

Acúmulo de forragem, composição química e extração de macronutrientes de *Trachypogon plumosus* consorciado com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro sob adubação fosfatada

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) sobre a produtividade de forragem, composição química e extração de macronutrientes de pastagens nativas de *Trachypogon plumosus* consorciadas com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro nos cerrados de Roraima. Os efeitos da adubação fosfatada sobre a produtividade de forragem da gramínea e leguminosa foram quadráticos e os máximos rendimentos estimados com a aplicação de 81,9 e 106,7 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. Os teores e a extração de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio da gramínea e leguminosa foram quadraticamente afetados pela adubação fosfatada, enquanto que para o fósforo a relação foi linear e positiva. As extrações dos macronutrientes pela gramínea e leguminosa, independentemente da adubação fosfatada, foram maiores para N e K, seguidas de Ca, Mg e P. A adubação fosfatada proporcionou 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 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ asseguram 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

Forage accumulation, chemical composition and macronutrient extraction of *Trachypogon plumosus* pastures intercropping with *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro under phosphate fertilization

ABSTRACT. Was evaluated the effect of phosphate fertilization (0, 40, 80 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) on the forage yield, chemical composition and macronutrients extraction of *Trachypogon plumosus* native pastures intercropping with *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro in Roraima's savannas. The effects of phosphate fertilization on forage yield of grass and legume were quadratic and the maximum yields estimated with the application of 81.9 and 106.7 kg of P₂O₅ ha⁻¹, respectively. Nitrogen, calcium, magnesium and potassium contents and extraction of grass and legume were quadratically affected by phosphate fertilization, while for phosphorus the relationship was linear and positive. Macronutrient extractions by grass and legume, independently of phosphate

fertilization, were higher for N and K, followed by Ca, Mg and P. Phosphate 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 phosphorus levels between 80 and 100 kg of P_2O_5 ha^{-1} allow the establishment and yield stability and persistence of grass-legume mixture.

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

Acumulación de forraje, composición química y extracción de macronutrientes en pasturas de *Trachypogon plumosus* consorciadas con *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro bajo fertilización fosfatada

RESUMEN. Se evaluó el efecto de niveles de fósforo (0, 40, 80 y 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}) sobre la productividad del forraje, composición química y extracción de macronutrientes de pastos nativos de *Trachypogon plumosus* consorciados con *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro en las sabanas de Roraima. Los efectos de la fertilización fosfatada sobre la productividad del forraje de la gramínea y leguminosa fueron cuadráticos y los máximos rendimientos estimados con la aplicación de 81,9 y 106,7 kg de P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente. Las concentraciones y las extracciones de nitrógeno, calcio, magnesio y potasio por la gramínea y por la leguminosa fueron cuadráticamente afectados por la fertilización fosfatada, mientras que para el fósforo la relación fue lineal y positiva. Las extracciones de los macronutrientes por la gramínea y leguminosa, independientemente de la fertilización fosfatada, fueron mayores para N y K, seguidas de Ca, Mg y P. La fertilización fosfatada 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 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} asegura el establecimiento, la estabilidad productiva, el suministro de forraje de buena calidad y la persistencia de la consociación.

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. Sua composição florística é composta basicamente por gramíneas, as quais apresentam baixa produtividade e qualidade de forragem, notadamente durante o período seco, como consequência da baixa fertilidade natural dos solos (Costa et al., 2013a). 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 6 e 10 ha para a manutenção de um bovino adulto, o que inviabiliza 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., 2010). 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 ([Costa et al., 2009](#)).

Em Roraima, a baixa disponibilidade de fósforo (P), na maioria de seus solos, foi considerada como o fator mais limitante 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](#)). [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 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 setembro de 2014, 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, é Aw, caracterizado por períodos seco e chuvoso bem definidos, com duração de 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: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,8$; $\text{P} = 1,9$ mg/kg; $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,95$ $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,01$ $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,61$ $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{H} + \text{Al} = 2,64$ $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $\text{SB} = 0,96$ $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de fósforo (0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}), aplicados a lanço e sob a forma de superfosfato triplo. 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 . A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 80 kg ha^{-1} de K_2O , sob a forma de cloreto de potássio, distribuído a lanço quando da semeadura da leguminosa. Durante o período experimental foram realizados seis 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 os 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 os teores de 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 macronutrientes foi estimada multiplicando-se os teores de cada macronutriente 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 de análises estatísticas 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 e da leguminosa foram afetados ($P < 0,05$) pela adubação fosfatada, sendo a relação quadrática e os máximos valores estimados, respectivamente, com a aplicação de 81,9 e 106,7 kg de P_2O_5 ha^{-1} . A participação da leguminosa na composição botânica da pastagem foi diretamente proporcional aos níveis de P aplicados (36,8; 38,2; 39,8 e 43,7%, respectivamente para 0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}). Para a soma dos componentes (gramínea + leguminosa), o efeito da adubação fosfatada foi ajustado ao modelo quadrático ($Y = 3.243 + 20,244 X - 0,1123 X^2$; $R^2 = 0,95$) e o máximo rendimento de MSV obtido com a aplicação de 90,1 kg de P_2O_5 ha^{-1} ([Tabela 1](#)).

Tabela 1. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha^{-1}) e 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. Médias de seis cortes.

Variáveis	Doses de P_2O_5 ha^{-1}				Equação de Regressão
	0	40	80	120	
Gramínea					
MSV	2.072	2.345	2.633	2.421	$Y = 2.046 + 12,431 X - 0,0758 X^2$ ($R^2 = 0,91$)
N	11,98	12,53	13,23	12,67	$Y = 11,91 + 0,0277 X - 0,00021 X^2$ ($R^2 = 0,89$)
P	1,17	1,33	1,51	1,59	$Y = 1,184 + 0,0036X$ ($R^2 = 0,97$)
Ca	4,17	5,11	4,29	3,88	$Y = 4,27 + 0,0211 X - 0,000211 X^2$ ($R^2 = 0,86$)
Mg	1,87	1,96	1,77	1,72	$Y = 1,89 + 0,001025 X - 0,000022 X^2$ ($R^2 = 0,85$)
K	8,93	9,78	10,3	9,05	$Y = 8,86 + 0,0416 X - 0,00031 X^2$ ($R^2 = 0,91$)
Leguminosa					
MSV	1.204	1.450	1.599	1.611	$Y = 1.202 + 7,8125 X - 0,0366 X^2$ ($R^2 = 0,93$)
N	24,78	27,42	28,77	29,61	$Y = 24,68 + 0,1059 X - 0,00071 X^2$ ($R^2 = 0,95$)
P	1,43	1,58	1,77	1,91	$Y = 1,428 + 0,004075 X$ ($R^2 = 0,93$)
Ca	6,13	6,79	6,02	5,86	$Y = 6,23 + 0,0114 X - 0,00013 X^2$ ($R^2 = 0,88$)
Mg	3,55	4,51	4,12	3,99	$Y = 3,63 + 0,0228 X - 0,00023 X^2$ ($R^2 = 0,84$)
K	17,59	18,91	19,33	16,76	$Y = 17,48 + 0,0678 X - 0,00062 X^2$ ($R^2 = 0,91$)

Avaliando métodos de sobressemeadura de *Desmodium ovalifolium* CAT-350 em pastagens de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, [Costa \(2004\)](#) constatou que a adubação fosfatada foi indispensável para o pleno estabelecimento da leguminosa e a aplicação de 80 kg de P_2O_5 ha^{-1} foi a dose de máxima eficiência técnica, proporcionando maiores rendimentos de forragem da gramínea (5.237 kg ha^{-1} de MS), da

leguminosa (3.865 ha^{-1} de MS) e da consorciação (9.102 kg ha^{-1} de MS).

No manejo de pastagens consorciadas buscou-se a estabilidade de sua composição botânica, notadamente quanto a participação e persistência da leguminosa, considerada como componente mais valioso e instável da consorciação ([Andrade et al., 2003](#), [Townsend et al., 2010](#)). Em regiões tropicais, a proporção adequada de leguminosas

em pastagens consorciadas está na faixa de 20 a 45% 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 que assegurem a estabilidade produtiva da consorciação (Townsend et al., 2010, Costa et al., 2013a).

Os teores de N, Ca, Mg e K foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os maiores valores estimados com a aplicação de 69,2; 52,7; 23,4 e 69,3 kg de P₂O₅ ha⁻¹ para a gramínea e, 106,7; 47,5; 57,0 e 56,5 kg de P₂O₅ ha⁻¹ para a leguminosa, respectivamente, enquanto que para os teores de P a relação foi positiva e linear (Tabela 1). 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 *Urochloa brizantha* cv. Marandu consorciadas com *Pueraria phaseoloides*, Costa (2004) reportou maiores concentrações de N, Ca, Mg e K da gramínea e leguminosa com a aplicação de doses entre 60 e 90 kg de P₂O₅ ha⁻¹, enquanto que os teores de P foram diretamente proporcionais às doses aplicadas (0, 30, 60, 90 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹).

Ao se considerar que teores de N inferiores a 11,2 g kg⁻¹ de MS são limitantes para a adequada fermentação ruminal, implicando no menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo (Minson, 2012) observa-se que a gramínea e a leguminosa atenderiam, satisfatoriamente, aos requerimentos mínimos dos ruminantes, independentemente dos níveis de adubação fosfatada. Os teores de Ca, Mg e K, em todos os níveis de adubação fosfatada foram superiores ao nível crítico para bovinos de corte em crescimento (1,8; 1,0 e 6,5 g kg⁻¹, respectivamente) estipulado pelo NRC (2000); enquanto que para o P (1,8 g kg⁻¹), as exigências seriam atendidas apenas pela leguminosa com a aplicação de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

O efeito da adubação fosfatada sobre a extração de macronutrientes foi ajustada ao modelo quadrático de regressão, sendo os maiores valores para o N, Ca, Mg e K, respectivamente, estimados com a aplicação de 82,4; 62,4; 68,2 e 72,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹ para a gramínea e, 118,2; 77,8; 80,4 e 76,5 kg de P₂O₅ ha⁻¹ para a leguminosa, enquanto que a extração de P foi diretamente proporcional às doses aplicadas, tanto para a gramínea quanto para a leguminosa (Tabela 2). 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 das gramíneas e leguminosas (Lemaire and Agnusdei, 2000, Costa et al., 2010). 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 *Desmodium ovalifolium* CIAT-350. Para assegurar produtividade 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

inferiores 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 roçada (41,3; 4,5; 4,8; 4,1 e 61,1 kg ha⁻¹, respectivamente para N, P, Ca, Mg e K).

Tabela 2. 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. Médias de seis cortes.

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹				Equação de Regressão
	0	40	80	120	
Gramínea					
N	147,9	175,8	208,5	185,5	Y = 144,8 + 1,3181 X - 0,0081 X ² (R ² = 0,90)
P	14,5	18,7	23,8	23,1	Y = 15,39 + 0,0773 X (R ² = 0,85)
Ca	51,6	71,4	67,8	56,4	Y = 52,38 + 0,6121 X - 0,0049 X ² (R ² = 0,95)
Mg	23,4	27,6	28,2	25,2	Y = 23,4 + 0,1512 X - 0,00112 X ² (R ² = 0,97)
K	111,1	137,6	162,7	131,4	Y = 108,4 + 1,2988 X - 0,0092 X ² (R ² = 0,88)
Leguminosa					
N	178,4	238,4	276,3	286,1	Y = 178,1 + 1,8437 X - 0,0078 X ² (R ² = 0,96)
P	10,3	13,7	16,98	18,46	Y = 10,69 + 0,0694 X (R ² = 0,92)
Ca	44,3	59,1	57,8	56,6	Y = 45,11 + 0,3891 X - 0,00252 X ² (R ² = 0,90)
Mg	25,6	39,2	39,5	38,6	Y = 26,2 + 0,3701 X - 0,0023 X ² (R ² = 0,94)
K	127,1	164,5	185,4	162,0	Y = 125,7 + 1,454 X - 0,00951 X ² (R ² = 0,91)

As extrações dos macronutrientes pela gramínea e leguminosa, independentemente da adubação fosfatada, foram maiores para N e K, seguidas de Ca, Mg e P (Tabela 2). 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) sobre a extração de N, P, Ca, Mg e K por pastagens consorciadas de *Paspalum secans* e *Stylosanthes capitata* cv. Capica, comportamento que foi diretamente relacionado ao maior volume de solo explorado em decorrência do maior comprimento de raízes da gramínea e da leguminosa, além do efeito positivo no processo de nodulação e fixação biológica de nitrogênio pela leguminosa.

Os teores de FDN e FDA da gramínea e leguminosa foram inversamente proporcionais aos níveis de adubação fosfatada (Tabela 3). Tendência semelhante foi reportada por [Costa \(2004\)](#) para pastagens consorciadas de *P. atratum* cv. Pojuca com *D. ovalifolium* CIAT-350, onde a

aplicação de 50 kg de P₂O₅ ha⁻¹ proporcionou decréscimos superiores a 10% nos teores de fibra da gramínea (76,3 vs. 71,9% de FDN e 38,2 vs. 33,4% de FDA) e da leguminosa (66,9 vs. 60,2% de FDN e 34,2 vs. 30,1% 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 planta a proporção dos componentes potencialmente digestíveis tende 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 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 ruminal 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.

Tabela 3. 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. Médias de seis cortes

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹				Equação de Regressão
	0	40	80	120	
Gramínea					
FDN	75,91	73,23	72,11	70,05	Y = 75,63 - 0,0468 X (R ² = 0,82)
FDA	39,65	38,18	36,02	35,55	Y = 39,51 - 0,0361 X (R ² = 0,90)
Leguminosa					
FDN	60,21	58,35	58,11	57,23	Y = 59,85 - 0,0231 X (R ² = 0,91)
FDA	36,57	34,07	32,78	31,04	Y = 36,29 - 0,0447 X (R ² = 0,95)

Para todos os níveis de adubação fosfatada, os teores de FDN e FDA da gramínea e os de FDN da leguminosa 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. \(2010\)](#) para *Axonopus purpusii* (78,9% de FDN e 46,1% de FDA) e *Mesosetum chaseae* (77,1% de FDN e 47,9% de FDA), gramíneas nativas dos cerrados de Rondônia.

Conclusões

A adubação fosfatada afeta positivamente o rendimento de forragem, a composição química e a extração de macronutrientes da gramínea e da leguminosa.

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

A adubação fosfatada proporciona 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 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ permitem o estabelecimento, a estabilidade produtiva, o fornecimento de forragem de boa qualidade e a persistência da consorciação.

Referências Bibliográficas

Andrade, C., 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 Rondonia. 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.
- Heringer, I. & Jacques, A. V. A. 2002. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 399-406.
- 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., Van Oosterom, E., 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*, 105, 253-265.
- 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. 483p.
- 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-Amazônia*, 1, 945-948.
- Nabinger, C. & Carvalho, P. C. F. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th rev. edn. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA. 242p.
- 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.
- 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, A. G. A. 2010. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 5, 27-49.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- 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 15 March 2017

Accepted 27 May 2017

Available on line 13 June 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.