

Resposta de pastagens de *Trachypogon plumosus* consorciadas com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro a níveis de fósforo e potássio

Newton de Lucena Costa^{1*}, Anibal de Moraes², Paulo César Faccio de Carvalho³, Vicente Gianluppi⁴, João Avelar Magalhães⁵

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.

⁴Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

⁵Med. Veterinário, D.Sc., Embrapa Meio Norte, Parnaíba, PI.

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

RESUMO. Avaliou-se o efeito da adubação fosfatada (0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e potássica (0, 40, 80 e 120 kg de K₂O ha⁻¹) sobre a produtividade de forragem, composição química e extração de macronutrientes por pastagens nativas de *Trachypogon plumosus* consorciadas com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro nos cerrados de Roraima. Os efeitos da adubação fosfatada e potássica sobre a produtividade de forragem da leguminosa foram positivos e lineares, enquanto que para a gramínea e a soma dos componentes (gramínea + leguminosa) foram quadráticos e os máximos rendimentos estimados com a aplicação de 73,8 e 105,1 kg de K₂O ha⁻¹ e 84,5 e 108,5 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. Os teores e a extração de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio pela gramínea e leguminosa foram quadraticamente afetados pela adubação fosfatada e potássica. As extrações dos macronutrientes pela gramínea e leguminosa, independentemente da adubação fosfatada ou potássica, foram maiores para N e K, seguidas de Ca, Mg e P. A adubação fosfatada e potássica proporcionaram forragem da gramínea e leguminosa com melhor qualidade e menores teores de fibra. Considerando-se a disponibilidade total de forragem e a composição botânica da pastagem - relação gramínea/leguminosa satisfatória - a utilização de doses de entre 80 e 90 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 60 e 70 kg de K₂O ha⁻¹ podem assegurar o estabelecimento, a estabilidade produtiva, o fornecimento de forragem de boa qualidade e a persistência da consorciação.

Palavras chave: Cálcio, composição botânica, fibra, fósforo, magnésio, matéria seca, nitrogênio, potássio

Response of *Trachypogon plumosus* pastures intercropping with *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro to phosphate and potassium levels

ABSTRACT. Was evaluated the effect of phosphate (0, 40, 80 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) and potassic fertilization (0, 40, 80 and 120 kg of K₂O ha⁻¹) on the forage yield, chemical composition and macronutrients extraction of native pastures of *Trachypogon plumosus* intercropping with *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro in Roraima's savannas. The effects of phosphate and potassic fertilization on legume forage yield were positive and linear, while for the grass and sum of components (grass + legume) were quadratic and the maximum yields estimated with the application of 73.8 and 105.1 kg of K₂O ha⁻¹ and 84.5 and 108.5 kg of P₂O₅ ha⁻¹, respectively. Nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and potassium contents and extraction of grass and legume were quadratically affected by

phosphate and potassic fertilization. Macronutrient extractions by grass and legume, independently of phosphate and potassic fertilization, were higher for N and K, followed by Ca, Mg and P. Phosphate and potassic fertilization provided grass and legume forage with better quality and lower fiber contents. Considering the overall availability of forage and pasture botanical composition - satisfactory grass/legume relationship - the use of phosphate levels between 80 and 90 kg of P_2O_5 ha⁻¹ and 60 and 70 kg de K_2O ha⁻¹ can allow the establishment and yield stability and persistence of grass-legume mixture.

Keywords: Botanic composition, calcium, dry matter, fiber, nitrogen, phosphorus, potassium, dry matter

Respuesta de pastos de *Trachypogon plumosus* consorciados con *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro a niveles de fósforo y potasio

RESUMEN. Se evaluó el efecto de la fertilización fosfatada (0, 40, 80 y 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) y potásica (0, 40, 80 y 120 kg de K_2O ha⁻¹) sobre la productividad de forraje, composición química y extracción de macronutrientes por pastos nativos de *Trachypogon plumosus* em mezcla con *Stylosanthes capitata* cv. Lavadeiro en las sabanas de Roraima. Los efectos de la fertilización fosfatada y potásica sobre la productividad de forraje de la leguminosa fueron positivos y lineales, mientras que para la gramínea y la suma de los componentes (gramínea + leguminosa) fueron cuadráticos y los máximos rendimientos estimados con la aplicación de 73,8 y 105,1 kg de K_2O ha⁻¹ y 84,5 y 108,5 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. Los contenidos y la extracción de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y potasio por la gramínea y leguminosa fueron cuadráticamente afectados por la fertilización fosfatada y potásica. Las extracciones de los macronutrientes por la gramínea y leguminosa, independientemente de la fertilización fosfatada o potásica, fueron mayores para N y K, seguidas de Ca, Mg y P. La fertilización fosfatada y potásica proporcionó forraje de la gramínea y leguminosa con mejor calidad y menores contenidos de fibra. Considerando la disponibilidad total del forraje y la composición botánica de la pastura - relación gramínea/leguminosa satisfactoria - la utilización de dosis entre 80 y 90 kg de P_2O_5 ha⁻¹ y 60 y 70 kg de K_2O ha⁻¹ pueden asegurar el establecimiento, la estabilidad productiva, el suministro de forraje de buena calidad y la persistencia de la consorciación.

Palabras clave: Calcio, composición botánica, fibra, fósforo, magnesio, materia seca, nitrógeno, potasio

Introdução

Nos cerrados de Roraima, as pastagens nativas representam importante recurso forrageiro para a alimentação dos ruminantes. Apesar das limitações quantitativas e qualitativas, decorrentes da baixa fertilidade natural dos solos, historicamente, as pastagens nativas proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que ao longo dos anos, tornou-se uma das principais atividades econômica de Roraima (Costa et al., 2009). O pastoreio contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos

(Sarmiento, 1992, Sarmiento et al., 2006, Ries and Shugart, 2008). Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados, predomina a gramínea *Trachypogon plumosus* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Nees, representando entre 80 e 90% da composição botânica das pastagens nativas, contudo a produção animal é muito baixa e necessário entre 4 e 8 ha para a manutenção de um bovino adulto, o que pode inviabilizar economicamente a atividade pecuária, desde que não sejam implementadas práticas de manejo adequadas para o seu melhoramento (Costa et al., 2009).

Para a obtenção de níveis satisfatórios de produção de forragem e, conseqüentemente do desempenho animal, torna-se necessário a utilização de alguma fonte de nitrogênio (N), química ou biológica, já que sua baixa disponibilidade é uma das principais causas da baixa produtividade biológica primária das

pastagens nativas (Townsend et al., 2012). A deficiência de N reflete a diminuição dos teores de matéria orgânica do solo, como consequência do uso frequente das queimadas como prática usual de manejo visando à eliminação da forragem não consumida e senescida (Moreira and Arruda, 1990). Face aos altos custos dos fertilizantes nitrogenados, a introdução de leguminosas em pastagens nativas, vem sendo recomendada como a alternativa mais eficiente e econômica para o fornecimento de N ao sistema solo-planta, além de aumentar a capacidade de suporte, prolongar o período de pastejo e melhorar o valor nutritivo da forragem em oferta (Moreira, 2006, Costa et al., 2013b). Dentre as várias leguminosas forrageiras introduzidas e avaliadas em Roraima, *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro destacou-se entre as mais promissoras, pois, além de sua excelente produtividade de forragem, bom valor nutritivo e grande capacidade de colonização do solo, apresenta boa adaptação a solos de baixa fertilidade natural, alta tolerância à seca e excelente regeneração natural, em decorrência da produção de grandes quantidades de sementes (Gianluppi et al., 2001, Costa et al., 2009).

Em Roraima, a baixa disponibilidade de fósforo (P) e potássio (K), na maioria de seus solos, foi considerada como os fatores mais limitantes ao estabelecimento de pastagens consorciadas, reduzindo significativamente os rendimentos e a qualidade da forragem, além de sua persistência (Costa et al., 2009). O P desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas e na maximização dos processos de fixação biológica de nitrogênio das leguminosas, 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 (Fabrice et al., 2015). O K tem ação fundamental no metabolismo vegetal, notadamente no processo de fotossíntese, atuando nas reações de transformação da energia luminosa em química, além de participar na síntese de proteínas; neutralização de ácidos orgânicos e na regulação da pressão osmótica e do pH interno da planta; uso mais eficiente da água, através do melhor controle na abertura e fechamento dos estômatos (Costa, 2004) Nabinger and 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.

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação fosfatada e potássica sobre a produção de forragem, composição química e extração de macronutrientes por pastagens de *Trachypogon plumosus* consorciadas com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, 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 junho de 2013 a abril de 2015, em uma pastagem nativa em que a gramínea *Trachypogon plumosus* representava 95% de sua composição botânica. 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 e 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: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,8$; $\text{P} = 1,9 \text{ mg/kg}$; $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,953 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,011 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,61 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{H}+\text{Al} = 2,64 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e Soma de Bases = $0,964 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas divididas e três repetições. As parcelas principais consistiram de quatro níveis de fósforo (0, 40, 80 e 120 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) e as subparcelas de quatro níveis de potássio (0, 40, 80 e 120 kg de $\text{K}_2\text{O} \text{ ha}^{-1}$), aplicados sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A leguminosa utilizada foi o *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, semeada a lanço e sem nenhum revolvimento do solo, após o rebaixamento da pastagem a 10 cm acima do solo, utilizando-se densidade de semeadura de 3,0 kg ha^{-1} de sementes (Valor cultural = 100%). O tamanho das parcelas foi de 3,0 x 3,0 m, sendo a área útil de 4,0 m^2 . Durante o período experimental foram realizados onze cortes a intervalos de 56 dias.

Os rendimentos de forragem da gramínea e da leguminosa foram estimados através de cortes

mecânicos, realizados a uma altura de 20,0 cm acima do solo. Em cada avaliação, após a separação dos componentes da consorciação (gramínea e leguminosa), o material colhido foi acondicionado em sacos de papel e pesado para estimativa da produção de biomassa verde e, posteriormente, colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65° C por 72 horas para determinação da produção de matéria seca verde (MSV) e moagem em peneira com malha de 5,0 mm. Os teores de nitrogênio (N) foram analisados de acordo com procedimentos descritos por [Silva and Queiroz \(2002\)](#); enquanto que os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram determinados conforme a metodologia descrita por [Silva \(2009\)](#). Os teores de P e K foram quantificados após digestão nitroperclórica. O P foi determinado por colorimetria; o K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pela metodologia proposta por [Van Soest et al. \(1991\)](#). A extração dos nutrientes foi estimada multiplicando-se os teores de cada nutriente pela quantidade de forragem acumulada em cada avaliação.

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, em função dos níveis de adubação fosfatada, 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, leguminosa e soma dos componentes (gramínea + leguminosa) foram afetados ($P < 0,05$) pela adubação fosfatada e potássica, não sendo detectado efeito significativo ($P > 0,05$) para a interação entre os dois nutrientes. Para a gramínea, os rendimentos de MSV foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 87,4; 98,6; 77,5 e 78,2 kg de kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente, para a aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg de kg de K_2O ha⁻¹, enquanto que para a soma dos componentes os maiores rendimentos de MSV foram obtidos com a aplicação de 115,7; 117,9; 102,3 e 90,3 kg de kg de P_2O_5 ha⁻¹,

respectivamente para a aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg de kg de K_2O ha⁻¹. Na média dos níveis de adubação fosfatada e potássica, os maiores rendimentos de MSV da gramínea e da soma dos componentes foram obtidos com a aplicação de 73,8 e 105,1 kg de K_2O ha⁻¹ e 84,5 e 108,5 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. Os rendimentos de MSV da leguminosa foram diretamente proporcionais aos níveis de P e K ([Tabela 1](#)).

[Costa, \(2004\)](#), avaliando métodos de sobressemeadura de *Desmodium ovalifolium* em pastagens de *Paspalum atratum* cv. Pojuca, constatou que a adubação fosfatada e potássica foram indispensáveis para o pleno estabelecimento da leguminosa e a aplicação de 80 kg de P_2O_5 ha⁻¹, conjuntamente com 60 kg de K_2O ha⁻¹ foram a dose de máxima eficiência técnica, proporcionando maiores rendimentos de forragem da gramínea (4.876 kg ha⁻¹ de MSV), da leguminosa (2.371 ha⁻¹ de MSV) e da consorciação (7.247 kg ha⁻¹ de MSV). A participação da leguminosa na composição botânica da pastagem foi diretamente proporcional aos níveis de P (36,1; 35,7; 36,3 e 40,5%, respectivamente para 0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) e aos de K (33,2; 35,9; 36,8 e 44,1%, respectivamente para 0, 40, 80 e 120 kg de K_2O ha⁻¹).

A estabilidade da composição botânica é o fator determinante no manejo de pastagens consorciadas, notadamente quanto a participação e persistência da leguminosa, considerada como componente mais valioso e instável da consorciação ([Andrade et al., 2003](#), [Townsend et al., 2012](#)). Em regiões tropicais, a proporção adequada de leguminosas em pastagens consorciadas está na faixa de 20 a 40% da disponibilidade total de forragem, visando potencializar os benefícios decorrentes de sua presença, em termos de fixação biológica de N e maior concentração de nutrientes da forragem em oferta ([Thomas, 1992](#), [Ribeiro et al., 2007](#)). A persistência da leguminosa depende diretamente do sistema e da pressão de pastejo utilizadas. Em geral, o pastejo contínuo e o alternado favorecem a permanência das leguminosas e são recomendados como ferramentas de manejo para assegurar sua manutenção na pastagem, considerando-se as variações estacionais da oferta de forragem, notadamente durante o período seco, desde que sejam utilizadas pressões de pastejo compatíveis e que assegurem a estabilidade produtiva da consorciação ([Townsend et al., 2012](#), [Costa et al., 2013b](#)).

Tabela 1. Rendimentos de matéria seca verde (kg ha⁻¹) da gramínea *Trachypogon plumosus*, da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro e da soma dos componentes (gramínea + leguminosa), em função da adubação fosfatada e potássica. Médias de onze cortes

Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Doses de K ₂ O ha ⁻¹				Equações de Regressão
	0	40	80	120	
Gramínea					
0	2.132	2.598	2.981	2.544	Y = 2.109 + 24,516 X - 0,1402 X ² (R ² = 0,97)
40	2.799	2.977	3.452	3.111	Y = 2.546 + 18,307 X - 0,0928 X ² (R ² = 0,91)
80	3.241	3.571	3.789	3.388	Y = 2.954 + 19,491 X - 0,1258 X ² (R ² = 0,88)
120	3.011	3.356	3.455	3.099	Y = 2.530 + 20,905 X - 0,1338 X ² (R ² = 0,93)
Leguminosa					
0	876	1.256	1.772	2.017	Y = 887,8 + 8,571 X (R ² = 0,90)
40	1.245	1.558	1.875	2.218	Y = 1.261 + 6,835 X (R ² = 0,93)
80	1.578	1.799	1.951	2.388	Y = 1.736 + 3,731 X (R ² = 0,88)
120	1.909	2.087	2.244	2.502	Y = 2.037 + 4,062 X (R ² = 0,94)
Gramínea + Leguminosa					
0	3.008	3.854	4.753	4.561	Y = 2.987 + 33,809 X - 0,1461 X ² (R ² = 0,91)
40	4.044	4.535	5.327	5.329	Y = 3.808 + 22,405 X - 0,0952 X ² (R ² = 0,94)
80	4.819	5.370	5.740	5.776	Y = 4.738 + 19,659 X - 0,0961 X ² (R ² = 0,95)
120	4.920	5.443	5.699	5.601	Y = 4.546 + 26,599 X - 0,1473 X ² (R ² = 0,88)

Observou-se uma relação inversa entre os componentes da consorciação, pois à medida que os rendimentos de MSV da leguminosa foram incrementados, os da gramínea foram reduzidos, evidenciando os efeitos de competição interespecífica. As leguminosas forrageiras, em decorrência da menor habilidade na absorção de P e K que as gramíneas, apresentam maior responsividade à sua aplicação, refletindo os efeitos positivos sobre a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio. Tendência semelhante foi repostada por [Paciullo et al. \(2002\)](#) para pastagens de *Urochloa decumbens*, cuja disponibilidade de forragem foi inversamente proporcional à de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. No entanto, [Andrade et al. \(2003\)](#) avaliando a mesma leguminosa, constataram a inviabilidade de sua consorciação com *U. decumbens* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, como consequência de sua pequena contribuição para a disponibilidade total de forragem (6,3 e 2,3%, respectivamente), apesar da adequada disponibilidade de K no solo (75 mg kg⁻¹).

Os teores de N, P, Ca, Mg e K da gramínea foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 69,8; 85,7; 82,0; 110 e 83,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 86,7; 81,5; 63,0; 115,5 e 71,1 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente. Para a leguminosa o efeito da adubação fosfatada sobre os teores de N foi positivo e linear, enquanto que as maiores concentrações de P, Ca, Mg e K foram estimadas

com a aplicação de 96,0; 102,1; 67,2 e 94,4 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 60,5; 75,1; 70,2 e 71,0 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente. ([Tabelas 2 e 3](#)). Com o desenvolvimento do dossel da pastagem o decréscimo na concentração de nutrientes, em função do maior acúmulo de forragem decorrente da adubação fosfatada, ocorre como consequência de 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 apresentam 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, de modo a priorizar a alocação de nutrientes nas folhas superiores que apresentam maior taxa de fotossíntese ([Lemaire and Agnusdei, 2000](#), [Lemaire et al., 2011](#)). No primeiro caso, a concentração de nutrientes nas plantas é uma função potencial negativa relacionada ao maior acúmulo de biomassa, notadamente durante o período vegetativo, sendo acentuada com baixa disponibilidade de nutrientes no solo, o qual não suprirá de forma satisfatória 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 colmos, estruturas que apresentam baixa concentração de nutrientes (Lemaire et al., 2008). Em pastagens de *U. brizantha* cv. Marandu consorciadas com *Desmodium ovalifolium* CIAT-350, Costa (2004) constatou maiores concentrações de N, Ca, Mg e K da gramínea e

leguminosa com a aplicação de doses entre 60 e 80 kg de P_2O_5 ha^{-1} conjuntamente com 40 e 60 kg de K_2O ha^{-1} , enquanto que os teores de P foram diretamente proporcionais às doses aplicadas (0, 30, 60, 90 e 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}).

Tabela 2. Teores ($g\ kg^{-1}$) de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) da gramínea *Trachypogon plumosus* e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, em função da adubação fosfatada e potássica.

Variáveis	Doses de	Doses de K_2O ha^{-1}				Doses de K_2O ha^{-1}			
	P_2O_5 ha^{-1}	0	40	80	120	0	40	80	120
Gramínea									
Nitrogênio	0	12,21	12,98	13,78	12,55	25,33	27,57	29,77	28,21
	40	12,97	13,04	14,78	13,66	26,93	28,28	29,66	27,51
	80	13,21	13,98	14,91	14,27	28,56	30,02	31,46	29,22
	120	13,02	13,62	14,33	14,02	29,11	30,86	31,87	30,57
Fósforo	0	1,03	1,34	1,47	1,33	1,39	1,52	1,61	1,54
	40	1,28	1,49	1,66	1,59	1,62	1,74	1,66	1,59
	80	1,41	1,56	1,78	1,67	1,78	1,91	1,97	1,87
	120	1,37	1,51	1,72	1,61	1,71	1,83	1,89	1,70
Cálcio	0	3,97	4,59	5,31	4,88	5,82	6,39	6,98	6,41
	40	4,56	4,88	5,65	5,21	6,44	6,77	7,02	6,56
	80	4,98	5,17	5,88	5,44	6,98	7,88	8,15	7,21
	120	4,33	5,31	5,63	5,02	6,17	7,11	8,01	7,49
Magnésio	0	1,81	1,97	2,33	2,07	2,98	3,59	4,45	3,81
	40	2,35	2,98	3,02	2,85	3,17	3,98	4,72	4,11
	80	2,89	3,33	3,81	3,22	3,89	4,36	4,88	4,33
	120	2,37	3,51	4,01	3,64	3,44	4,01	4,65	4,59
Potássio	0	9,35	10,11	12,45	11,08	18,22	19,59	20,66	19,21
	40	9,98	12,23	13,75	13,75	19,67	20,77	22,99	21,72
	80	11,78	14,59	14,89	14,04	21,33	23,54	23,78	22,81
	120	11,23	13,77	14,45	13,51	20,05	22,07	23,52	22,01

Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para os teores ($g\ kg^{-1}$) de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) da gramínea *Trachypogon plumosus* e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, em função da adubação fosfatada e potássica.

Variáveis	Gramínea		Leguminosa	
	Adubação Fosfatada			
N	$Y = 12,8 + 0,0279 X - 0,00021 X^2$ ($R^2 = 0,95$)		$Y = 27,5 + 0,0259 X$ ($R^2 = 0,91$)	
P	$Y = 1,3 + 0,00719 X - 0,00004 X^2$ ($R^2 = 0,91$)		$Y = 1,5 + 0,00069 X - 0,000036 X^2$ ($R^2 = 0,95$)	
Ca	$Y = 4,7 + 0,0164 X - 0,00012 X^2$ ($R^2 = 0,93$)		$Y = 6,3 + 0,02042 X - 0,00011 X^2$ ($R^2 = 0,88$)	
Mg	$Y = 2,1 + 0,0242 X - 0,00041 X^2$ ($R^2 = 0,89$)		$Y = 3,6 + 0,01341 X - 0,00015 X^2$ ($R^2 = 0,93$)	
K	$Y = 10,7 + 0,0666 X - 0,00043 X^2$ ($R^2 = 0,95$)		$Y = 19,3 + 0,07552 X - 0,00041 X^2$ ($R^2 = 0,93$)	
Adubação Potássica				
N	$Y = 11,9 + 0,0347 X - 0,00213 X^2$ ($R^2 = 0,91$)		$Y = 27,3 + 0,0799 X - 0,000542 X^2$ ($R^2 = 0,93$)	
P	$Y = 1,2 + 0,00817 X - 0,000051 X^2$ ($R^2 = 0,93$)		$Y = 1,6 + 0,00484 X - 0,000042 X^2$ ($R^2 = 0,95$)	
Ca	$Y = 4,4 + 0,0252 X - 0,00021 X^2$ ($R^2 = 0,96$)		$Y = 6,3 + 0,03101 X - 0,000022 X^2$ ($R^2 = 0,93$)	
Mg	$Y = 2,3 + 0,0231 X - 0,00013 X^2$ ($R^2 = 0,92$)		$Y = 3,3 + 0,02811 X - 0,000201 X^2$ ($R^2 = 0,90$)	
K	$Y = 10,5 + 0,0786 X - 0,00052 X^2$ ($R^2 = 0,88$)		$Y = 19,7 + 0,0712 X - 0,000561 X^2$ ($R^2 = 0,96$)	

A gramínea e a leguminosa atenderiam, satisfatoriamente, aos requerimentos mínimos dos ruminantes em N, independentemente dos níveis de adubação fosfatada ou potássica, considerando-se que teores menores que 11,2 g kg⁻¹ de MS são limitantes para uma adequada fermentação ruminal, implicando em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo (Minson, 2012). Os teores de Ca, Mg e K, em todos níveis de adubação fosfatada e potássica foram superiores ao nível crítico para bovinos de corte em crescimento (1,8; 1,0 e 6,5 g kg⁻¹, respectivamente) recomendado pelo NRC (2000);

enquanto que para o P (1,8 g kg⁻¹), as exigências seriam atendidas apenas pela leguminosa com a aplicação de 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Os efeitos da adubação fosfatada e potássica sobre a extração de macronutrientes da gramínea foram ajustados ao modelo quadrático de regressão, sendo os maiores valores para o N, P, Ca, Mg e K, respectivamente, estimados com a aplicação de 82,5; 85,0; 84,2, 102,8 e 72,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 72,4; 80,8 72,8; 72,9 e 75,6 kg de K₂O ha⁻¹, enquanto que para a leguminosa os efeitos foram lineares e positivos (Tabela 4).

Tabela 4. Extração (kg ha⁻¹) de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) da gramínea *Trachypogon plumosus* e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, em função da adubação fosfatada e potássica.

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Doses de K ₂ O ha ⁻¹				Doses de K ₂ O ha ⁻¹			
		0	40	80	120	0	40	80	120
		Gramínea				Leguminosa			
Nitrogênio	0	26,0	33,7	41,1	31,9	22,2	34,6	52,8	56,9
	40	36,3	38,8	51,0	42,5	33,5	44,1	55,6	61,0
	80	42,8	49,9	56,5	48,3	45,1	54,0	61,4	69,8
	120	39,2	45,7	49,5	43,4	55,6	64,4	71,5	76,5
Fósforo	0	2,2	3,5	4,4	3,4	1,2	1,9	2,9	3,1
	40	3,6	4,4	5,7	4,9	2,0	2,7	3,1	3,5
	80	4,6	5,6	6,7	5,7	2,8	3,4	3,8	4,5
	120	4,1	5,1	5,9	5,0	3,3	3,8	4,2	4,3
Cálcio	0	8,5	11,9	15,8	12,4	5,1	8,0	12,4	12,9
	40	12,8	14,5	19,1	16,2	8,0	10,5	13,2	14,6
	80	16,1	18,5	22,3	18,4	11,1	14,2	15,9	17,2
	120	13,0	17,8	19,5	15,6	11,8	14,8	18,0	18,7
Magnésio	0	3,9	5,1	6,9	5,3	2,6	4,5	7,9	7,7
	40	6,6	8,9	10,4	8,9	3,9	6,2	8,9	9,1
	80	9,4	11,9	14,4	10,9	6,1	7,8	9,5	10,3
	120	7,1	11,7	13,9	11,3	6,6	8,4	10,4	11,5
Potássio	0	19,9	26,3	37,1	28,2	16,0	24,6	36,6	38,7
	40	27,9	36,4	49,2	42,8	24,5	32,4	43,1	48,2
	80	38,2	52,1	56,4	47,6	33,7	42,3	46,4	54,5
	120	33,8	46,2	49,9	41,9	38,3	46,1	52,8	55,1

Os decréscimos na absorção de macronutrientes com o aumento da produtividade de forragem podem decorrer da diminuição da capacidade fotossintética líquida do dossel, em função do sombreamento mútuo das folhas e da maior taxa respiratória das plantas, com reflexos diretos e negativos sobre as taxas de crescimento, implicando em menor demanda de nutrientes para a o atendimento dos processos metabólicos da gramínea e leguminosa (Lemaire and Agnusdei, 2000, Costa et al., 2010, Otsubo et al., 2011).

Costa (2004) reportou que as extrações de N, P, Ca, Mg e K foram inversamente proporcionais ao índice de área foliar e negativamente correlacionadas com a disponibilidade de forragem em pastagens consorciadas de *Paspalum atratum* cv. Pojuca e *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900. Para assegurar a produtividade de biomassa primária líquida satisfatória de *T. plumosus* (9.500 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹), Medina (1982) e López-Hernández et al. (2006) sugerem como adequadas extrações de N entre 90 e 113 kg

de N ha⁻¹ ano⁻¹, valores superiores aos constatados neste trabalho. Para todos os macronutrientes, as quantidades extraídas foram superiores às reportadas por [Heringer and Jacques \(2002\)](#) para pastagens nativas do Rio Grande do Sul, sem queima e sem utilização da roçagem (41,3; 4,5; 4,8; 4,1 e 51,1 kg ha⁻¹, respectivamente para N, P, Ca, Mg e K).

As extrações dos macronutrientes pela gramínea e leguminosa, independentemente da adubação fosfatada ou potássica, foram maiores para N e K, seguidas de Ca, Mg e P ([Tabela 5](#)). Esses resultados demonstram a necessidade de reposição dos macronutrientes extraídos visando maximizar a eficiência da adubação fosfatada, com reflexos positivos e significativos na disponibilidade de forragem da consorciação. Da mesma forma, [Costa \(2004\)](#) reportou efeitos significativos da adubação fosfatada (40, 80 e 120

kg de P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹) e potássica (30 e 60 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹) sobre a extração de N, P, Ca, Mg e K por pastagens consorciadas de *Paspalum guenoarum* FCAP-46 e *Stylosanthes capitata* cv. Capica.

Os teores de FDN e FDA da gramínea e leguminosa foram inversamente proporcionais aos níveis de adubação fosfatada, independentemente dos níveis de adubação potássica ([Tabela 6](#)). Tendência semelhante foi reportada por [Costa \(2004\)](#) para pastagens consorciadas de *P. atratum* cv. Pojuca com *P. phaseoloides* CIAT-9900, onde a aplicação de 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹ proporcionou decréscimos superiores a 10% nos teores de fibra da gramínea (77,2 vs. 70,2% de FDN e 39,1 vs. 34,3% de FDA) e da leguminosa (67,8 vs. 61,3% de FDN e 35,3 vs. 31,3% de FDA).

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas para a extração (kg ha⁻¹) de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) da gramínea *Trachypogon plumosus* e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, em função da adubação potássica.

Variáveis	Gramínea		Leguminosa	
	Adubação Fosfatada			
N	Y = 32,7 + 0,3632 X - 0,00221 X ² (R ² = 0,93)		Y = 40,91 + 0,2128 X (R ² = 0,93)	
P	Y = 3,29 + 0,0511 X - 0,00032 X ² (R ² = 0,94)		Y = 2,31 + 0,0141 X (R ² = 0,95)	
Ca	Y = 11,9 + 0,1516 X - 0,00091 X ² (R ² = 0,90)		Y = 9,64 + 0,0542 X (R ² = 0,89)	
Mg	Y = 5,13 + 0,1258 X - 0,00062 X ² (R ² = 0,91)		Y = 5,58 + 0,0301 X (R ² = 0,91)	
K	Y = 27,2 + 0,4519 X - 0,00261 X ² (R ² = 0,95)		Y = 29,91 + 0,1612 X (R ² = 0,95)	
	Adubação Potássica			
N	Y = 35,3 + 0,3187 X - 0,00219 X ² (R ² = 0,89)		Y = 39,92 + 0,2293 X (R ² = 0,88)	
P	Y = 3,49 + 0,0485 X - 0,00035 X ² (R ² = 0,90)		Y = 2,41 + 0,0125 X (R ² = 0,91)	
Ca	Y = 12,21 + 0,1601 X - 0,0011 X ² (R ² = 0,94)		Y = 9,43 + 0,0575 X (R ² = 0,94)	
Mg	Y = 6,52 + 0,1167 X - 0,00081 X ² (R ² = 0,93)		Y = 5,02 + 0,0432 X (R ² = 0,92)	
K	Y = 29,3 + 0,4389 X - 0,00292 X ² (R ² = 0,92)		Y = 28,84 + 0,1785 X (R ² = 0,95)	

[Gama et al. \(2013\)](#) constataram reduções nos teores de FDN (68,1%) e FDA (33,1%) de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em consórcio com *Stylosanthes* cv. Campo Grande, comparativamente ao cultivo isolado da gramínea (70,3% de FDN e 34,9% de FDA). Nas plantas forrageiras, a adubação ao estimular as taxas de aparecimento e alongamento de folhas, com reflexos positivos em seu comprimento final e na sua duração de vida, contribui para redução ou manutenção dos teores de fibra, apesar dos acréscimos nos níveis de produtividade de forragem ([Benett et al., 2008](#), [Costa et al., 2008](#), [Costa et al., 2013a](#)). Com o envelhecimento da gramínea a proporção dos componentes

potencialmente digestíveis apresenta uma tendência a diminuir e a de tecidos fibrosos, aumentar, sendo o conteúdo da parece celular o fator mais limitante ao desempenho produtivo de ruminantes consumindo gramíneas forrageiras tropicais ([Silva and Haridasan, 2007](#)).

A FDN, constituída por celulose, hemicelulose, lignina e sílica, afeta diretamente o consumo voluntário, devido a maior taxa de enchimento e a menor taxa de passagem do alimento no sistema digestivo, enquanto que a FDA se correlaciona negativamente com a disponibilidade de energia e a digestibilidade da forragem ([Norton, 1982](#)).

Tabela 6. Teores (%) de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da gramínea *Trachypogon plumosus* e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro, em função da adubação fosfatada e potássica.

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Doses de K ₂ O ha ⁻¹				Equações de Regressão
		0	40	80	120	
Gramínea						
FDN	0	76,12	74,98	74,11	73,77	Y = 76,37 - 0,0416 X (R ² = 0,89)
	40	75,01	73,91	73,05	72,84	Y = 75,17 - 0,0346 X (R ² = 0,93)
	80	73,21	72,71	72,22	71,98	Y = 74,35 - 0,0342 X (R ² = 0,96)
	120	71,17	70,76	69,83	69,21	Y = 74,13 - 0,0364 X (R ² = 0,91)
FDA	0	39,65	38,88	37,21	37,07	Y = 39,82 - 0,0194 X (R ² = 0,92)
	40	39,11	38,05	37,36	36,57	Y = 38,97 - 0,0224 X (R ² = 0,96)
	80	38,66	37,50	36,44	35,99	Y = 37,41 - 0,0127 X (R ² = 0,85)
	120	37,21	36,08	35,82	35,04	Y = 37,17 - 0,0167 X (R ² = 0,96)
Leguminosa						
FDN	0	65,87	64,79	64,12	63,96	Y = 65,91 - 0,0361 X (R ² = 0,96)
	40	64,56	63,98	63,51	63,15	Y = 65,07 - 0,0373 X (R ² = 0,94)
	80	62,98	62,11	61,37	60,89	Y = 64,64 - 0,0443 X (R ² = 0,95)
	120	61,59	60,44	58,93	58,16	Y = 64,48 - 0,0492 X (R ² = 0,92)
FDA	0	37,36	36,98	36,45	35,99	Y = 37,45 - 0,0103 X (R ² = 0,93)
	40	37,11	36,22	36,03	35,41	Y = 36,92 - 0,0136 X (R ² = 0,97)
	80	36,81	35,98	35,27	35,01	Y = 36,50 - 0,0145 X (R ² = 0,91)
	120	36,09	35,24	34,77	34,23	Y = 36,01 - 0,0142 X (R ² = 0,90)

Para todos os níveis de adubação fosfatada e potássica, os teores de FDN e FDA da gramínea e da leguminosa, exceto para os teores de FDN da leguminosa fertilizada com 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 80 ou 120 kg de K₂O ha⁻¹, foram superiores aos limites sugeridos por [Van Soest \(1994\)](#), 30 e 60% para FDA e FDN, respectivamente, como indicadores de forragem de alta qualidade, pois forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam acentuada redução no consumo voluntário e na sua digestibilidade. Contudo, os teores foram inferiores aos relatados por [Townsend et al. \(2012\)](#) para *Axonopus purpusii* (78,9% de FDN e 46,1% de FDA) e *Mesosetum chuseae* (77,1% de FDN e 47,9% de FDA), gramíneas nativas dos cerrados de Rondônia.

Conclusões

A adubação fosfatada e potássica afetam positivamente o rendimento de forragem, a composição química e a extração de macronutrientes pela gramínea e leguminosa.

As extrações dos macronutrientes pela gramínea e leguminosa, independentemente da adubação fosfatada ou potássica, são maiores para N e K, seguidas de Ca, Mg e P.

A adubação fosfatada e potássica proporcionam forragem da gramínea e leguminosa com melhor qualidade e menores teores de fibra.

Considerando-se a disponibilidade total de forragem e a composição botânica da pastagem, a utilização de níveis entre 80 a 90 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 60 a 70 kg de K₂O ha⁻¹ possibilita o estabelecimento, a estabilidade produtiva, o fornecimento de forragem de boa qualidade e a persistência da consorciação.

Referências Bibliográficas

- Andrade, C. M., Garcia, R., Couto, L., Pereira, O. G. & Souza, A. 2003. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1845-1850.
- Benett, C. G. S., Yamashita, O. M., Koga, P. S. & Silva, K. S. 2008. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a diferentes tipos de adubação. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 6, 13-20.
- Costa, K. A. P., Araujo, J. L., Faquin, V., Oliveira, I. P., Figueiredo, F. C. & Gomes, K. W. 2008. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés "xaraés" em função de doses de nitrogênio e potássio. *Ciência Rural*, 38, 1162-1166.
- Costa, K. A. P., Oliveira, I. P., Severiano, E. C., Sampaio, F. d. M. T., Carrijo, M. S. & Rodrigues, C. R. 2010. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria*

- brizantha* sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 11, 307-314.
- Costa, N. L. 2004. *Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 217p.
- 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. 2013a. 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., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Oliveira, R. A. & Rodrigues, A. N. A. 2013b. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 541-548.
- Fabrice, C. E. S., Soares Filho, C. V., Pinto, M. F., Perri, S. H. V., Cecato, U. & Mateus, G. P. 2015. Recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* degradada com introdução de *Stylosanthes* e adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16, 758-771.
- Ferreira, D. F. 2011. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Gama, T. C. M., Volpe, E., Lempp, B. & Costa Galdeia, E. 2013. Recuperação de pasto de capim-braquiária com correção e adubação de solo e estabelecimento de leguminosas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14, 635-647.
- Gianluppi, D., Gianluppi, V. & Smiderle, O. J. 2001. *Produção de pastagens nos cerrados de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 4p. (Comunicado Técnico, 14).
- Heringer, I. & Jacques, A. V. A. 2002. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 399-406.
- Köppen, W. & Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. *Wall-map 150cmx200cm*.
- 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. p.265-288.
- Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. 2011. *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford. 287p.
- 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.
- López-Hernández, D., Santaella, S. & Chacón, P. 2006. Contribution of nitrogen-fixing organisms to the N budget in *Trachypogon* savannas. *European Journal of Soil Biology*, 42, 43-50.
- Medina, E. 1982. Nitrogen balance in the *Trachypogon* grasslands of Central Venezuela. *Plant and Soil*, 67, 305-314.
- Minson, D. 2012. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, New York.
- Moreira, A. L. 2006. Melhoramento de pastagens através da técnica da sobressemeadura de forrageiras de inverno. *Pesquisa e Tecnologia*, 3, 1-9.
- Moreira, E. M. & Arruda, N. G. 1990. Métodos de introdução de *Pueraria phaseoloides* em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Reunión de la red internacional de evaluación de pastos tropicales-Amazonia*, 1, 945-948.
- Nabinger, C. & Carvalho, P. C. F. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27.
- Norton, B. W. 1982. Differences between species in forage quality. In: Hacker, J. B. (Ed.) *Nutritional limits to animal production from pastures*. Farnham Royal, Queensland, Australia. p.89-110.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th rev. edn. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA. 242p.
- Otsubo, A. A., Brito, O. R., Schnitzer, J. A. & Otsubo, V. H. N. 2011. Produção de matéria seca de *Stylosanthes capitata* submetido à adubação fosfatada em solos com diferentes texturas. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 1677-1686.
- Paciullo, D. S. C., Gomide, J. A., Silva, E. A. M., Queiroz, D. S. & Gomide, C. A. M. 2002. Características anatômicas da lâmina foliar e

- do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 890-899.
- Ribeiro, R. C., Rossiello, R. P., Macedo, R. O. & Barbieri Júnior, E. B. 2007. Introdução de desmódio em pastagem estabelecida de *Brachiaria humidicola*: densidade e frequência da leguminosa no consórcio. *Revista da Universidade Rural*, 27, 41-49.
- Ries, L. P. & Shugart, H. H. 2008. Nutrient limitations on understory grass productivity and carbon assimilation in an African woodland savanna. *Journal of Arid Environments*, 72, 1423-1430.
- Sarmiento, G. 1992. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. *Journal of Vegetation Science*, 3, 325-336.
- 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.
- Silva, D. J. & Queiroz, A. C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 305p.
- Silva, F. C. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p.
- Silva, J. S. O. & Haridasan, M. 2007. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 30, 337-344.
- Thomas, R. J. 1992. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. *Grass and Forage Science*, 47, 133-142.
- Townsend, C. R., Costa, N. L. & Pereira, R. G. A. 2012. *Pastagens nativas da amazônia brasileira*. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 30p. (Documentos, 149).
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. 476p.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Article History:

Received 7 June 2017

Accepted 7 August 2017

Available online 28 August 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.