

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a200.1-6>

Produtividade de forragem e micorrização de pastagens de *Trachypogon plumosus* sob adubação fosfatada

Newton de Lucena Costa^{1*}, Valdinei Tadeu Paulino², Vicente Gianluppi³, Amaury Burlamaqui Bendahan¹, João Avelar Magalhães⁴

¹Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

²Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP.

³Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

⁴Med. Veterinário, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI.

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

RESUMO. O efeito de níveis de fósforo (0, 30, 60, 90 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) sobre a produção de forragem e a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em pastagens de *Trachypogon plumosus* foi avaliado em condições de campo nos cerrados de Roraima. A adubação fosfatada afetou positiva e significativamente (P<0,05) a produção de matéria seca verde (MS), as concentrações e a extração de fósforo (P), contudo reduziu linearmente o número de esporos e as taxas de colonização das raízes por FMA. Os máximos rendimentos de MSV, concentrações e extração de fósforo foram obtidos com a aplicação de 91,8; 76,7 e 82,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. A eficiência de utilização de P foi inversamente proporcional às doses de P aplicadas.

Palavras chave: colonização micorrízica, composição química, matéria seca verde

Forage productivity and mycorrhization of *Trachypogon plumosus* pastures under phosphate fertilization

ABSTRACT. The effect of phosphate fertilization (0, 30, 60, 90 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) on green dry matter (GDM) yield and the occurrence of arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) of *Trachypogon plumosus* pastures was evaluated under field conditions of Roraima's savannas. Phosphate fertilization positively and significantly (P<0.05) affected GDM, phosphorus concentrations and extraction, but linearly reduced spore numbers and root colonization rates by AMF. Maximum GDM yields, phosphorus concentrations and uptake were obtained with the application of 91.8; 76.7 and 82.6 kg of P₂O₅ ha⁻¹, respectively. The phosphorus efficiency utilization was inversely proportional to the phosphorus rates applied.

Keywords: chemical composition, green dry matter, mycorrhizal colonization

Productividad de forraje y micorrización de pastos de *Trachypogon plumosus* bajo fertilización fosfatada

RESUMEN. El efecto de niveles de fertilización fosfatada (0, 30, 60, 90 y 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) sobre el rendimiento de materia seca verde (MSV) y la ocurrencia de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en pasturas de *Trachypogon plumosus*, fue evaluado bajo condiciones de campo en las sabanas de Roraima. La fertilización fosfatada afectó positiva y significativamente (P<0,05) la producción de MSV, las concentraciones y la extracción de fósforo, sin embargo, redujo linealmente el número de esporas y las tasas de colonización de las raíces por HMA. Los máximos rendimientos de MSV, concentraciones

y extracción de fósforo se obtuvieron con la aplicación de 91,8; 76,7 y 82,6 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. La eficiencia de utilización de fósforo fue inversamente proporcional a las dosis aplicadas.

Palabras clave: composición química, materia seca verde, colonización micorrízica

Introdução

Em Roraima, a pecuária bovina é uma das principais atividades econômicas e as pastagens nativas constituem importante suporte forrageiro para a alimentação dos rebanhos. A baixa fertilidade natural e elevada acidez dos solos sob vegetação de cerrados são fatores que limitam a produtividade e persistência das pastagens nativas, implicando em fraco desempenho zootécnico dos rebanhos (Costa et al., 2009). Ensaios exploratórios de fertilidade do solo realizados em Roraima constataram que o fósforo (P) foi o nutriente mais limitante ao crescimento das pastagens nativas, reduzindo significativamente os rendimentos e a qualidade de sua forragem (Barger et al., 2002; Costa et al., 2009). O P desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas, sendo indispensável à fotossíntese, síntese e degradação dos carboidratos, além de participar ativamente da respiração celular, influenciando o armazenamento, transporte e utilização da energia produzida no processo fotossintético (Lemaire & Chapman, 1996; Berbara et al., 2006).

Considerando-se o alto custo unitário dos fertilizantes fosfatados e sua importância na composição dos custos de produção dos sistemas pecuários, torna-se necessário assegurar sua máxima eficiência, através da determinação das doses mais adequadas para o estabelecimento e a manutenção das pastagens. Nabinger & Carvalho (2009) recomendam a aplicação de níveis moderados de fertilizantes em pastagens nativas, de modo a favorecer a manutenção e produtividade das espécies com maior interesse forrageiro, evitando o aparecimento e proliferação de espécies oportunistas, beneficiadas momentaneamente pela melhoria do ambiente de produção e que não apresentam, no longo prazo, adaptação às condições edafoclimáticas do ecossistema pastoril.

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados, predomina *Trachypogon plumosus* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Nees, gramínea perene, que apresenta hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas densamente pilosas. As informações sobre

o potencial produtivo da gramínea e sua resposta à melhoria das condições ambientais são escassas, notadamente quanto à correção da fertilidade do solo, visando à proposição de práticas de manejo sustentáveis (Sarmiento et al., 2006; Costa et al., 2012).

Em solos com baixos teores de P, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) desempenham relevante papel em sua solubilização e disponibilização para as plantas. Os FMA são associações simbióticas mutualísticas entre as raízes da maioria das espécies vegetais superiores e certos fungos do solo, e são caracterizadas pelo íntimo contato entre os simbiontes, pela perfeita integração funcional, além da troca simultânea de metabólitos e nutrientes. Além de aumentar a absorção de P, a níveis adequados (Baylis, 1975; Noda, 2009), a colonização micorrízica comumente resulta em maior crescimento da planta hospedeira e na redução nas relações entre o peso seco da raiz e o da parte aérea (Berbara et al., 2006).

A colonização das raízes por FMA resulta em modificações na fisiologia, bioquímica e nutrição mineral da planta hospedeira, especialmente no favorecimento da absorção, translocação e utilização de nutrientes e água. Em geral, os efeitos dos FMA sobre o crescimento das plantas se manifestam pela atuação de um ou vários mecanismos, tais como: aumento da superfície de absorção de nutrientes; maior longevidade das raízes absorventes; melhor utilização de formas de nutrientes pouco disponíveis para as plantas não colonizadas; alterações na relação água-solo-planta; redução de efeitos adversos do pH, toxidez de alumínio e aumento na produção de fitohormônios (Lopes et al., 1983; Zambolim & Siqueira, 1985; Berbara et al., 2006).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação fosfatada sobre a produtividade de forragem e a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em pastagens de *Trachypogon plumosus*, nos cerrados de Roraima.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, durante o período de maio de 2013 a novembro de 2014. O solo da área experimental é

um Latossolo Amarelo, textura média, fase cerrado, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $pH_{H_2O} = 4,7$; $P = 1,8 \text{ mg kg}^{-1}$; $Ca + Mg = 0,98 \text{ cmolc.dm}^{-3}$; $K = 0,03 \text{ cmolc.dm}^{-3}$; $Al = 0,58 \text{ cmolc.dm}^{-3}$; $H+Al = 2,64 \text{ cmolc.dm}^{-3}$. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de fósforo (0, 30, 60, 90 e 120 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$), utilizando-se como fonte superfosfato triplo. O tamanho das parcelas foi de 2,0 x 2,0 m, com área útil de 1,0 m². A aplicação do fósforo foi parcelada em duas vezes, sendo metade quando da roçada da pastagem, ao início do experimento, e metade decorridos 45 dias. Durante o período experimental foram realizados dez cortes a intervalos de 45 dias.

Os parâmetros avaliados foram rendimento de matéria seca verde (MSV), teores e extração de fósforo (P), taxas de colonização das raízes e número de esporos de FMA. Os rendimentos de MSV foram estimados através de cortes mecânicos a uma altura de 20,0 cm acima do solo. Os teores P foram determinados conforme a metodologia descrita por [Silva \(2009\)](#), sendo quantificados após digestão nitroperclórica e quantificação por colorimetria. Para obtenção da eficiência de uso do P (EUP) foi utilizada a equação: $EUP = \text{MSV total na dose P} - \text{MSV na dose zero} \div \text{dose de P aplicada}$.

As taxas de colonização radicular foram avaliadas através da observação, ao microscópio, de 25 fragmentos de raízes com 2 cm de comprimento, clarificadas com KOH 10% em capela a 90°C por 30 minutos, lavadas com HCl 1% por 5 minutos e coloridas com solução de azul de tripano em lactofenol 0,05% a 90°C em capela por 15 minutos na concentração de 1:1800 ([Phillips e Hayman, 1970](#)). A quantificação dos esporos foi determinada utilizando-se 50 g de uma

amostra úmida de solo centrifugada em água a 3.000 rpm por três minutos. O sobrenadante foi descartado e o material residual do tubo foi centrifugado novamente a 2.000 rpm por dois minutos com solução de sacarose 45%, sendo o sobrenadante vertido em peneira de 0,053 mm e o material retido transferido para placa canelada e a contagem realizada em lupa ([Gerdemann & Nicolson, 1963](#)).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar ([Ferreira, 2011](#)). Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados aos níveis de fósforo, 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 efeitos da adubação fosfatada sobre os rendimentos de MSV foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor estimado com a aplicação de 91,8 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$ ([Tabela 1](#)). A eficiência de utilização do P foi inversamente proporcional às doses utilizadas e ajustada ao modelo linear de regressão, contudo a gramínea apresentou maior responsividade que a reportada por [Costa et al. \(2014\)](#) para pastagens de *Axonopus aureus* (30,9; 18,6 e 12,7 kg de MSV/kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente para doses de 40, 80 e 120 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$). Em Rondônia, [Costa \(2004\)](#) avaliando os efeitos da fertilização fosfatada (0, 60, 120 e 180 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$), em *Axonopus scoparius* reportou máxima produtividade de forragem com a aplicação de 142,7 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$, contudo, maiores taxas de eficiência de utilização do P foram constatadas sob níveis de fertilização entre 40 e 60 kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência de utilização do fósforo (EUP - kg de MSV/kg de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$), teor (g kg⁻¹) e extração de fósforo (kg ha⁻¹), número de esporos por 50 g de solo (NE) e taxas de colonização radicular (TCR - %) por fungos micorrízicos arbusculares de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação fosfatada. Médias de dez cortes.

Variáveis	Doses de $P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$					Equação de Regressão
	0	30	60	90	120	
MSV	1.975	2.755	3.189	3.421	3.147	$Y = 1.972 + 30,903 X - 0,1685 X^2 (R^2 = 0,92)$
EUP	---	26,17	20,23	16,07	9,08	$Y = 31,57 - 0,1836 X (r^2 = 0,95)$
Teor de P	1,45	1,57	1,73	1,69	1,62	$Y = 1,437 + 0,007057 X - 0,000046 X^2 (R^2 = 0,91)$
Extração de P	2,86	4,32	5,51	5,78	5,09	$Y = 2,78 + 0,0694 X - 0,000412 X^2 (R^2 = 0,90)$
NE ^{1,2}	458,3	327,8	241,1	182,5	155,8	$Y = 423,32 - 2,5063 X^2 (R^2 = 0,93)$
TCR ¹	62,7	51,9	45,7	38,7	35,9	$Y = 60,34 - 0,2227 X^2 (R^2 = 0,98)$

¹Médias de seis plantas. ²Dados analisados após transformação em $\sqrt{x+1}$.

Na Venezuela, [Tejos \(1984\)](#) relatou incrementos de 41,6% (8.387 kg de MS ha⁻¹) e 57,2% (9.308 kg de MS ha⁻¹) na disponibilidade de forragem de gramíneas nativas, em savanas bem drenadas, com a aplicação de 50 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹, comparativamente à pastagem não fertilizada (5.922 kg de MS ha⁻¹). Os rendimentos de MSV registrados foram superiores aos relatados por [Costa et al. \(2012\)](#) para pastagens de *T. plumosus*, não fertilizadas e submetidas a diferentes frequências de desfolhação (751, 837 e 1.135 kg de MSV ha⁻¹, respectivamente para cortes a intervalos de 21, 35 e 42 dias).

Os efeitos da fertilização fosfatada sobre os teores e quantidades extraídas de P foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 76,7 (1,74 g kg⁻¹) e 82,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (5,72 kg ha⁻¹), respectivamente, os quais foram inferiores aos reportados por [Costa et al. \(2013\)](#) para pastagens de *T. plumosus* fertilizadas com 60 kg de N ha⁻¹, 50 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 50 kg de K₂O ha⁻¹ (1,92 g ha⁻¹ e 6,37 kg ha⁻¹) ([Tabela 1](#)). O decréscimo na concentração e extração de nutrientes, com o desenvolvimento do dossel da pastagem, em função do acúmulo de forragem decorrente da adubação fosfatada, deve-se a dois fatores: 1) decréscimo na razão de área foliar (relação entre área foliar e a biomassa da planta), face ao maior investimento dos nutrientes na produção de biomassa estrutural e que não apresenta função fotossintetizante, visando promover o aumento em altura e tornar as plantas mais competitivas na captação da radiação incidente e; 2) decréscimo na concentração de nutrientes por unidade de área foliar das folhas sombreadas na porção inferior da planta, priorizando a alocação de nutrientes nas folhas superiores que apresentam maior taxa de fotossíntese ([Lemaire & Agnusdei, 2000](#); [Lemaire et al., 2011](#)).

No primeiro caso, a concentração de nutrientes expressa uma função potencial negativa relacionada ao maior acúmulo de biomassa, notadamente durante o período vegetativo, sendo acentuada com baixa disponibilidade de nutrientes no solo, que não supre adequadamente 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 nutrientes, notadamente o N, para a produção de hastes, estruturas que apresentam baixa concentração de

nutrientes ([Lemaire et al., 2008](#)). Em pastagens de *Paspalum atratum* cv. Pojuca, [Costa \(2004\)](#) constatou maiores concentrações de N, P, Ca e Mg com a aplicação de doses entre 60 e 90 kg de P₂O₅ ha⁻¹, conjuntamente com 60 kg de K₂O ha⁻¹, enquanto que os teores e as quantidades absorvidas de P foram diretamente proporcionais às doses aplicadas (0, 30, 60, 90 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹).

As taxas de colonização radicular e o número de esporos de FMA foram inversamente proporcionais aos níveis de adubação fosfatada e ajustados ao modelo linear de regressão ([Tabela 1](#)). Os resultados obtidos para os dois parâmetros evidenciam alta dependência micorrízica de *T. plumosus*, a qual foi acentuadamente reduzida pela adubação fosfatada. Para [Hernández & Valencia \(2009\)](#), cerca de 6 a 10% dos requerimentos da gramínea por P podem ser supridos através da associação com os FMA. Altos níveis de exsudatos por raízes deficientes em P na rizosfera estimulam o crescimento e desenvolvimento dos propágulos de FMA, sob a forma de esporos, hifas, ou fragmentos de raízes infectadas, enquanto que em solos com maior disponibilidade de P a redução na exsudação pelas raízes reflete em menor atividade das fosfatases ácidas ([Marques et al., 2017](#)). [López-Gutiérrez et al. \(2004\)](#) reportaram variações significativas nas taxas de colonização radicular de *T. plumosus*, em função do tipo de solo avaliado, sendo os maiores valores registrados no Entissolo (81%), seguindo-se o Ultissolo (78%) e por último o Vertissolo (65%). [Mora et al. \(2012\)](#), avaliando a micorrização de gramíneas nativas dos cerrados da Venezuela, constataram que as maiores taxas de colonização radicular (68%) e esporulação (600 esporos por 50 g de solo) foram registradas por *Trachypogon* sp.

A aplicação de doses relativamente pequenas de P, em geral, apresenta pouco efeito sobre a colonização das raízes, contudo quando incrementadas e, notadamente, com a utilização de fontes solúveis, observa-se acentuada redução na formação de micorrizas arbusculares, bem como a proliferação de esporos ([Noda, 2009](#); [Hernández-Hernández et al., 2017](#)). Neste contexto, seria recomendável a utilização de fontes de P com baixa solubilidade em água, de modo a maximizar e prolongar seus efeitos positivos no aumento da produtividade de forragem, sem comprometer a eficácia da ação benéfica e simbiótica dos FMA. [Costa et al. \(2009\)](#) não detectaram efeito depressivo da aplicação de fosfato natural de Patos

de Minas (40 kg de kg de P_2O_5 ha^{-1}) sobre a colonização de raízes de *Brachiaria humidicola* inoculadas com *Glomus macrocarpum*, no entanto, a adição de superfosfato triplo (60 kg de P_2O_5 ha^{-1}) reduziu significativamente as taxas de colonização radicular e o número de esporos de FMA. Em pastagens de *Axonopus affinis*, gramínea nativa do Bioma Pampa, [Marques et al. \(2017\)](#) reportou reduções de 46,3% na taxa de colonização radicular (42,2 x 23,1%) e no número de esporos (831 x 498 esporos por 50 g de solo) com a aplicação de 50 mg de P kg de solo.

Conclusão

A adubação fosfatada afeta positivamente o rendimento de forragem, a concentração e a extração de fósforo por *Trachypogon plumosus*, contudo reduz o número de esporos e as taxas de colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares.

A eficiência de utilização do fósforo é inversamente proporcional às doses aplicadas.

Referências Bibliográficas

- Barger, N. N., D'Antonio, C. M., Ghneim, T., Brink, K. & Cuevas, E. N. 2002. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. *Biotropica*, Oxford, 34, 493-501.
- Baylis, G. T. S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in roots systems derived from it. In: Sanders, F. E., Mosse, B. & Tinker, P. B. (Eds.) *Endomycorrhizas* (p. 378-389). Academic Press, London, United Kingdom.
- Barbara, R. L. L., Souza, F. A. & Fonseca, H. M. A. C. 2006. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: Fernandes, M. S. (Ed.) *Nutrição mineral de plantas* (1a ed., p. 54-89). SBCA, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Costa, N. L. 2004. *Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia* (217 p.). Embrapa Rondônia, Porto Velho, Rondônia, BR.
- Costa, N. L., Gianluppi, V., Braga, R. M. & Bendahan, A. B. 2009. *Alternativas tecnológicas para a pecuária de Roraima* (35p., Documentos, 19). Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima, BR.
- Costa, N. L., Moraes, A., Carvalho, P. C. F., Monteiro, A. L. G., Silva, A. L. P. & Oliveira, R. A. 2014. Produtividade de forragem e morfogênese de *Axonopus aureus* sob níveis de adubação fosfatada. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 9., 2014, Ilhéus. *Anais*. Ilhéus: ABZ. 3p.
- 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*, Córdoba, 62, 227-238.
- Costa, N. L., Moraes, A., Gianluppi, V., Bendahan, A. B. & Magalhães, J. A. 2012. Acúmulo de forragem e características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28, 515-526.
- Ferreira, D. F. 2011. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35, 1039-1042.
- Gerdemann, J. W. & Nicolson, T. H. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, Cambridge, 46, 235-244.
- Hernández-Hernández, R. M. H., Roldán, A., Caravaca, F., Rodriguez-Caballero, G., Torres, M. P., Maestre, F. T. & Alguacil, M. M. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungal assemblages in biological crusts from a Neotropical savanna are not related to the dominant perennial *Trachypogon*. *Science of the Total Environment*, London, 575, 1203-1210.
- Hernández, D. L. & Valencia, L. H. 2009. Nutritional aspects in *Trachypogon* savannas as related to nitrogen and phosphorus cycling. In: Claro, K. D., Oliveira, P. S. & Gray, V. R. (Eds.) *Encyclopedia of life support systems* (p. 1-25). Eolss Publishers, Oxford, United Kingdom.
- Lemaire, G. & Agnusdei, M. 2000. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G., Hodgson, J. & Moraes, A. (Eds.) *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (p. 265-288). CAB International, London, United Kingdom.
- Lemaire, G. & Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazing plant communities. In: Hodgson, J. & Illius, A. W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems* (p. 3-36). CAB International, Wallingford, United Kingdom.

- Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. 2011. *Grassland productivity and ecosystem services* (287 p.). CABI, Wallingford, United Kingdom.
- Lemaire, G., Osterom, E. V., Jeuffroy, M. H. Gastal, F. & Massignam, A. 2008. Crop species present different qualitative types of response to N deficiency during their vegetative growth. *Field Crops Research*, Amsterdam, 105, 253-265.
- Lopes, E. S., Siqueira, J. O. & Zambolim, L. 1983. Caracterização das micorrizas vesicular-arbuscular (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, 7, 1-19.
- López-Gutiérrez, J. C., Toro, M. & López-Hernández, D. 2004. Arbuscular mycorrhiza and enzymatic activities in the rhizosphere of *Trachypogon plumosus* in three acid savanna soils. *Soil Agriculture and Environment*, Oxford, 103, 405-411.
- Marques, A. C. R., de Oliveira, L. B. B., de Quadros, F. L. F., Jacques, R. J. S., Trindade, J. P. P. & Volk, L. B. S. 2017. Efeito da adubação fosfatada na colonização micorrízica de gramíneas forrageiras nativas no bioma Pampa. *Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária*, Santa Maria, 1, 58-64
- Mora, E., Toro, M. D. & López-Hernández, D. 2012. A survey of arbuscular mycorrhizae, Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria in low fertility savanna soils in Central Venezuela (Estación Experimental La Iguana). In: Miransari, M. (Ed.) *Soil Microbiology* (p. 98-112). Nova Science Publishers, Cambridge, United Kingdom.
- Nabinger, C. & Carvalho, P. C. F. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, Buenos Aires, 3, 18-27.
- Noda, Y. 2009. Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y Forrajes*, La Habana, 32, 1-11.
- Phillips, J. M. & Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Cambridge, 55, 158-170.
- Sarmiento, G., Silva, M. P., Naranjo, M. E. & Pinillos, M. 2006. Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. *Journal of Tropical Ecology*, Oxford, 22, 203-212.
- Silva, F. C. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* (370 p.). Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro, BR.
- Tejos, R. 1984. Efecto del potasio, fosforo y azufre sobre el pastizal nativo de una sabana. I. Producción. *Zootecnia Tropical*, Maracaibo, 2, 84-99.
- Zambolim, L. & Siqueira, J. O. 1985. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura (36 p., Documentos, 26). EPAMIG, Belo Horizonte, Minas Gerais, BR.

Recebido: 23 Fevereiro. 2018.

Aprovado: 11 Outubro. 2018.

Publicado: 16 Outubro 2018.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditado.