



Fertilizante nitrogenado de liberação lenta e culturas antecessoras sobre aspectos morfológicos e produtivos do azevém

Gean Charles Monteiro^{1,*} , Braulio Otomar Caron² , Elvis Felipe Elli³ , Felipe Schwerz² , Elder Eloy² 

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

³Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

*Autor correspondente: gean.monteiro@yahoo.com.br

Recebido: 10/05/2017; Aceito: 27/12/2018

Resumo: O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma das principais espécies de gramíneas de estação fria cultivadas no Sul do Brasil. É utilizado como forragem, planta de cobertura e de rotação, sendo caracterizado pelo pouco manejo utilizado em seu cultivo. Contudo, a cultura ainda apresenta deficiências de conhecimento ao seu manejo, principalmente em relação a culturas antecessoras e à aplicação de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar aspectos morfológicos e produtivos de azevém em função do uso de Sulfammo[®] e diferentes culturas antecessoras. Para tanto, utilizou-se delineamento em blocos completos casualizados, caracterizado por um fatorial de 4 × 2, quatro culturas antecessoras (soja, feijão, girassol e milho) ao cultivo de azevém e duas doses de adubação (com e sem aplicação de Sulfammo[®]), no estágio fenológico cariopse aquosa. O manejo de culturas antecessoras proporciona efeitos positivos no azevém. Quanto à adubação mineral (120 kg ha⁻¹), a aplicação obteve os melhores resultados para todas as variáveis, quando comparado à não aplicação. De modo geral, os restos culturais das leguminosas soja e feijão, associados a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de Sulfammo[®], proporcionam maior incremento nas variáveis estudadas. Para a cultura antecessora girassol pode ter ocorrido alelopatia, tendo o milho apresentado resultados inferiores às demais. A adubação com Sulfammo[®] apresenta efeito positivo no incremento produtivo da cultura do azevém quando comparado à não aplicação do produto, para as características comprimento da parte aérea, peso da matéria seca da parte aérea total, matéria seca das folhas, do colmo, da florescência, área foliar e teor de clorofila.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam.; cobertura de solo; adubação nitrogenada; Sulfammo[®].

Slow-release nitrogen fertilizer and previous crops on morphological and production aspects of ryegrass

Abstract: Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) is one of the main species of cool season grasses grown in southern Brazil, it is used as forage, cover and rotation plant, being characterized by little management in its cultivation. However, its crop still presents knowledge deficiencies in its management, mainly in relation to predecessor crops and the application of slow-release nitrogen fertilizers. Having that, the objective of this work was to evaluate the morphological and productive aspects of ryegrass due to the use of Sulfammo[®] and different predecessor crops. For this purpose, we used a randomized complete block design, characterized by a 4 × 2 factorial of four previous crops (soy, beans, sunflower and corn) to the ryegrass crop and two fertilizer levels (with and without Sulfammo[®] application), in aqueous caryopsis phenological stage. The management of previous crops provides positive effects on ryegrass. Regarding mineral fertilization (120 kg ha⁻¹), its application obtained the best results for all variables when compared to non-compliance. In general, the residues of leguminous beans and soybean crops associated with the application of 120 kg ha⁻¹ Sulfammo[®] provide greater increase in the variables studied. For the predecessor sunflower crop, allelopathy may have occurred, and corn presented inferior results when compared to the others. The fertilization with Sulfammo[®] has a positive effect on the productive increase of ryegrass crop, when compared to the non-application of the product, to the following characteristics: length of shoot, dry matter weight of the total shoot, dry matter of the leaves, stem, flowering, leaf area and chlorophyll content.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam.; ground cover; nitrogen fertilization; Sulfammo.

1. INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma das principais espécies de gramíneas de estação fria cultivadas no Rio Grande do Sul. Trata-se de uma forrageira de clima temperado, que apresenta alta palatabilidade, elevada qualidade nutricional, tolerância ao pisoteio e boa capacidade de rebrota (CARVALHO et al., 2010a). Nesse contexto, a cultura torna-se de grande importância para obtenção de alimento para o gado leiteiro (IBGE, 2018), pois o estado é o segundo maior produtor de leite do Brasil, apresentando, no primeiro trimestre de 2018, uma produção de 821.562 litros de leite industrializado.

Além disso, o azevém é a principal espécie cultivada como cobertura de solo de inverno na região Sul do Brasil, tendo importância estratégica, uma vez que é uma das únicas que se adaptam às áreas de várzea. É aproveitado para pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária, com duplo-propósito, por conta da sua habilidade de ciclagem de nutrientes, conferindo melhor qualidade ao solo (VIEIRA et al., 2011).

A velocidade de liberação de nutrientes dos resíduos culturais durante o processo de decomposição depende principalmente da espécie e do ambiente. Entre essas, as leguminosas apresentam fitomassa bastante lábil, com baixa relação C/N, o que favorece a mineralização dos nutrientes dos resíduos, suprindo mais rapidamente as demandas das espécies no sistema de sucessão (SILVA & MENEZES, 2007).

As gramíneas produzem resíduos com maior permanência e são usadas quando o objetivo é a manutenção da cobertura do solo (AMBROSANO et al., 2005). Como os resíduos culturais provindos das gramíneas possuem alta relação C/N, podem reduzir a atividade microbiana, causando maior imobilização do nitrogênio no solo (KLIEMANN et al., 2006). Essas plantas, por apresentarem grande capacidade de extração de nitrogênio do solo, podem acarretar na redução da produtividade das culturas em sucessão, o que torna necessária a aplicação adicional de N (KRAMBERGER et al., 2009).

Assim, torna-se necessário conhecer a dinâmica de decomposição dos resíduos culturais, visto que podem proporcionar melhor aproveitamento dos nutrientes pela cultura em sucessão ou até mesmo controle das plantas daninhas. Culturas como girassol (*Helianthus annuus*), que possuem atividade alelopática, podem ser utilizadas em sistemas de rotação como forma de controle de plantas indesejadas, como a espécie *Bidens pilosa* L., que quando aplicado o extrato aquoso sobre as sementes há redução na sua germinação (CORSATO et al., 2010). Entretanto, estudos em função da sucessão em culturas forrageiras como o azevém, utilizando culturas anuais, são ainda pouco frequentes na literatura, como a cultura do girassol, que já foi comprovada a sua alelopatia (CORSATO et al., 2010; BARTH NETO et al., 2013).

Além da realização de rotação de cultura, o manejo da adubação também exerce grande efeito na produção de fitomassa em gramíneas forrageiras. Entre os nutrientes, o nitrogênio é o mais consumido e acumulado pelas gramíneas e, por isso, em muitas situações, é suprido insuficientemente, havendo necessidade de usar outras fontes suplementares de fornecimento desse nutriente até com a utilização da cobertura vegetal (OLIVEIRA et al., 2014).

Outro fator que pode influenciar na aplicação de N é a utilização de fertilizantes de liberação lenta, entre eles o Sulfammo®, em que a proteção de N é realizada por meio de um inibidor de nitrificação (3,4-dimethylpirazolfosfate – DMPP). O DMPP é um composto nitrogenado que prolonga o período de N em uma forma não lixiviável (NH_4^+), permitindo fornecimento equilibrado de N em todo o ciclo da cultura com redução de perdas por lixiviação, além de apresentar eficácia em doses baixas (ZERULLA et al., 2001). Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar aspectos morfológicos e produtivos do azevém em função do uso de Sulfammo® e diferentes culturas antecessoras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 2 de julho a 24 de outubro de 2012, na área experimental do Laboratório de Agroclimatologia (LAGRO), na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS), sob coordenadas geográficas de 27°23'50"S; 53°25'34"W, a 482 m de altitude, no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é subtropical (Cfa).

Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados, caracterizado por um esquema fatorial 4×2 , correspondendo a quatro culturas antecessoras (soja, feijão, girassol e milho) e aplicação ou não do produto Sulfammo®, com três repetições. Os tratamentos testados (cultura antecessora + dose de Sulfammo®) foram: soja + 0 kg ha⁻¹; soja + 120 kg ha⁻¹; feijão + 0 kg ha⁻¹; feijão + 120 kg ha⁻¹; girassol + 0 kg ha⁻¹; girassol + 120 kg ha⁻¹; milho + 0 kg ha⁻¹; e milho + 120 kg ha⁻¹ (cultura antecessora e dose de Sulfammo®, respectivamente).

Cada parcela foi constituída de uma área útil de 4 m², onde se encontravam as cinco plantas avaliadas e a área de 1 m² para produção por área. A variedade de azevém utilizada foi a cultivar “comum”. A cultura foi semeada a lanço, utilizando-se 30 kg ha⁻¹ de sementes de azevém, com o objetivo de obter 840 sementes viáveis/m².

O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho distrófico típico, textura argilosa, profundo e bem drenado (EMBRAPA, 2013). Para a determinação da fertilidade e realização da correção, foi realizada coleta de amostras de solo a 10 cm de profundidade para análise química do solo, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH em água: 6,0; P (Mehlich 1): 3,0 mg dm⁻³; K: 40,0 mg dm⁻³; Ca: 6,5 cmol_c dm⁻³; Mg: 3,2 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC): 9,7 cmol_c dm⁻³; saturação por bases: 75%; e matéria orgânica: 3,0%. A adubação de base aplicada a lanço no momento da semeadura foi de 0 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ (superfosfato triplo) e 60 kg ha⁻¹ K₂O (cloreto de potássio), seguindo as indicações técnicas da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS RS/SC, 2004).

O Sulfammo[®] é constituído de: 22% de N, 18% de K₂O, 4% de Ca, 2% de Mg, 7% de S. O produto tem como características menores perdas por lixiviação e volatilização, além da liberação gradual de N. A aplicação do produto foi em cobertura aos 30 dias após a germinação, apresentando-se a planta no estágio fenológico primeiro nó detectável (HESS et al., 1997), distribuído a lanço manual sem incorporação, uniformemente em toda a área útil das parcelas, conforme tratamentos (0 e 120 kg ha⁻¹).

Aos 115 dias foram avaliados os parâmetros: comprimento da parte aérea (H; cm), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca das folhas (MSF), massa de matéria seca dos colmos (MSC), massa de matéria seca das florescências (MSFL), área foliar (AF) e teor de clorofila (SPAD). As avaliações foram realizadas no estágio fenológico cariopse aquosa (HESS et al., 1997).

O comprimento da parte aérea (H) foi determinado a partir do nível do solo até a extremidade da florescência, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, selecionando-se cinco plantas de cada unidade experimental, respectivamente.

A MSF, MSC e MSFL foram obtidas por meio da separação de seus compartimentos da parte aérea, ou seja, folhas, colmos e florescências de cinco plantas, respectivamente, e para a MSPA foi coletada toda a parte aérea das plantas (colmos, folhas e florescências) de 1 m² de área útil, em cada repetição. Esses materiais foram secos em estufa com ventilação forçada a 55°C, até atingirem massa constante, sendo a pesagem realizada com o auxílio da balança eletrônica, com precisão de miligramas.

A AF foi determinada nas cinco plantas avaliadas com o auxílio do medidor de área foliar portátil LI-3000C (Portable Area Meter). A determinação do teor de clorofila (índice SPAD) foi realizada pela parte da manhã (9 às 11h), utilizando-se um clorofilômetro SPAD-502, sendo avaliada a última folha totalmente expandida de cada planta avaliada. Em cada folha foram selecionados três pontos — zona basal, mediana e axial —, em que foi realizada uma média deles.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, por meio do *software Statistical Analysis System* (SAS, 2003), em que se determinou a análise de variância, e do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, pôde-se observar que as diferentes culturas antecessoras exerceram diferença significativa sobre as variáveis MSPA e SPAD na cultura do azevém. Para as diferentes doses de Sulfammo[®] aplicadas, verificou-se diferença significativa em todas as variáveis estudadas. Entretanto, a interação culturas antecessoras × doses de Sulfammo[®] não foi significativa para nenhuma das variáveis para este ambiente de estudo (Tabela 1).

O azevém apresentou comportamento diferenciado nas variáveis avaliadas, em relação aos diferentes resíduos culturais. Verificou-se que o cultivo da gramínea após as leguminosas soja e feijão não influenciou positivamente nas

Tabela 1. Análise de variância da massa de matéria seca das folhas, dos colmos, das florescências, parte aérea, área foliar, clorofila e comprimento da parte aérea, na cultura do azevém (*Lolium multiflorum*) para adubação com Sulfammo[®] e culturas antecessoras, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, 2012.

E.V.	MSF	MSC	MSFL	MSPA	AF	SPAD	H
Cultura antecessora (C)	0,380 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,148 ^{ns}	0,027*	0,347 ^{ns}	0,022*	0,159 ^{ns}
Dose (D)	0,014*	0,001*	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,010*
C × D	0,168 ^{ns}	0,133 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,300 ^{ns}	0,244 ^{ns}	0,966 ^{ns}
CV (%)	46,1	23,3	38,6	13,6	23,6	7,3	10,6

F.V.: fonte de variação; MSF: massa de matéria seca das folhas; MSC: massa de matéria seca dos colmos; MSFL: massa de matéria seca das florescências; MSPA: massa de matéria seca da parte aérea; AF: área foliar; SPAD: teor de clorofila; H: comprimento da parte aérea; CV: coeficiente de variação; ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

variáveis MSF, MSC, MSFL, AF e na altura das plantas, quando comparado com o girassol e o milho como culturas antecessoras (Tabela 2). Para MSPA, verificou-se que os maiores valores foram obtidos quando a cultura antecessora foi a soja. Já para o índice SPAD, os maiores valores foram obtidos com as culturas feijão e girassol como plantas antecessoras (Tabela 2).

Entre as leguminosas utilizadas no estudo, observa-se que o desempenho do azevém cultivado sobre o resíduo da soja apresentou resultados superiores às demais culturas antecessoras na maioria das variáveis estudadas, mas não diferenciando significativamente, e sim apresentando diferença significativa para a variável MSPA em relação à cultura antecessora girassol.

Para a cultura antecessora girassol, observou-se comportamento inferior para a maioria das variáveis estudadas, tendo apresentado resultado significativo junto com os resíduos culturais do feijão e da soja para a variável SPAD, sendo superior ao encontrado na cultura do milho.

Já para as doses utilizadas (0 e 120 kg ha⁻¹), as plantas de azevém apresentaram comportamento significativo em todas as variáveis estudadas, sendo que a dose de 120 kg ha⁻¹ de Sulfammo[®] proporcionou valores superiores, comparado à não aplicação do produto, conforme Tabela 3.

Verifica-se nos resultados que o manejo de culturas antecessoras junto à realização de uma adubação de cobertura influencia no desenvolvimento vegetativo da cultura do azevém. Entretanto, verificou-se que a associação da cultura antecessora soja + 120 kg ha⁻¹ para esse ambiente de estudo (Tabelas 2 e 3) mostrou-se uma das melhores opções para obtenção de maior produção de matéria seca da parte aérea (94,012 e 99,863 g, respectivamente), sendo a espécie utilizada principalmente como uma forrageira de inverno, tornando-se de fundamental importância para a quantidade produzida, pois serve de alimento para o gado. Barth Neto et al. (2013) notaram que o cultivo do azevém sob restos culturais da soja apresentam maior desenvolvimento quando comparado ao milho, assemelhando-se aos resultados verificados neste trabalho.

Esse fato ocorreu em razão das leguminosas apresentarem a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico por meio da associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, tendo a maioria decomposição rápida, incrementando

Tabela 2. Teste de média para massa de matéria seca das folhas, dos colmos, das florescências, parte aérea, área foliar, clorofila, comprimento da parte aérea, em função das culturas antecessoras, no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, 2012.

Tratamento	Variáveis						
	MSF (g)	MSC (g)	MSFL (g)	MSPA (g)	AF (cm ²)	SPAD	H (cm)
Soja	0,161a	0,601a	0,450a	94,012a	27,480a	40,433ab	59,722a
Feijão	0,132a	0,453a	0,284a	83,905ab	26,547a	41,117a	60,334a
Girassol	0,102a	0,443a	0,290a	71,218b	21,448a	41,117a	52,722a
Milho	0,156a	0,556a	0,386a	81,377ab	25,185a	35,933b	59,167a
DMS	0,106	0,201	0,228	18,868	9,958	4,872	10,278

MSF: massa de matéria seca das folhas; MSC: massa de matéria seca dos colmos; MSFL: massa de matéria seca das florescências; MSPA: massa de matéria seca da parte aérea; AF: área foliar; SPAD: teor de clorofila; H: comprimento da parte aérea; DMS: diferença mínima significativa; 'médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Teste de média para massa de matéria seca das folhas, dos colmos, das florescências, parte aérea, área foliar, clorofila e comprimento da parte aérea, em relação às doses testadas, no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, 2012.

Dose	Variáveis						
	MSF (g)	MSC (g)	MSFL (g)	MSPA (g)	AF (cm ²)	SPAD	H (cm)
120 (kg ha ⁻¹)	0,174a	0,622a	0,438a	99,863a	32,529a	43,033a	61,695a
0 (kg ha ⁻¹)	0,101b	0,404b	0,267b	65,393b	17,801b	36,267b	54,278b
DMS	0,055	0,105	0,119	9,842	5,194	2,541	5,361

MSF: massa de matéria seca das folhas; MSC: massa de matéria seca dos colmos; MSFL: massa de matéria seca das florescências; MSPA: massa de matéria seca da parte aérea; AF: área foliar; SPAD: teor de clorofila; H: comprimento da parte aérea; DMS: diferença mínima significativa; 'médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

a oferta de nutrientes às culturas subsequentes (CARVALHO et al., 2013) e, com isso, proporcionando maior desenvolvimento vegetal. Para Santos et al. (2010), o uso de leguminosas como culturas antecessoras ao milho (gramínea) contribuiu para maior produtividade da cultura e pode até diminuir a dose de nitrogênio mineral a ser aplicada.

Já em relação à cultura antecessora girassol, na variável clorofila, foi obtido um dos melhores resultados (41,117) junto às leguminosas feijão (41,117) e soja (40,433), as quais se diferenciaram do milho (35,933). Conforme Fidelis et al. (2012), essa variável está relacionada indiretamente à quantidade de N disponível no solo. Entretanto, o girassol apresentou inferioridade significativa em relação à variável matéria seca da parte aérea (71,218 g) quando comparado à leguminosa soja (94,012 g), além de apresentar resultados inferiores às demais variáveis para as outras espécies antecessoras. Contudo, as culturas (feijão e milho) não apresentaram diferença significativa do girassol (Tabela 2).

Esse resultado indica que a cultura do girassol como espécie antecessora pode ter disponibilizado nutrientes que favoreceram o desenvolvimento da planta, principalmente minerais que compõem as clorofilas *a* e *b* (Mg e N). Entretanto, o seu efeito alelopático sobre as plantas cultivadas posteriormente contribuiu para que houvesse o menor desenvolvimento da cultura do azevém. Silva et al. (2009b), trabalhando com o efeito alelopático do girassol em gramínea, também detectaram inibição no crescimento radicular do trigo em 22%. Além disso, os autores notaram redução significativa no percentual de emergência, no índice de velocidade de emergência e na inibição do crescimento da parte aérea da espécie *Bidens* spp. com o solo, apresentando maiores concentrações de nitrato e amônio (Silva et al., 2009b).

Já em relação ao azevém cultivado sobre milho (gramínea), este apresentou uma tendência de resultados inferiores aos encontrados pela soja (leguminosa), mas não apresentou diferença significativa. Entretanto, houve diferença em relação às culturas antecessoras feijão e girassol na variável clorofila. Esse resultado provavelmente foi motivado pela falta do N no solo, indicando que, possivelmente, pode ter ocorrido imobilização por parte dos micro-organismos e/ou pelo simples fato de as gramíneas apresentarem alta relação C/N. Ambos os casos diminuem o conteúdo de N disponível no solo (KLIEMANN et al., 2006; CARVALHO et al., 2010b).

Quanto à relação C/N, as leguminosas apresentam baixa relação C/N (rápida decomposição) e as gramíneas, alta relação C/N (lenta decomposição), o que pode interferir nos cultivos subsequentes. Isso significa que culturas como o azevém (período curto de cultivo) podem não chegar a aproveitar 100% do material da cultura antecessora que apresenta alta relação C/N — o que indica que por mais que a cultura antecessora milho possuísse grande quantidade de nutrientes, não teve tempo necessário para a decomposição do material, principalmente em relação à cultura da soja.

Conforme Calonego et al. (2012), os resíduos vegetais do milho também apresentam alta relação C/N (em torno de 46%), liberando para o solo 35% de P, 31% de Mg, 60% de K e 41% de N acumulado no tecido vegetal, podendo ser uma característica positiva quando a cultura de sucessão for de ciclo longo. Para Carvalho et al. (2010b), as gramíneas também disponibilizam nutrientes, mas a sua decomposição é normalmente mais lenta por possuírem alta relação C/N, além de depender da produção de fitomassa e da concentração de N, lignina, celulose e hemicelulose da parte aérea. Entretanto, conforme Carvalho et al. (2013), a concentração de amônio (NH_4^+) é mais elevada no solo com o cultivo de uma leguminosa, em relação ao cultivo de uma gramínea.

Em relação à aplicação do produto Sulfammo[®], houve um incremento nas variáveis avaliadas com a adição da adubação mineral (Tabela 3), justificando, assim, a importância da suplementação mineral (principalmente do N) nas forrageiras de inverno, como é o caso do azevém. Prando et al. (2012), com a cultura do trigo, obtiveram resultados semelhantes, constatando que o incremento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo avaliado e da sua origem, influenciou significativamente o desenvolvimento da cultura.

Schwerz et al. (2015), testando o mesmo produto (Sulfammo[®]) em trigo, observaram que conforme o aumento das doses, houve um acréscimo no comprimento da primeira e da terceira entrenós, do colmo, da espiga e da massa da espiga. Fernandes et al. (2015), trabalhando com diferentes doses (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e fontes de N com *Panicum maximum* (gramínea), em que uma dessas fontes foi o produto Sulfammo[®] (26% de N e 11% de S), encontraram acréscimo na produção de massa de matéria seca no segundo corte, e maior concentração de proteína bruta em quatro dos cinco cortes realizados, conforme o aumento da aplicação das doses de N, sendo que as diferentes fontes não obtiveram diferença no desenvolvimento vegetativo.

Bernardes et al. (2014), também testando diferentes fontes de N (ureia, ureia + NBPT e Sulfammo[®]) e doses em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) na cultura do feijão, notaram que as diferentes fontes não proporcionaram aumento no rendimento de grãos, no índice de AF, na massa da matéria seca e no acúmulo de N nas folhas —houve variação somente no SPAD, no índice de AF e na MSF com as doses de N aplicadas em cobertura.

Ferreira et al. (2009), em estudo com diferentes quantidades de palhas de aveia preta e com a adição de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, obtiveram incrementos de 91,7 e 98,6%, respectivamente, de produtividade de milho em relação à máxima do experimento (10.553 kg ha⁻¹), sendo a média de produtividade na ausência de N de 8.365 kg ha⁻¹. Esse resultado indica que há maior dependência de aplicação de N em palhadas de gramíneas, conforme observado neste estudo (Tabelas 1 e 2). Kappes et al. (2013) também encontraram a mesma tendência no aumento de SPAD, no teor

de N na folha, na massa de grãos e na produtividade na cultura do milho com a aplicação de N, utilizando crotalária + milho como antecessoras. Isso indica que a suplementação de N é de fundamental importância para o cultivo de uma gramínea, pois essas culturas não são capazes de realizar a fixação simbiótica como as leguminosas (SILVA et al., 2006).

Trabalhos realizados com resultados semelhantes justificam a importância da associação de leguminosas como culturas antecessoras e a aplicação de N no cultivo de gramíneas, em que constataram ter influência positiva em relação à produtividade em gramíneas. Conforme Braz et al. (2006), as maiores produtividades do trigo em resposta à adubação nitrogenada foram obtidas quando ele é cultivado em sucessão às gramíneas sorgo e braquiária; já em relação ao guandu (leguminosa) como espécie antecessora, foi possível a obtenção da mesma produtividade de trigo com menor dose de N.

Silva et al. (2006), também trabalhando com culturas antecessoras e doses de N, obtiveram tendência semelhante, tendo observado maiores alturas de plantas (em torno de 14%) quando o milho foi semeado em sistema de semeadura direta após a ervilhaca peluda (leguminosa), em relação à aveia preta (gramínea), sem haver suplementação de N, além da influência significativa da aplicação de até 150 kg ha⁻¹ de N quando a cultura antecessora for gramínea.

Santos et al. (2010), também trabalhando com diferentes culturas antecessoras (feijão de porco, crotalária júncea, crotalária spectabilis e milho), verificaram que há influência positiva nas características vegetativas (altura de plantas, altura de inserção de espiga, comprimento da espiga e diâmetro de espiga) e produtivas (número de grãos por espiga, peso de cem grãos, peso de espiga despalhada e produtividade) da cultura do milho (gramínea), principalmente no uso das leguminosas, mesmo na ausência da adubação nitrogenada mineral.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2009a), que avaliando a produtividade de massa seca do milho cultivado sobre palha de crotalária (leguminosa) e de milho (gramínea), verificaram maior produtividade na presença de resíduos da crotalária e também com o aumento de produtividade em função do uso de N. De acordo com Weber & Mielniczuk (2009), na ausência da adubação nitrogenada mineral, a utilização de leguminosas aumenta a produtividade do milho.

Esses resultados indicam a necessidade de aplicação de N na forma mineral na cultura do azevém, independentemente da cultura antecessora utilizada. Conforme Carvalho et al. (2010b), a recomendação de plantas de cobertura depende do sistema de cultivo que está sendo implementado, buscando a integração entre o acúmulo de palhada e a eficiência de ciclagem de nutrientes, sendo estes dependentes da quantidade e da qualidade da biomassa vegetal produzida pela planta antecessora. Por esse fato, plantas com elevada produção de biomassa e teores mais altos de lignina apresentam decomposição mais lenta e, por isso, a utilização de leguminosas sozinhas ou intercaladas minimizam esses efeitos colaterais, ajudando na proteção do solo contra agentes erosivos, além da qualidade física, química e biológica, resultado de um balanço positivo de C e N no solo (Carvalho et al., 2010b).

4. CONCLUSÕES

A adubação com Sulfammo[®] tem efeito positivo sobre o azevém cultivado sobre diferentes culturas antecessoras, promovendo aumento da MSF, da MSFL, da MSPA, da AF, do SPAD e do H.

O azevém cultivado sobre restos culturais das leguminosas soja e feijão apresentam os melhores resultados, pois proporcionam aumento da MSPA.

A cultura antecessora girassol apresenta inibição no potencial da cultura em estudo (azevém), possivelmente oriundo de algum metabólico secundário alelopático dessa planta liberado no ambiente, porém houve aumento no SPAD. Por esse motivo, faz-se necessário um estudo específico sobre o efeito do resíduo cultural dessa espécie no cultivo do azevém.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a bolsa de Doutorado para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E.J.; GUIRRADO, N.; ANTARELLAA, H.; SSETO, R.; MENDES, P.C.D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A.; JUNIOR, I.A.; FOLTRAN, D.E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. **Informações Agrônomicas Potafós**, Piracicaba, n.112, p.1-16, 2005.
- BARTH NETO, A.; CARVALHO, P.C.F.; LEMAIRE, G.; SBRISIA, A.F.; CANTO, M.W.; SAVIAN, J.V.; AMARAL, G.A.; BREMM, C. Perfilamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.3, p.329-338, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000300012>

- BERNARDES, T.G.; SILVEIRA, P.M.; MESQUITA, M.A.M.; CUNHA, P.C.R. Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.458-468, 2014.
- BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.2, p.193-198, 2006.
- CALONEGO, J.C.; GIL, F.C.; ROCCO, V.F.; SANTOS, E.A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v.28, n.5, p.770-781, 2012.
- CARVALHO, A.M.; COELHO, M.C.; DANTAS, R.A.; FONSECA, O.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop and Pasture Science**, v.63, n.11-12, p.1075-1081, 2013. <http://dx.doi.org/10.1071/CP12272>
- CARVALHO, A.M.; DANTAS, R.A.; COELHO, M.C.; LIMA, W.M.; SOUSA, J.P.S.P.; FONSECA, O.P.; JUNIOR, R.G. Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no cerrado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Planaltina, n.209, 2010a. 15p.
- CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; GONÇALVES, E.N.; MORAES, A.; NABINGER, C. Forrageiras de Clima Temperado. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Orgs.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010b. p. 494-537.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.
- CORSATO, J.M.; FORTES, A.M.T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n2p353>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- FERNANDES, J.C.; BUZETTI, S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; ANDREOTTI, M. Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guineagrass in the Brazilian Cerrado region. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.19, p.2076-2082, 2015. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2014.9276>
- FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C.M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A.G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.173-179, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200009>
- FIDELIS, R.R.; KISCHEL, E.; MACHADO, A.F.L.; CANCELLIER, E.L.; PASSOS, N.G. Eficiência no uso de nitrogênio de genótipos de arroz em solos de várzea irrigada. **Revista Verde**, v.7, n.1, p.264-272, 2012.
- HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; EGGERS, T.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v.37, n.6, p.433-441, 1997. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1997.d01-70.x>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE: Estatística da Produção pecuária**. Brasília: IBGE, 2018.
- KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.5, p.1310-1321, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000500020>
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- KRAMBERGER, B.; GSELMAN, A.; JANZEKOVIC, M.; KALIGARIC, M.; BRACKO, B. Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.2, p.103-109, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2009.05.006>
- OLIVEIRA, R.A.; ANDRIOLI, I.; BARBOSA, J.C.; MARTINS, A.L.S.; CENTURION, J.F.; PRADO, R.M. Atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico da cultura do milho em função da consorciação com plantas de cobertura e adubação nitrogenada em sistema de semeadura direta. **Nucleus**, v.11, n.2, 2014.
- PRANDO, A.M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; BASSOI, M.C.; OLIVEIRA, F.A. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônomico de genótipos de trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.621-632, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p621>

- SANTOS, P.A.; SILVA, A.F.; CARVALHO, M.A.C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p123-134>
- SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS Learning Edition**. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc, 2003. 200 p.
- SCHWERZ, F.; CARON, B.O.; SHIMIDT, D.; OLIVEIRA, D.M.; ELLI, E.F.; ELOY, E.; ROCKENBACH, A.P. Growth retardant and nitrogen levels in wheat agronomic characteristics. **Científica**, v.43, n.2, p.93-100, 2015. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n2p93-100>
- SILVA, D.A. da; VITORINO, A.C.T.; SOUZA, L.C.F. de; GONÇALVES, M.C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.75-88, 2006. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n01p%25p>
- SILVA, E.D.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F.C.A.; ESPINAL, F.S.C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.118-127, 2009a.
- SILVA, H.L.; TREZZI, M.M.; MARCHESE, J.A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO JR., E.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.655-663, 2009b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000400003>
- SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, crotalariajuncea. II - disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.1, p.51-61, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000100006>
- VIEIRA, V.M.; SERPA, M. da S.; GROHS, D.; GEHLEN, C.; SOARES, B.G.; MENEZES, G.B. Manejo da adubação nitrogenada no arroz irrigado em sucessão ao azevém. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011. **Anais...** 2011.
- WEBER, M.A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.2, p.429-437, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000200020>
- ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; VON LOCQUENGIEN, K.H.; PASDA, G.; RÄDLE, M.; WISSEMEIER, A.H. 3,4 - Dimethylpyrazole Phosphate (DMPP): a new nitrificationinhibitor for agriculture and horticulture; an introduction. **Biology and Fertility of Soils**, v.34, n.2, p.79-84, 2001. <https://doi.org/10.1007/s003740100380>