



Índices de nutrição nitrogenada como estratégia de fertilização em pastagens de azevém anual

Diego Bitencourt de David^{1*}, Ionara Fátima Conterato¹, Jorge Dubal Martins¹, Glaucia Azevedo do Amaral¹,
Matheus Martins Ferreira²; Eduardo Bohrer de Azevedo³

Resumo – A principal fonte de alimentação dos ruminantes no Sul do Brasil é proveniente de sistemas pastoris e o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) tem sido utilizado como uma das principais forrageiras para pastoreio no período hibernal. O nitrogênio (N) é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência das gramíneas forrageiras, no entanto, este se encontra em baixas concentrações no solo, sendo necessário adicioná-lo na forma de fertilizante químico. Para melhor uso da fertilização, buscaram-se ferramentas simples e eficientes para determinar o status nitrogenado da pastagem. O objetivo do trabalho foi determinar o índice de nutrição nitrogenada (INN) do azevém, para validar uma metodologia mais simplificada e eficiente para seu diagnóstico. Os tratamentos foram cinco doses de N (0, 25, 50, 100, 200 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação do fertilizante nitrogenado (única e parcelada). As parcelas com azevém anual submetidas à adubação nitrogenada fracionada apresentaram INN abaixo de um, sugerindo limitação do nutriente no primeiro corte, exceto na dose de 200 kg ha⁻¹ onde os resultados de INN obtidos foram próximos a um, indicando adequado fornecimento de nitrogênio às plantas. Os resultados de INN indicaram que doses de 100 kg/ha⁻¹ de N devem ser aplicadas de forma única em pastagem de azevém anual, para a planta suprir suas necessidades de N no início do ciclo. Houve relação linear entre a concentração de N na última folha completamente expandida e o INN, indicando grande potencial no uso desse método para determinar o status nitrogenado da cultura.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam. Nup. N crítico. Produção de forragem.

Nitrogen nutrition index as a fertilization strategy in annual ryegrass pastures

Abstract – The main feed source for ruminants in southern Brazil comes from pastoral systems and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) has been used as one of the main forages for grazing in the winter. Nitrogen (N) is the main nutrient for the maintenance of productivity and persistence of forage grasses, however, it is found in low concentrations in the soil, being necessary to add it in the form of chemical fertilizer. For better use of fertilization, simple and efficient tools are important to determine the nitrogen status of the pasture. The objective of this work was to determine the nitrogen nutrition index (NNI) of ryegrass, to validate a more simplified and efficient methodology for its diagnosis. The treatments were five doses of N (0, 25, 50, 100, 200 kg ha⁻¹) and two forms of nitrogen fertilizer application (single and split). The annual ryegrass plots submitted to fractionated nitrogen fertilization presented NNI below 1 (one) index, suggesting nutrient limitation in the first cut, except at the dose of 200 kg ha⁻¹, where the obtained NNI results were close to one, indicating adequate supply of nitrogen to plants. The results of NNI indicated that doses of 100 kg / ha⁻¹ of N should be applied uniquely in annual ryegrass pasture, for the plant to meet its N needs at the beginning of the cycle. There was a linear relationship between N concentration in the last fully expanded leaf and NNI, indicating a great potential in the use of this method to determine the nitrogen status of the crop.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam. Nup. Critical N. Forage yield.

¹Pesquisador; Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, SEAPDR; *Autor para correspondência: diego-david@agricultura.rs.gov.br

² Aluno de Graduação do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Itaqui - RS

³ Professor; Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Itaqui - RS



Introdução

O cultivo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) no Sul do Brasil é uma alternativa para amenizar o déficit alimentar e melhorar a dieta dos rebanhos no período de outono-inverno, pois essa forrageira possui elevado potencial nutricional e produtivo (ROSO; RESTLE, 2000), boa adaptação, capacidade de ressemeadura natural e facilidade de manejo (TONETTO et al., 2011). No entanto, a deficiência no manejo da fertilização nitrogenada provoca rendimento muito abaixo do potencial dessa forrageira (RESTLE et al., 2000). O nitrogênio (N) é o macronutriente mais requerido pelas plantas (TAIZ; ZAIGER, 2009) e que provoca maior resposta no azevém. Por essa razão, o N pode ser usado como estratégia de manejo para controlar com maior facilidade aumentos na produção de forragem, no entanto, o uso inadequado da adubação nitrogenada pode trazer prejuízos econômicos e ambientais. Nesse sentido, a seleção de métodos simples e eficientes para determinar o status nitrogenado da pastagem pode melhorar o uso do N e reduzir custos.

Para espécies de gramíneas de clima temperado (C3), Lemaire; Gastal (1997), desenvolveram um índice de nutrição nitrogenada (INN) para as plantas baseado no N crítico, que é a concentração mínima de N necessário para obter a taxa de crescimento máxima. Esse método constitui ferramenta relevante para indicar o status nitrogenado e determinar a produção de forragem das culturas. Os valores de INN acima de 1,0 indicam nutrição nitrogenada excessiva, valores entre 0,8 e 1,0 satisfatória e valores abaixo de 0,8 indicam que o crescimento da forragem é limitado pelo nitrogênio. Skonieski et al. (2012) aplicaram o método proposto por Lemaire; Gastal (1997) para estudar a dinâmica do N no azevém consorciado com diferentes espécies forrageiras (aveia preta, trevo branco ou amendoim forrageiro) e concluíram que somente azevém consorciado com trevo branco apresentou maior conteúdo de N no tecido vegetal, com valores de INN próximos de 1,0.

A metodologia do INN fornece ainda informações sobre o potencial de contaminação por N, uma vez que a planta atingindo o N crítico, qualquer excesso de N no solo está mais sujeito a perdas por lixiviação e volatilização (FARRUGGIA et al., 2004). Uma desvantagem do método é a necessidade de determinar-se a concentração de N em toda a biomassa, o que se torna difícil em sistemas pastoris e se restringe a culturas monoespecíficas.

Métodos mais rápidos e que possam ser aplicados a culturas em consórcio para o diagnóstico do status nitrogenado vêm sendo estudados para várias espécies vegetais (PENG et al., 1996; GUIMARÃES et al., 1999; DEBAEKE et al., 2007; ALI et al., 2014). Em azevém anual, são poucos os estudos para desenvolver métodos mais rápidos e eficientes para a determinação do status nitrogenado. Farruggia et al. (2004) propuseram para azevém perene uma metodologia que relaciona o INN com a concentração de N na última folha expandida (Nup). Nesse estudo, os autores encontraram alta relação na concentração de INN e Nup ($r^2 = 0,80$).



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

A utilização da última folha completamente expandida para determinar o status nitrogenado da planta é devido a concentração de N ser constante durante o período de crescimento e ainda por estar relacionado com o índice de nutrição nitrogenada (FARRUGGIA et al., 2004) Além disso, é uma alternativa para diminuir o tempo e mão de obra para obter as amostras para análise em laboratório, uma vez que, não necessita coletar toda biomassa das plantas.

Nesse contexto, a seleção de métodos que possuem maior facilidade para estabelecer o status nitrogenado da pastagem pode auxiliar na aplicação de N em sistemas pastoris, melhorando a eficiência da aplicação, o aproveitamento do nutriente pelas plantas, maximizar a produção de forragem, e diminuir custos com o uso de insumos. O objetivo do trabalho foi determinar o status nitrogenado do azevém anual para validar uma metodologia mais simplificada para seu diagnóstico.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de Junho a Outubro de 2016 em área pertencente ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul (DDPA/SEAPDR), localizada no município de São Gabriel – RS, coordenadas geográficas 30°20'19''S; 54°15'02''W; altitude de 125. O clima do local é subtropical com verões quentes e invernos frios de acordo com a classificação de Köppen. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013). A análise química do solo apresentou as seguintes características: Argila: 31%; P: 9,4 mg/dm³; K: 86 mg/dm³; MO: 2,5% e saturação de bases:78,5%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um fatorial 5x2 com três repetições. Os tratamentos foram cinco doses de N (0, 25, 50, 100, 200 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação do fertilizante nitrogenado (única e parcelada). Nos tratamentos em que o N foi parcelado, as doses foram divididas em três aplicações, sendo a primeira no início do perfilhamento e as demais doses em intervalos de 30 dias. A fonte de N utilizada foi a uréia (45% N). A parcela possuía área útil de 6 m² com o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. São Gabriel estabelecido via ressemeadura natural. Para evitar possíveis confundimentos nos resultados não foi adotada a fertilização de base.

O corte da massa de forragem (MF) das plantas de azevém anual foi realizado quando as plantas atingiam altura média de 25 cm deixando-se um resíduo de 10 cm. A altura das plantas foi medida em 15 pontos por parcela, antes de cada corte, com auxílio do *sward stick* (BARTHAM, 1985). Foram realizados três cortes durante a condução do experimento. Após cada corte foi retirada uma amostra de cada parcela para determinação da matéria seca (MS) e N na biomassa. No terceiro corte não foi determinado o teor de N na biomassa da última folha expandida, pois as plantas estavam em estágio de florescimento.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

Em cada parcela foram coletadas aproximadamente 50 folhas completamente expandidas, sendo essas acomodadas em saco de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas até peso constante e posteriormente moídas em moinho tipo *Willey* em peneiras de 1mm.

A determinação do nitrogênio total da última folha completamente expandida e da massa toda do azevém anual foi realizada pelo método de Kjeldahl, conforme descrito por Tedesco et al., 1995.

O índice de nutrição nitrogenada (INN) proposto por Lemaire; Gastal, 1997, foi encontrado por meio da razão entre o percentual de N na biomassa (Na) e o percentual de N crítico da cultura (Nc), conforme a equação:

$$INN = \frac{\%Na}{\%Nc}$$

O percentual de N crítico para gramíneas C₃ foi obtido por meio da equação

$$N_{\text{crítico}}(\%) = 4,8(MS)^{-0,32}$$

Onde o coeficiente 4,8 representa a concentração de N no tecido vegetal para produzir a primeira tonelada de MS aérea e o coeficiente -0,32 representa a diminuição do teor de N na planta para cada tonelada de MS acumulada.

Valores do INN próximos de 1,0 indicam que as plantas não estão em situação de suprimento adequado de N, valores maiores a 1,0 indicam um consumo maior que a necessidade da planta e valores inferiores a 1,0 indicam deficiência no suprimento de N para as plantas.

Os dados do INN nos dois primeiros cortes e a MF total (três cortes) foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e quando constatado efeito significativo foi feita a análise de regressão. Para as variáveis N na última folha completamente expandida e INN foi realizada análise de regressão por meio do procedimento REG do pacote estatístico SAS (2002).

Resultados e discussão

As parcelas com azevém anual submetidas à adubação nitrogenada fracionada apresentaram INN abaixo de um, sugerindo limitação do nutriente no primeiro corte, exceto na dose de 200 kg ha⁻¹ onde os resultados de INN obtidos foram próximos a um (Figura 1A).

Quando a aplicação de N foi via dose única, a quantidade de 100 kg ha⁻¹ foi suficiente para atingir o INN ótimo, semelhante ao preconizado pela literatura (INN ≥ 0,8 a 1,0), enquanto que 200 kg ha⁻¹ de N excedeu o INN (INN > 1,0). No segundo corte (Figura 1B), apenas a dose de 200 kg ha⁻¹ apresentou índices adequados de N.

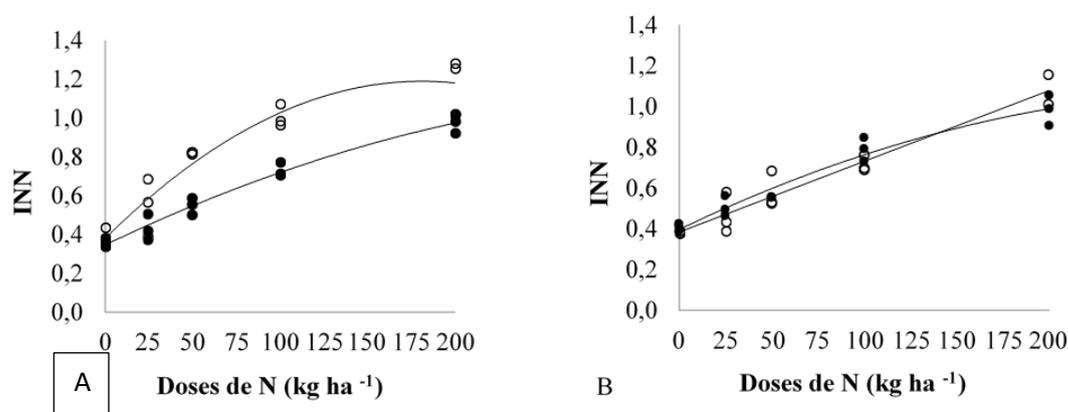


Figura 1. Índice de nutrição nitrogenada (INN) do azevém anual em função das doses e formas de aplicação do N no primeiro corte (A): Forma de aplicação: ○única: $y = 0,5189264 + 0,0052374x - 2,4652 \cdot 5x^2$; $R^2=0,92$; $P < 0,0001$; ●parcelada: $Y = 0,3798271 + 0,0034302x - 5,8587 \cdot 6x^2$; $R^2=0,97$; $P < 0,0001$ e no segundo corte (B): forma de aplicação: ○única: $y = 0,4366856 + 0,0033075x - 6,9896 \cdot 6x^2$; $R^2=0,95$; $P < 0,0001$; ●parcelada: $y = 0,3844682 + 0,0034697x$; $R^2=0,93$; $P < 0,0001$

Os resultados do INN indicam que doses de 100 kg/ha de N devem ser aplicados de forma única em pastagem de azevém anual, pois dessa forma a planta supre suas necessidades de N no início do ciclo. Baixos índices de INN no início do crescimento comprometem de forma irreversível a produção do azevém, mesmo que posteriormente o valor do INN aumente com a aplicação de N (OSAKI, 2000). Sartor et al. (2014), ressaltaram que a aplicação de N deve ser maior quando parcelada, no entanto, doses muito elevadas proporcionam um consumo de luxo de N, ou seja maior do que a planta precisa para seu máximo crescimento.

O reflexo do suprimento adequado de N no início do crescimento do azevém pode ser visualizado na Figura 2. Doses de 100 kg ha⁻¹ resultaram em produção de forragem de aproximadamente 4.300 kgMS ha⁻¹, quando aplicadas de forma única, e 3.600 kgMS ha⁻¹ para aplicação fracionada em três vezes. Esta maior produção de MS na dose única pode ser atribuída ao INN ótimo nessa dose no primeiro corte e, mesmo que no segundo corte tenha ficado abaixo do ótimo (Figura 1B), o suprimento adequado no início favoreceu a produção do azevém anual. Por outro lado, valores do INN acima do ótimo na dose única de 200 kg ha⁻¹ não refletiram em aumentos significativos na produção, obtendo-se apenas 323 kg de MS a mais do que a dose única de 100 kg ha⁻¹ de N (4.613 e 4.290 kgMS ha⁻¹ para fertilização de 200 e 100 kgN ha⁻¹, respectivamente).

A MF aumentou em função das doses na aplicação parcelada, coincidindo com os valores da aplicação única na dose de 200 kg ha⁻¹. Esse resultado evidencia que apenas quando a dose for alta (200 kg ha⁻¹) o parcelamento pode ser feito, pois desse modo, evita um excesso de N no solo, o que pode restringir a produção



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

(TAIZ; ZAIGER, 2009) e diminuir as perdas por lixiviação e volatilização. Porém, o efeito é variável em função das condições ambientais e de solo, forma da aplicação e método de aplicação (ALVIM; MOOJEN, 1984). Pellegrini et al. (2010) avaliando doses de N em aplicação única em azevém anual, observaram que doses de até 225 kg ha⁻¹ proporcionaram um aumento linear na produção de massa.

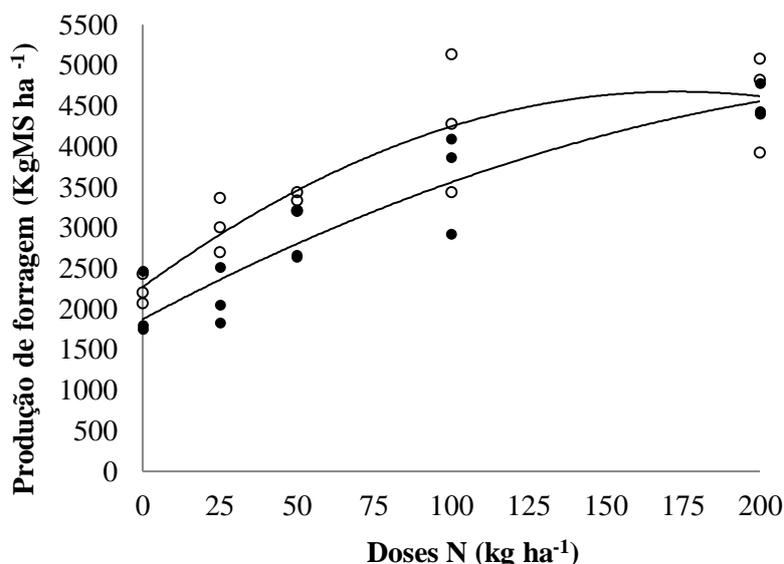


Figura 2. Produção de forragem de azevém anual em função das doses e formas de aplicação de nitrogênio. ○Aplicação única: $Y = 2719,7808 + 15,762885x - 0,0802528x^2$; $R^2 = 0,81$; $P < 0,0001$; ●Parcelada: $y = 2065,8529 + 15,144605x - 0,0344463x^2$; $R^2 = 0,88$; $P < 0,0001$.

Houve relação linear ($R^2=0,88$; $P < 0,0001$) entre a concentração de N na última folha completamente expandida (Nup) e o INN (Figura 3), evidenciando que a metodologia possui grande potencial para diagnosticar o status nitrogenado do azevém anual. Farruggia et al. (2004), também encontraram ajuste linear com R^2 (0,80) entre o índice de nutrição nitrogenada e a concentração de N na folha completamente expandida de azevém perene. Desse modo, a técnica ajuda no manejo da fertilização nitrogenada na pastagem, uma vez que, determinado o INN, valores próximos a 1,0 podem levar a suprimir, diminuir ou até adiar a aplicação, e valores menores que 1,0 podem levar a antecipar a aplicação ou até aumentar a dose (LEMAIRE et al., 2008) Nesse caso, a fertilização por meio do status nitrogenado, possibilita o fornecimento de quantidades de N suficientes durante o período vegetativo garantindo o potencial de crescimento da pastagem (SKONIESKI et al., 2012).



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

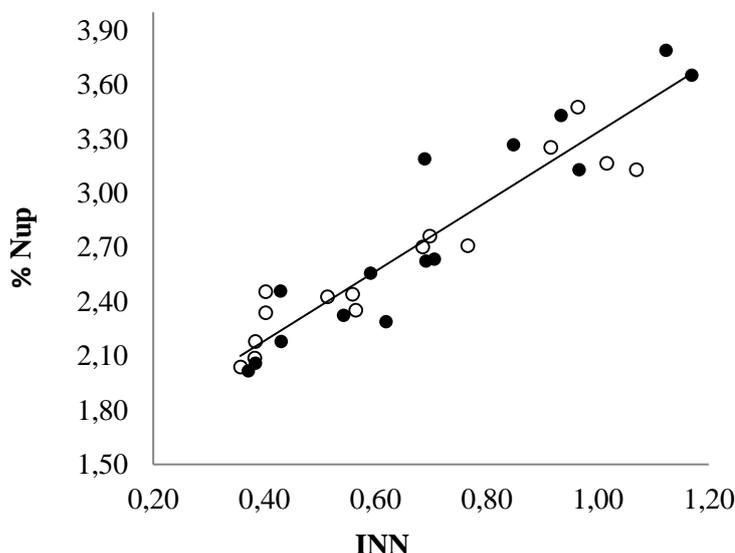


Figura 3. Relações entre o índice de nutrição nitrogenado (INN) e percentual de N na última folha completamente expandida (Nup) de azevém anual. ● Aplicação parcelada ou aplicação única de N (○). $Nup = 1,414 + 1,921x$; $R^2 = 0,88$; $P < 0,0001$.

Segundo Faruggia et al. (2004), a técnica do índice de nutrição nitrogenada pode apresentar algumas restrições como em pastagens mistas, pois seria difícil mensurar a proporção de cada espécie, dificultando a coleta de folhas em diferentes espécies. Outra restrição seria a estrutura do pasto em pastoreio contínuo, onde a relação folha: colmo é modificada. Para superar este último limitante, seria necessário um controle de taxas de lotação, onde o uso de menores intensidades de pastejo proporcionariam mais folhas jovens para amostragem. Américo (2017) avaliou em seu experimento as espécies forrageiras *Arrhenantherum elatius*, *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*, conhecidas como aveia perene, dactilis e festuca, respectivamente, com o objetivo de determinar o INN de cada espécie nos pastos cultivados puros ou consorciados. Por meio da regressão linear entre o INN e o Nup para cada espécie cultivada pura, foi possível calcular o INN das espécies em consórcio por meio do teor de Nup de cada espécie pura, indicando assim, ser possível aplicar o método para pastos cultivados consorciados também.

A utilização do Nup como ferramenta para determinação do status nitrogenado em azevém é vantajosa, pois possui maior uso prático, possibilitando avaliá-lo em todo o período de crescimento da pastagem, podendo evitar excessos, perdas e possíveis contaminações ambientais.

A literatura reporta ganhos nos índices zootécnicos quando se utiliza adequadamente a fertilização nitrogenada em pastagens de clima temperado ou tropical. Quatrin et al. (2015) ao avaliarem três níveis de



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

adubação nitrogenada (50; 100 e 150 Kg ha⁻¹ de N) em pastos de azevém anual, concluíram que adubação nitrogenada de 100 kg/ha é a dose mais eficiente para produção de massa seca de forragem, proporciona maior carga animal instantânea e maior taxa de crescimento da pastagem de azevém. Avaliando gramíneas forrageiras tropicais (*Panicum maximum* cvs. tanzânia e mombaça, e *Brachiaria* sp. cv. mulato) e quatro doses de N (0; 40; 80 e 160 kg ha⁻¹), Castagnara et al. (2011) verificaram que a altura do dossel forrageiro respondeu de forma quadrática ($p < 0,01$) à adubação nitrogenada, com a altura máxima na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, além disso, a aplicação de fertilização nitrogenada contribuiu para a elevação do valor nutricional da forragem produzida.

Desta forma, a melhoria nos índices produtivos e maior rentabilidade ao produtor sejam na pecuária de corte, leiteira ou ovinocultura, em sistemas pastoris passam necessariamente pelo uso e manejo adequados da adubação nitrogenada.

Conclusões

Aplicações parceladas de N com doses inferiores a 100 kg de N/ha não propiciam adequada nutrição nitrogenada de pastagens de azevém e comprometem a produtividade forrageira.

A concentração de N na última folha completamente expandida é um método viável para determinar o status nitrogenado do azevém e com potencial para indicar o momento e dose adequada de adubação nitrogenada.

Referências

ALI, A. M.; THIND, H. S.; SHARMA, S.; SINGH, V. Prediction of dry direct-seeded rice yields using Chlorophyll meter, leaf color chart and greenseeker optical sensor in northwestern India. **Field Crops Research**, v.161, p.11-15, 2014.

AMÉRICO, L. F. Índice de nutrição nitrogenada em pastos perenes de inverno cultivados puros ou em consórcio. Lages: UDESC, 2017, 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –Programa de Pós Graduação em Ciência Animal. Universidade do Estado de Santa Catarina.

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 Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.243-253, 1984.

BARTHAM, G.T.. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: The Hill Farming Research Organization/Biennial Report. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29–30.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; DEMINICIS, B. B.; BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n. 232, p.931-942, 2011.

DEBAEKE, P.; ROUET, P.; JUSTES, E. Relationship between the normalized SPAD index and the NNI: application to durum wheat. **Journal of Plant Nutrition**, v.29, p.75–92, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2013. 353p.

FARRUGGIA, A.; GASTAL, F.; SCHOLEFIELD, D. Assessment of the nitrogen status of grassland. **Grass and Forage Science**, v.59, p.113-120, 2004.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V, V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, v.58, p.209-216, 1999.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plants canopies. In: LEMAIRES, G. (Ed.). **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops**: Heidelberg, Germany: Spriger-Verlag, 1997. P. 3-43.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M. H.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage Theory and practices for crop N management. **European Journal of Agronomy**, v.28, p.614–624, 2008.

OSAKI, F. **Índice de nutrição nitrogenada na cultura de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) para a região metropolitana de Curitiba**. Londrina: IAPAR, 2000. 18p. (Boletim Técnico, 62).

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRINI, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1894-1904, 2010.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253195-204>

PENG, S.; GARCIA, F.V.; LAZA, R. C.; SANICO, A. L.; VISPERAS, R. M.; CASSMAN, K. G. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. **Field Crops Research**, v.47, p.243–252, 1996.

QUATRIN, M. P.; OLIVO, C.J.; AGNOLIN, C.A.; et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. **Boletim de Indústria Animal**, v.72 n.1 p.21-26, 2015.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B.; LUPATINI, C. L.; FILHO, D. C. A.; 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, p.357-364, 2000.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. Produtividade Animal e Retorno Econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.85-93, 2000.

SARTOR, L. R.; ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F.; ASSMANN, A.L.; ORTIZ, S. Assessment of the nutritional status of grassland: nitrogen nutrition index. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 35, p.449-456, 2014.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; PCRUZ, P.; NORBERG, J. L.; BERMUDEZ, R. F.; GABBI, A. M. Dynamics of nitrogen concentration on intercropped ryegrass. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.34, p.1-6, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e de outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TONETTO, C. J.; MÜLLER, L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; BANDEIRA, A. H.; MORAIS, K. P.; LEAL, L.T.; MITTELMANN, A.; DOURADO NETO, D. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Zootecnia Tropical**, v.29, p.169-178, 2011.