

Índice de nutrição nitrogenada em pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima

Newton de Lucena Costa^{1*}, Vicente Gianluppi², Anibal de Moraes³, Paulo César Faccio de Carvalho⁴, João Avelar Magalhães⁵

¹Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima.

²Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima.

³Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Professor Adjunto, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre

⁵Méd. Veterinário, D.Sc., Embrapa Meio Norte, Parnaíba, Piauí

*Autor para correspondência, E-mail: newton.lucena-costa@embrapa.br

RESUMO. O efeito de níveis de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha⁻¹) sobre a produtividade de forragem e o índice de nutrição nitrogenada (INN) em pastagens de *Trachypogon plumosus* foi avaliado em condições de campo. A adubação nitrogenada afetou quadraticamente os rendimentos de forragem da gramínea e seus teores de nitrogênio, sendo os máximos valores estimados com a aplicação de 154,6 e 102,1 kg de N ha⁻¹, respectivamente. O nível crítico de N foi reduzido com o aumento da produtividade de forragem. O INN, para todos os níveis de N avaliados, foi insuficiente para suprir o nível crítico de N da gramínea. Os níveis críticos de N, a eficiência de utilização e sua recuperação aparente foram inversamente proporcionais às doses de N aplicadas.

Palavras chave: Eficiência de utilização de nitrogênio, recuperação aparente de nitrogênio, matéria seca

Nitrogen nutrition index of Trachypogon plumosus pastures in Roraima's savannas

ABSTRACT. The effect of nitrogen levels (0, 40, 80, 120, 160, and 200 kg of N ha⁻¹) on the forage yield and nitrogen nutrition index (NNI) of pastures of *Trachypogon plumosus* was evaluated under field conditions. Nitrogen fertilization quadratically affected grass forage yields and its nitrogen content, and the maximum values were estimated by the application of 154.6 and 102.1 kg N ha⁻¹, respectively. The critical level of N was reduced with increased grass forage yield. The NNI, for all levels of N evaluated, was insufficient to supply the critical level of N of the grass. The NNI, efficiency of utilization and apparent N recovery were inversely proportional to the increased N levels.

Keywords: Dry matter, N-efficiency utilization, N-apparent recovery

Índice de nutrición nitrogenada en pasturas de Trachypogon plumosus en las sabanas de Roraima

RESUMEN. El efecto de niveles de nitrógeno (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg de N ha⁻¹) sobre la productividad de forraje y el índice de nutrición nitrogenada (INN) en pastos de *Trachypogon plumosus* se evaluó en condiciones de campo. La fertilización nitrogenada afectó cuadráticamente los rendimientos de forraje de la gramínea y sus contenidos de nitrógeno, siendo los valores máximos estimados con la aplicación de 154,6 y 102,1 kg de N ha⁻¹, respectivamente. El nivel crítico de N se redujo con el aumento de la productividad

del forraje. El INN, para todos los niveles de N evaluados, fue insuficiente para suplir el nivel crítico de N de la gramínea. Los niveles críticos de N, la eficiencia de uso y su recuperación aparente fueron inversamente proporcionales a las dosis de N aplicadas.

Palabras clave: N-eficiencia de uso, N-recuperación aparente, materia seca

Introdução

Em Roraima, as pastagens nativas representam importante recurso forrageiro para a alimentação dos bovinos. O fogo é prática comumente utilizada no manejo das pastagens nativas, pois apresenta baixo custo e fácil aplicação e sua principal finalidade é a eliminação da biomassa seca acumulada e não consumida pelos animais durante o período de estiagem, proporcionando uma rebrota mais tenra, palatável e de melhor valor nutritivo. A queima incorpora todos os nutrientes não voláteis da biomassa, o que implica em aumento do pH e da fertilidade do solo, favorecendo o crescimento das pastagens. No entanto, a alta fertilidade é temporária, pois cerca de 97% do nitrogênio (N), 61% do fósforo (P), 76% do potássio (K) e 65% do cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são transferidos para a atmosfera e apenas 21 a 34% do Mg, Ca, K e P e, 0,2% do N remanescem no solo sob a forma de cinzas ([Hernández-Valencia and López-Hernández, 2002](#)). O N pode ser perdido por lixiviação, volatilização ou imobilização, processo que torna o nutriente indisponível à planta e sua deficiência tem sido apontada como uma das principais causas para a baixa produtividade biológica primária das pastagens nativas ([Braga, 1998](#), [Costa et al., 2013](#)).

As pastagens nativas, formadas quase que exclusivamente por gramíneas, necessitam de uma fonte para a reposição do N (química ou biológica), com o objetivo de manter a sua produção de forragem e assegurar a obtenção de índices zootécnicos satisfatórios ([Gianluppi et al., 2001](#), [Costa et al., 2009](#)). O N pode estar presente na planta na forma estrutural ou metabólica e é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência das gramíneas forrageiras, sendo constituinte das proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofila que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal.

O melhoramento das pastagens nativas através da aplicação de fertilizantes nitrogenados pode ser inviável devido a seus altos custos, tornando-se necessário assegurar sua máxima eficiência, através da determinação das doses mais adequadas para o estabelecimento e manutenção das

pastagens. Para a avaliação da condição nitrogenada de gramíneas foram desenvolvidos modelos para sustentar o conceito de percentagem crítica de nitrogênio nas culturas. O índice de nutrição nitrogenada (INN) vem sendo recomendado como uma valiosa ferramenta na avaliação da condição nitrogenada de gramíneas, pois a adubação nitrogenada baseada apenas na análise de solo pode resultar em situações de deficiência ou de consumo de luxo ([Bobato, 2006](#); [Lemaire et al., 2008](#)). O primeiro resulta em perdas de produtividade e o segundo, além de decréscimos no rendimento de forragem pode refletir em maior custo de produção e, potencialmente, contribuir para a contaminação ambiental resultante do acúmulo de nitrato ao longo do perfil do solo e a poluição das águas subterrâneas ([Lemaire and Meynard, 1997](#)).

A quantidade de N absorvida pelas plantas não é regulada apenas por sua disponibilidade no solo, mas também pela taxa de crescimento e acúmulo de biomassa da cultura ([Lemaire and Meynard, 1997](#), [Gastal and Lemaire, 2002](#)). A partir do modelo da diluição do N pode-se calcular o índice de nutrição nitrogenada (INN), pela diferença entre a percentagem de N encontrada pela análise do tecido vegetal e a percentagem de N crítico na biomassa, indicando o status nutricional da planta, pois a percentagem crítica de N representa a concentração mínima de N necessária para obtenção da máxima taxa de crescimento da cultura ([Lemaire and Gastal, 1997](#), [Lemaire et al., 2015](#)). O processo de diluição da concentração de N na planta é decorrência de dois fatores: 1. Diluição em função do maior acúmulo de biomassa e, 2. Alocação preferencial de N para a formação de tecidos estruturais sem função fotossintetizante (colmos). No primeiro caso, a concentração de N na planta é uma função potencial negativa relacionada ao maior acúmulo de biomassa, notadamente durante o período vegetativo. O efeito de diluição poderá ser acentuado com baixa disponibilidade de N no solo, o qual não suprirá satisfatoriamente os requerimentos nutricionais da planta. No segundo caso, quando há competição entre plantas, um dos mecanismos para aumentar a interceptação da radiação incidente é o aumento da estatura da planta, a qual deve investir N para a produção de

colmos, acentuando o efeito de diluição do N, pois estas estruturas não possuem capacidade de realizar fotossíntese e, geralmente apresentam baixa concentração de N ([Plénet and Lemaire, 1999](#), [Gastal and Lemaire, 2002](#), [Lemaire et al., 2008](#)).

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados predomina *Trachypogon plumosus*, gramínea de ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas pilosas, a qual pode constituir entre 80 e 90% da composição botânica das pastagens nativas de Roraima. A gramínea apresenta características morfológicas e fisiológicas que lhe conferem excelente adaptação aos solos de baixa fertilidade natural, notadamente durante o período seco, assegurando índices satisfatórios de crescimento em decorrência das altas taxas de fotossíntese líquida e da eficiência de utilização da água, contudo apresenta responsividade à melhoria do ambiente de produção, notadamente por meio da fertilização nitrogenada ([Baruch and Bilbao, 1999](#), [Baruch et al., 2004](#)).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e sua relação com índice de nutrição nitrogenada de *Trachypogon plumosus*, nos cerrados de Roraima.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, em uma pastagem nativa em que a gramínea *Trachypogon plumosus* representava 95% de sua composição botânica, durante o período de maio a setembro de 2014, o qual correspondeu a uma precipitação acumulada de 865,4 mm e temperatura média mensal de 24,86°C. O clima da região, segundo a classificação de [Köppen and Geiger \(1928\)](#) é Aw, caracterizado por períodos seco e chuvoso bem definidos, com aproximadamente seis meses cada um. A precipitação média anual é de 1.600 mm, sendo que 80% ocorrem nos seis meses do período chuvoso (abril a setembro). O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $pH_{H_2O} = 4,9$; $P = 1,9$ mg/kg; $Ca + Mg = 0,98$ $cmol_c.dm^{-3}$; $K = 0,03$ $cmol_c.dm^{-3}$; $Al = 0,59$ $cmol_c.dm^{-3}$; $H + Al = 2,61$ $cmol_c.dm^{-3}$ e $SB = 1,01$ $cmol_c.dm^{-3}$.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos

consistiram de seis níveis de N (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1}), aplicados sob a forma de ureia. As parcelas mediam 2,0 x 3,0 m com área útil de 2,0 m². A aplicação do N foi parcelada em duas vezes, sendo metade quando da roçagem da pastagem, ao início do experimento, e metade decorridos 45 dias. Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 45 dias.

Os rendimentos de matéria seca verde (MSV) foram estimados através de cortes mecânicos, realizados a uma altura de 20 cm acima do solo. O material colhido foi pesado e colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) foi determinada relacionando-se o rendimento de MSV com a dose de N aplicada. Os teores de N foram determinados pelo método micro-Kjeldahl. A recuperação aparente de nitrogênio (RAN) foi calculada pela fórmula: $N_{Rec.} = 100 \times N$ extraído pelas plantas fertilizadas - N extraído pelas plantas não fertilizadas ÷ dose de N aplicada. O nível crítico de nitrogênio (NCN) foi determinado pela metodologia proposta por [Lemaire et al. \(1984a\)](#), [Lemaire et al. \(1984b\)](#), para gramíneas C₄, pela fórmula: $NCN = 3,6.MS^{(0,34)}$, o qual estima a curva de diluição do N, em função do acúmulo de MSV. O índice de nutrição nitrogenada (INN) foi obtido pela razão entre o teor de N na MSV e o NCN, sendo considerado satisfatório quando o resultado é igual ou superior a 1,0 ([Lemaire and Gastal, 1997](#)).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade. Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados aos níveis de nitrogênio, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os rendimentos de MSV da gramínea foram afetados ($P < 0,05$) pela adubação nitrogenada, sendo a relação quadrática ($Y = 1.474 + 26,0065 X - 0,0841 X^2$; $R^2 = 0,98$) e a dose de máxima eficiência técnica estimada em 154,6 kg de N ha^{-1} (3.483 kg de MSV ha^{-1}) (Tabela 1). [Rippstein et al. \(2001\)](#) para *Trachypogon vestitus*, gramínea nativa dos cerrados da Colômbia e [Cunha et al. \(2001\)](#), em pastagens nativas do Rio Grande do Sul, reportaram efeitos lineares da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de forragem com a

aplicação de até 150 e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. A adubação nitrogenada ao reduzir a respiração de manutenção e estimular a de crescimento - diretamente proporcional ao conteúdo proteico da planta e responsável pela produção de novos compostos orgânicos - contribui positivamente para maior acúmulo de biomassa (Plénet and Lemaire, 1999, Gastal et al., 2010, Lemaire et al., 2015). A aplicação de N estimula o desenvolvimento dos primórdios foliares, diminui o intervalo de tempo para o aparecimento de folhas, redução da senescência foliar, promoção do perfilhamento e produção de lâminas foliares, as quais proporcionam maiores taxas fotossintéticas das plantas e o maior fornecimento de fotoassimilados para os tecidos em crescimento (Paciullo et al., 1998, Lemaire et al., 2008, Teixeira et al., 2011).

A EUN ($Y = 66,844 - 0,2777 X$; $r^2 = 0,91$) e a RAN ($Y = 76,39 - 0,2603 X$; $r^2 = 0,87$) foram inversamente proporcionais às doses de N avaliadas (Tabela 2). Tendências semelhantes foram constatadas por Siewerdt et al. (1995) para pastagens de *Paspalum* spp. (28,8; 21,7 e 17,1 kg de MS kg⁻¹ de N e 45,6; 41,2 e 36,8%, respectivamente para 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹). Os valores registrados neste trabalho foram superiores aos reportados por Lajús et al. (1996) em pastagens nativas do Rio Grande do Sul (20,2 e 18,6 kg de MS kg⁻¹ de N e 17 e 16%, respectivamente para 100 e 200 kg de N ha⁻¹). Townsend (2008) avaliando os efeitos da adubação nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) em *Paspalum notatum* cv. André da Rocha constatou máxima produção de forragem com a aplicação de 239 kg de N ha⁻¹, contudo, as maiores EUN foram atingidas sob níveis de fertilização entre 80 e 160 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Primavesi et al. (2004) verificaram que a RAN de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross foi inversamente proporcional às doses de N, contudo os maiores valores foram obtidos com a utilização de nitrato de amônio (75; 68 e 45%), comparativamente à ureia (52; 46 e 37%), respectivamente para 50, 100 e 200 kg de N ha⁻¹. A EUN e a RAN são afetadas pela espécie forrageira, estágio de desenvolvimento das plantas, doses aplicadas e seu fracionamento, frequência de utilização das pastagens, fatores ambientais e fertilidade do solo. Reduções na EUN e RAN podem estar associadas a perdas de N por lixiviação, volatilização de NH₃ e desnitrificação, notadamente com a utilização de elevadas doses de N e sob condições de alta umidade do solo (Magalhães et al., 2012).

Os teores de N responderam de forma quadrática à adubação nitrogenada ($Y = 12,43 + 0,1246 X - 0,00061 X^2$; $R^2 = 0,93$) e o máximo valor foi estimado com a aplicação de 102,1 kg de N ha⁻¹ (21,137 g kg⁻¹) (Tabela 1). Os teores de N, independentemente dos níveis de adubação nitrogenada avaliados, foram inferiores ao sugerido por Jeuffroy et al. (2002) como adequado para a manutenção da capacidade de fixação de carbono e, conseqüentemente da produtividade biológica primária da gramínea (30 g kg⁻¹). Considerando-se que teores de N inferiores a 11,2 g kg⁻¹ são limitantes para adequada fermentação ruminal, implicando em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo (Minson and Milford, 1967), a gramínea atenderia, satisfatoriamente, aos requerimentos mínimos dos ruminantes, independentemente do nível de adubação nitrogenada.

A relação entre MSV e teor de N foi ajustada ao modelo exponencial de regressão ($Y = 8,645.e^{(0,00031 \times)}$ - $R^2 = 0,95$), evidenciando o efeito de diluição de seus teores, em função do maior acúmulo de MSV com o aumento dos níveis de adubação nitrogenada. Para Gastal and Lemaire (2002) este comportamento decorre da maior proporção de material estrutural e de reservas com o crescimento da planta, os quais contêm baixas concentrações de N, além da não uniformidade da distribuição do N entre as folhas em função do nível de radiação solar recebida no interior do dossel.

Os teores de N, para todas as doses avaliadas, ficaram abaixo do nível crítico proposto por Lemaire et al. (1984a), Lemaire et al. (1984b), implicando em INN insuficiente para atender ao requerimento da gramínea por N, pois a razão entre o teor de N na MSV e o NCN foi inferior a 1,0 (Tabela 1). A absorção de N pode ter sido reduzida pela baixa disponibilidade de P, a qual limita o suprimento de energia para a fase fotoquímica da fotossíntese e, posteriormente os processos de carboxilação do CO₂ (Barger et al., 2002, Gastal and Lemaire, 2002). Em pastagens de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), o NCN foi plenamente atendido apenas com a aplicação de 200 kg N ha⁻¹ (INN = 2,53), pois dose inferior (100 kg N ha⁻¹ → INN = 0,77) ou superiores (300 kg N ha⁻¹ → INN = 0,88) e 400 kg N ha⁻¹ → INN = 0,98) foram insuficientes para suprir o NCN da gramínea (Osaki, 2000). Barro et al. (2012), em pastagens de *Paspalum regnellii*, fertilizadas com 100 kg de N ha⁻¹ ano e submetidas a três níveis de

sombreamento, o NCN da gramínea foi atingido apenas no nível de 80% de sombreamento (1,01), comparativamente a 50% (0,79) ou a pleno sol

(0,75), sendo tal comportamento atribuído ao menor acúmulo de MSV da gramínea com o aumento do nível de sombreamento.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN - kg MSV/kg de N), recuperação aparente de nitrogênio (RAN - %), teor de nitrogênio (g kg⁻¹), nível crítico de nitrogênio (NCN - g kg⁻¹)¹ e índice de nutrição nitrogenada (INN - teor de N/NCN) de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada

Doses de N (kg ha ⁻¹)	MSV	EUN	RAN	Teor de N	NCN	INN
0	1.378	---	---	12,18	32,31	0,38
40	2.581	70,22	64,53	17,38	26,10	0,67
80	2.998	50,31	37,48	19,03	24,82	0,77
120	3.205	43,90	26,71	21,67	24,20	0,89
160	3.579	36,24	22,37	20,89	23,33	0,90
200	3.309	25,19	16,55	20,31	24,05	0,85

1. N_{crítico} de nitrogênio = 3,6.MS^(-0,34)

Conclusões

A adubação nitrogenada afeta positivamente o rendimento de forragem e os teores de N da gramínea.

A eficiência de utilização e a recuperação aparente de N são inversamente proporcionais às doses de N aplicadas.

O nível crítico de N é reduzido com o aumento da produtividade de forragem.

O índice de nutrição nitrogenada, para todos os níveis de N avaliados, é insuficiente para suprir o nível crítico de N da gramínea.

Referências Bibliográficas

- Barger, N. N., D'Antonio, C. M., Ghneim, T., Brink, K. & Cuevas, E. 2002. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. *Biotropica*, 34, 493-501.
- Barro, R. S., Varella, A. C., Lemaire, G., Medeiros, R. B., Saibro, J. C., Nabinger, C., Bangel, F. V. & Carassai, I. J. 2012. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 1589-1597.
- Baruch, Z. & Bilbao, B. 1999. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C₄ grasses in a Neotropical savanna. *Oecologia*, 119, 510-520.
- Baruch, Z., Nassar, J. M. & Bubis, J. 2004. Quantitative trait, genetic, environmental, and geographical distances among populations of the C₄ grass *Trachypogon plumosus* in Neotropical savannas. *Diversity and Distributions*, 10, 283-292.
- Bobato, A. 2006. *Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 76p.
- Braga, R. M. 1998. *A Agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimentos*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 65p. (Documentos, 1).
- Costa, N. L., Gianluppi, V., Braga, R. M. & Bendahan, A. B. 2009. *Alternativas tecnológicas para a pecuária de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 35p. (Documentos, 19).
- Costa, N. L., Moraes, A., Carvalho, P. C. F., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V. & Oliveira, R. A. 2013. Composição e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* sob adubação e idades de rebrota. *Archivos de Zootecnia*, 62, 227-238.
- Cunha, M. K., Siewerdt, L., Silveira Jr, P. & Siewerdt, F. 2001. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 651-658.
- Gastal, F., Dawson, L. A. & Thornton, B. 2010. Responses of plant traits of four grasses from contrasting habitats to defoliation and N supply. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88, 245-258.
- Gastal, F. & Lemaire, G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and

- ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53, 789-799.
- Gianluppi, D., Gianluppi, V. & Smiderle, O. 2001. *Produção de pastagens nos cerrados de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 4p. (Comunicado Técnico, 14).
- Hernández-Valencia, I. & López-Hernández, D. 2002. Pérdida de nutrientes por la quema de la vegetación en una sabana de *Trachypogon*. *Revista de Biología Tropical*, 50, 1013-1019.
- Jeuffroy, M. H., Ney, B. & Ourry, A. 2002. Integrated physiological and agronomic modelling of N capture and use within the plant. *Journal of Experimental Botany*, 53, 809-823.
- Köppen, W. & Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. *Wall-map 150cmx200cm*.
- Lajús, C. A., Siewerdt, L. & Siewerdt, F. 1996. Campo natural de Planossolo: efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca, proteína bruta, teor e extração de macrominerais. *Current Agricultural Science and Technology*, 2, 45-50.
- Lemaire, G. & Gastal, F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In: Lemaire, G. (Ed.) *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Springer. p.3-43.
- Lemaire, G., Gastal, F., Durand, J. L. & Louarn, G. 2015. Quantifying crop responses to nitrogen and avenues to improve nitrogen-use efficiency. In: Sadras, V. O. & Calderini, D. F. (Eds.) *Crop physiology-applications for genetic improvement and agronomy*. Academic, Elsevier, Adelaide. p.161-206.
- Lemaire, G., Jeuffroy, M. H. & Gastal, F. 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*, 28, 614-624.
- Lemaire, G. & Meynard, J. M. 1997. Use of the nitrogen nutrition index for the analysis of agronomical data. In: Lemaire, G. (Ed.) *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Springer. p.45-55.
- Lemaire, G., Salette, J., Sigogne, M. & Terrasson, J. P. 1984a. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I.-Etude de l'effet du milieu. *Agronomie*, 4, 423-430.
- Lemaire, G., Salette, J., Sigogne, M. & Terrasson, J. P. 1984b. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. II.-Etude de la variabilité entre génotypes. *Agronomie*, 4, 431-436.
- Magalhães, J. A., Carneiro, M. S. S., Andrade, A. C., Pereira, E. S., Souto, J. S., Pinto, M. D. C., Rodrigues, B. H. N., Costa, N. L. & Mochel Filho, W. J. E. 2012. Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-andropogon sob irrigação e adubação. *Archivos de Zootecnia*, 61, 577-588.
- Minson, D. J. & Milford, R. 1967. Intake and crude protein content of mature *Digitaria decumbens* and *Medicago sativa*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 7, 546-551.
- Osaki, F. 2000. *Índice de nutrição nitrogenada na cultura de azevém (Lolium multiflorum Lam.) para a região metropolitana de Curitiba*. Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina. 18p. (Boletim Técnico, 62).
- Paciullo, D. S. C., Gomide, J. A. & Ribeiro, K. G. 1998. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27, 1069-1075.
- Plénet, D. & Lemaire, G. 1999. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant and Soil*, 216, 65-82.
- Primavesi, A. C., Primavesi, O., Corrêa, L. A., Cantarella, H., Silva, A., Freitas, A. & Vivaldi, L. J. 2004. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 68-78.
- Rippstein, G., Escobar, G. & Motta, F. M. 2001. *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. CIAT, Bogotá. 302p.
- Siewerdt, L., Nunes, A. & Junior, P. S. 1995. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. *Current Agricultural Science and Technology*, 1, 157-162.
- Teixeira, F. A., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Silva, F., Rosa, R. & Nascimento, P. V. N. 2011. Diferimento de pastos de *Brachiaria*

decumbens adubados com nitrogênio no início e no final do período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1480-1488.

Townsend, C. R. 2008. *Características produtivas de gramíneas nativas do gênero Paspalum, em resposta à disponibilidade de nitrogênio*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 254p.

Article History:

Received 05 May 2017

Accepted 30 May 2017

Available on line 17 July 2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited