

ESTIMATIVA DA CONVERSÃO EM PRODUTO ANIMAL A PARTIR DO USO DE *Avena strigosa* Schreb. SUBMETIDA A DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO

(Estimation of conversion in animal product from the use of Avena strigosa schreb submitted to different nitrogen sources and doses)

Diógenes Cecchin SILVEIRA^{1*}; Juliana Medianeira MACHADO²; Eder Alexandre Minski da MOTTA³; Fabiana Moro MAIDANA⁴; Ana Paula Alf Lima FERREIRA³

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS. CEP: 91.540-000. ²Universidade de Cruz Alta; ³Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ⁴Universidade Federal de Santa Maria. *E-mail: diogenessilveira@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta agrônômica e econômica da pastagem de aveia preta (cv. Embrapa 29 Garoa) submetida a diferentes fontes e doses de fertilização nitrogenada. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial: duas fontes de Nitrogênio x cinco doses de fertilização x três cortes. Trezentos resultados obtidos demonstraram que a cultura da aveia preta responde em potencial produtivo a partir de diferentes fontes e doses de fertilização nitrogenada, impactando de maneira diferenciada sobre o produto animal. A escolha da dose de fertilização dentro das distintas fontes de Nitrogênio depende da eficiência de utilização do Nitrogênio em produção de forragem e a sua conversão em produção animal, aliado à remuneração do produto e custos envolvidos com a implantação da pastagem. A aplicação de ureia como fonte de Nitrogênio proporcionou maior produção de matéria seca por corte na cultura de aveia preta quando comparado ao sulfato de amônio. As maiores eficiências de utilização de nitrogênio foram obtidas com a aplicação de 45 kg ha⁻¹ de ureia e sulfato de amônio. A cultura de aveia preta responde biologicamente até a dose de fertilização nitrogenada de 90 kg de N ha⁻¹. As aplicações de 45 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia e 23 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio foram economicamente viáveis nas condições em que o estudo foi realizado.

Palavras-chave: Custo-benefício, eficiência de uso de nitrogênio, gramínea hiberna, produção animal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the agronomic and economic response of black oat pasture (cv. Embrapa 29 Garoa) submitted to different nitrogen fertilization sources and doses. The experimental design used was a randomized block design, arranged in a factorial scheme: two sources of nitrogen x five fertilization doses x three cuts. Three hundred results obtained demonstrated that black oat crop responds in productive potential from different sources and doses of nitrogen fertilization, impacting differently on the animal product. The choice of fertilization dose within the different sources of nitrogen will depend on the efficiency of nitrogen utilization in fodder production and its conversion to animal production, coupled with the product remuneration and costs involved with pasture

implantation. The application of urea as nitrogen source provided greater production of dry matter per cut in black oat culture when compared to ammonium sulfate. The highest efficiencies in the use of nitrogen were obtained by applying 45 kg ha⁻¹ of urea and ammonium sulfate. Black oat culture responds biologically to the nitrogen fertilization dose of 90 kg N ha⁻¹. The applications of 45 kg of N ha⁻¹ in the form of urea and 23 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate were economically feasible under the conditions in which the study was carried out.

Key words: Cost-benefit, nitrogen use efficiency, cool-season grass, animal production.

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente pela produção de alimentos, com destaque para os sistemas de produção de carne e leite (FONTANELI *et al.*, 2019). A competitividade da atividade pecuária a pasto frente ao uso de confinamento origina-se, em grande parte, do uso de pastagens cultivadas, representando menores custos de produção e maiores lucros aos produtores rurais. Porém, para se obter sucesso nesse sistema é importante a disponibilidade de cultivares forrageiras selecionadas em programas de melhoramento genético com o propósito de suprir alta produção de matéria seca, valor nutritivo e adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas.

Nesse cenário, destaca-se o uso recente de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) melhoradas geneticamente na região Sul do Brasil. Essa espécie juntamente com o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) compreendem as maiores áreas semeadas no Rio Grande do Sul, Brasil, durante o período de outono/inverno. Em relação à safra de 2017 houve a manutenção de área cultivada com aveia de 248,2 mil hectares (CONAB, 2018). O uso da aveia preta em sistemas forrageiros ocorre em função do seu alto rendimento de forragem, maior resistência a doenças e pisoteio. Além disso, apresenta boa qualidade nutricional e aceitabilidade pelos animais, com destaque para os teores de proteína bruta (17-23%) e baixos teores de fibra em detergente ácido (27-34%) (CECATO *et al.*, 1998). Destaca-se como a principal forrageira hibernal utilizada como planta de cobertura em sistemas integrados de produção agropecuária na região Sul do Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2020).

Um dos grandes desafios da pecuária brasileira é buscar alternativas que possibilitem um incremento na sua produtividade, o que pode ser alcançado com o uso de tecnologias de insumos e processos. A tecnologia em torno da adubação nitrogenada tem a função de conceber sistemas de produção ambientalmente adequados, agronomicamente eficientes, economicamente viáveis e socialmente justos (DIAS-FILHO, 2011).

Nos últimos anos, muitas tecnologias foram propostas, sendo o uso de adubação nitrogenada um dos maiores determinantes dos incrementos obtidos na produção de forragem. Até o ano de 2030, calcula-se que a demanda global por pastagens deve aumentar em 33%, sendo o incremento na produção forrageira possível pelo aumento do uso de fertilizantes, consórcio de gramíneas e leguminosas e manejo correto das pastagens (BOUWMAN *et al.*, 2005).

Atualmente, o Brasil importa cerca de 76% dos fertilizantes utilizados na produção vegetal, com estimativas que esse número alcance patamares de 83% em 2025 (EMBRAPA, 2018). A ureia e o sulfato de amônio estão entre as principais fontes de nitrogênio (N)

utilizadas no Brasil, e cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens. O uso da ureia justifica-se devido ao menor custo por quilo de nitrogênio aplicado. Contrapõe-se a esta vantagem a expectativa de elevada perda de N; porém, a magnitude desta é afetada pela época do ano, sendo indicado a aplicação durante o estágio vegetativo, levando em consideração a umidade do solo. Em relação ao sulfato de amônio, a principal vantagem é a menor perda do N aplicado, além de um benefício adicional pelo fornecimento de enxofre associado ao N (PROCHNOW e ABDALLA, 2007).

Em sistemas intensivos de produção agropecuária, o custo direto com a aquisição de fertilizantes nitrogenados pode corresponder a 60% do custo de produção. A partir disso, torna-se necessário conhecer a fonte e dose de N que proporcionem menores perdas desse nutriente e maximizem sua utilização pela planta, bem como estimar o seu impacto no custo de implantação da pastagem. Entretanto, essas informações para o cultivo de aveia preta, ainda são limitadas (Barcellos *et al.*, 2008). O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta agrônômica e econômica da pastagem de aveia preta submetida a diferentes fontes e doses de fertilização nitrogenada.

MATERIAL E METODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado na Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ), Cruz Alta - RS, Brasil (28°33'47,09'' S e 53°37'22,49''O), na altitude de 452 metros, no período compreendido de maio a setembro de 2017. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS *et al.*, 2013). A análise da fertilidade do solo foi realizada com um total de 24 sub-amostras coletadas de 0 a 20 cm de profundidade, compondo a amostra principal (Tab. 01).

Tabela 01: Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20cm.

Argila (%)	pH água	Índice SMP	M.O. ¹ (%)	P ² mg/dm ³	K ³	Al troc. ⁴	Ca troc. ⁵	Mg troc. ⁶	
72	5,1	5,4	3,5	14,9	94,0	0,8	2,6	0,8	
H+Al ⁷	CTC _{efetiva} ⁸	CTC _{pH7,0} ⁹	V ¹⁰	m ¹¹	S ¹²	Cu ¹³	Zn ¹⁴	Mg ¹⁵	B ¹⁶
8,5	4,4	12,2	30,0	18,0	5,6	3,9	1,6	19	n.d ¹⁷

¹MO = matéria orgânica; ²P = fósforo; ³K = potássio; ⁴Al = alumínio; ⁵Ca = Cálcio; ⁶Mg = magnésio; ⁷H+Al = acidez potencial; ⁸CTC_{efetiva} = capacidade de troca de cátions determinada no pH do solo; ⁹CTC_{pH 7,0} = capacidade de troca de cátions estimada a pH 7; ¹⁰V% = saturação por bases; ¹¹m = saturação por alumínio; ¹²S = enxofre; ¹³Cu = cobre; ¹⁴Zn = zinco; ¹⁵Mg = magnésio; ¹⁶B = boro; ¹⁷ = Não determinado.

O clima da região é Subtropical Úmido (*Cfa*) conforme a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.300mm e temperatura média anual de 20 °C. As

precipitações pluviométricas do ano de 2017 e durante os meses de condução do experimento são apresentadas na Fig. 01.

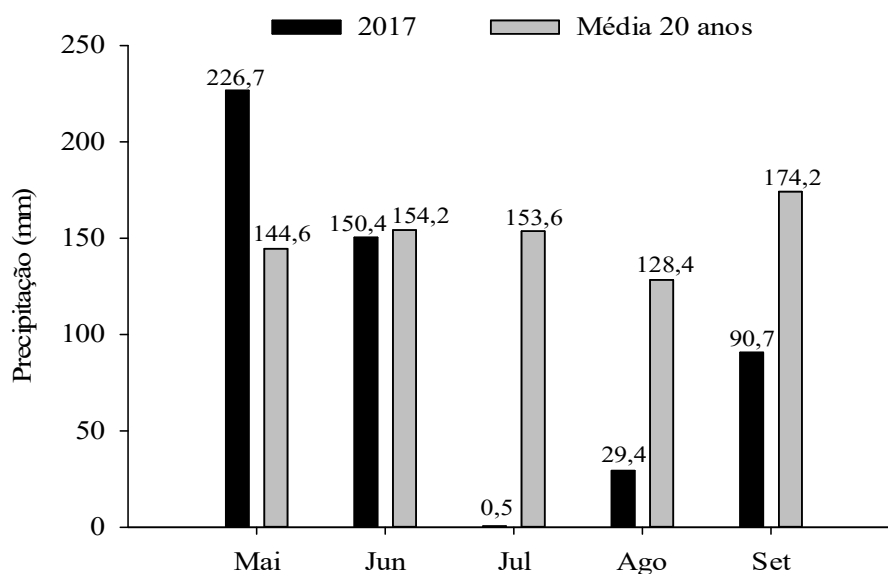


Figura 01: Precipitação pluviométrica para o ano agrícola de 2017, período experimental e média histórica dos últimos de 20 anos. (Fonte: INMET, 2017).

Desenho experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial: duas fontes de N x cinco doses de fertilização x três cortes, dispostos em quatro repetições.

Material vegetal e procedimentos

Após a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], a aveia preta (*Avena strigosa* S.) cultivar Embrapa 29 (Garoa) foi semeada no dia 15/05/2017 em plantio direto com linhas espaçadas de 17 cm. A densidade de semeadura foi o correspondente a 80 kg ha⁻¹. A adubação de base foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 0-25-25 (NPK). As parcelas experimentais foram constituídas por 5 metros de comprimento e largura, correspondendo a 25 m², espaçadas por um metro entre parcelas.

Os tratamentos foram compostos por fontes de N na forma de ureia (45% de N) e sulfato de amônio (21% de N e 23% de enxofre - S) e distintas doses de N, sendo o equivalente a 0, 23, 45, 68 e 90 kg de N/ha. Os fertilizantes em cobertura foram fracionados em três aplicações. A primeira aplicação foi realizada durante a expansão da terceira folha na cultura da aveia preta e as demais realizadas após a realização do primeiro e segundo corte.

Produção forrageira

O critério para a realização dos cortes foi quando as plantas expressaram altura média de dossel de 30 cm, permanecendo uma altura de resíduo de 10 cm (CARVALHO *et al.*, 2010). As estimativas de rendimento por corte em cada parcela foram realizadas por três

amostragens de 0,25m² aleatoriamente, com o auxílio de um quadro metálico. Após, foi realizada a roçada de uniformidade das parcelas deixando uma altura de resíduo de 10cm.

Foram realizados três cortes ao longo do período experimental (18/07; 23/08 e 28/09/2017). Posteriormente a realização dos cortes, as amostras foram pesadas e armazenadas em estufa de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante. Foram calculadas as seguintes variáveis: produção de matéria seca (PMS) por corte (kg ha⁻¹), PMS acumulada (kg ha⁻¹) e eficiência de uso de nitrogênio (EUN, kg de MS / kg de N aplicado). A PMS acumulada (kg ha⁻¹) foi obtida por meio do somatório dos três cortes realizados durante o período de avaliação. A EUN foi calculada através da seguinte equação: $EUN = (\text{produção da parcela fertilizada} - \text{produção da parcela controle não fertilizada}) / (\text{dose de fertilização nitrogenada})$ (SILVEIRA *et al.*, 2015).

Conversão em produto animal

A partir dos resultados dos caracteres agrônômicos foi possível realizar a simulação de conversão em produto animal. Para a determinação da carga animal (CA, kg de peso corpóreo ha⁻¹), utilizou-se como padrão um novilho com peso médio de 450 kg de peso corpóreo (PC) e consumo médio de matéria seca de 2,8% do PC. A eficiência de conversão do N em produto animal (ECN, kg de peso vivo produzido por kg de N), foi estimada a partir da seguinte equação: $ECN = (\text{CA da parcela fertilizada} - \text{CA da parcela controle não fertilizada}) / (\text{dose de fertilização nitrogenada})$ (SANTOS *et al.*, 2008).

Custos de implantação

Para a realização dos custos de produção da pastagem de aveia preta com relação à aplicação de fontes e doses de fertilização nitrogenada, realizou-se o cálculo do custo médio total, considerando como base, o rendimento total de matéria seca obtido e as diferenças de produtividades entre as doses de fertilização utilizadas. A equação base do estudo foi $CMT (\text{custo médio total}) = \text{dif QT} (\text{custo total}) / Q (\text{quantidade})$. Os valores utilizados são referentes ao mês de junho de 2018. A fim de realizar projeções que possam vir a colaborar para tomada de decisão, por parte do produtor rural, com base nas amostras analisadas, recriou-se um cenário de dados, sendo que para isso inseriu-se os demais custos prováveis: semente, calcário e fósforo. O cálculo seguiu a fórmula do custo total (CT), ou seja, somou-se todos os custos envolvidos, conforme prevê a fórmula: $CT: CF (\text{custo fixo}) + CV (\text{custo variável})$.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com a finalidade de verificar as pressuposições do modelo estatístico (RAMALHO *et al.*, 2000) e para a comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis foram submetidas à análise de regressão para as doses de fertilização nitrogenada a 5% de probabilidade pelo teste t. Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2014). Os gráficos foram criados utilizando o software Sigma Plot 12.0 (SIGMA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de precipitação pluviométrica (mm) ocorridos durante o período experimental foi superior à média histórica no mês de maio (156,8%) e inferiores em 32,5%; 22,8% e 52,6% para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente. Nesse sentido, a produção de forragem, bem como o ciclo produtivo da aveia preta foram afetados pela alta disponibilidade hídrica no período inicial e a sua restrição no período de desenvolvimento uma vez que, a demanda hídrica mensal da aveia preta é de 220mm (SALVADOR *et al.*, 2014).

Houve efeito das fontes e doses de fertilização nitrogenada ($p < 0,05$) para as variáveis PMS por cortes, PMS acumulada e EUN, exceto para sulfato de amônio na PMS acumulada. Verificou-se ajustes ao modelo de regressão linear para a variável PMS por cortes em função das fontes e doses de fertilização testadas. Esse comportamento indica que a PMS da aveia preta respondeu até a máxima taxa de fertilização testada (90 kg ha^{-1}), bem como que o suprimento de N do solo não atendeu à demanda da gramínea. Segundo dados disponíveis na literatura, espécies de gramíneas hibernais como aveia e azevém podem responder a taxas de fertilização nitrogenada superiores a $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (CARVALHO *et al.*, 2010).

Para cada kg de N aplicado na forma de ureia houve incrementos de 9,2; 6,3 e 3,9 kg de MS ha^{-1} para o primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente (Fig. 02a). Quando a fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio, os incrementos na PMS para kg de N aplicado foram na ordem de 4,7; 6,3 e 3,9 kg de MS ha^{-1} para o primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente (Fig. 02b). Em nosso estudo foi possível verificar uma maior conversão de ureia aplicada em produção de matéria seca quando comparado ao uso de sulfato de amônio.

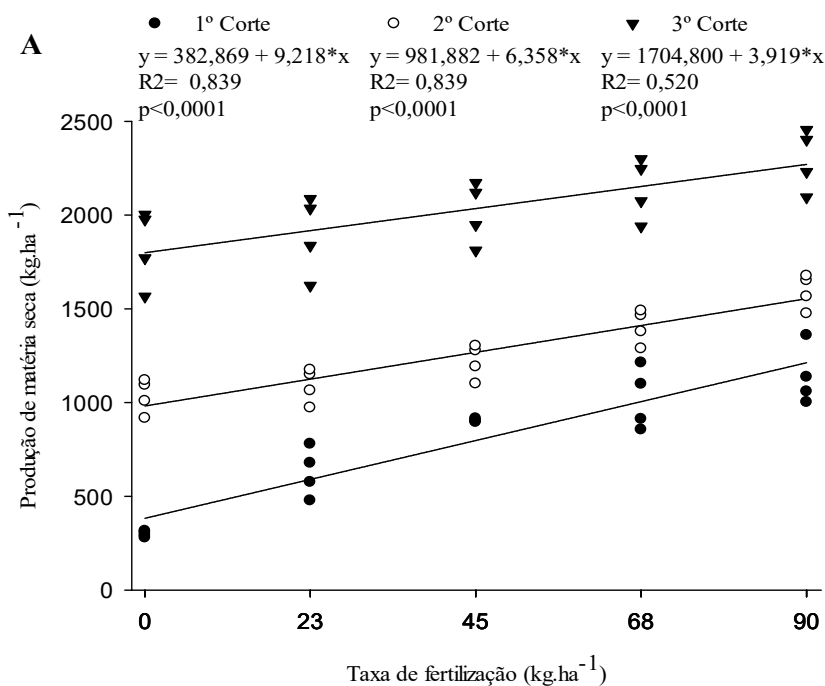


Figura 02a: Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) submetida a diferentes fontes de ureia e taxas de fertilização nos três cortes avaliados.

Estudos a respeito do uso de fertilizantes nitrogenados são importantes, especialmente, devido ao aumento dos preços e aos problemas ambientais associados ao uso de doses de nitrogênio inadequadas. Além disso, a resposta ao uso de diferentes fontes e doses de fertilização nitrogenada pode ser específica para cada espécie. Em um estudo sobre a recuperação de áreas de pastagem degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a duas fontes de N (sulfato de amônio e ureia) e quatro doses de fertilização nitrogenada (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹), durante três anos, observou-se que a aplicação de sulfato de amônio resultou em maior produção de matéria seca quando comparado à ureia, em todas as taxas de fertilização e anos avaliados (COSTA *et al.*, 2010). Por outro lado, estudos conduzidos avaliando a produção e qualidade da forragem em consorciações de aveia preta e azevém não foram observadas a influência das fontes de N (ureia e sulfato de amônio) (SOARES *et al.*, 2001), porém houve um incremento de 11% na produção de forragem quando utilizada ureia em comparação ao sulfato de amônio (RESTLE *et al.*, 2000).

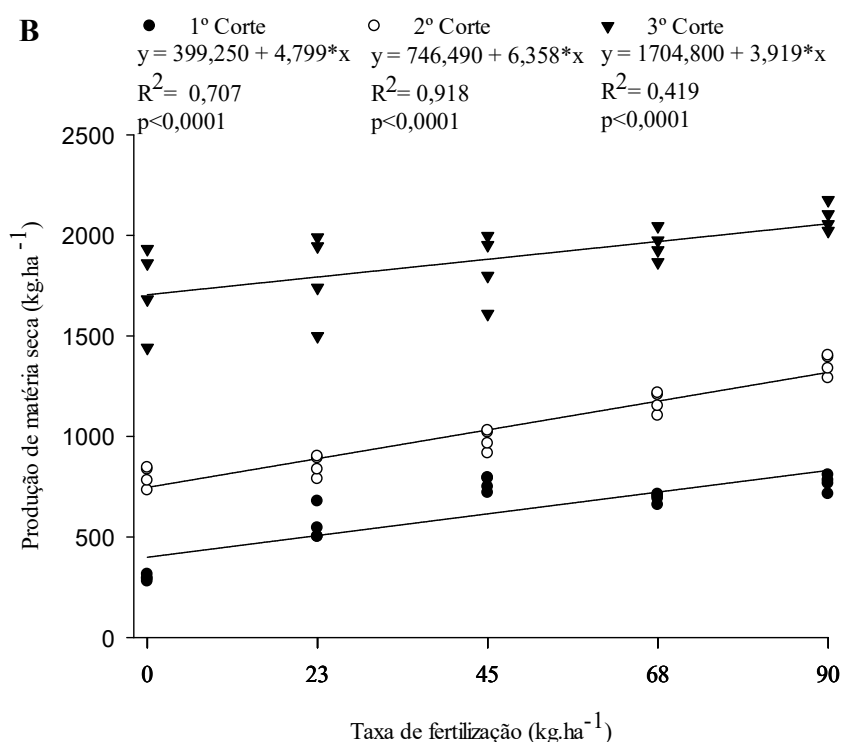


Figura 02b: Produção de matéria seca (kg ha⁻¹) de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) submetida a diferentes fontes de sulfato de amônio e taxas de fertilização nos três cortes avaliados.

O nível de nutrição nitrogenada é fundamental no controle dos processos de crescimento e desenvolvimento, uma vez que constitui enzimas e proteínas essenciais no metabolismo das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). No presente estudo, o impacto da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem proporcionou incrementos de 281,3% e 159,7% (corte 1); de 53,9% e 69,8% (corte 2); de 25,5% e 20,8% (corte 3) para as fontes de ureia e sulfato de amônio, respectivamente, na dose correspondente a 90,0 kg de N ha⁻¹. A partir dos resultados obtidos, confirma-se a importância do nitrogênio no incremento de produtividade

de gramíneas forrageiras hibernais com potencial de resposta a aplicação de fertilizantes sintéticos. Os menores incrementos de PMS por corte foram obtidos no terceiro corte, gerando uma diferença de apenas 5% quando comparados as produções obtidas para as fontes de ureia e sulfato de amônio. Esse comportamento provavelmente esteja relacionado ao final do ciclo de produção da espécie, quando ocorrem alterações nas características estruturais, tais como cessação da emissão de novas folhas e crescimento da forragem, justificando baixos incrementos na produção de forragem advindos da aplicação de fertilização nitrogenada nesse momento.

Em pastagem consorciada de azevém e aveia preta, com adubação nitrogenada na forma de ureia em cobertura (0 e 100 kg de N ha⁻¹), foi observado que a adubação nitrogenada promoveu antecipação da entrada dos animais na pastagem, com rendimento de 1.133 kg de MS ha⁻¹ em 45 dias após a emergência, assim como incrementos de 27% no teor de PB (CASSOL *et al.*, 2011).

Para a variável PMS acumulada foram observadas respostas significativas à aplicação de N na forma de ureia (Tab. 02). A maior produção foi obtida quando aplicado 90 kg de N ha⁻¹, enquanto a menor produção foi observada para o controle. Foram obtidos incrementos de produção de 58,9% com a aplicação de 90 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia quando comparada ao controle. As demais taxas de fertilização nitrogenada promoveram produções intermediárias entre os menores e maiores valores. Estes resultados estão de acordo com os observados por (HENNESSY *et al.*, 2008), que reportaram um aumento no rendimento de forragem de azevém perene (*Lolium perene*) com a aplicação de taxas crescentes de N (0, 50, 150 e 250 kg ha⁻¹).

Não foram obtidas diferenças significativas na PMS acumulada quando a fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio. Porém, houve incremento de 49,2% na produção de forragem quando utilizado 90 kg de N ha⁻¹ de sulfato de amônio em comparação ao controle. A alta concentração de N (45%) na ureia favorece o transporte, a estocagem e a aplicação de N, diminuindo o custo por unidade de N aplicado em relação às demais fontes. Depois de aplicada ao solo, a ureia é hidrolisada pela enzima urease onde seu produto final é amônio, dióxido de carbono e água. O amônio resultante da ureia pode ser prontamente absorvido pelas plantas (ROGERI *et al.*, 2015).

A EUN é uma variável que remete ao resultado bioeconômico final da adubação nitrogenada em pastagens (MARTHA JUNIOR *et al.*, 2007). No presente estudo, a EUN foi significativamente diferente entre as fontes e taxas de fertilização (Tab. 02), exceto para a fonte ureia. Entre as fontes de N testadas a ureia apresentou desempenho maior quando comparada ao sulfato de amônio. Para a aplicação de ureia a EUN média foi de 20,0 kg de MS para cada kg de N aplicado. Para o sulfato de amônio a maior EUN foi observada quando aplicado 23 kg de N ha⁻¹, com conversão em 16,0 kg de MS para cada kg de N aplicado. Em trabalho avaliando aveia preta semeada após a cultura da soja foram observadas EUN 28,1; 17,1 e 10,9 kg de MS para cada kg de N aplicado para os níveis 50, 100 e 200 kg de N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio (MOREIRA *et al.*, 2001). Em consórcio de aveia preta e azevém sob pastejo, a eficiência de utilização do N na produção foi 29,5 e 20,1 kg MS para cada kg de N aplicado, respectivamente, para 150 e 300 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (LUPATINI *et al.*, 1998). A partir dos resultados obtidos no presente estudo pode-se

observar que os mesmos ficaram próximos aos encontrados na literatura, porém com a menor aplicação de N, independentemente da fonte utilizada.

Tabela 02: Produção de matéria seca acumulada (PMS) e eficiência de uso de N (EUN) de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) submetida a diferentes fontes e taxas de fertilização.

Taxas de fertilização (kg de N ha ⁻¹)	Fonte de adubação nitrogenada			
	Ureia		Sulfato de amônio	
	PMS acumulada (kg ha ⁻¹)	EUN (kg de MS/ kg de N)	PMS acumulada (kg ha ⁻¹)	EUN (kg de MS/ kg de N)
0	3161,8d	-	2823,4 ^{ns}	-
23	3613,5cd	19,60aA	3205,2	16,6aB
45	4134,7bc	21,6aA	3586,6	16,9aB
68	4565,4ab	20,6aA	3815,3	14,5bB
90	5026,9a	21,0aA	4214,4	15,4bB
Média±DP	4100,5±740,6	20,7±0,8	3528,9±538,0	15,9±1,1
CV (%)	1,9	1,6	1,7	1,8

*Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha distintas diferem pelo teste de médias Tukey 5%; **NS= não significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ***MS= matéria seca; DP; desvio padrão; CV= coeficiente de variação.

Houve efeito das fontes e doses de fertilização nitrogenada para a carga animal (CA) ($p < 0,05$) (Tab. 03). Quando utilizado ureia a maior CA foi obtida com a aplicação de 90 kg ha⁻¹, enquanto a menor CA foi observada no tratamento controle (0 kg ha⁻¹), havendo um incremento de 58% na CA quando a pastagem de aveia preta foi submetida à dose de fertilização de 90 kg ha⁻¹. A aplicação de 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio possibilitou obter maior CA em comparação às outras taxas testadas, exceto quando utilizado 68 kg ha⁻¹. Observou-se um aumento de 64% na CA com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em pastagem de aveia preta em relação ao controle (0 kg ha⁻¹).

Tabela 03: Carga animal (CA) e eficiência de conversão de N em produto animal (ECN) de aveia preta submetida a diferentes fontes e taxas de fertilização.

Taxas de fertilização (kg ha ⁻¹)	Fonte de adubação nitrogenada			
	Ureia		Sulfato de amônio	
	CA (kg ha ⁻¹ de PC)	ECN (kg de MS/ kg de N)	CA (kg ha ⁻¹ de PC)	ECN (kg de MS/ kg de N)
0	778,7 ^c	-	695,4 ^d	-
23	890,0 ^c	4,8 ^{ns}	789,4 ^{cd}	4,0 ^{ns}
45	1018,4 ^b	5,3 ^{ns}	883,4 ^{bc}	4,1 ^{ns}
68	1124,4 ^{ab}	5,0 ^{ns}	939,7 ^{ab}	3,5 ^{ns}
90	1238,1 ^a	5,1 ^{ns}	1038,0 ^a	3,8 ^{ns}
Média±DP	1009,9±182,4	5,1±0,2	869,2±132,5	3,9±0,3
C.V. (%)	6,1	18,1	6,1	18,1

*Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem na coluna pelo teste de médias Tukey 5%.

**NS= não significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produção de forragem aumenta com o uso de adubação nitrogenada, dentro de certos limites e, conseqüentemente, eleva a capacidade de suporte da pastagem. Em trabalho

avaliando pastagem de aveia preta e azevém fertilizado com ureia (0, 150 e 300 kg de nitrogênio ha⁻¹), foram obtidas CA de 671, 1.212 e 1.486 kg ha⁻¹ de peso corpóreo, respectivamente (MOREIRA *et al.*, 2001). Segundo os autores, os valores obtidos para a variável em questão estão dentro do esperado para pastagens hibernais e diferenças ocorrem, principalmente, pelos efeitos do manejo, adubações anteriores, ano de avaliação e períodos de utilização. No presente estudo os valores obtidos estão próximos ao relatado na literatura. Porém, vale destacar que foi realizada uma estimativa de conversão em carga animal, sendo que dessa forma não foi levado em consideração o efeito propriamente dito do animal no pasto.

A eficiência de conversão de N em produto animal (ECN) permite o conhecimento da eficiência de conversão da adubação em produção animal, tornando-se uma ferramenta auxiliar no processo de decisão no uso de fontes e doses de nitrogênio. Não houve efeito das fontes e doses de fertilização nitrogenada sobre ECN ($p>0,05$) (Tab. 03). A ECN média foi de 5,1 e 3,9 kg de peso corpóreo/kg de N utilizado para ureia e sulfato de amônio, respectivamente. Esses valores são superiores aos obtidos por LUPATINI *et al.* (2013) em pastagem de aveia preta e azevém, que observaram uma ECN de 2,0 e 1,7 kg de peso corpóreo/kg de N quando utilizadas doses de fertilização de 150 e 300 kg ha⁻¹ de ureia, respectivamente.

Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise econômica com o objetivo de facilitar a tomada de decisão com relação à escolha da taxa de fertilização mais adequada de acordo com a fonte de N utilizada. Com base no estudo pode-se observar que a partir das fontes e taxas de fertilização, a cultivar de aveia preta Embrapa 29 (Garoa) mostrou um incremento na PMS (Tab. 02). Porém, torna-se importante o conhecimento da eficiência de produção sobre o ponto de vista da relação custo-benefício (Tab. 04). Ao acrescentar-se, o custo da aplicação de N, ponderando a produtividade quando utilizado a ureia, observa-se que a aplicação de 45 kg ha⁻¹ possibilita um incremento em produtividade de 521,2 kg ha⁻¹ de MS com o custo de R\$ 65,25, resultando no melhor ganho em termos de produtividade, com o custo de investimento mais adequado. Assim, confirma-se que o melhor resultado bioeconômico é obtido com a aplicação de 45 kg ha⁻¹ de ureia.

Quanto à aplicação do sulfato de amônio, a mesma requer uma análise mais complexa, pois em termos de produtividade a aplicação de 90 kg ha⁻¹ foi a mais adequada. Porém, os resultados de produtividade não são suficientes, sendo importantes levar em consideração a EUN (Tab. 02) e compará-los aos resultados econômicos (Tab. 04). A partir disso, observa-se que as maiores EUN foram obtidas quando aplicado 23 e 45 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, porém quando levada em consideração a produtividade observa-se apenas um incremento de 381,4 kg de MS quando a aplicação de N passou de 23 para 45 kg ha⁻¹. Desta forma, entende-se que a opção mais viável, pela relação custo-benefício é a aplicação de 23 kg ha⁻¹, uma vez que seu ganho em produtividade é expressivo com a metade de investimento (R\$ 19,55). Buscando ampliar as análises, acrescentou-se os demais itens necessários para produção de aveia preta. A partir disso, a aplicação de N impactou no custo total de produção da pastagem de aveia preta a partir das fontes de N e doses utilizadas.

Os resultados obtidos demonstraram que a cultura da aveia preta responde em potencial produtivo a partir de diferentes fontes e doses de fertilização nitrogenada, impactando de maneira diferenciada sobre o produto animal. A escolha da dose de

fertilização dentro das distintas fontes de N dependerá da eficiência de utilização do N em produção de forragem e a sua conversão em produção animal, aliado à remuneração do produto e custos envolvidos com a implantação da pastagem.

Tabela 04: Resumo da análise econômica da pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) a diferentes fontes e taxas de fertilização.

Componentes da análise	Ureia				
	Taxas de fertilização (kg ha ⁻¹)				
	0	23	45	68	90
PMS acumulada (kg/ha)	3161,8	3613,5	4134,7	4565,4	5026,9
Diferença de produtividade	-	451,7	521,2	430,7	461,5
Ureia (R\$)	0,00	33,35	65,25	98,60	130,5
Semente (R\$)	120,00	120,0	120,0	120,0	120,0
Calcário (R\$)	275,00	275,0	275,0	275,0	275,0
Fósforo (R\$)	24,50	24,5	24,5	24,50	24,50
Custo total (R\$/ha)	419,50	452,85	484,75	518,1	550,0
Componentes da análise	Sulfato de amônio				
	Taxas de fertilização (kg ha ⁻¹)				
	0	23	45	68	90
PMS acumulada (kg/ha)	2823,4	3205,2	3586,6	3815,3	4214,4
Diferença de produtividade	-	381,8	381,4	228,7	399,1
Sulfato de amônio (R\$)	0,0	19,55	38,25	57,8	76,5
Semente (R\$)	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
Calcário (R\$)	275,0	275,0	275,0	275,0	275,0
Fósforo (R\$)	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Custo total (R\$/ha)	419,5	439,05	457,75	477,3	496,0

*PMS acumulada = Produção de matéria seca acumulada.

CONCLUSÕES

A aplicação de ureia como fonte de nitrogênio proporcionou maior produção de matéria seca por corte na cultura de aveia preta quando comparado ao sulfato de amônio. As maiores eficiências de utilização de nitrogênio foram obtidas com a aplicação de 45 kg de N ha⁻¹ de ureia e sulfato de amônio. A cultura de aveia preta responde biologicamente até a dose de fertilização nitrogenada de 90 kg de N ha⁻¹. As aplicações de 45 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia e 23 kg de N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio foram economicamente viáveis nas condições em que o estudo foi realizado.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, A.D.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; JUNIOR, M.; BUENO, G. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, p.51-67, 2008.

BOUWMAN, A.F.; VAN DER HOEK, K.W.; EICKHOUT, B.; SOENARIO, I. Exploring changes in world ruminant production systems. *Agricultural Systems*, v.84, n.2, p.121-153, 2005.

CARVALHO, P.; SANTOS, D.; GONÇALVES, E.; MORAES, A.; NABINGER, C. Forrageiras de Clima Temperado. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Org.). *Plantas Forrageiras*. Viçosa, Ed. UFV, v.1, p.494-537, 2010.

CASSOL, L.C.; PIVA, J.T.; SOARES, A.B.; ASSMANN, A L. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, v.58, n.4, p.438-443, 2011.

CECATO, U.; SARTI, L.L.; SAKAGUTI, E.S.; DAMASCENO, R.R.; SANTOS, G.T. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena* spp.). *Acta Scientiarum*, v.20, n.3, p.347-354, 1998.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento safra brasileira de grãos, v.9 Safra 2017/18 - Nono levantamento, Brasília, p.1-178, 2018.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.243-252, 2011.

EMBRAPA. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 214p.

FERREIRA, D.F. *Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons*. *Ciência e agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CASTRO, R.L. de; CAIERÃO, E.; KORCELSKI, C.; MANFRON, A.C.A.; PANISSON, F.T.; ZENI, M.; KLEIN, A.P.; SILVEIRA, D.C.; REBESCHINI, R.; DALL'AGNOL, E.C.; BORTOLOTTI, I.K.; SANTOS, L.B.; RODIGHEIRO, K. Integração lavoura-pecuária-floresta: intensificação sustentável para a sobrevivência humana. *Plantio Direto*, v.29, n.170, p.32-37, 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>

HENNESSY, D.; O'DONOVAN, M.; FRENCH, P.; LAIDLAW, A.S. Manipulation of herbage production by altering the pattern of applying nitrogen fertilizer. *Grass and Forage Science*, v.63, n.1, p.152-166, 2008.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M.; MOOJEN, E.L.; BARTZ, H.R. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.11, p.1939-1944, 1998.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; VALENTE, A.V.; ROSO, C.; VAZ, F.N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. *Ciência Animal Brasileira*, v.14, n.2, p.164-171, 2013.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.). *Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens*. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.117-144, 2007.

MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; PRADO, I.N.; WADA, F. Y.; RÉGO, F.C.A.; NASCIMENTO, W.D. Avaliação de aveia preta cv Iapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. *Acta Scientiarum*, v.23, n.4, p.815-821, 2001.

PROCHNOW, L.I.; ABDALLA, S.R.S. A indústria de fertilizantes nitrogenados e o futuro. *Informações Econômicas*, n.120, p.7-82, 2007.

RAMALHO, M.A.P.; RAMALHO, E.F.S.M.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA E SILVA, A.C.; PERREIRA, D.; RAMALHO, A.K.; DE OLIVEIRA, A.I.G. *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. 2ª ed., Lavras: UFLA, 2000. 326p.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B.; LUPATINI, G.C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.357-364, 2000.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B.; LUPATINI, G.C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.357-364, 2000.

ROGERI, D.A.; ERNANI, P.R.; LOURENÇO, K.S.; CASSOL, P.C.; GATIBONI, L.C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.6, p.534-540, 2015.

SALVADOR, M.M.S.; LIBARDI, P.L.; NEIVERTH, C.A. Demanda hídrica da aveia-preta: variabilidade espacial sob condições de sequeiro. *Irriga*, v.19, n.3, p.500-510, 2014.

SANTOS, D.T.D.; CARVALHO, P.C.D.F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I.J.; GOMES, L.H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. *Ciência Rural*, v.38, n.2, p.437-444, 2008.

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.; LUMBRERAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.A. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3ª ed., Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SIGMA, PLOT. *Scientific Graphing Software Versão 12.0*. San Rafael: Jandel Comporation, 2011.

SILVEIRA, M.L.; VENDRAMINI, J.M B.; SELLERS, B.; MONTEIRO, F.A.; ARTUR, A.G.; DUPAS, E. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. *Grass and Forage Science*, v.70, n.1, p.154-160, 2015.

SILVEIRA, D.C.; FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; REBESQUINI, R.; DALL'AGNOL, E.; PANISSON, F.T.; BOMBONATTO, M.C.P.; CEOLIN, M.E. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola, v.29, n.173, p.18-23, 2020.

SOARES, A.B.; RESTLE, J.; ROSO, C.; LUPATINI, G C.; ALVES FILHO, D.C. Dinâmica, qualidade, produção e custo de produção de forragem da mistura aveia preta e azevém anual adubada com diferentes fontes de nitrogênio. Ciência Rural, v.31, n.1, p.117-122, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.