

Acúmulo de forragem e morfogênese de *Trachypogon plumosus* sob níveis de fósforo

[Newton de Lucena Costa](#)^{1*}, [Anibal de Moraes](#)², [Paulo César de Faccio Carvalho](#)³, [João Avelar Magalhães](#)⁴

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

²Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, Curitiba, PR

³Professor Adjunto, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, Porto Alegre, RS

⁴Med. Veterinário, D.Sc., 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 características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* foi avaliado em condições de campo. A adubação fosfatada afetou positiva e significativamente a produção de matéria seca verde (MSV), teores de P, número de perfilhos (NP), número de folhas/perfilho⁻¹ (NFP), tamanho médio de folhas (TMF), índice de área foliar (IAF) e taxas de aparecimento (TAF) e expansão de folhas (TEF). Os máximos rendimentos de MSV, TAF, TEF, NP, NFP, IAF e TMF foram estimados com a aplicação de 91,3; 90,7; 84,3; 109,1; 92,3; 93,9 e 70,7 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. O nível crítico interno de P, relacionado com 80% da produção máxima de MSV, foi estimado em 1,62 g kg⁻¹. A eficiência de utilização de P foi inversamente proporcional às doses de P aplicadas, ocorrendo o oposto quanto à taxa de senescência foliar.

Palavras chave: folhas, matéria seca, perfilhamento, senescência

Forage accumulation and morphogenesis of *Trachypogon plumosus* under phosphorus levels

ABSTRACT. The effect of phosphorus levels (0, 30, 60, 90 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) on green dry matter (GDM) yield and morphogenetic and structural characteristics of *Trachypogon plumosus* was evaluated under field conditions. Phosphorus fertilization increased significantly GDM yields, P concentrations, number of tillers (NT), number of leaves plant⁻¹ (NLP), medium blade length (MBL), leaf area index (LAI), leaf appearance (LAR) and elongation rates (LER). Maximum GDM yields, LAR, LER, NT, NLP, LAI and MBL were obtained with the application of 91.3; 90.7; 84.3; 109.1; 92.3; 93.9 and 70.7kg of P₂O₅ ha⁻¹, respectively. The P critic level, related to 80% of GDM maximum production, was estimated at 1.62 g kg⁻¹. The P efficiency utilization was inversely proportional to the P rates applied, while the opposite occurring to the leaf senescence rate.

Keywords: dry matter, leaves, tillering, senescence

Introdução

Em Roraima, os solos sob vegetação de cerrados são caracterizados por baixa fertilidade natural e elevada acidez, o que limita a produtividade e persistência das pastagens, implicando em fraco desempenho zootécnico dos rebanhos. Ensaio exploratórios de fertilidade do

solo realizados em Roraima constataram ser o fósforo (P) 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).

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 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 de 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).

A morfogênese de uma gramínea durante seu crescimento vegetativo pode ser descrita por três variáveis: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de sua natureza genética, são fortemente influenciadas pelas condições ambientais (temperatura, luz, água e fertilidade do solo) e práticas de manejo. As interações destas variáveis determinam as características estruturais: número de folhas vivas/perfilho (NFV), tamanho médio de folhas (TMF) e densidade de perfilhos, as quais irão determinar o índice de área foliar (IAF) que representa o aparato utilizado para a interceptação da radiação pelo dossel da pastagem (Lemaire & Agnusdei, 2000, Patês et al., 2007). O NFV é relativamente constante para cada espécie e constitui critério objetivo na definição dos sistemas de pastejo a

serem impostos no manejo das forrageiras, sendo decorrente da taxa de aparecimento e a duração de vida das folhas, enquanto que a taxa de alongamento foliar condiciona o TMF (Nabinger & Carvalho, 2009). Desta forma, estudos de dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos de gramíneas forrageiras perenes são importantes para a definição de estratégias de manejo específicas para cada gramínea forrageira (Costa et al., 2009).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação fosfatada sobre a produção de forragem e características morfogênicas e estruturais 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 setembro de 2014. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $pH_{H_2O} = 4,7$; $P = 1,8$ mg/kg; $Ca + Mg = 0,98$ $cmol_c.dm^{-3}$; $K = 0,03$ $cmol_c.dm^{-3}$; $Al = 0,58$ $cmol_c.dm^{-3}$; $H+Al = 2,64$ $cmol_c.dm^{-3}$. 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 ha^{-1}), aplicados sob a forma de superfosfato triplo. O tamanho das parcelas foi de 2,0 x 2,0 m, sendo a área útil de 1,0 m^2 . 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 oito cortes a intervalos de 45 dias.

Os parâmetros avaliados foram rendimento de matéria seca verde (MSV), eficiência de utilização de fósforo, número de perfilhos m^{-2} (NP), número de folhas perfilho $^{-1}$ (NFP), taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de expansão foliar (TEF), taxa de senescência foliar (TSF), tamanho médio de folhas (TMF) e índice de área foliar (IAF). A TAC, a TEF e a TAF foram calculadas dividindo-se o rendimento e MS, o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O TMF foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo número de folhas. Para o cálculo da área foliar foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter

uma área entre 200 e 300 cm². As amostras foram digitalizadas e a área foliar estimada com o auxílio de planímetro ótico eletrônico (Li-Cor 3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MS foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MS (m²/g MS foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g de MS/m²) pela AFE (m²/g de MS foliar). A TSF foi obtida dividindo-se o comprimento da folha que se apresentava de coloração amarelada ou necrosada pela idade de rebrota.

O nível crítico interno (NCI) de P foi determinado ajustando-se a equação de regressão para rendimento de MSV (variável dependente) e níveis de P (variável independente) (Equação 1) e para teores de P como variável dependente dos níveis de P aplicados (Equação 2). Pela equação 1 calculou-se a dose de P aplicada relativa a 80% do rendimento máximo de MSV, sendo este valor substituído na equação 2.

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 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 rendimentos de MSV foram afetados (P<0,05) pela adubação fosfatada, sendo a relação quadrática e o máximo valor estimado com a aplicação de 91,3 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (Tabela 1). A eficiência de utilização do fósforo foi inversamente proporcional às doses utilizadas, 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 P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente para doses de 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹). Em Rondônia, Costa (2004) avaliando os efeitos da fertilização fosfatada (0, 60, 120 e 180 kg de P₂O₅ ha⁻¹), em *Axonopus scoparius* constatou máxima produção de forragem com a aplicação de 142,7 kg de P₂O₅ ha⁻¹, contudo, as maiores taxas de eficiência de utilização do fósforo foram constatadas sob níveis de fertilização entre 40 e 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência de utilização do fósforo (EUP - kg de MSV/kg de P₂O₅ ha⁻¹), teor de fósforo (g kg⁻¹), número de perfilhos m⁻² (NP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), tamanho médio de folhas (TMF - cm), índice de área foliar (IAF), taxa de aparecimento de folhas (TAF - folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), taxa de expansão foliar (TEF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e taxa de senescência foliar (TSF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação fosfatada. Médias de oito cortes

| Variáveis | Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹ | | | | | Equação de Regressão |
|-----------|---|-------|-------|-------|-------|--|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| MSV | 1.879 | 2.598 | 2.977 | 3.311 | 3.037 | Y = 1.864 + 29,44 X - 0,1612 X ² (R ² = 0,96) |
| EUP | --- | 86,6 | 49,6 | 36,7 | 25,30 | Y = 98,754 - 0,6557 X (r ² = 0,91) |
| Teor de P | 1,12 | 1,47 | 1,69 | 1,58 | 1,45 | Y = 1,1237 + 0,01485 X - 0,000102 X ² (R ² = 0,93) |
| NP | 721 | 798 | 933 | 1.053 | 975 | Y = 696,97 + 5,6386 X - 0,0258 X ² (R ² = 0,95) |
| NFP | 3,51 | 4,03 | 4,81 | 5,07 | 4,72 | Y = 3,41 + 0,033057 X - 0,000179 X ² (R ² = 0,92) |
| IAF | 1,23 | 1,65 | 1,84 | 2,05 | 1,91 | Y = 1,22 + 0,016343 X - 0,000087 X ² (R ² = 0,97) |
| TMF | 16,32 | 18,59 | 20,41 | 19,47 | 19,02 | Y = 16,33 + 0,0991 X - 0,00072 X ² (R ² = 0,94) |
| TAF | 0,078 | 0,089 | 0,107 | 0,113 | 0,105 | Y = 0,076 + 0,000735 X - 0,0000041 X ² (R ² =0,91) |
| TEF | 1,27 | 1,66 | 2,18 | 2,19 | 1,99 | Y = 1,226 + 0,022631 X - 0,000134 X ² (R ² =0,92) |
| TSF | 0,098 | 0,129 | 0,138 | 0,149 | 0,152 | Y = 0,1076 + 0,000436 X (r ² = 0,84) |

Na Venezuela, Tejos (1984) reportou acréscimos 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 com a aplicação de 50 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹, comparativamente ao tratamento controle (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 cada 21, 35 e 42 dias).

Os teores de P foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor

estimado com a aplicação de 72,6 kg de P_2O_5 ha^{-1} (1,66 g kg^{-1}), contudo 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 P_2O_5 ha^{-1} e 50 kg de K_2O ha^{-1} (1,92 g kg^{-1}). O NCI de P, relacionado com 80% da produção máxima de MSV, foi estimado em 1,62 g kg^{-1} e obtido com a aplicação de 52,8 kg de P_2O_5 ha^{-1} , sendo inferior aos reportados por [Costa \(2004\)](#) para *Paspalum atratum* cv. Pojuca (1,74 g kg^{-1}) e [Costa et al. \(2014\)](#) para *A. aureus* (1,83 g kg^{-1}), evidenciando elevada eficiência de utilização de P na produção de forragem, pois o NCI representa a concentração do nutriente abaixo da qual o rendimento é reduzido e acima não apresenta retorno econômico ([Nabinger & Carvalho, 2009](#)).

Para o NP, NFP, IAF e TMF as relações foram ajustadas ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores obtidos com a aplicação de 109,1; 92,3; 93,9 e 70,7 kg de P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente ([Tabela 1](#)). As correlações entre o rendimento de MSV e o NPP ($r = 0,9237$; $P=0,0018$) e o NFP ($r = 0,9308$; $P=0,0021$) foram positivas e significativas, as quais explicaram em 85,3 e 86,6%, respectivamente, os incrementos verificados nos rendimentos de forragem da gramínea, em função da adubação fosfatada. Os valores registrados, neste trabalho, para o NP, NFP, TMF e IAF foram superiores aos reportados por [Costa et al. \(2012\)](#) para pastagens de *T. plumosus*, não fertilizadas e submetidas a cortes a cada 56 dias, que estimaram 488 perfilhos m^{-2} ; 4,15 folhas perfilho $^{-1}$; 16,71 cm folha $^{-1}$ e IAF de 1,49. Em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, [Patês et al. \(2007\)](#) constataram efeito positivo da adubação fosfatada sobre o NP, sendo o máximo valor obtido com a aplicação de 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} , contudo para o NFP a relação foi linear e negativa. O perfilhamento da gramínea depende da velocidade de emissão de folhas, as quais produzirão gemas aptas a originar novos perfilhos, dependendo das condições ambientais e práticas de manejo adotadas ([Lemaire et al., 2011](#)).

Em relvados densos e com elevada disponibilidade de forragem, o ambiente luminoso afeta a competição entre plantas, por meio da quantidade e qualidade de luz incidente e da razão vermelho/vermelho extremo. Quando a luz penetra no dossel, atenua-se a luz vermelha e a que alcança os estratos inferiores da planta torna-se predominantemente vermelho extremo,

caracterizada como fotosinteticamente ineficiente, promovendo redução na produção de perfilhos, notadamente os de ordem mais elevada ([Ballaré et al., 1987](#)). Como o IAF representa a síntese das características morfogênicas e estruturais da gramínea, ele reflete o balanço dos processos que determinam a oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados, que estabelecem o ritmo de crescimento da pastagem ([Nabinger & Carvalho, 2009](#)).

Os efeitos da adubação fósforo sobre a TAF e TEF foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores obtidos com a aplicação de 90,7 e 84,3 kg de P_2O_5 ha^{-1} ([Tabela 1](#)). A TAF e a TEF apresentam uma correlação negativa, indicando que quanto maior a TAF, menor será o tempo disponível para o alongamento das folhas ([Cecato et al., 2007](#), [Costa et al., 2012](#)). Neste trabalho, a correlação entre estas duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,9311$; $P = 0,0038$), possivelmente como consequência da maior fertilidade do solo, a qual contribuiu positivamente para a maximização das características morfogênicas da gramínea. [Quadros et al. \(2005\)](#) reportaram maiores TAF e TEF para *Paspalum urvillei*, gramínea nativa do ecossistema Pampa, com a aplicação conjunta de 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 100 kg de K_2O ha^{-1} (0,106 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,376 mm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$), comparativamente a aplicação de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 50 kg de K_2O ha^{-1} (0,082 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,279 mm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$). [Lemaire et al. \(2011\)](#) observaram correlação positiva entre a TEF e a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho o responsável pela longa duração da TEF. Neste trabalho, a correlação foi positiva e significativa ($r = 0,9421$; $P = 0,0019$), evidenciando a sincronia entre estas duas variáveis.

A TEF, em decorrência de sua alta correlação com a produção de MS, tem sido utilizada como critério para a seleção de gramíneas em trabalhos de melhoramento genético ([Nabinger & Carvalho, 2009](#)), enquanto que a TAF é a característica morfogênica de maior destaque, uma vez que afeta diretamente as três características estruturais do relvado: tamanho da folha, densidade de perfilhos e número de folhas perfilho $^{-1}$ ([Cecato et al., 2007](#), [Santos et al., 2012](#)).

As TSF foram diretamente proporcionais às doses de fósforo, refletindo a aceleração do processo de renovação de tecidos como consequência da maior produtividade de forragem (Tabela 1). Os valores observados foram inferiores aos reportados por [Costa et al. \(2012\)](#) para *T. plumosus* que estimaram TSF de 0,219 e 0,231 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, para plantas avaliadas aos 42 e 56 dias de rebrota, respectivamente. [Costa \(2004\)](#) avaliando genótipos de *Paspalum* reportaram maiores TSF com a aplicação de 60 (0,139 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) ou 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (0,149 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), comparativamente a 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (0,068 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A senescência é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento de uma folha, o qual é iniciado após a completa expansão das primeiras folhas, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento da área foliar, a qual implica no sombreamento das folhas inseridas na porção inferior do colmo ([Lemaire et al., 2011](#)). A senescência apesar do efeito negativo sobre a qualidade da forragem representa importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, pois em torno de 35; 68; 86 e 42% do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, respectivamente, podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares ([Sarmiento et al., 2006](#), [Costa et al., 2013](#)).

Conclusões

A adubação fosfatada afeta positivamente o rendimento de forragem e as características morfológicas e estruturais da gramínea. A eficiência de utilização do fósforo é inversamente proporcional às doses aplicadas. O processo de renovação e senescência de tecidos da gramínea são acelerados com o aumento das doses de fósforo.

Referências Bibliográficas

- Ballaré, C. L., Sánchez, R. A., Scopel, A. L., Casal, J. J. & Ghera, C. (1987). Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. *Plant, Cell & Environment*, 10, 551-557.
- 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.
- Cecato, U., Skrobot, V. D., Fakir, G. M., Jobim, C. C., Branco, A. F., Galbeiro, S. & Janeiro, V. (2007). Características morfológicas do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1699-1706.
- Costa, N. L. (2004). *Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 215p.
- 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., 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*, 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*, 28, 515-526.
- Lemaire, G. & Agnusdei, M. (2000). Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Carvalho, P. C. F. & Nabinger, C. (Eds.) *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CAB International Publishing, New York.
- Lemaire, G. & Chapman, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J. & Illius, A. W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. CAB International, Wallingford.
- Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011). *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford.

- Nabinger, C. & Carvalho, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27.
- Patês, N. M. S., Pires, A. J. V., Silva, L. C. S., Carvalho, G. G. P. & Freire, M. L. A. (2007). Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1736-1741.
- Quadros, F. L. F., Bandinelli, D. G., Pigatto, A. G. S. & Rocha, M. G. (2005). Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. *Ciência Rural*, 35, 181-186.
- Santos, M. R., Fonseca, D. M., Gomes, V. M., Silva, S. P., Silva, G. P. & Reis, M. (2012). Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, 13, 49-56.
- 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*, 22, 203-212.
- Tejos, R. (1984). Efecto del fósforo, potasio y azufre sobre el pastizal nativo de una sabana. I. Producción. *Zootecnia Tropical*, 2, 74-89.

Recebido em Fevereiro 6, 2016

Aceito em Março 5, 2016

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