

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NUTRICIONAL DA CULTIVAR DE AZEVÉM BRS PONTEIO SUBMETIDO A DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO

PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL QUALITY OF BRS PONTEIO RYEGRASS SUBMITTED TO DIFFERENT TYPES OF FERTILIZATION

Gustavo Kruger Gonçalves¹, Nathália Joughard Pozzebon², Jerson Luiz Torres Aguer³, Henrique Vizzotto Caleffi⁴, Jonathan Ernesto da Costa Sarturi⁵, Francielly Baroni Mendes⁶, Kaway Santos Guedes⁷, Leonardo de Melo Menezes⁸, Renato Shiguemi Katayama⁹

Dr. em Ciência do Solo, Docente do Curso de Agronomia, UERGS¹; Discente do Curso de Agronomia, UERGS², Discente do Curso de Especialização em Desenvolvimento territorial e Agroecologia, UERGS³, Discente do Curso de Agronomia, UERGS⁴; Discente do Curso de Agronomia, UERGS⁵, Discente do Curso de Agronomia, UERGS⁶; Discente do Curso de Agronomia, UERGS⁷, Dr. em Zootecnia, UERGS⁸; Discente do Curso de Agronomia, UERGS⁹

RESUMO

Para atenuar a deficiência de forragem no período outono-hibernal (“vazio forrageiro”) no Rio Grande do Sul são utilizados como recursos forrageiros o feno, a silagem e principalmente a introdução de espécies exóticas de clima temperado, onde destaca-se as cultivares de azevém diplóide. Recentemente, tem-se aumentado a utilização das cultivares tetraploides de azevém, as quais apresentam um potencial produtivo maior do que as diploides. Apesar do melhoramento genético, existe a necessidade de avaliar a influência das características edafoclimáticas de cada localidade na produtividade e qualidade nutricional das cultivares de azevém tetraploide. Dentre as características edafoclimáticas, destaca-se a fertilidade do solo e a nutrição das plantas de azevém. As exigências nutricionais no azevém em sistemas convencionais são atendidas com maior frequência com a aplicação do calcário e adubos químicos solúveis. Entretanto, o alto preço dos insumos agrícolas, como os adubos químicos solúveis e do impacto ambiental negativo gerado pelo manejo inadequado dos mesmos tem ocasionado o aumento na utilização da adubação orgânica. No entanto, há escassez de pesquisas envolvendo a influência da utilização de compostos orgânicos isolados ou misturados (consorciados) no desenvolvimento e na qualidade nutricional do azevém tetraploide. Nesse sentido, objetivou avaliar a resposta da cultivar de Azevém BRS Ponteio e de sua qualidade nutricional a diferentes tipos de adubação. O experimento foi realizado no Campus Rural da UERGS em Santana do Livramento, de maio a agosto de 2016. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso constituído por três repetições, onde foram testados cinco tratamentos: T1 – Testemunha; T2 – Esterco Bovino; T3 – Esterco Bovino + Pó de Rocha (Basáltico + Granodiorito gnaissico); T4 – Esterco Bovino + Uréia; T5 – Adubação Mineral (NPK + Uréia). Foram avaliadas a produção de matéria seca, os teores nutricionais da parte aérea e o rendimento de grãos. Os resultados obtidos possibilitaram indicar que houve influência da adubação química e orgânica na produtividade e qualidade nutricional do azevém BRS Ponteio. Conclui-se que a utilização de esterco na adubação de base e de uréia em cobertura promoveu maior produção de matéria seca, maior acúmulo de nitrogênio e maior rendimento de grãos.

Palavras-chave: Forrageira. Fertilidade. Nutrientes.

ABSTRACT

In order to mitigate forage deficiency in the autumn-winter period (“forage void”) in Rio Grande do Sul, hay, silage and especially the introduction of exotic species of temperate climate are used as fodder resources. Diploid ryegrass. Recently, the use of tetraploid ryegrass cultivars has been increased, which has a higher productive potential than diploids. Despite the genetic improvement, there is a need to evaluate the influence of the edaphoclimatic characteristics of each locality on the productivity and nutritional quality of the tetraploid ryegrass cultivars. Among the soil and climatic characteristics, the soil fertility and the nutrition of the ryegrass plants stand out. The nutritional requirements in ryegrass in conventional systems are most frequently met with the application of limescale and soluble chemical fertilizers. However, the high price of agricultural inputs, such as soluble chemical fertilizers and the negative environmental impact generated by the inadequate management of these inputs, has led to an increase in the use of organic fertilizers. However, there is a shortage of research involving the

influence of the use of isolated or mixed (composite) organic compounds on the development and nutritional quality of the tetraploid ryegrass. In this sense, the objective was to evaluate the response of the BRS Ponteio ryegrass cultivar and its nutritional quality to different types of fertilization. The experiment was carried out at the UERGS Rural Campus in Santana do Livramento, Brazil, from May to August 2016. The experimental design was a randomized block design consisting of three replicates, where five treatments were tested: T1- witness; T2- manure; T3-manure more agrogeology; T4- manure more urea; T5- mineral fertilization. The results obtained to indicate that there was influence of chemical and organic fertilization on yield and nutritional quality of BRS Ponteio ryegrass. It was concluded that the use of manure in the base and urea fertilization promoted a higher yield of dry matter, higher accumulation of nitrogen and higher yields of grains.

Keywords: Forage. Fertility. Nutrientes.

INTRODUÇÃO

A formação campestre do Rio Grande do Sul ocupa uma área de 16 milhões de hectare, sendo compostas predominantemente por espécies primavera-estival. Estima-se que existem 800 espécies de gramíneas e 200 espécies de leguminosas, demonstrando aparentemente uma excelente fonte de nutrição para o rebanho bovino e ovino, principalmente no período primavera-estival (BOLDRINI, 2009; NABINGER et al., 2009).

Para atenuar a deficiência de forragem no período outono-hipernal (“vazio forrageiro”) são utilizados como recursos forrageiros o feno, a silagem e principalmente a introdução de espécies exóticas de clima temperado, onde destaca-se o azevém anual. Esta forrageira é responsável pela maior área plantada no Rio Grande do Sul, especialmente por seu potencial produtivo e ser adaptado às condições ambientais desse Estado (CONFORTIN, 2009). É importante salientar que a introdução de espécies exóticas no vazio forrageiro deve ser alocadas em áreas degradadas pela presença do capim anonní ou em áreas onde não é mais possível a reforma das pastagens nativas. Desta forma, deve-se sempre pensar na preservação do campo nativo, as quais promovem vários benefícios ao ecossistema do bioma pampa.

O azevém anual ou perene, existe na natureza como planta diploide ($2n= 2x= 14$ cromossomos), havendo, no entanto, cultivares tetraploides ($2n= 4x= 28$ cromossomos) originadas pelo melhoramento genético vegetal através da técnica de duplicação cromossômica.

As plantas de azevém tetraploide, exemplificada pela cultivar BRS- Ponteio apresentam folhas mais largas e de coloração mais escura, menor número de perfilhos, mas de maior tamanho, alta produção total de massa de forragem, ciclo vegetativo mais longo, menor conteúdo de matéria seca e sementes maiores (FARINATTI et al., 2006). Além disso, apresentam aumento do tamanho das células e maior relação conteúdo x parede celular elevando os teores de carboidratos solúveis, proteínas e lipídios quando comparada as cultivares diplóides.

Apesar do melhoramento genético, existe a necessidade de avaliar a influência das características edafoclimáticas de cada localidade na produtividade e qualidade nutricional das cultivares de azevém tetraplóide. Dentre as características edafoclimáticas, destaca-se a fertilidade do solo e a nutrição das plantas de azevém.

As condições excessivas de acidez do solo em conjunto com a toxidez de alumínio (Al) afetam a produtividade e qualidade nutricional das plantas, já que neste ambiente ocorre redução do desenvolvimento do sistema radicular e diminuição na absorção de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os quais compõem o componente bromatológico denominado de cinzas.

A acidez do solo é normalmente corrigida com a utilização do calcário, objetivando atingir o pH 6,0 em água, recomendado pela (CQFS RS/SC, 2004).

Os principais efeitos da utilização da calagem em forrageiras são a eliminação do Al e manganês (Mn) tóxicos, aumento nos teores de Ca e Mg no solo, aumento da CTC e maior disponibilidade de fósforo (P) para as plantas (PRIMAVESI, 1999).

Os efeitos da calagem são também dependentes da sua forma de aplicação, seja incorporada ou superficial. Kaminski et al. (2000) avaliaram o efeito da forma de aplicação da calagem sobre a produtividade do azevém, e verificaram que houve maior resposta quando o azevém foi incorporado. Isso se deve a maior sensibilidade dessa cultura à acidez do solo. Macedo (1987) verificou que a incorporação do calcário resultou em maior rendimento de massa seca de azevém em comparação à aplicação superficial. No entanto, após o terceiro ano da aplicação do calcário, os rendimentos equivaleram-se.

Pottker et al. (1995) verificou que a aplicação de calcário na superfície do solo sob campo nativo resultou em menor rendimento de massa seca de aveia preta, em relação ao calcário incorporado com grade, atribuindo os resultados a um melhor estabelecimento da cultura quando a área foi gradeada.

Segundo Vitti e Luz (1997) as pastagens degradadas normalmente encontram-se implantadas em solos ácidos e com elevados teores de Al, em todo o perfil do solo. Neste caso a implantação de uma forrageira necessitará da incorporação do calcário na camada arável do solo.

Além do fornecimento de Ca e Mg e da correção da acidez através da utilização da calagem, é necessário o fornecimento dos macronutrientes primários (nitrogênio, fósforo e potássio), os quais são exigidos em maiores quantidades, sendo necessária o seu fornecimento nas épocas de maiores exigências da forrageira.

O nitrogênio (N) é considerado um dos elementos minerais de fundamental importância para as plantas, pois pode proporcionar um aumento na disponibilidade e qualidade de forragem, pois acrescenta a taxa de expansão foliar e perfilhamento; além de elevar quantidade de proteína por

hectare (CAIELLI et al., 1991; COSTA, 1995; OAKES, 1967; LUPATINI et al., 1998). Isso implica acréscimo da capacidade de suporte das pastagens, no ganho de peso vivo por hectare e dietas mais nutritivas (GASTAL et al., 1992).

Alvim (1981) obteve resposta em produção de forragem de azevém até 100 kg ha⁻¹ de N, porém, ocorreu uma redução na eficiência de utilização do N com o aumento das doses. Houve, ainda, resposta linear crescente no teor e na produção de proteína bruta em função das doses de N aplicadas (0 a 150 kg ha⁻¹ de N).

Alvim et al. (1989) usando 50, 125 e 200 kg ha⁻¹ de N, sobre azevém irrigado sob pastejo, obtiveram resposta positiva na percentagem de proteína bruta e produção de forragem até a maior dose de N utilizada, indicando que maiores níveis de N deveriam ser usados. Entretanto, Whitehead (1995) salienta que, para que ocorra o aumento na fração proteica na planta, condições de umidade e de outros nutrientes não podem ser limitantes.

Oliveira et al. (2010), observaram resposta do rendimento de forragem do azevém BRS Ponteio até a dose 300 kg ha⁻¹ de N, entretanto houve maior eficiência de uso do N até a dose de 100 kg ha⁻¹ de N.

A recomendação de adubação nitrogenada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina preconiza a utilização 40-150 kg ha⁻¹ de N para a expectativa de rendimento de 5 Mg ha⁻¹. É recomendada a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e o parcelamento no perfilhamento e após cada utilização da pastagem (CQFS RS/SC, 2004).

Malavolta et al. (1974) consideram o P o mais importante elemento para as pastagens, após o N; esse nutriente desempenha papel principal nos períodos iniciais da vida das plantas, quando estas necessitam de elevada disponibilidade no solo. É essencial para o desenvolvimento radicular e perfilhamento, passando a sua deficiência a limitar a capacidade produtiva das pastagens (PEDREIRA et al., 2004; GUSS et al., 1990). A carência de P manifesta-se pelo ciclo vegetativo curto, pela falta ou pelo desenvolvimento deficiente de hastes em gramíneas, pela presença de invasoras típicas de solos pobres e pela ausência de leguminosas.

Gatiboni et al. (2000) observaram que a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fontes solúveis proporcionaram produções de matéria seca superiores ao tratamento com aplicação de fosfato natural e a testemunha, mostrando, assim, que o azevém é responsivo à adubação fosfatada, e também é exigente quanto à disponibilidade deste elemento no solo

Robinson & Eilers (1996) observaram em Louisiana nos EUA que a aplicação de 180 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ duplicou o rendimento do azevém quando comparado a testemunha.

A resposta da planta forrageira à adubação fosfatada depende principalmente da disponibilidade de P e de outros nutrientes no solo, da espécie e/ou cultivar e das condições climáticas (SOUSA et al. 2004).

A recomendação de adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina preconiza a utilização de 40 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a expectativa de rendimento de 5 Mg ha⁻¹, sendo recomendada a aplicação total na adubação de base. (CQFS RS/SC, 2004).

O potássio (K) é um nutriente que sofre grande lixiviação nos solos altamente intemperizados e profundos e, assim, não se acumula de maneira significativa nos solos (PREZOTTI et al., 1988). É, portanto, um elemento do qual não se esperam, nesses solos, respostas residuais por um período muito longo, devendo sua recomendação de adubação basear-se no conhecimento de seu nível crítico no solo.

Gavillon e Thereza Quadros (1969), estudando as variações do teor de K nas forrageiras de pastagens nativas do Rio Grande do Sul, verificaram que estes teores foram sempre suficientes para a nutrição animal. Porém, ao considerarem as exigências das plantas, constataram que, em várias regiões, as forrageiras apresentaram valores inferiores aos seus requerimentos, mesmo nas espécies menos exigentes, indicando que melhoria nas mesmas deverá ser acompanhada de adubação potássica.

A recomendação de adubação potássica no Rio Grande do Sul e Santa Catarina preconiza a utilização de 40 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O para a expectativa de rendimento de 5 Mg ha⁻¹ (CQFS RS/SC, 2004).

As exigências nutricionais no azevém em sistemas convencionais são atendidas com maior frequência com a aplicação do calcário e adubos químicos solúveis. Os adubos NPK são utilizados na base e a uréia é utilizada como cobertura no perfilhamento e após cada utilização da pastagem (CQFS RS/SC, 2004). Entretanto, o alto preço dos insumos agrícolas, como os adubos químicos solúveis e do impacto ambiental negativo gerado pelo manejo inadequado dos mesmos tem ocasionado o aumento na utilização da adubação orgânica (KIEHL 1985).

A adubação orgânica propicia ao longo do tempo de utilização, benefícios na química, física e biologia do solo, os quais estão associados ao acúmulo de matéria orgânica do solo.

A melhoria dos atributos físicos do solo através da formação e estabilização dos agregados do solo, os quais promoverão maior aeração, infiltração e retenção de água no solo, reduzindo os riscos da degradação física e erosão hídrica do solo (SILVA et al., 2006).

A fauna edáfica do solo será favorecida pelo acúmulo de matéria orgânica, pois grande parte dos organismos são heterotróficos, necessitando do carbono e de outros nutrientes presente nas fontes orgânicas (MORSELLI, 2009).

Além das características físicas e biológicas do solo, a adubação orgânica afeta as características químicas do solo, destacando-se o aumento na capacidade de troca de cátions, a complexação do alumínio tóxico e o aumento na disponibilidade de P, N e enxofre (S). Em solos tropicais, a matéria orgânica é o principal componente da fase sólida do solo responsável para retenção de nutrientes catiônicos do solo. Desta forma, é essencial a utilização de sistemas de cultivo que possibilitem o seu acúmulo ao longo do tempo. Os grupos funcionais da matéria orgânica do solo possuem capacidade de complexar o alumínio livre na solução do solo, reduzindo ou impedindo a toxidez de Al. Os ânions oriundos de ácidos orgânicos de baixo peso molecular constituintes da matéria orgânica do solo, possuem a capacidade de realizar uma troca aniônica com o P adsorvido pelos óxidos de ferro (Fe) e Al, ocorrendo a liberação do P (MEURER, 2006).

Em propriedades rurais, principalmente aquelas caracterizadas como agricultura familiar, os principais adubos orgânicos utilizados são os seguintes: esterco curtido, húmus oriundo de compostagem ou vermicompostagem, e biofertilizantes. Estes adubos são menos agressivos ao ambiente e possibilitam o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, bem como a viabilidade da propriedade por muitos anos. Entretanto, as doses a serem utilizadas destes compostos orgânicos são aquelas recomendadas pelo manual de adubação e calagem para o RS e SC (CQFS RS/SC 2004), já que doses excessivas poderão ocasionar toxidez nutricional ou promover algum impacto negativo ambiental, como a eutrofização e a desnitrificação.

Além dos adubos orgânicos mencionados anteriormente, tem sido utilizado o pó de rocha “(Rochagem ou Agrominerais)” originado dos resíduos da extração da brita e da mineração. No Rio Grande do Sul, experiências com basalto e granodiorito gnaissico foram realizadas com maior intensidade (BAMBERG, et al., 2011; SILVEIRA 2012; NARDY et al., 2014; GILLMAN, 1980; ESCOSTEGUY & KLANT, 1980). O basalto é formado principalmente pelos minerais olivina, anfíbólio e piroxênio resultando num material ferro-magnesiano. Por outro lado, o granodiorito gnaissico é formado por mica, feldspato e quartzo resultando num material rico em K quando comparado a outros tipos de rochas. Os teores de K encontram-se em 4% de K_2O , sendo recomendada a aplicação deste mineral para suprir as necessidades potássicas nas plantas.

As recentes pesquisas realizadas até o momento indicam que a utilização do pó de rocha é recomendada para culturas perenes com lento desenvolvimento e em solos com nível de fertilidade média a alto. Isso se deve aos baixos teores de nutrientes no pó de rocha quando comparados aos adubos solúveis e a baixa taxa de dissolução do mineral. De acordo com a teoria do intemperismo e a estrutura dos minerais, a velocidade de dissolução do mineral é dependente da desestruturação dos tetraedros de silício (Si), os quais são dependentes da presença de hidrogênios no ambiente. Desta

forma, espera-se que a dissolução do pó de rocha seja beneficiada pela sua incorporação e contato com as substâncias ácidas no solo. Logo, a adição de esterco poderá acelerar a dissolução do pó de rocha, já que os esterco liberam hidrogênios oriundos da dissociação dos grupos carboxílicos e fenólicos (VAN STRAATEN, 2007; KAMINSKI e PERUZZO, 1997; NOVAIS e SMYTH, 1999).

A utilização de adubos orgânicos na implantação de forrageiras, com ênfase nas misturas de fontes permitidas na agroecologia como a rochagem e as fontes orgânicas são inexistentes. Além disso, existe escassez de pesquisas sobre os efeitos da adubação na produtividade e qualidade nutricional das variedades tetraplóides. Os resultados obtidos desta pesquisa poderão indicar o manejo de adubação mais indicado para propiciar uma ampliação de oferta de alimentos nos meses de outono e inverno, beneficiando o ganho de peso dos animais. Em função do exposto, foi realizado um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da adubação na produtividade e qualidade nutricional da cultivar de azevém BRS Ponteio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental da UERGS em Santana do Livramento entre março de 2015 e dezembro de 2016. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013). A unidade experimental, consistiu de parcelas de 4 x 2m.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições, onde os tratamentos foram os seguintes:

T1) testemunha: sem aplicação de adubação

T2) esterco bovino curtido: aplicação e incorporação equivalente a 53,5 Mg ha⁻¹ anteriormente a semeadura, equivalendo a aplicação de 102 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

T3) esterco bovino curtido e pó de rocha (granodiorito gnáissico e basalto): aplicação e incorporação equivalente a 53,5 Mg ha⁻¹ de esterco, 4 Mg ha⁻¹ de basalto e 4 Mg ha⁻¹ de granodiorito gnáissico

T4) esterco bovino curtido e uréia em cobertura: aplicação e incorporação equivalente a 26,75 Mg ha⁻¹ de esterco bovino curtido (equivalente a 51 kg N ha⁻¹) e uréia no perfilhamento (24,5 kg ha⁻¹ de N) e após o primeiro corte (24,5 Kg ha⁻¹ de N).

T5) adubação química: aplicação de 18 kg ha⁻¹ de N como adubação de base utilizando a formulação 2-23-23, 41 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia no perfilhamento e 41 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia após o primeiro corte.

A quantidade a ser aplicada de calcário, adubos químicos e orgânicos foram formulados de acordo com a análise do solo (Tabela 1), teores de NPK dos adubos químicos, teores NPK e matéria seca dos adubos orgânicos (Tabela 2) e as exigências nutricionais da cultura de azevém (CQFS-RS/SC, 2004). A quantidade recomendada de N, P₂O₅ e K₂O foi equivalente a 100, 120 e 80 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Análise química do Argissolo vermelho Distrófico

Argila	m.o.	SMP	P	K	Ca	Mg	Sat.Al	V	CTCpH7
-- g kg ⁻¹ --		-----	--- mg kg ⁻¹ ---		-- cmolc kg ⁻¹ --		-- % --	-% -	cmolc kg ⁻¹
140	7	6,1	1,8	25	0,1	0,2	77,8	10	4,1

Tabela 2. Análise bromatológica e química do esterco bovino

Matéria Seca	N	P	K
----- % -----			
20	1,6	1,4	0,75

Anteriormente a aplicação dos tratamentos, em maio de 2016, foi realizado o preparo do solo (aração e gradagem) e posteriormente, foi realizada a aplicação de calcário na quantidade equivalente a 4 Mg ha⁻¹.

No dia primeiro de junho, foi realizada a semeadura da cultivar de azevém BRS Ponteio, utilizando-se um espaçamento de 0,17m e uma densidade equivalente a 20 kg ha⁻¹. Os adubos químicos foram aplicados em linha no momento da semeadura, enquanto que os adubos orgânicos e o pó de rocha foram incorporados ao solo anteriormente a semeadura.

As características respostas avaliadas foram as seguintes: produção de matéria seca (1º corte, 2º corte e total), concentração de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea (1º e 2º corte) e rendimento de grãos.

A matéria seca total foi quantificada através do somatório dos cortes do azevém ao longo do cultivo. Os cortes foram realizados quando a altura média do dossel de mais de 50% de cada tratamento atingiu 0,20m de altura (com exceção do primeiro corte que foi realizado a 0,30m para permitir um adequado estabelecimento do sistema radicular no solo) rebaixando até 11cm de altura, para simular um pastejo rotativo. Esse monitoramento da altura do dossel foi realizado com o auxílio de uma régua, sendo avaliadas em cm, tomadas do nível do solo até a curvatura das folhas mais altas.

A determinação de matéria seca de cada corte mencionado anteriormente foi realizada partir das amostras colhidas manualmente (duas repetições por parcela), por meio de tesouras apropriadas, com o auxílio de uma moldura de madeira de 0,5m x 0,5m (0,25m²). Posteriormente, as amostras colhidas foram pesadas e secadas em estufa de ar forçado, a 65°C, até atingir massa constante para estimar a quantificação da matéria seca. Para a determinação da análise nutricional, as amostras coletadas secas em estufa foram encaminhadas para o Laboratório da UERGS. Após a coleta das amostras, foi realizado o corte de uniformização de 11cm da parcela experimental, com exceção da área destinada para quantificação do rendimento de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA, 2017). Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, observa-se que a utilização de esterco e uréia (T4) promoveu maior produção de matéria seca no primeiro corte em relação aos demais tratamentos. Isso pode ser atribuído ao efeito da umidade do solo devido a adição do esterco, o que possibilitou uma germinação mais rápida e também ao efeito da primeira aplicação da uréia em cobertura. Já no segundo corte, a utilização de esterco e ureia (T4) e da adubação química (T5) promoveram maior produção de matéria seca no segundo corte em relação aos demais tratamentos. No caso da adubação química, isso é justificado, pela maior disponibilidade de N devido a duas aplicações de uréia em cobertura.

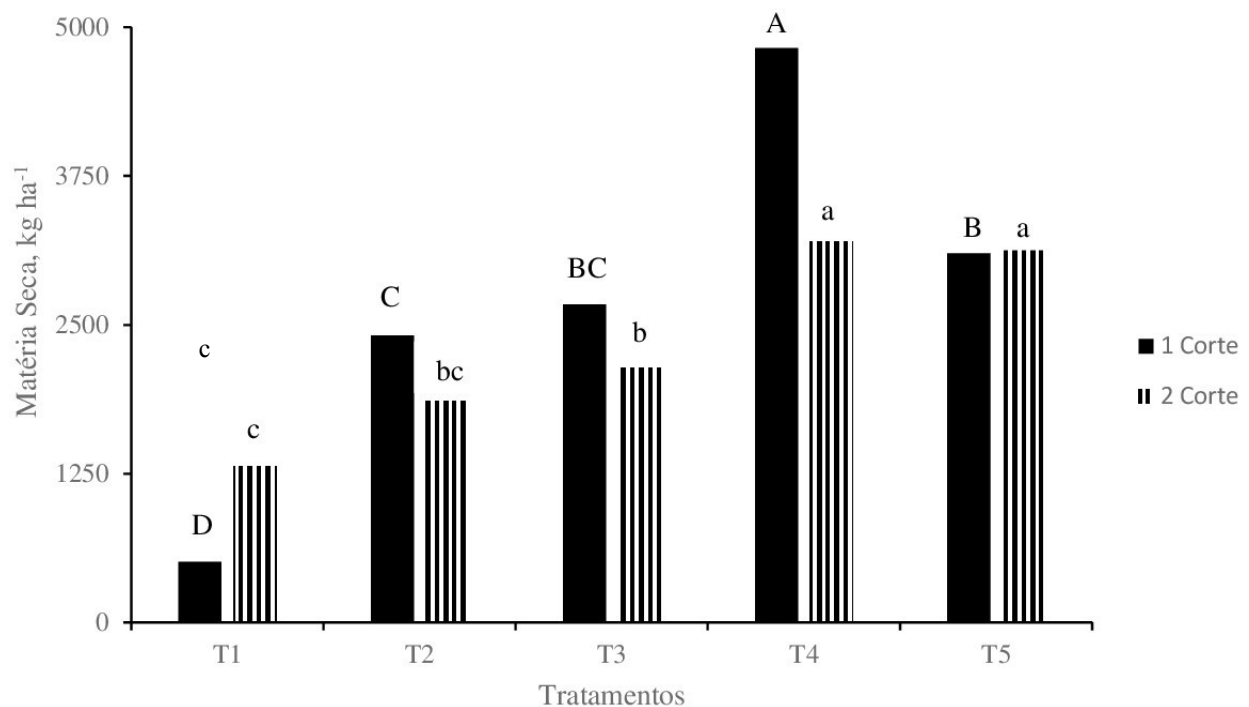


Figura 1. Produção de matéria seca, em dois cortes, em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

O tratamento com esterco e uréia em cobertura (T4) promoveu maior produção de matéria seca total (Figura 2). Isso pode estar relacionado a sua maior concentração de N observada no primeiro corte (Figura 3). O N acrescenta a taxa de expansão foliar e perfilhamento; além de elevar quantidade de proteína por hectare (CAIELLI et al., 1991; COSTA, 1995; LUPATINI et al., 1998). Já os tratamentos com adubação química (T5), esterco curtido (T2) e esterco com pó de rocha (T3) não diferiram e apresentaram maior produção de matéria seca em relação a testemunha. Mittelman et al., (2010) avaliaram a população de azevém no RS e observaram que as populações mais produtivas produziram acima de 3000 kg ha⁻¹. Outros trabalhos desenvolvidos na região do Litoral Sul do Rio Grande do Sul mostram valores de até 5700 kg ha⁻¹ (GOMES e REIS, 1999); entretanto, os autores detectaram grande variação entre anos, atribuída a diferenças climáticas.

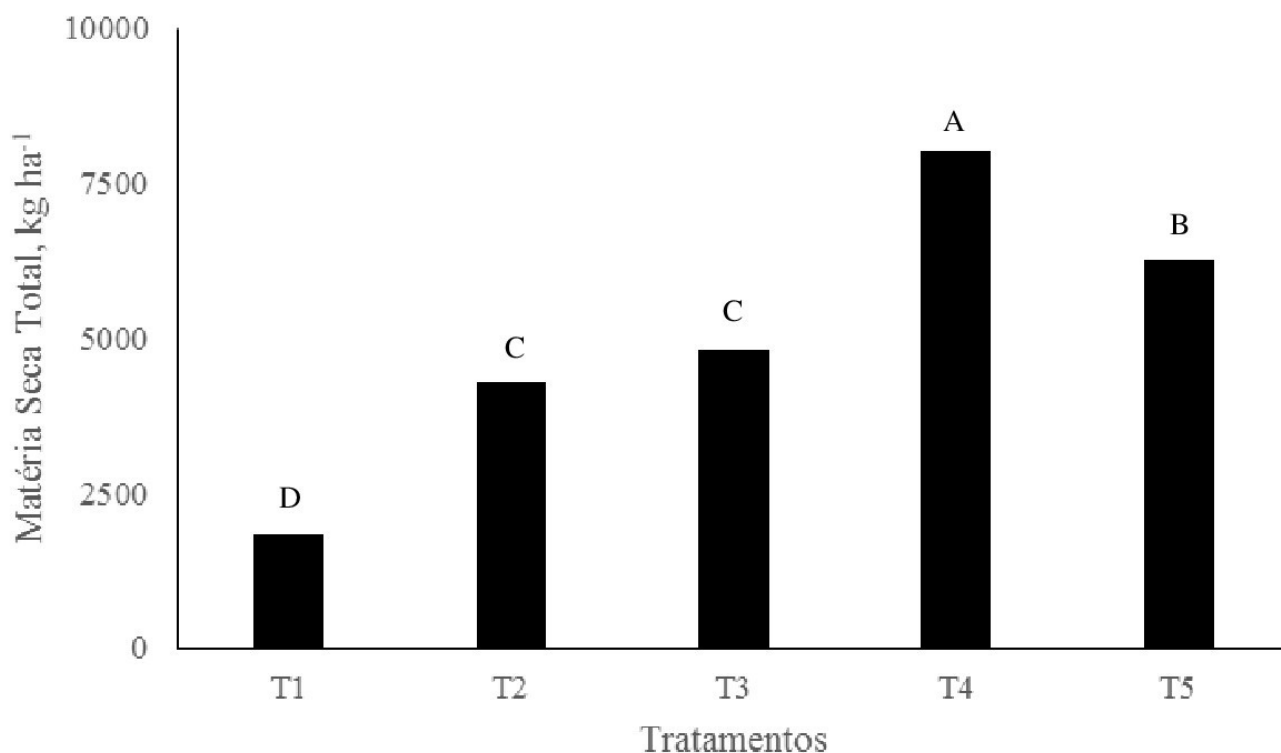


Figura 2. Produção de matéria seca total em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

A utilização de esterco e uréia (T4) promoveu maior teor de N no tecido vegetal no primeiro corte em relação aos demais tratamentos (Figura 3). Isso pode ser atribuído ao efeito da mineralização do N orgânico oriundo da aplicação no esterco na base e também da primeira aplicação de N em cobertura. Já no segundo corte, a utilização de esterco e uréia (T4) e da adubação química (T5) promoveram maior produção de matéria seca no segundo corte em relação aos demais tratamentos. Isso se deve, ao efeito da segunda aplicação de uréia no tratamento esterco e uréia (T4), já o caso da adubação química, isso é justificado, pela maior disponibilidade de nitrogênio devido a duas aplicações de uréia em cobertura.

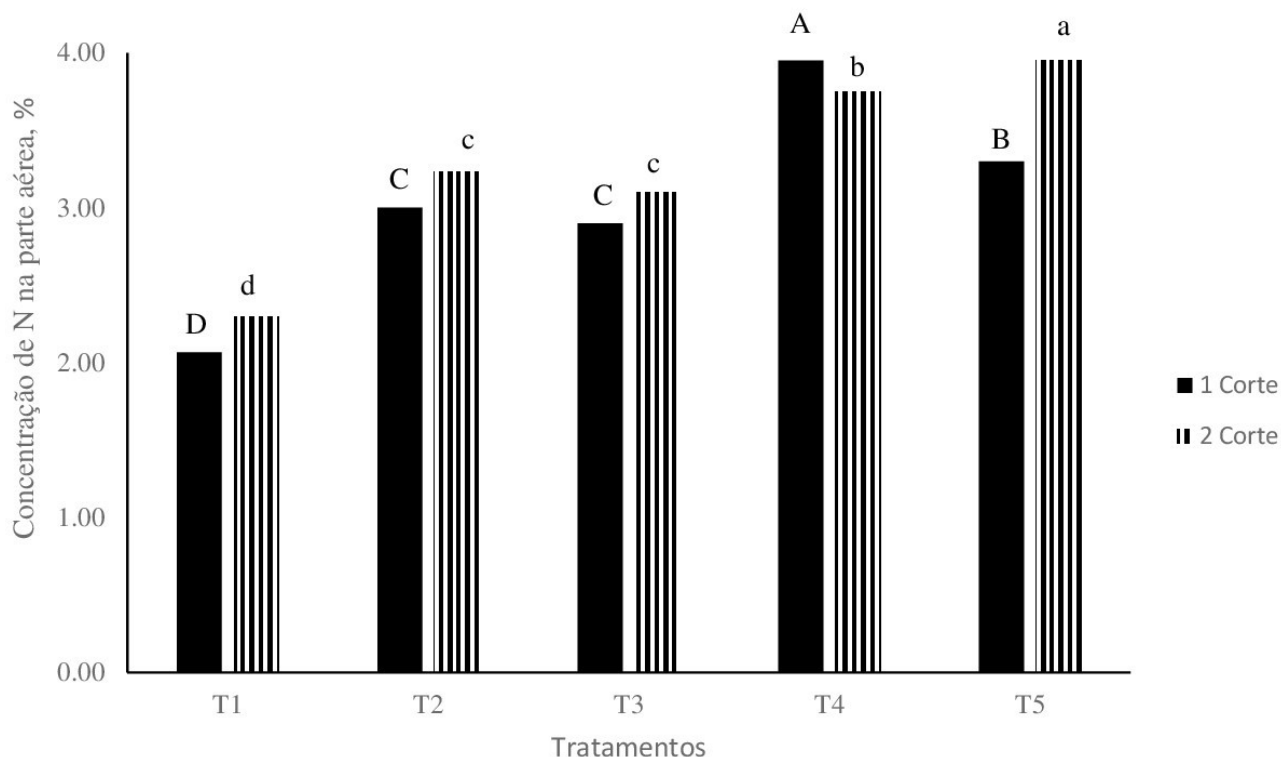


Figura 3. Concentração de N na parte aérea em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

A utilização da adubação química (T5) promoveu maior concentrações de P na parte aérea no primeiro e segundo corte (Figura 4). Isso se deve a maior disponibilidade de P oriundo da aplicação integral de P na adubação de base. Resultados semelhantes foram obtidos por Gattiboni et al. (2000) e Robinson e Eilers (1996), os quais observaram respostas na produtividade do azevém com aplicações de até 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Já os tratamentos envolvendo a utilização de esterco (T2, T3 e T4) não diferiram entre si e apresentaram maior produção de matéria seca em relação a testemunha. Isso se deve a mineralização do P orgânico e a sua disponibilidade para as plantas. As principais formas orgânicas de P identificadas são os fosfatos de inositol, que compõem de 10 a 80% do P orgânico total, os fosfolipídios (0,5 a 7%), ácidos nucléicos (~3%) e outros ésteresfosfato (>5%). A estabilidade destes compostos depende de sua natureza e de sua interação com a fração mineral, pois são usados como fonte de carbono e elétrons pelos microrganismos, cujo resultado é a sua mineralização e disponibilização do P. Alguns compostos, como ácidos nucléicos e fosfolipídios com ligação diéster, possuem estrutura química que facilita sua decomposição, sendo facilmente mineralizáveis e, por isso, as quantidades armazenadas no solo são pequenas. Já os fosfatos monoésteres, como o fosfato de inositol, apresentam alta energia de ligação com a estrutura química da molécula e alta carga residual, o que lhes confere facilidade de interação com os constituintes

inorgânicos do solo. Isso dificulta a mineralização e favorece o acúmulo no solo, sendo de baixa labilidade e disponibilidade às plantas (RHEINHEIMER et al., 2008).

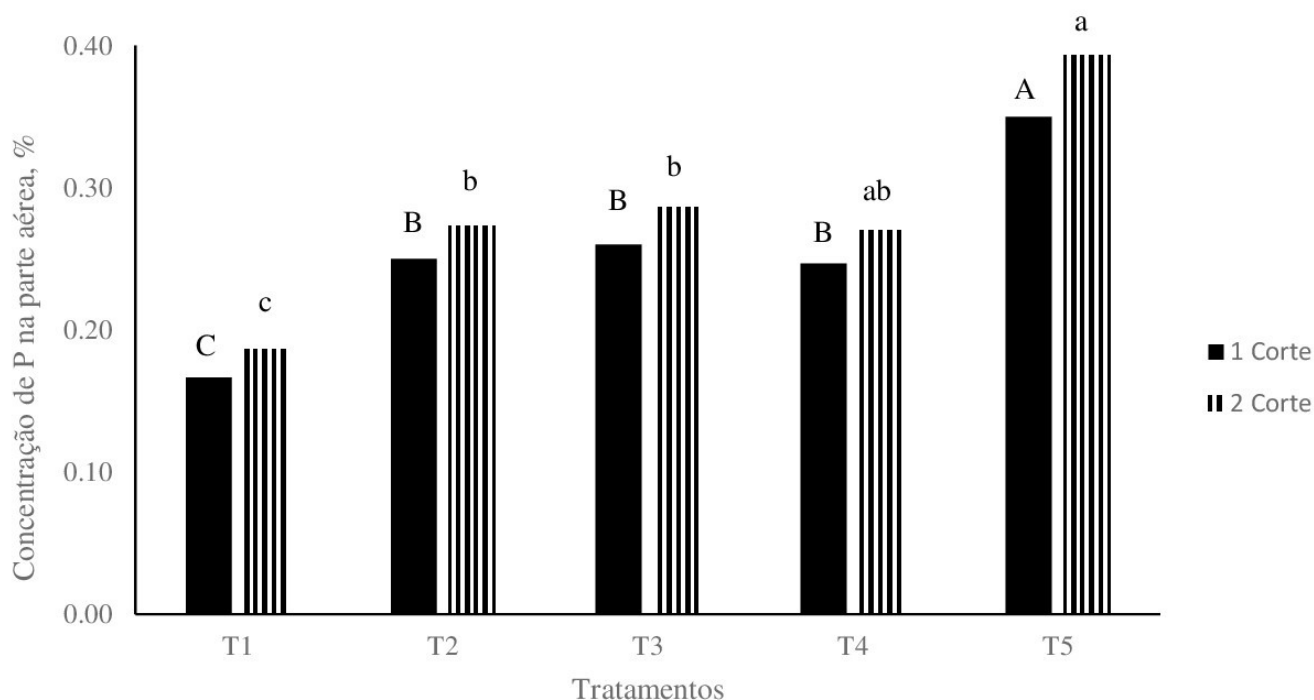


Figura 4. Concentração de P na parte aérea em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

A utilização da adubação química (T5) promoveu maior concentração de K na parte aérea no primeiro e segundo corte (Figura 5). Isso se deve a maior disponibilidade de K oriundo da aplicação integral de potássio na adubação de base. Em ambos os cortes, a utilização de esterco com pó de rocha promoveu maiores teores de K quando comparados aos outros tratamentos que envolveram a utilização de esterco (T2 e T4) e a testemunha. Isso se deve a dissolução do potássio presente no granodiorito gnáissico, sendo que a dissolução pode ter sido favorecida pela maior disponibilidade de ácidos orgânicos presentes no esterco. Segundo Van Straaten (2007) a intemperização química do mineral é favorecido pelo aporte de hidrogênio no solo. Desta forma, em locais em que haja maior adição de adubos orgânicos e a presença de umidade em torno da capacidade de campo, é esperado maior intemperização com liberação dos nutrientes presentes na rocha.

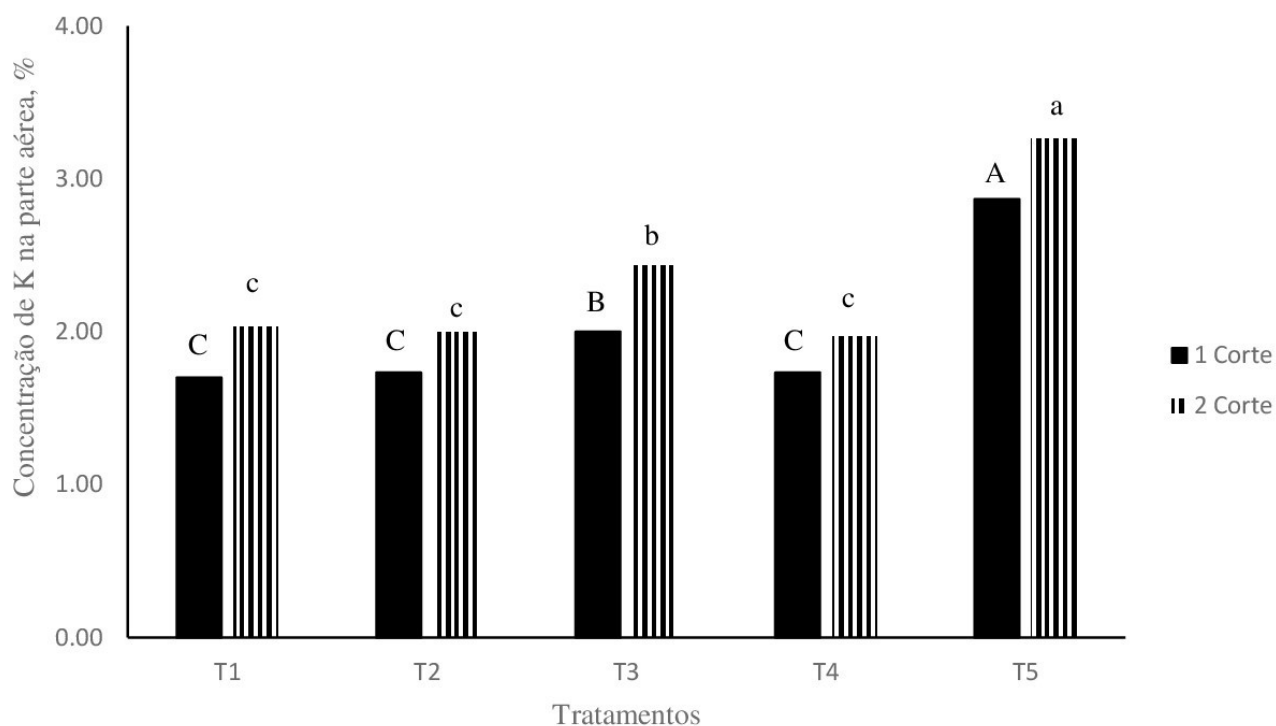


Figura 5. Concentração de K na parte aérea em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

De acordo com a Figura 6 e 7, em ambos os cortes, as concentrações de Ca e Mg na parte aérea foram semelhantes entre os tratamentos. Os teores de Ca e Mg absorvidos pelas plantas foram oriundos do Ca do solo resultantes da aplicação de calcário dolomítico, que além de corrigir o pH do solo fornece Ca e Mg no solo. Esperava-se que houvesse maior concentração de Ca e Mg no tratamento com esterco e pó de rocha (T3), entretanto isso não ocorreu ou a quantidade liberada no solo foi baixa. A liberação de Ca e Mg deveria ocorrer através da intemperização do pó de rocha de basalto, o qual é composto por minerais que possuem Ca e Mg na sua constituição. Melo et al. (2012) observaram um pequeno incremento de cálcio e magnésio no solo com aplicação de 10 Mg ha⁻¹ de basalto moído no solo.

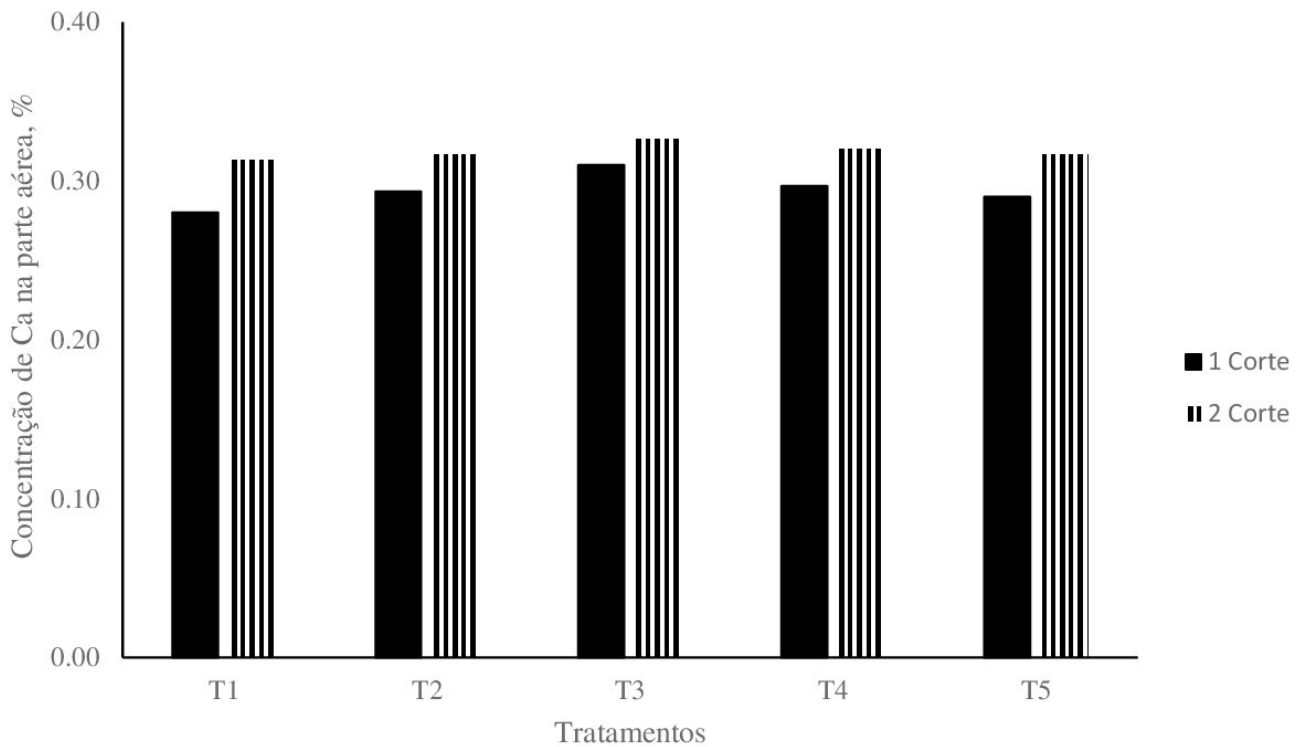


Figura 6. Concentração de Ca na parte aérea em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química.

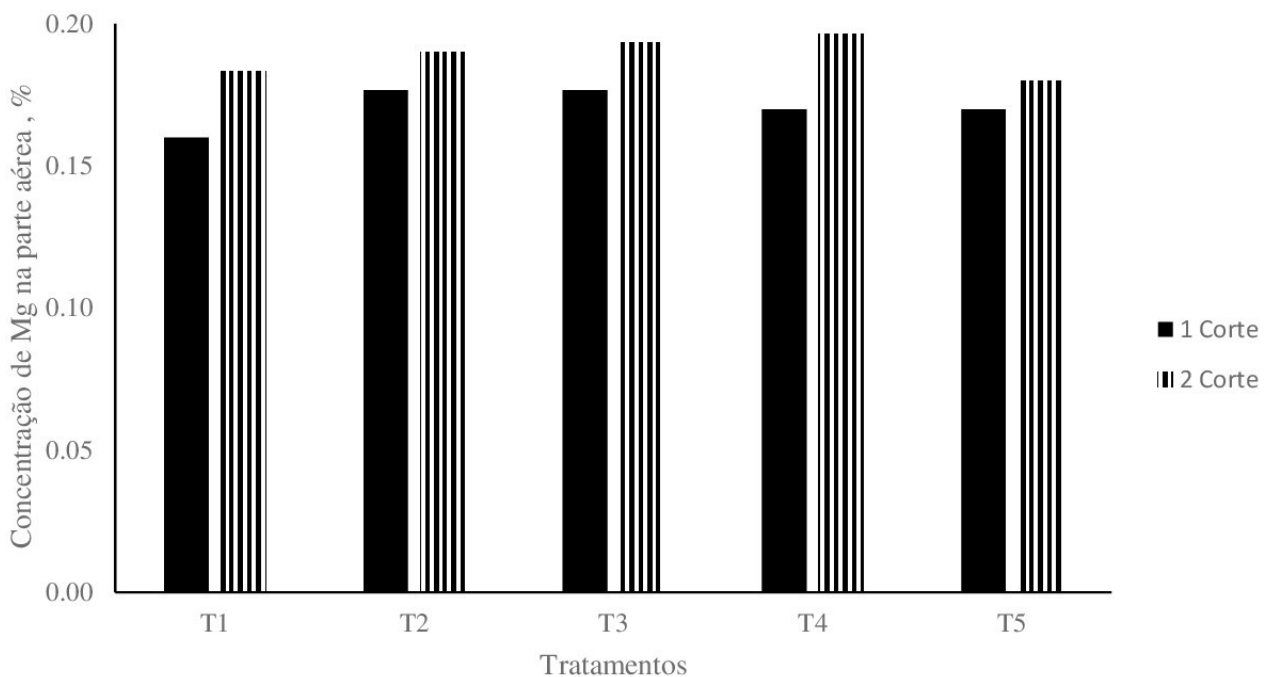


Figura 7. Concentração de Mg na parte aérea em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química.

A utilização de esterco e uréia (T4) promoveu maior rendimento de grãos em relação aos demais tratamentos (Figura 8). Isso pode ser atribuído a maior produção de massa seca total,

ocorrendo provavelmente maior disponibilidade de carboidratos e proteína para o enchimento de grãos.

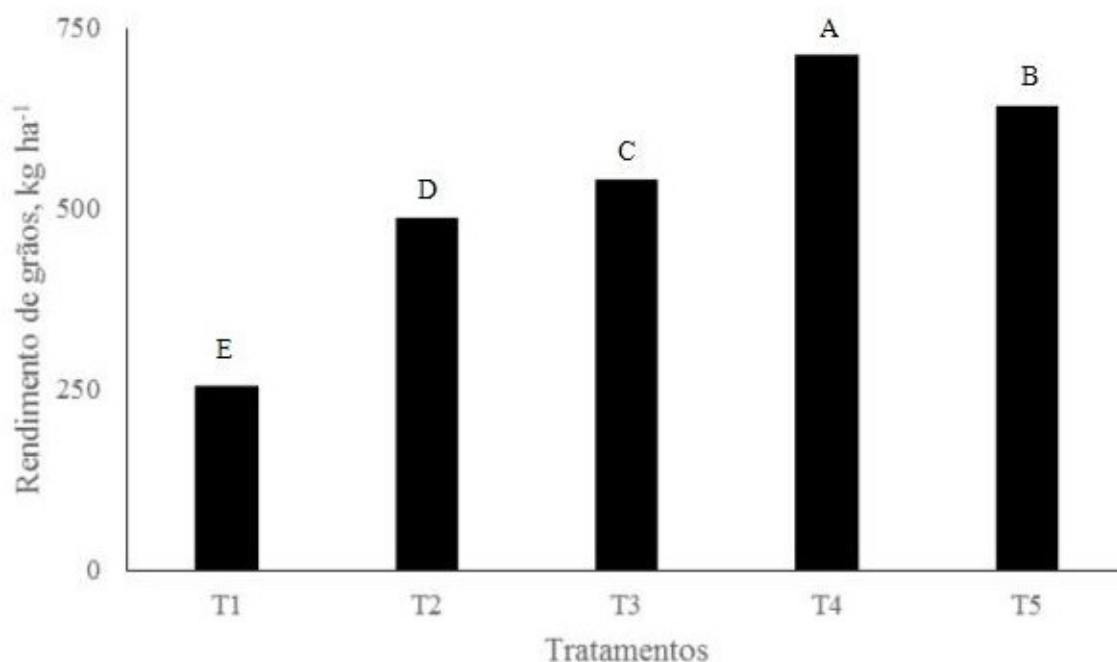


Figura 8. Rendimento de grãos de azevém em função dos tratamentos utilizados: T1: testemunha; T2: esterco; T3: esterco e pó de rocha; T4: esterco e uréia; T5: adubação química. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna preta e pela mesma letra minúscula na coluna listrada não diferem entre si a 5% pelo Teste de Duncan.

CONCLUSÕES

A aplicação de esterco na adubação de base e de uréia em cobertura promoveram maiores produção de matéria seca, maior acúmulo de N e maior rendimento de grãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária) e a UERGS pela concessão das bolsas aos estudantes de Agronomia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.J. Efeito de doses de nitrogênio e leguminosas, frequências e diferimentos aos cortes sobre o rendimento e qualidade da forragem do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e produção de sementes. 1981. 129 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

ALVIM, M.J.; MOOJEN, E.L. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.2, p.243-253, 1984.

BAMBERG, A.L.; SILVEIRA, C.A.P.; POTES, M.L.; PILLON C.N; LOUZADA, R.M; CAMPOS A.D.S. Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2011, Uberlândia, **Anais...Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2011.

BOLDRINI, I.I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (eds.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 63-77.

CAIELLI, E.L., BONILHA NETO, L.M., LOURENÇO, A.J. Avaliação agronômica e qualitativa de pastos de capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) fertilizados com nitrogênio ou consorciados com leguminosas tropicais para produção de carne. **Boletim de Indústria Animal**, v.48, n.1, p. 63-76, 1991.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CONFORTIN, A. C. C. **Dinâmica do crescimento de azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

COSTA, N.L. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n. 3, p.401-408, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

ESCOSTEGUY, P. A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutriente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.1, p.11-20, 1998.

FARINATTI, L.H.E.; ROCHA, M.G.; POLI, C.H.E.C. et al. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.527-534, 2006.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. PELLEGRINI, J.B.R. et al. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1663-1668, 2000.

GAVILLON, O., THEREZA QUADROS, A. **Variação no teor de potássio nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul**. Reprodução Produção Animal da Sociedade Anônima do Rio Grande do Sul. p.35. 1969. (Boletim técnico, 14).

- GOMES, J.F.; REIS, J.C.L. Produção de forrageiras anuais de estação fria no Litoral Sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.668-674, 1999.
- GILLMAN, G.P. The effect of crushed basalt scoria on the cation exchange properties of highly weathered soil. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.44, p.465-468, 1980.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. Exigências de fósforo para estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras em solos com distintas características físicoquímicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.4, p.450-458, 1990.
- KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo**. Santa Maria, Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 31p. 1997. (Boletim Técnico, 3).
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- OLIVEIRA, J. C. P.; MORAES, C. O. C. **Cadeia forrageira para a região da Campanha**. In: FEDERACITE. Cadeias forrageiras regionais. Porto Alegre, 1995. p. 29-42.
- LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.
- MACEDO, W. **Efeito de níveis de fósforo com e sem calcário em pastagem de gramíneas e leguminosas**. Coletânea das pesquisas forrageiras. Bagé, p. 255-272, 1997
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.
- MELO, V.F.; UCHOA, S.C.P.; DIAS, F.O et al. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **Revista Acta Amazônica**, v. 42, n.4, p. 2012: 471, 2012.
- MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285p.
- MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do Solo**. Pelotas: Ed. Universitária PREC-UFPel, 2009. 145p.
- MÜLLER, L. **Produtividade, morfogênese e estimativa da temperatura base para genótipos diplóides e tetraplóides de azevém**. 2009. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.
- NABINGER, C.; FERREIRA, E.T.; FREITAS, A.K et al. **Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa**. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (eds.). Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. p. 175-198.
- MITTELMANN, A.; MONTARDO, D.P.; CASTRO, C.M et al. Caracterização agronômica de populações locais de azevém na região Sul do Brasil. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n.12, p. 2527-2533, 2010.

- NARDY, A.J.R., MACHADO, F.B., OLIVEIRA M.A.F. Avaliação de diferentes doses de granodiorito como fonte de potássio na cultura da amora-preta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Embrapa Cerrados, 2014.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- OAKES, A.J. Effect of nitrogen fertilization and plant spacing on yield and composition of Napier grass in the dry tropics. **Tropical Agriculture**, v.44, n.1, p.77-82, 1967.
- PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.C. de, FARIA, V.P. de. **Fertilidade do solo para pastagens produtivas**. Piracicaba, SP, FEALQ, 2004. 480p.
- PREZOTTI, L.C., DEFELIPO, B.V., ALVARES V et al. Nível crítico de potássio no solo para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n. 5, p.65-70, 1988.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, C.A. Conhecimento e controle, no uso de corretivos e fertilizantes, para manejo sustentável de sistemas intensivos de produção de bovinos a pasto. **Revista de Agricultura**, v.74, n.2, p. 249-265, 1999.
- PÖTTKER, D. Correção da acidez de solo no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, I, 1995, Passo Fundo, RS. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 15-19.
- RHEINHEIMER, D.S.; MARTINAZZO, R.; GATIBONI, L.C. et al. Amplitude no fósforo microbiano em um Argissolo em pastagem nativa submetida à roçada e à introdução de espécies forrageiras com fertilização fosfatada em diferentes épocas. **Acta Science Agronomy**, v.30, p.561-567, 2008a.
- SILVA, M.A.S.; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; ROSA, J.D. et al. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.2, p.329-337, 2006.
- SILVA, F.A.S. **ASSISTAT: Versão 7.7 beta**. DEAG-CTR-UFMG – Atualizado em 12 de dezembro de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2017.
- SILVEIRA, C.A.P. Efeito de rochas moídas sobre a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de milho. In: WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 2012, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.) Cerrado correção do solo e adubação. Brasília: EMBRAPA, 2004. p.147-168.
- VAN STRAATEN, P. **Agrogeology – the use of rocks for crops**. Enviroquest, Cambridge, Ontario, Canada, 440p. 2007.

VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Calagem e uso de gesso agrícola em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticaba. **Anais...**Jaboticabal: FGCAV/UNESP, 1997, p. 63-111.