

Efeito da adubação com fontes de fósforo na produção sazonal de *Brachiaria decumbens* Stapf¹

J. G. Marinho Guerra*, D. Lopes de Almeida*, M. Silvestre Fernandes** e S. Manhães Souto*

Introdução

A área coberta com pastagens no Brasil foi estimada em mais de 105 milhões de hectares (ha), sendo que, somente um pequeno percentual desta recebe algum tipo de fertilização. Dentre as espécies introduzidas, *Brachiaria decumbens* se encontra cultivada em muitas áreas devido ao bom desempenho em solos ácidos com reduzida disponibilidade de nutrientes. Apesar da reconhecida rusticidade, resultados experimentais têm demonstrado expressivo aumento da produção de biomassa de *B. decumbens* com emprego da fertilização fosfática. Guss et al. (1990) trabalhando com Latossolos em casa de vegetação estimaram doses críticas de P para obtenção de 90% da produção máxima de *B. decumbens*, que variaram desde 80 à 491 mg/cm³ de solo, com características de uma redução nos requerimentos externos da planta após o período inicial de crescimento, atribuindo-se o efeito à aumentada capacidade de absorção inicial do P e/ou de utilização eficiente deste na formação de biomassa vegetal. Comportamento semelhante também foi observado sob condições de campo por Soares et al. (1999).

Conquanto os níveis críticos externos e internos de P para as espécies do *Brachiaria* mostrem-se, geralmente, inferiores aos de outras gramíneas forrageiras (Fonseca et al.,

1988), a elevada capacidade do solo em reter o P aplicado torna necessário o uso de doses relativamente altas de fertilizante para a obtenção de níveis satisfatórios de produtividade (Sanzonowicz et al., 1987).

O emprego de fontes com menor custo de produção como as rochas moídas, tem sido alternativa avaliada. A dissolução das rochas é favorecida pela acidez e pela baixa atividade do P e Ca na solução do solo (Rajan et al., 1991), características normalmente encontradas em solos tipicamente tropicais. Os resultados experimentais têm demonstrado que o aproveitamento inicial do P contido nas rochas é inferior ao das fontes solúveis, entretanto, aumentando com o transcorrer do tempo (Faquin et al., 1997), o que lhe confere um potencial de utilização em espécies forrageiras perenes, tolerantes à acidez do solo.

Enfatizando o comportamento sazonal, o presente trabalho objetivou, a partir da fertilização com fontes de P, determinar a dinâmica da produção de matéria seca (MS) e parâmetros relacionados ao P na parte aérea da *B. decumbens* submetida à regime de corte.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cnpab) em Itaguaí, Rio de Janeiro, (latitude 22° 45' sul; longitude 43° 41' oeste e altitude de 33 m).

O experimento foi instalado em microparcelsas construídas em canteiros de alvenaria. A parcela experimental tinha uma área de 2.4 m² e profundidade de 0.5 m. Na parte inferior do canteiro foi acondicionada uma camada de 0.1 m de pedra britada, sendo

¹ Extraído da tese apresentada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pelo primeiro autor para obtenção do grau de Ph.D. em Agronomia.

* Engs. Agrs., Ph.D. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB), Caixa Postal 74505, CEP 23851-970, Seropédica, RJ.

**Prof. Ph.D. UFRRJ/Departamento de Solos, CEP: 23851-970, Seropédica, RJ.

coberta com tecido sintético, apresentando as mesmas dimensões da área da parcela. Amostras de terra foram coletadas no município de Pirai (RJ), da camada superficial (0 - 0.20 m) de um Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico. A análise química e granulométrica do solo, de acordo com Embrapa/SNLCS (1979), revelou os seguintes resultados: $\text{pH}_{\text{em água}} = 4.8$; $\text{Al}^{+++} = 1 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 1.3 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{K}^+ = 72 \text{ mg}/\text{kg}$; $\text{P} = 2 \text{ mg}/\text{kg}$; $\text{C} = 15.1 \text{ g}/\text{kg}$ e $\text{N} = 1.6 \text{ g}/\text{kg}$ de solo; areia = 38%; silte = 22%; argila = 40%.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram: ausência de fertilização fosfática (PO); com rocha fosfática de Patos de Minas (RF) e com superfosfato triplo (ST), na dose equivalente à $20 \text{ g}/\text{m}^2$ de P_2O_5 (baseado no teor total de P_2O_5 contido na fonte).

A rocha fosfática foi aplicada 60 dias antes da semeadura e o superfosfato triplo aplicado por ocasião da semeadura, sendo a fertilização feita a lanço com posterior incorporação na camada compreendida de 0 - 0.20 m. A fertilização potássica, em cobertura, foi iniciada no terceiro corte, na dose equivalente a $6 \text{ g}/\text{m}^2$ de K_2O tendo como fonte o KCl. Após o sétimo corte substituiu-se a fonte de potássio para K_2SO_4 , a fim de também suprir enxofre para as plantas, mantendo-se a mesma dose.

O nitrogênio (N) foi aplicado inicialmente aos 45 dias após a semeadura e após cada corte na dose equivalente à $4 \text{ g}/\text{m}^2$ de N. A partir do sexto corte, a dose foi elevada para o equivalente a $8 \text{ g}/\text{m}^2$ de N, sendo fertilização em partes iguais (logo após o corte e 30 dias após a anterior) totalizando 16, 24 e $32 \text{ g}/\text{m}^2$ no primeiro, segundo e terceiro ano experimental, respectivamente.

As sementes, de origem comercial, de *B. decumbens* Stapf. var. Australiana foram semeadas em 5 linhas, com uma densidade equivalente à $4 \text{ g}/\text{m}^2$. O regime de cortes foi executado a altura de 0.10 m da superfície do solo, em uma área útil de 1 m^2 . Logo após cada coleta realizou-se um corte de uniformização no restante da parcela.

O cronograma de corte e dias de crescimento entre os cortes de parte aérea de *B. decumbens* foi o seguinte: 1° corte (20/06/84 e

83 dias); 2° corte (05/10/84 e 107 dias); 3° corte (05/12/84 e 61 dias); 4° corte (05/02/85 e 62 dias); 5° corte (26/03/85 e 49 dias); 6° corte (04/06/85 e 70 dias); 7° corte (16/10/85 e 134 dias); 8° corte (02/01/86 e 78 dias); 9° corte (02/03/86 e 60 dias); 10° corte (10/06/86 e 100 dias); 11° corte (21/10/86 e 133 dias) e 12° corte (05/02/87 e 107 dias).

Os parâmetros avaliados na parte aérea das plantas foram a produção de MS em estufa à 65°C até atingir peso constante; e conteúdo de fósforo após digestão nitroperclórica (Bataglia et al., 1983), determinado em espectrofotômetro a partir da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em meio sulfúrico na presença de ácido ascórbico como redutor (Embrapa/SNLCS, 1979). A partir dos resultados de produção de MS e acumulação de fósforo na parte aérea das plantas, estimou-se a eficiência de utilização de fósforo ($\text{EUP} = \text{MS}^2/\text{X}$, onde MS = matéria seca, e X = acumulação total de P) (adaptado de Siddiqi e Glass, 1981).

Os procedimentos estatísticos foram executados com auxílio do programa SOC, desenvolvido pelo Embrapa-Cnpdia. Os dados foram analisados com os seguintes arranjos: análise dentro de cada corte; análise conjunta dos anos em parcela subdividida (anos na subparcela), sendo que o ano correspondeu ao somatório de 4 cortes consecutivos e análise da produção total dos cortes.

Resultados e discussão

Produção de matéria seca

Não foi observada entre cortes variação da produção de parte aérea da *Brachiaria* em função da adubação fosfatada, o mesmo não aconteceu dentro dos cortes, notadamente no primeiro, como pode ser visto na Figura 1. Considerado o tempo decorrido entre a semeadura e o primeiro corte, como fase de estabelecimento, a adubação com superfosfato triplo (ST) ou a rocha fosfática (RF) proporcionou produção mais elevada do que o controle (PO) nesta fase. A incorporação da RF acarretou aumento de 112% e do ST de 210% sobre o PO. Como esperado, o benefício da fertilização mostrou-se em sintonia com o baixo teor de fósforo disponível no solo, sendo tanto maior quanto maior a solubilidade das fontes.

A incorporação da RF proporcionou uma produção, por ocasião do estabelecimento, que correspondeu à 70% da alcançada com o emprego do ST. O diferencial relativamente pequeno encontrado entre ST e RF, entretanto, divergiu dos resultados encontrados em trabalhos realizados nas condições edafoclimáticas da região do Cerrado (Lima et al., 2000), o que poderia estar associado à elevada capacidade de adsorção do fósforo e presença de altos teores de Fe_2O_3 livres nos LE sob Cerrado. Embora o fenômeno de absorção atue como força direcionando à dissolução da rocha (Novelino et al., 1985), a formação de minerais secundários de menor solubilidade do que o material apatítico original poderia reduzir a disponibilidade de fósforo para as plantas (Novelino et al., 1985).

Já no segundo corte, aproximadamente 6 meses após a semeadura, as plantas no PO iniciaram um processo de recuperação, aumentando em 65% o nível de produção, quando comparou-se o primeiro e segundo cortes. Diferentemente, com ST houve pequena queda, correspondente à 24%, mas ainda superior ao PO. Com RF a produção praticamente não apresentou variação entre os três primeiros cortes. No terceiro corte, os tratamentos não proporcionaram diferenças e este comportamento foi mantido nos demais cortes. Face ao expressivo aumento de produção no PO, o ganho determinado inicialmente com ST e RF foi insuficiente para destacar-se um efeito médio significativo ($P < 0.05$) das fontes de fósforo (Tabela 1). Comportamento semelhante foi encontrado para *Hyparrhenia rufa* e *Panicum maximum* crescidas em Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico, com baixo teor de fósforo disponível (Costa et al., 1983).

Examinando-se a tendência das curvas de produção (Figura 1) notou-se flutuação sazonal, com formação de picos na época seca e depressões na chuvas, os quais ocorreram independentes da adubação fosfatada. A tendência, como já discutida, esteve alinhada com os atributos climáticos, notadamente com a taxa de precipitação pluviométrica (Luz et al., 2000), provavelmente, via aceleração da atividade metabólica das plantas no período quente e chuvoso, proporcionando maior taxa de acumulação de matéria seca de parte aérea da *Brachiaria*.

Teor de fósforo

Examinando-se o efeito das fontes sobre o teor de fósforo dentro de cada corte (Figura 2), notou-se no primeiro corte, que os valores não diferiram entre tratamentos. Possivelmente, os valores semelhantes entre tratamentos fertilizados e não fertilizado foram oriundos da diluição do elemento na biomassa vegetal, visto o expressivo aumento de produção (Figura 1) e acumulação total de fósforo (Figura 3) alcançados com ST e RF, quando comparados com PO. Nos demais cortes, exceto no terceiro e nono, o ST conferiu maior conteúdo de fósforo do que o PO, enquanto a incorporação da RF proporcionou tendência semelhante, mas sem alcançar significância ($P > 0.05$) em todos os cortes. Os efeitos tomaram-se mais evidentes a partir do quinto corte, que resultou na interação entre o ano e a fonte de fósforo (Tabela 2). A adubação fosfatada acarretou em, aumento médio de até 0.04 unidades percentuais no ano 2 e de 0.03 unidades no ano 3. Faquin et al. (1997) trabalhando com *Brachiaria* e *Andropogon* encontraram que o teor de fósforo foi adequado para o crescimento destas gramíneas, independente da origem do

Tabela 1. **Produção de matéria seca, acumulação total e eficiência de utilização de fósforo na parte aérea da *Brachiaria decumbens*, à partir das fontes de fósforo. Médias de 12 cortes.**

Tratamento ^a	Matéria Seca (g/m ²)	Acumulação (mg/m ² de P)	EUP ^b (g de MS/mg de P)
PO	362.20 a*	424 b	341.49 a
RF	372.10 a	514 a	288.99 b
ST	375.90 a	553 a	270.95 b

* Valores seguidos com letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

a. PO = Sem fertilização fosfática; RF: rocha fosfática, correspondente a 20 g/m² de P₂O₅;

ST = Superfosfático-tríplo, correspondente a 20 g/m² de P₂O₅.

b. EUP = Eficiência de utilização de Fósforo.

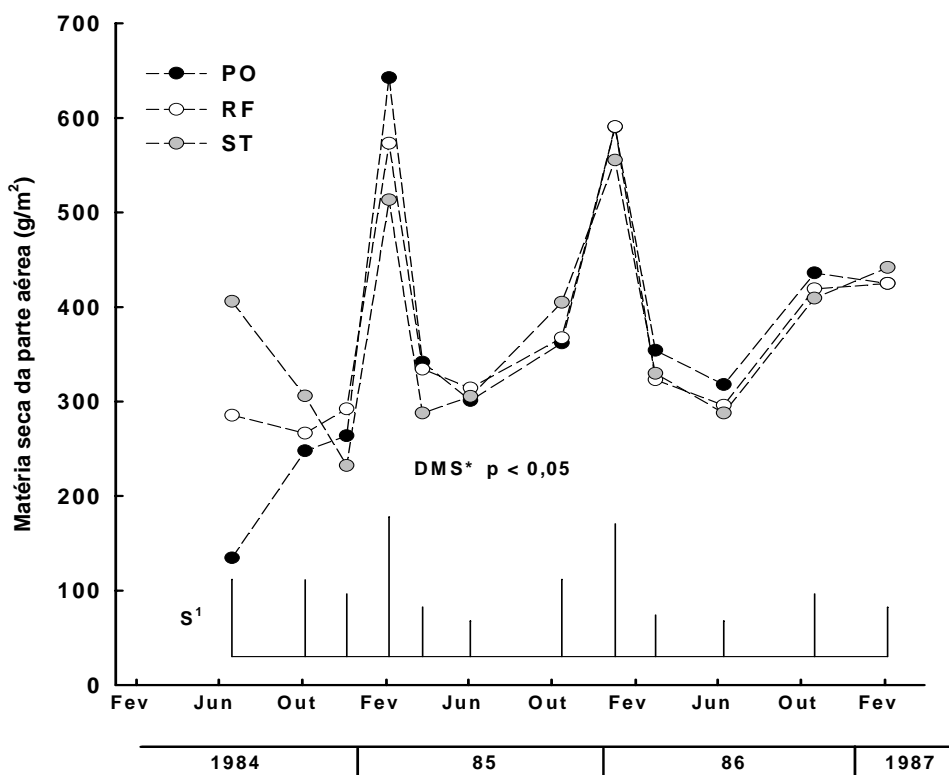


Figura 1. Produção da matéria seca da parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com fosfato de Araxá e superfosfato triplo, em 12 cortes durante 3 anos. PO: sem fertilização; RF: rocha fosfática; ST: superfosfato triplo. 1.= S: semeadura; * teste Tukey.

fósforo (superfosfato triplo, termofosfato de Mg, fosfato de Araxá e fosfato de Araxá parcialmente acidulado) e da calagem, no entanto, este teor decresceu com os sucessivos cortes.

Tabela 2. Teor de fósforo na parte aérea da *Brachiaria decumbens*, a partir das fontes de fósforo e ano experimental. Médias de 4 cortes/ano.

Ano	Fonte ^a			Média
	PO	RF	ST	
	Conteúdo P (%)			
1	0.12 aA*	0.13 aB	0.13 aB	0.13 B
2	0.13 bA	0.16 aA	0.17 aA	0.15 A
3	0.13 bA	0.16 aA	0.16 aA	0.15 A
Média	0.13 b	0.15 a	0.15 a	

* Valores seguidos com letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05).

a.PO = Sem fertilização fosfática; RF: rocha fosfática, correspondente a 20 g/m² de P₂O₅; ST = Superfosfático-tríplo, correspondente a 20 g/m² de P₂O₅.

Os maiores valores do teor de fósforo na planta foram obtidos no quinto corte com ST (0.19%) e com RF (0.17%), no sexto corte com ST (0.18%) e com RF (0.17%) e décimo corte com ST e RF, ambos com 0.17% (Figura 2). No PO o teor não superou 0.15%, sendo ainda observado neste tratamento os menores valores. Martinez e Haag (1980), determinaram um nível crítico de 0.31% na parte aérea da *Brachiaria* crescida por um período de 75 dias em solução nutritiva. Requerimentos menores foram detectados por Guss et al. (1990) com teores variáveis desde 0.14 à 0.25% para a fase inicial de crescimento, e de 0.10 à 0.17% para a rebrota desta forrageira cultivada em casa-de-vegetação. Enquanto, Ramos et al. (1997) encontraram que o teor de fósforo em *B. decumbens* cv. Australiana, nas condições de campo, aumentou com a dose de superfosfato triplo aplicado, e o maior valor obtido no período chuvoso foi 0.13% e no período seco foi de 0.08%. Os valores obtidos no presente experimento mostraram concordância com os encontrados por Guss et al. (1990) notadamente, após a fase de estabelecimento,

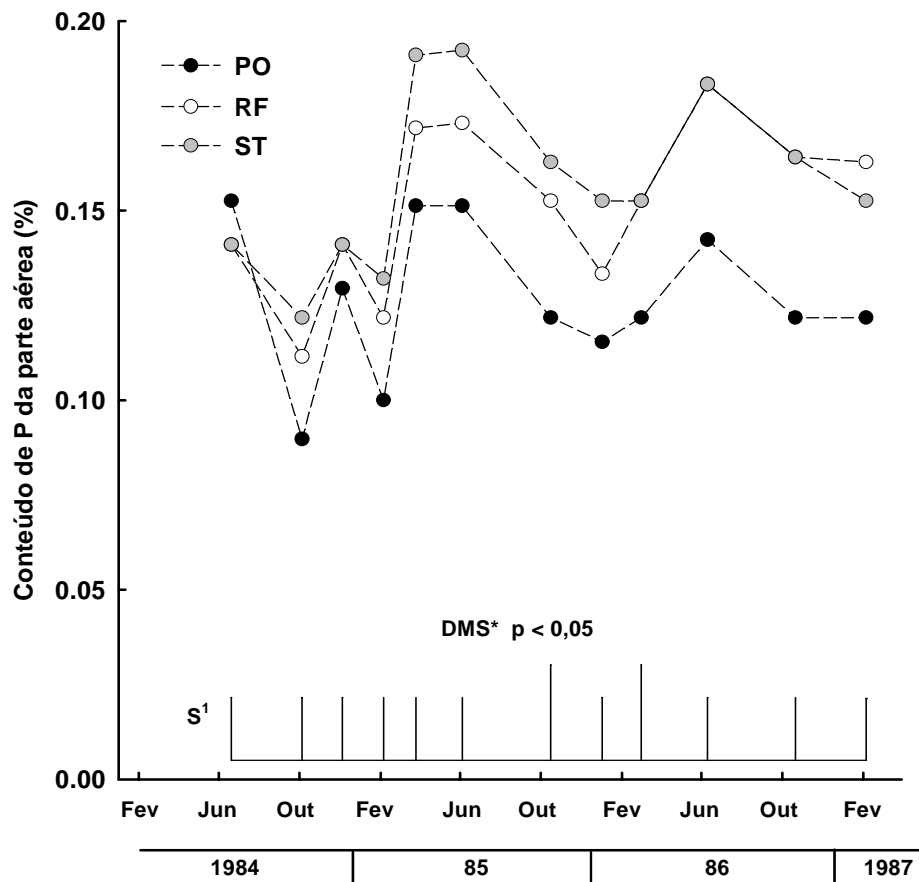


Figura 2. Conteúdo de fósforo na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com fosfato de rocha e superfosfato triplo, em 12 cortes durante 3 anos. PO: sem fertilização; RF: rocha fosfática; ST: superfosfato triplo. 1. = S: semeadura; * = teste Tukey.

mas foram bem inferiores aos observados por Martinez e Haag (1980). Entretanto, não atingiu a concentração de P de 0.18% estabelecido pela NRC (1976) como a mínima necessária para o crescimento dos animais, exceto, nos cortes 5, 6 e 10. Couto et al. (1995) testando duas fontes de P (superfosfato triplo e fosfato de Carolina do Norte) em *Brachiaria* também encontraram que o teor de fósforo foi inadequado para o crescimento dos bovinos.

Acumulação total de fósforo

O efeito global da adubação fosfatada sobre acumulação total de fósforo apresentado na Tabela 1, pode ser visto detalhadamente na Figura 3. A baixa disponibilidade inicial de P no solo resultou, por ocasião do estabelecimento, na acumulação de 205 mg/m² de P no PO, inferior a obtida com RF e ST, respectivamente, de 404 e 561 mg/m² de P. A maior acumulação com ST comparada com RF, nesta fase, também foi observada em outros

trabalhos conduzidos com gramíneas forrageiras tropicais (Soares et al., 2000), mostrando-se em concordância com elevada solubilidade em água desta fonte. Porém, a incorporação da RF superou em 98% o PO e correspondeu à 72% da acumulação obtida com ST, resultados que não têm sido reportados na maioria dos trabalhos envolvendo a comparação entre estas fontes de fósforo. A partir do segundo corte, as plantas aumentaram a acumulação total de P na parte aérea, notadamente no PO, indicando a contribuição crescente do fósforo oriundo exclusivamente do solo.

Embora o sistema radicular não tenha sido avaliado, *B. decumbens*, como já demonstrado para outras gramíneas forrageiras tropicais (Rodrigues e Cadima-Zevallos, 1991) apresenta profuso enraizamento, com alta capacidade de associação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares normalmente presentes no solo.

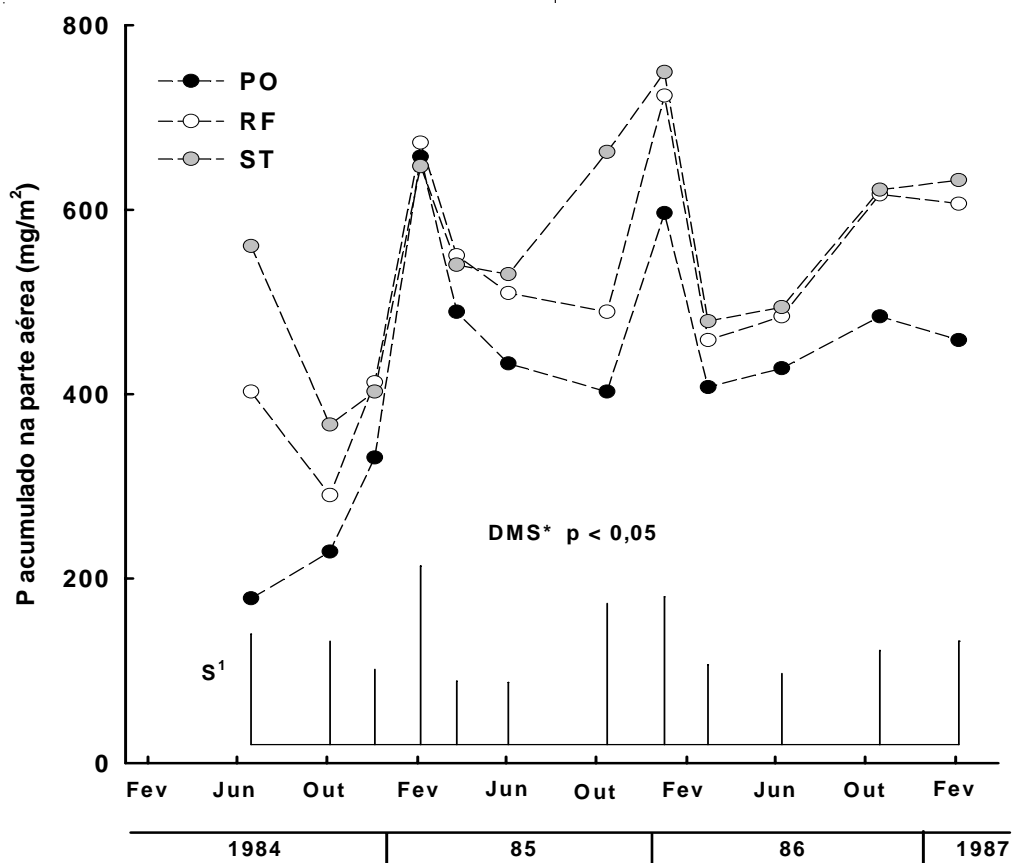


Figura 3. Acumulação total de fósforo na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com fosfato de rocha e super fosfato triplo, em 12 cortes durante 3 anos. PO: sem fertilização; RF: rocha fosfática; ST: superfosfato triplo. 1.= S: semeadura; * teste Tukey.

A sincronização entre demanda vegetal e suprimento de fósforo pelo solo tornou-se evidente ao sobrepor-se os padrões estacionais de produção de matéria seca (Figura 1) e acumulação total de fósforo (Figura 3) na parte aérea, ou seja, contrastando-se os cortes de das épocas de chuva e seca pôde-se notar que a maior expressão da produção no período quente e chuvoso não foi limitada pela capacidade de fornecimento de fósforo do solo, notadamente no PO. Os valores de acumulação total atingiram diferenciais entre o segundo e o quarto, e entre o sétimo e oitavo cortes, respectivamente, de 185% e 49% para PO, 132% e 49% para RF, e 79% e 13% para ST.

Caso o intervalo decorrido entre os cortes fosse uniformizado, os diferenciais seriam ainda mais amplos, visto que a execução dos cortes no período seco foi precedida de intervalo maior de crescimento. As elevadas diferenças de acumulação aqui

obtidas sugerem que os mecanismos de recirculação do fósforo do solo operaram mais intensamente no período de desenvolvimento acelerado da forrageira.

Eficiência de utilização de fósforo

A eficiência de utilização de fósforo (EUP) estimada como proposto por Siddiqi e Glass (1981) também mostrou padrão estacional, independente da fertilização fosfática, denotando a existência de um alinhamento entre a utilização metabólica do fósforo (ver Figura 4) e a produção de matéria seca (MS) na parte aérea da *Brachiaria* (Figura 1). As maiores expressões da EUP ocorreram nos cortes de verão, com declínio e em seguida manutenção de níveis baixos durante o período seco.

A dinâmica de utilização do fósforo a partir da incorporação das diferentes fontes, nos diferentes cortes (Figura 4), denotou que a

baixa disponibilidade inicial de fósforo no solo limitou a acumulação total e acarretou numa EUP no PO muito inferior a obtida com ST e RF, conseqüentemente, a produção de biomassa foi afetada no período de estabelecimento. Contrastando o primeiro e segundo cortes, observou-se no PO um aumento na EUP (Figura 4), seguido também, pela produção de MS (ver Figura 1), contudo, sem notar-se alterações marcantes na acumulação total de fósforo (ver Figura 3), indicando o ajustamento interno que resultou na melhor utilização metabólica desse elemento. Dentre os mecanismos de adequação de espécies forrageiras em respostas a deficiência de fósforo no solo, a elevação da EUP após o período de estabelecimento tem sido proposta (Fox, 1978), e já foi sugerida em trabalhos com *B. decumbens* (Guss et al., 1990). Do segundo corte até o final da etapa experimental, a EUP no tratamento PO foi superior ou não diferiu do ST ou RF, embora o conteúdo (ver Figura 2), de maneira geral, tenha sido mais elevado com a adubação, evidenciando que para o nível de produção alcançado, *Brachiaria* operou satisfatoriamente com teores variáveis em até 0.04 unidades de

fósforo entre os tratamentos. Halsted e Linch (1996) testaram a eficiência de utilização de fósforo em várias plantas C_4 , C_3 e intermediárias e encontraram que a mais eficiente foi a *Brachiaria*, por ser a planta que sob estresse, melhor contrabalança e distribui o elemento fósforo. Os resultados aqui obtidos reforçaram a importância da adubação foscática para o estabelecimento da *Brachiaria* deficiente em fósforo, porém demonstraram que mesmo nesta condição, a *Brachiaria* aumentou a sua capacidade de acumulação de fósforo na sua biomassa com o transcorrer do tempo.

Conclusões

1. A produção de matéria seca da parte aérea da *B. decumbens* não foi afetada pelas fontes de fósforo.
2. A eficiência de utilização de fósforo foi maior nos cortes de verão.
3. A adubação com fósforo foi essencial somente para a fase de estabelecimento de *Brachiaria*.
4. Após o estabelecimento, *Brachiaria* não respondeu à aplicação de fósforo.

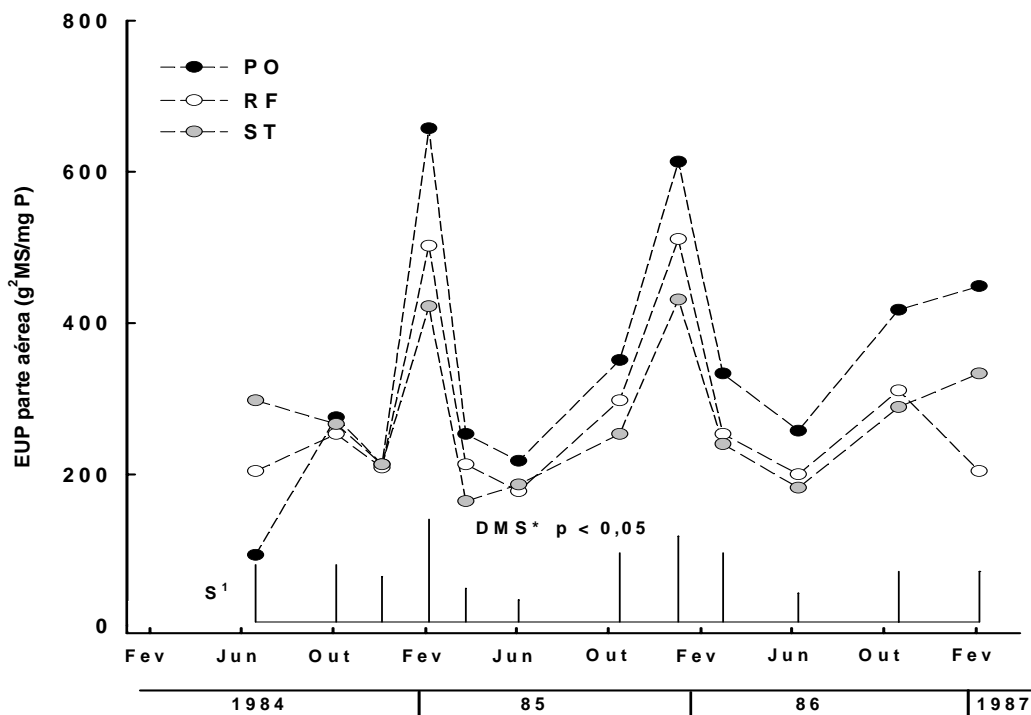


Figura 4. Eficiência de utilização de fósforo (EUP) na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com fosfato de rocha e super fosfato triplo, em 12 cortes durante 3 anos. PO: sem fertilização; RF: rocha foscática; ST: superfosfato triplo. 1.= S: semeadura; * teste Tukey.

Resumen

En microparcels que contenían suelo proveniente de un Podzol Vermelho-Amarelo Latossólico del campo experimental de Itaguaí, Rio de Janeiro, (22° 45' sur, 43° 41' oeste y 33 m.s.n.m.) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cnpab), se evaluó la respuesta de *Brachiaria decumbens* Stapf. var. Australiana a la aplicación de diferentes fuentes de fósforo (P). Las características del suelo eran: $\text{pH}_{\text{água}} = 4.8$, $\text{Al} = 1 \text{ cmol}_c/\text{kg}$, $\text{Ca} + \text{Mg} = 1.3 \text{ cmol}_c/\text{kg}$, $\text{K} = 72 \text{ mg/kg}$, $\text{P} = 2 \text{ mg/kg}$, $\text{C} = 15.1 \text{ g/kg}$ e $\text{N} = 1.6 \text{ g/kg}$ de solo, arena = 38%, limo = 22%, arcilla = 40%. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres fuentes de P (PO - ausencia, RF - roca fosfórica y ST - superfosfato triple) en la dosis de 20 g/m² de P₂O₅, equivalentes a 200 kg/ha de P₂O₅. Se observó un patrón estacional típico para la producción de materia seca y tasas medias de acumulación de fósforo. La mayor eficiencia de utilización de este nutrimento en la parte aérea ocurrió en los cortes de la época de verano. La incorporación de superfosfato triple o de roca fosfórica de Araxá durante la siembra produjo un aumento significativo de la producción de MS en el primer corte de (201% y 112%, respectivamente, frente al tratamiento testigo sin P). En el segundo corte, aproximadamente 6 meses después de la siembra, *B. decumbens* var. Australiana presentó una elevada respuesta en el tratamiento testigo, aumentando la producción, la eficiencia de utilización y la acumulación total de P.

Summary

The response of *Brachiaria decumbens* Stapf. var. Australiana to the application of different sources of phosphorus (P) was evaluated in microplots that contained soil from a red-yellow Latosolic Podzol at the Itaguaí experiment field in Rio de Janeiro, (22° 45' South, 43° 41' West and 33 m above sea level) of the Brazilian Agricultural Research Enterprise (Embrapa-Cnpab). Soil characteristics were as follows: $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 4.8$; $\text{Al} = 1 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{Ca} + \text{Mg} = 1.3 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{K} = 72 \text{ mg/kg}$; $\text{P} = 2 \text{ mg/kg}$; $\text{C} = 15.1 \text{ g/kg}$; and $\text{N} = 1.6 \text{ g/kg}$ soil; sand = 38%, lime = 22%, clay = 40%. A randomized block design was used with three sources of P (PO, absence; RF, phosphate rock; and S, triple superphosphate), applied at rates of 20 g/m² of P₂O₅, equivalent to 200 kg/ha of P₂O₅. A typical

seasonal pattern was observed for DM production and average phosphorus accumulation rates. The highest P use efficiency in aerial parts occurred in cuttings carried out during the summer. The incorporation of triple superphosphate or Araxá phosphate rock during planting significantly increased DM production of the first cutting by 201% and 112%, respectively, compared with the check treatment without P. During the second cutting, performed approximately 6 months after planting, *B. decumbens* var. Australiana presented a high response in the check treatment, increasing production, P use efficiency, and total accumulation of P.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Dr. Bruno José Alves, pela ajuda na transformação das figuras do programa Harward Grafic para o programa Sigma Plot e a Dra. Andrea Duque Estrada pela ajuda na organização do material escrito enviado para a publicação.

Referências

- Bataglia, O. C.; Furlani, A. M.; Teixeira, J. P.; Furlani, P. R.; e Gallo, J. R. 1983 Métodos de análise química de plantas. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas. Bol. Téc. 78. p. 1-48.
- Costa, O. O.; Moneratt, P. H.; e Gomide, J. A. 1983. Efeito de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo de capim-jaraguá e capim-colonião. Rev. Soc. Brasil. Zoot. 12:1-10.
- Couto, W. S.; Texeira-Neto, J. F.; Veiga, J. B.; e Simão Neto, M. 1995. Utilização de duas fontes de fosfato no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Pasturas Tropicales 17(2):25-28.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS). 1979. Manual de Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro. (s.p.)
- Faquin, V.; Passos, R. R.; Villa, M. R.; Curi, N.; e Evangelista, A. R. 1997. Absorção e acumulação de nutrientes por gramíneas forrageiras sob influência de fontes de

- fósforo e correção de solo. Rev. Soc. Brasil. Zoot. 12(2):219-226.
- Fonseca, D. M.; Alvarez, V. H.; Neves, J. C.; Gomide, J. A.; Novais, R. F.; e Barros, N. F. 1998. Níveis críticos de fósforo em amostra de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Rev. Brasil. Ciência de Solo 12:49-58.
- Fox, R. L. 1978. Studies on phosphorus in the tropics. En: Andrew, C. S. e Kamprath, E. J. (eds.). Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soil. CSIRO. p. 169-187.
- Guss, A.; Gomide, J. A.; e Novais, R. F. de. 1990. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. Rev. Soc. Brasil. Zoot. 19:278-289.
- Halsted, M. e Linch, J. 1996. Phosphorus responses of C₃ and C₄ species. J. Exp. Bot. 47 (297):497-505.
- Lima, D. V.; Faquin, V.; Furtine Neto, A E.; Moraes, AR.; Curi, N.; e Higa, N. T. 2000. Macro e micronutrientes no crescimento do braquiário e da soja em Latossolos sob Cerrado da região de Cuiabá-MT. Ciência e Agrot. 24(1):96-104.
- Luz, P. H.; Herling, V. R.; Lang, A.; Lima, C. Q.; e Gomide, C. A. 2000. Efeitos do doses e fontes de fósforo na recuperação de *Brachiaria decumbens*. En: 37^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Resumos. Viçosa. p. 91.
- Martinez, H. E. e Haag, H. P. 1980. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens* (Stapf) *Brachiaria humidicola* (Rendle), Schweickerdt, *Digitaria decumbens* Stent, *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf., *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq. e *Pennisetum purpureum* Schum. Piracicaba. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) 37:913-977.
- Novelino, J. O.; Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Costa, L. M.; e Barros, N. F. 1985. Solubilização de fosfato-de-Araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e na ausência de calagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas. 9:13-22.
- NRC (National Research Council). 1976. Nutrient requirements of domestic animals no. 4 – Nutrient requirements of beef cattle. National Academy of Science. Washington.
- Rajan, S. S.; Fox, R. L.; Saunders, W. M.; e Upsdell, M. 1991. Influence of pH, time and rate of application on phosphate rock dissolution and availability to pastures. I Agronomic benefits. Fertilizer Research 28:85-93.
- Ramos, G. M.; Italiano, E. C.; Leite, G. G.; Melo, F. B.; e Ribeiro, V. Q. 1997. Doses de fósforo na produção de gramíneas fereageiras em solos ácidos e de baixa fertilidade na região meio-norte do Brasil. Pastura Tropicales 19(3):24-27.
- Rodrigues, A. C. e Cadima-Zevallos. 1991. Efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem. Pesqu. Agropec. Brasil. 26:439-445.
- Sanzonowicz, C.; Lobato, E.; e Goedert, W. J. 1987. Efeito residual da calagem e de fontes de fósforo numa pastagem estabelecida em solo de Cerrado. Pesqu. Agropec. Brasil. 22:233-243.
- Siddiqi, M. Y. e Glass, A. D. 1981. Utilization index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. J. Plant Nutr. 4:289-302.
- Soares, W. V.; Lobato, E.; e Sousa, D. M. 2000. Avaliação do fosfato natural de Gafsa para recuperação de pastagem degradada em Latossolo Vermelho-Escuro. Pesqu. Agropec. Brasil. 35(4):819-825.
- _____; Macedo, M. C.; Vilela, L.; e Souza, O. C. 1999. Resposta de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk ao fósforo e níveis críticos de P em Latossolo roxo. Embrapa Cerrado (CPAC). Bol. Pesqu. 4:25.