇ) (*Lupinus albus*) 100 Kg ha⁻¹, centeio (C) (*Scale cereale*) 50 Kg ha⁻¹, azevém comum (Az) (*Lolium multiflorum*) 50 Kg ha⁻¹, consórcio aveia + ervilhaca (A+E) + 40 kg ha⁻¹, aveia + ervilhaca + nabo (A+E+N) 60 + 30 +10 kg ha⁻¹. A densidade de semeadura se refere à quantidade de sementes viáveis.

As plantas de cobertura foram semeadas de forma mecanizada no dia 20/05/2019 com espaçamento de 0,17m entre linhas e não foram realizadas adubações de base e cobertura. Aos 106 dias após a semeadura avaliou-se a produção de matéria seca, mediante coleta da parte aérea do material vegetal, rente ao solo, em área conhecida (0,25 m²) utilizando um quadro metálico. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C até atingirem peso constante em média cinco a sete dias para isto, pesados em balança semi-analítica para obtenção da matéria seca. O manejo das plantas de cobertura foi efetuado mediante aplicação de herbicida glifosate (2,0 p.c L ha⁻¹).

A semeadura do milho (AG8780 VTPRO3) sobre os resíduos de plantas de cobertura foi realizada no 04/09/2019 em área total sobre os resíduos das plantas de cobertura do solo. O espaçamento utilizado foi de 0,45m entre linhas e a população foi estimada para 75.000 plantas por hectare.

Nos dias 20 e 21 de janeiro de 2020 foi realizada a colheita do milho. Coletou-se as espigas em duas linhas de três metros lineares totalizando área de 2,7 m². Foi feita a contagem das espigas de cada subparcela para determinação dos componentes de rendimento. As variáveis analisadas foram: diâmetro de espiga (DE) (determinada no terço médio da espiga utilizando paquímetro), comprimento de espiga (CE) (sem palha, da base até os últimos grãos formados), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) (duas contagens em pontos opostos da espiga), número total de grãos por espiga (NGE) (multiplicação NF x NGF). Após as análises dos componentes de rendimento as espigas foram debulhadas com auxílio de bateadeira de grãos, determinado o teor de umidade com Medidor de Umidade de Grãos Portátil AL-102 ECO (Agrologic) e pesado para determinação da produtividade corrigida a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao Teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$) após a análise de variância pelo programa computacional GENES (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve diferença na produção de matéria seca entre as plantas de cobertura avaliadas (Tabela 1). Os tratamentos onde foi usada a semeadura consorciada (Aveia+ Ervilhaca e Aveia + Ervilhaca + Nabo) de plantas de cobertura apresentou um maior rendimento de matéria seca média de 4,8 Mg ha⁻¹ semelhantes aos resultados obtidos por Dahlem (2013) com 4,7 Mg ha⁻¹ e 4,8 Mg ha⁻¹ obtido por Ziech (2016). Nos consórcios as plantas com seus benefícios individuais geram um benefício coletivo aumentando a produção de matéria seca e a ciclagem de nutrientes (ZIECH, 2016; CASSOL, 2019; KOEDENDER et al., 2016). Os consórcios produzem mais que as plantas de cobertura solteiras como tremoço e ervilhaca, com produção respectiva de 3,6 Mg ha⁻¹ e 1,9 Mg ha⁻¹. A ervilhaca tem um ciclo mais longo, cerca de 150 dias, porém o manejo realizado aos 106 dias após a semeadura não permite com que a ervilhaca expresse todo seu potencial no rendimento de matéria seca. Os resultados obtidos de rendimento da ervilhaca com 1,9 Mg ha⁻¹ e do nabo forrageiro com 2,0 Mg ha⁻¹ é próximo aos 2.46 Mg ha⁻¹ obtidos por Carvalho et al., (2007).

Tabela 1 – Produção de matéria seca em diferentes sistemas de cobertura do solo na ausência de adubação de cobertura, 2020

N (kg ha ⁻¹)	Plantas de Cobertura							CV %	
	Aveia	A+E	A+E+N	Azevém	Centeio	Ervilhaca	Nabo		Tremoço
MS PLANTAS DE COBERTURA (Kg ha ⁻¹)									
0	4,5a	4,8 a	4,8 a	2,7 c	4,2 b	1,9 d	2,0 d	3,6 b	9,3

Fonte: Autoria própria (2020). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

O azevém produziu 2,7 Mg ha⁻¹ resultado semelhante aos 2,1 Mg ha⁻¹ obtido por Pellegrini et al., (2010). O rendimento de MS do tremoço e do centeio não demonstraram diferença estatisticamente, e com produção de fitomassa intermediária em relação aos demais testados, entre 3,6 Mg ha⁻¹ e 4,2 Mg ha⁻¹ de MS. O centeio que tem alta capacidade de produzir matéria seca, precocidade e

rusticidade (WUTKE, CALEGARI, WILDNER, 2014), teve a produção de MS corroborado ao encontrado por Doneda et al., (2012).

Para os componentes de rendimento e produtividade de grãos foi verificado diferenças significativas dos sistemas de cobertura, exceto para NF (Tabela 2). Para o diâmetro de espiga os sistemas com fabáceas, o nabo forrageiro e os consórcios conferiram as maiores médias, o mesmo ocorreu para o comprimento de espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga. Estes resultados convergem com os verificados por Ziech (2016) e Cassol (2019).

Tabela 2. Comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE), número de espigas por hectare (NEH) e produtividade de grãos (PROD) de milho cultivado sobre diferentes sistemas de cobertura do solo

Sistema de cobertura	CE (cm)	DE (cm)	NF	NGF	NGE	PROD
A	**11,5 b	**4,54 b	^{ns} 1 6	**20,43 b	**323 b	*3,27 b
A+E	14,3 a	4,84 a	16	25,86 a	418 a	5,06 b
A+E+N	14,0 a	4,84 a	16	25,93 a	415 a	6,28 a
AZ	11,3 b	4,63 b	16	19,90 b	310 b	4,23 b
CE	11,3 b	4,61 b	16	21,43 b	352 b	3,40 b
E	16,2 a	5,10 a	16	28,43 a	454 a	6,79 a
N	13,6 a	4,86 a	16	25,66 a	418 a	6,44 a
TÇ	16,5 a	5,03 a	16	31,43 a	515 a	7,55 a
Média	13,6	4,8	16	24,88	401	5,38
CV %	11,4	3,25	3,6 2	12,68	13,26	28,27

Fonte: Autoria própria (2020). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$ respectivamente. (A+E) = consórcio entre Aveia+Ervilhaca; (A+E+N) = consórcio entre Aveia+Ervilhaca+Nabo

O número de fileiras não apresentou diferenças estatísticas, pois esta característica é mais influenciada pelo genótipo do que pelo ambiente (VALDERRAMA et al., 2011).

A maior produtividade de grãos foi obtida onde havia fabáceas, nabo forrageiro e consórcio A+E+N, concordante com resultado também obtido por Ziech (2016) e Cassol (2019). Embora a produtividade de milho sobre o sistema com A+E não tenha diferenciado dos sistemas com poáceas, devido ao alto coeficiente de variação (CV %) ocorrido em função de uma estiagem após a semeadura do milho que resultou em maior mortalidade e desuniformidade no *stand* de plantas.

CONCLUSÕES

Os consórcios de plantas de cobertura proporcionaram produção de matéria seca equivalente a aveia solteira.

Os componentes de rendimentos são influenciados de forma significativa pelos sistemas de cobertura testados.

Para a produtividade os sistemas consorciados com A+E+N proporcionaram valores equivalentes a utilização de brássicas e fabáceas.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária e Fundação Agrisus pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e a UTFPR pela oportunidade das atividades de IC.

REFERÊNCIAS

AGEITEC, 2020. Importância socioeconômica. Disponível em : https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168_200511157.html . Acesso em: 27 ago. 2020.

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.

CABREIRA, M. A.F. **levantamento das classes de solos da área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos**. Trabalho de Conclusão de Curso II em Engenharia Florestal, 50p, 2015.

CARVALHO, I.Q. de; SILVA, M.J.S. da; PISSAIA, A.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J.C. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, v.8, p.179-184, 2007. DOI: 10.5380/rsa.v8i2.8367.

CASSOL, CIDIMAR. **Plantas de cobertura e adubação nitrogenada como fonte de nitrogênio à cultura do milho em plantio direto**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

COELHO, A. M.; RESENDE, A. V.; SANTOS, F. C. Exigência Nutricionais e Adubação. In: CRUZ, J. C.; MAGALHÃES P. C.; PEREIRA FILHO I. A.; MOREIRA J. A. A. **Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 73-92.

CONAB. Boletim da Safra de grãos, 11º levantamento safra 2019/2020. 2020. Disponível em : <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> .Acesso em: 27 ago. 2020.

CONAB. Análise Mensal. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de->

[milho/item/download/28400_a7ac31374a6551d606bc8939e829427c](https://repositorio.utfpr.edu.br/j/item/download/28400_a7ac31374a6551d606bc8939e829427c) . Acesso em: 28 ago.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.

DAHLEM, A R. **Plantas de cobertura de inverno em sistemas de produção de milho sob plantio direto no sudoeste do Paraná**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

DONEDA, Alexandre et al. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1714-1723, 2012.

EMBRAPA, 2015. Sistema de Produção. Cultivo do milho. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7905&p_r_p_-996514994_topicold=8664. Acesso em 28 ago. 2020.

KOEFENDER, J.; SCHOFFEL, A.; MANFIO, C. E.; & GOLLE, D. P. Biomass and nutrient cycling by winter cover crops. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 816-821, 2016.

LIMA, L.B.DE. Efeito das plantas de cobertura em sistema de plantio direto. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1410-1425, 2014.

LOPES, S. J.; DAL'COL LÚCIO, A.; STORCK, L.; DAMO, H.P.; BRUM, B.; DOS SANTOS, V.J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 6, p. 1536-1542, 2007.

PATERNIANI, E; CAMPOS M. S. Melhoramento do milho. **IN: BORÉM A. Melhoramento de espécies cultivadas**. 2ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, p.491-552.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M. et al. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

SILVA, J.C.P.M. da. **Esterco líquido de gado de leite e adubação mineral influenciando a produção de silagem e propriedades químicas do solo na região dos Campos Gerais do Paraná.** Curitiba, 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, A.D.; SILVA, P.R.F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIDER, M.L.; RAMBO, L.; Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, 2007.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; & TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 254-263, 2011.

WILDNER, L. P. Adubação verde: conceitos e modalidades de uso. **IN:** LIMA FILHO, Oscar F. de.; AMBROSANO, Edmilson J.; ROSSI, Fabrício; CARLOS, João A. D (Ed). **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil.** Fundamentos e Prática. Brasília, DF: Embrapa, v.2, 19 p, 2014.

WUTKE, E.B; CALEGARI, A; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. **IN:** LIMA FILHO, Oscar F. de.; AMBROSANO, Edmilson J.; ROSSI, Fabrício; CARLOS, João A. D (Ed). **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil.** Fundamentos e Prática. Brasília, DF: Embrapa, v.1, 59 p, 2014.

ZIECH, A. R. D. **Sistema de produção de milho sob adubação nitrogenada e plantas de cobertura do solo.** 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; HEBERLE, C. T.; CASSOL, C.; & BALIN, N. Produtividade e componentes de rendimento de milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2016.