

MELHORAMENTO DE PASTAGEM NATURAL COM FOSFATOS E INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS EM SOLO DA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL (1)

W. MACEDO⁽²⁾, J.O.N. GONÇALVES⁽²⁾ & A.M. GIRARDI-DEIRO⁽³⁾

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de fosfatos naturais e de uma leguminosa forrageira no melhoramento do campo natural. O experimento foi conduzido durante quatro anos (1978–1982), em um solo da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, classificado como Brunizem, no delineamento de parcelas subdivididas. Nas parcelas principais foram avaliadas respostas a fontes de fósforo (superfosfato triplo, fosfato-de-gafsa, fosfato-de-patos-de-minas e fosfato-de-araxá); nas subparcelas, os níveis de fósforo (0, 50, 100 e 150 kg/ha de P_2O_5), e nas subsubparcelas, métodos de introdução de trevo-branco (*Trifolium repens* L.): 1 = sem leguminosa; 2 = leguminosa em cobertura; 3 = gradagem superficial + leguminosa em cobertura. Os resultados demonstraram a superioridade do superfosfato triplo sobre os fosfatos naturais, a equivalência dos métodos de introdução do trevo-branco; a determinação dos níveis de máxima eficiência econômica (M.E.E.) dos fertilizantes (89 kg/ha de P_2O_5 para o superfosfato triplo); a determinação do grau de equivalência dos fosfatos naturais em relação à fonte solúvel (36,6% para o fosfato-de-araxá, 42% para o fosfato-de-patos-de-minas e 69,6% para o fosfato-de-gafsa), e possibilitou constatar que a adubação fosfatada não produziu modificações importantes na composição botânica do campo natural.

SUMMARY: NATURAL GRASSLAND IMPROVEMENT WITH ROCK PHOSPHATE AND SOWING LEGUME

The objective of this work was to evaluate the effect of rock phosphate and sowing forage legume on the improvement of a natural grassland. The experiment was carried out during four years (1978–1982), on a Hapludalf soil, located in the west border of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. A split-plot design was used, where the main plots received the phosphorus sources (Triple superphosphate, Gafsa phosphate, Patos phosphate, Araxá phosphate), the sub-plots, the phosphorus levels (0, 50, 100 and 150 kg of the P_2O_5 per ha) and the sub-sub-plots, the sowing methods (1 = without legume; 2 = oversowing legume; 3 = disking + oversowing legume). The legume used was the white clover (*Trifolium repens* L.) cv. BR.1 Bagé. The results showed a superior effect of triple superphosphate over the rock phosphates; no differences among the legume sowing methods; the maximum economic efficiency level for each fertilizer (89 kg of P_2O_5 per ha for triple superphosphate); the equivalent level for the rock phosphates in relation to the soluble phosphate (36% for Araxá rock phosphate, 42% for Patos rock phosphate and 69.6% for Gafsa rock phosphate). It was also observed that phosphate fertilization did not result in any important modification on the botanical composition of the natural grassland.

INTRODUÇÃO

A expansão, nos últimos anos, das culturas de verão, como sorgo, soja e arroz, em áreas restritas à pecuária na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul, tem condicionado a adoção de novas alternativas no sistema criatório. Entre essas alternativas, destaca-se o uso de pastagem cultivada, que pode ser implantada por diversas maneiras. Brasil et alii (1972), estudando métodos de implantação de pastagem cultivada, com e sem preparo do solo, não constataram diferenças de produção de matéria seca, em relação a tais métodos. Quando a adoção desta técnica for impossível, a

adubação dos campos naturais poderá constituir outra alternativa para aumentar a produção e melhorar-lhe a qualidade.

Trabalhos realizados no Uruguai por Gardner et alii (1969) e pelo Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA, 1978) na Argentina, no melhoramento do campo natural com alguns fosfatos, demonstraram maior eficiência do hiperfosfato na produção de matéria seca e no aumento da percentagem de leguminosas. Outros pesquisadores, como Jackson (1966), Werner et alii (1968), Reynaert & Castro (1968) e Ridruejo et alii (1972), comparando a eficiência de fertilizantes fosfatados na adubação inicial de

(1) Recebido para publicação em agosto e aprovado em dezembro de 1985.

(2) Pesquisador da EMBRAPA–UEPAE de Bagé. Caixa Postal 242, 96400 – Bagé (RS).

(3) Bióloga da Secretaria da Agricultura/RS–EMBRAPA–UEPAE de Bagé (RS).

pastagens cultivadas, constataram que os superfosfatos simples e triplo superavam invariavelmente os fosfatos de rocha. Segundo Jackson (1966), dois aspectos básicos devem ser considerados na comparação de fosfatos de rocha com superfosfatos: a resposta imediata e o efeito residual. No melhoramento dos campos naturais, além desses fatores, outros, como a natureza do solo, grau de finura da rocha fosfatada, quantidade aplicada, forma e época da aplicação dos fertilizantes, presença ou ausência de leguminosas nativas ou introduzidas que respondem a esses fertilizantes, podem influir na produção de forragem.

Na região nordeste do Uruguai, Allegri & Formoso (1978), após a utilização sucessiva de adubação fosfatada, por quatro anos, em campos naturais, não constataram modificações importantes na sua composição botânica. Isso demonstra que o conhecimento da composição botânica dos campos naturais, do seu comportamento e do seu potencial de produção é imprescindível. Girardi-Deiro & Kämpf (1978), estudando a composição botânica dos campos naturais de Bagé, RS, identificaram 170 espécies distribuídas em 29 famílias, o que demonstra a diversificação da flora e a importância de seu estudo em trabalhos de melhoramento de pastagens naturais.

O presente trabalho tem por objetivo estudar a eficiência de fosfatos naturais e a introdução de uma leguminosa no melhoramento do campo natural.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental, cujo histórico não incluía nenhum tratamento de melhoramento mecânico ou de fertilizante, foi localizada na base física da UEPAE/Bagé da EMBRAPA, em solo classificado como Brunizem, segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973). Esta unidade de mapeamento de solos apresenta relevo suavemente ondulado, textura argilosa, material de origem derivado de granito, sendo constituída por solos imperfeitamente drenados, com boas características químicas, mas com propriedades físicas adversas ao uso e manejo. A análise química do solo apresentou as seguintes características: pH 5,2; 3,1 ppm de P; 70 ppm de K; 2,5% de M.O.; 0,8 meq/100g de Al^{3+} e 6,0 meq/100g de Ca + Mg trocáveis.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima dominante na região é o Cfa₁, isto é, subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 14°C, com média anual de 17,7°C. A precipitação média anual é de 1.414mm. Podem ocorrer geadas de abril a novembro e períodos de estiagem de novembro a maio.

O delineamento experimental com quatro repetições foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com unidade experimental de $3 \times 5 = 15m^2$.

- a) Nas parcelas principais, a variável foi a fonte de fósforo:
 1. fosfato-de-patos-de-minas (com 21% P_2O_5 total);
 2. fosfato-de-araxá (com 24% P_2O_5 total);
 3. fosfato-de-gafsa (com 30% P_2O_5 total);
 4. superfosfato triplo (com 45% P_2O_5 total).
- b) Nas subparcelas, a variável foi o nível de adubação fosfatada:
 1. 0kg/ha de P_2O_5 total;
 2. 50kg/ha de P_2O_5 total;
 3. 100kg/ha de P_2O_5 total;
 4. 150kg/ha de P_2O_5 total.

- c) Nas subsubparcelas, a variável foi o método de introdução da leguminosa:

1. Sem trevo;
2. Trevo em cobertura;
3. Gradagem superficial + trevo em cobertura.

A semeadura foi realizada em maio (1978) e a leguminosa introduzida foi o trevo-branco cv. BR-1 Bagé (*Trifolium repens* L.) na quantidade de 2kg/ha, inoculado com *Rhizobium* específico para trevo.

Imediatamente após a semeadura, foram aplicados os tratamentos de adubação (fontes de fósforo), sendo os fertilizantes distribuídos a lanço.

A adubação nitrogenada à base de 20kg/ha de N (uréia) foi realizada de maneira uniforme em todas as parcelas, anualmente, no início da primavera.

Para a avaliação dos resultados, foram efetuados cortes para determinação da matéria seca produzida, com segadeira mecânica, sempre ao nível do solo (1cm), toda vez que a altura média do melhor tratamento atingia 10cm. Após cada corte, toda a área experimental era submetida a um pastejo intenso e de curta duração (24 horas) com ovinos. Antes de cada amostra ser levada à estufa, para determinação de matéria seca, fazia-se a separação das espécies componentes. Em face da demora do processo, as amostras eram conservadas num "freezer" a 5°C, para evitar deterioração. Através desta determinação, foram estimados os percentuais dos componentes da pastagem em cada tratamento, isto é, espécie semeada, invasoras, gramíneas e leguminosas nativas.

Antes da instalação do experimento, foi realizado um levantamento preliminar das espécies componentes do campo natural, utilizando-se um transecto (*transect line*). Durante a execução do ensaio (1978-1982), duas vezes por ano (outono e primavera), em duas repetições sorteadas ao acaso, foram realizadas avaliações de frequência de ocorrência das espécies em cada tratamento. Para o registro de frequência, foram usados quadrados de 10 x 10cm, seis por tratamento, com distribuição ao acaso.

A interpretação dos dados de produção de matéria seca foi feita através da análise da variância, para cada ano e conjunto dos anos. Para as comparações dos efeitos de fontes e métodos, foi utilizado o teste de Duncan ao nível de probabilidade $P < 0,05$. A variação de resposta da matéria seca, aos níveis de P, foi estudada através do ajustamento de curvas polinomiais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Métodos de introdução

Pelo quadro 1, constata-se que houve efeito positivo pela introdução da leguminosa, mas os métodos de introdução não diferiram entre si.

No presente caso, tanto a produção de matéria seca da pastagem observada no tratamento 2 (trevo em cobertura sob campo natural) como no 3 (trevo em cobertura sob campo natural discado) se equivaleram.

Estas observações confirmam aquelas de Brasil et alii (1972) que não constataram diferenças de produção de ma-

téria seca em quatro anos, quando compararam métodos de implantação de pastagem cultivada. A possível vantagem em termos de produção que poderia ser esperada no tratamento 3, devido a uma maior aderência das sementes de trevo com o solo e o subsequente aumento da sua densidade no primeiro ano, não foi significativa. Esta constatação permite afirmar que, para este tipo de solo, quando houver condições suficientes de umidade e não houver excesso de vegetação nos campos, a implantação de leguminosa em cobertura é perfeitamente viável e dispensa a mobilização do solo.

Quadro 1. Rendimento médio de matéria seca (média de quatro anos) para métodos de introdução de trevo-branco

Tratamentos	Matéria seca kg/ha	Rendimento relativo %
Campo natural	1.622b	100
Trevo cobertura sob campo natural	2.533a	156
Trevo cobertura com discagem do solo	2.579a	159

Letras diferentes numa mesma coluna indicam rendimentos que diferem ao nível de $P \leq 0,05$ (Teste de Duncan).

Fontes de fósforo

Com base no quadro 2, verifica-se que houve resposta significativa para o efeito de fontes de fósforo, mas variável entre as fontes. Na comparação da fonte solúvel com os fosfatos de rocha, observa-se uma superioridade da solúvel (superfosfato triplo) na produção de matéria seca, no transcorrer dos anos e no total dos anos; uma inferioridade do fósforo-de-gafsa (hiperfosfato) em relação ao superfosfato no primeiro ano e uma equivalência quanto à produção de matéria seca nos demais.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Jackson (1966), Werner et alii (1968) e Reynaert & Castro (1968), os quais comprovaram a superioridade dos superfosfatos (simples e triplo) sobre os fosfatos de rocha. Todavia, divergem dos obtidos por Gardner et alii (1969) no Uruguai e do INTA (1978) na Argentina, no melhoramento do campo natural com fosfatos.

Afastada a possibilidade do uso do fosfato-de-gafsa por proibição de sua importação, o emprego dos fosfatos nacionais (patos-de-minas e araxá) pesquisados como alternativa de adubação, embora menos produtivos, devem ser considerados.

Níveis de fósforo

Conforme a figura 1, pode-se constatar que houve respostas significativas para níveis de fósforo, mas variáveis para cada fonte testada.

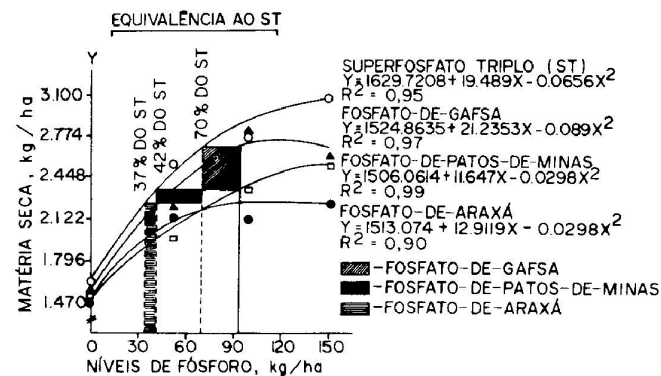


Figura 1. Curvas ajustadas para respostas da produção de matéria seca aos níveis de fósforo.

As funções quadráticas calculadas (y), ajustadas às respostas de produção de matéria seca aos níveis de fósforo para cada uma das fontes, permite que sejam calculados, através do emprego da fórmula ($L = Vy - F_0 - F_1 X$), os níveis de máxima eficiência técnica (M.E.T.) e econômica (M.E.E.) dos fertilizantes. Na forma considerada para determinação dos níveis de M.E.T. e M.E.E. dos fertilizantes: V é o preço de venda do produto agrícola; y é o rendimento por hectare; F₁ o preço de custo do fertilizante e F₀ os custos fixos. O produto agrícola considerado no presente caso foi o quilograma de feno, à razão de Cr\$ 300 ou 0,073 ORTN*.

Pela resolução dos polinômios do 2º grau (Figura 1), os níveis de M.E.E. determinados para os diversos fertilizantes foram 89, 82, 90 e 57kg/ha de P₂O₅, respectivamente para o superfosfato triplo, fosfato-de-gafsa, fosfato-de-patos-de-minas e fosfato de araxá.

Na análise econômica da margem bruta (Quadro 3), nos níveis de máxima eficiência econômica calculados através da fórmula ($L = Vy - F_0 - F_1 X$) para cada fonte de fósforo, incide um custo variável em função da quantidade e do preço de cada fertilizante. Ainda pelo quadro 3, tomando-se a produção de matéria seca obtida para cada nível de máxima eficiência econômica das fontes testadas e conside-

* ORTN considerada: dezembro de 1984: Cr\$ 22.110.

Quadro 2. Rendimento médio de matéria seca para fontes de fósforo. Médias anuais e global para os quatro anos

Fontes	Matéria seca					Rendimento relativo
	1979	1980	1981	1982	Média	
	kg/ha					%
Superfosfato triplo	3.535a	2.596a	2.763a	1.172ab	2.517a	125
Fosfato-de-gafsa	2.900b	2.300a	2.787a	1.365a	2.338ab	116
Fosfato-de-patos-de-minas	2.975b	1.922b	2.507a	1.066b	2.118bc	105
Fosfato-de-araxá	2.511b	1.870b	2.523b	1.112b	2.004c	100

Letras diferentes numa mesma coluna indicam rendimentos que diferem ao nível de $P \leq 0,05$ (Teste de Duncan).

Quadro 3. Análise econômica através da margem bruta

Fontes	Níveis de P ₂ O ₅ de M.E.E. ⁽¹⁾	Matéria seca	Custo variável	Renda bruta	Margem bruta	Rendimento relativo
	kg/ha					
Superfosfato triplo	89	2.859	207.000	857.000	650.000	130
Fosfato-de-gafsa	82	2.619	183.000	785.000	602.000	120
Fosfato-de-patos-de-minas	90	2.448	170.000	734.000	564.000	113
Fosfato-de-araxá	57	2.053	115.000	615.000	500.000	100

(1) Máxima eficiência econômica.

rando-se o preço de Cr\$300 para o quilograma de feno, foi possível estabelecer a renda bruta total, observada para cada fertilizante.

A margem bruta ou rendimento líquido por hectare corresponde à diferença entre a renda bruta e os custos variáveis para cada fonte de fósforo testada. Pelos valores obtidos através da margem bruta (Quadro 3), pode-se observar que os maiores ganhos coincidem com o grau de maior eficiência agrônômica dos fertilizantes testados (Figura 1).

Desta forma, o superfosfato triplo, o fosfato-de-gafsa e o fosfato-de-patos-de-minas produziram, em relação ao fosfato-de-araxá, aumentos da ordem de 30, 20 e 13% respectivamente.

Com base nas curvas de resposta de produção (Figura 1), foi determinada a equivalência das várias fontes de P em relação ao superfosfato triplo. Estes resultados mostraram que, em relação ao superfosfato triplo, o fosfato-de-araxá equivale a 37%, o fosfato-de-patos-de-minas a 42% e o fosfato-de-gafsa a 70%. Esta relação de equivalência é importante na escolha do fertilizante, tendo em vista o custo da unidade de P₂O₅.

Composição botânica e frequência da ocorrência das espécies

No levantamento florístico realizado no início do experimento (outono 1978), verificou-se uma predominância de gramíneas de hábito prostrado, sendo que a grama-forquilha (*Paspalum notatum* Flüggé), com 66%, e a grama-tapete (*Axonopus affinis* Chase), com 60% de ocorrência, foram as espécies mais frequentes. A presença de 30% de espécies do gênero *Panicum* spp. e 20% de *Piptochaetium montevidense*, (Spr.) Parodi, assim como plantas das famílias *Cyperaceae* e *Juncaceae*, com 38%, refletem as condições de má drenagem interna do solo. A ausência de leguminosas nesta ocasião (outono) deve-se ao fato de que as espécies mais frequentes ocorrem no período inverno-primavera.

O levantamento florístico da área experimental registrou a presença de 57 espécies pertencentes a 16 famílias. Este registro demonstra a importância deste estudo em trabalhos de melhoramento de campos naturais, conforme Girardi-Deiro & Kampf (1978).

As famílias *Gramineae*, com 27 representantes, *Compositae*, com 4, *Leguminosae*, com 5, e *Umbeliferae*, com 4, foram as que apresentaram maior número de espécies.

Analisando de forma conjunta os resultados obtidos, verifica-se que as fontes de fósforo não influíram na fre-

quência das gramíneas. No caso das leguminosas nativas existentes na área, o superfosfato triplo provocou um discreto aumento na sua frequência.

Os níveis de fósforo afetaram de forma progressiva a frequência do trevo-branco, cujos índices variaram de 10 a 48%, respectivamente para ausência e para o nível mais elevado de fósforo (150kg/ha de P₂O₅). Esta constatação confirma os resultados observados por Macedo & Gonçalves (1979). As demais leguminosas nativas também mostraram a mesma tendência. Entre as gramíneas, somente o *Axonopus affinis* Chase, com 47%, e a *Briza minor* L., com 18%, responderam ao nível máximo de fósforo (150kg/ha de P₂O₅), aumentando sua frequência respectivamente para 60 e 31%.

A comparação entre o campo natural adubado e o não-adubado após quatro anos mostra um aumento discreto na frequência de algumas espécies de ciclo estival (*Paspalum dilatatum* Poir., *Coelorhachis selloana* (Hackel) Camus, devido ao uso de fósforo. A maior frequência das espécies de inverno-primavera poderá contribuir para aumentar a produção de forragem no período.

CONCLUSÕES

Para o solo e tipo de cobertura vegetal do campo natural, é possível a semeadura do trevo-branco (*Trifolium repens* cv. BR-1 Bagé) na superfície sem qualquer preparo do solo.

A fonte de fósforo mais eficiente na adubação do campo natural foi o superfosfato triplo.

A máxima eficiência econômica da fonte de fósforo mais efetiva (superfosfato triplo) foi obtida com o nível de 89kg/ha de P₂O₅.

A equivalência dos fosfatos naturais testados em relação ao superfosfato triplo foi a seguinte: fosfato-de-araxá 36,6%, fosfato-de-patos-de-minas 42% e fosfato-de-gafsa 69,6%.

Não houve modificações importantes na composição botânica do campo natural em função da adubação fosfatada.

A frequência de ocorrência do trevo-branco aumentou com a elevação dos níveis de fósforo.

LITERATURA CITADA

ALLEGRI, M. & FORMOSO, D. Region Nordeste. In: Pasturas IV. Montevideo, Uruguai, 1978. p.83-119. (Miscelanea, 18)

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. (Boletim Técnico, 30)
- BRASIL, N.E.T.; GONÇALVES, J.O.N. & MACEDO, W. Sistemas de implantação de forrageiras de inverno. s.l., Ministério da Agricultura, DNPEA 1972. 5p. (DNPEA. Indicação de Pesquisa 64)
- GARDNER, A.L.; LUCIA, G.R.; ALBUQUERQUE, H.E. & SEIGAL, E.M. Mejoramiento del campo natural con fosforo. In: Producción de forrage. Montevideo, Ministerio de Ganaderia y Agricultura, 1969. p.9-13.
- GIRARDI-DEIRO, A.M. & KÄMPF, A.N. Composição botânica dos campos naturais das Estações Experimentais da Secretaria da Agricultura. 2ª etapa. Estação Experimental Fitotécnica de Bagé, RS. Anu. Téc. Inst. Pesq. Zootéc. "Francisco Osório", Porto Alegre, 5:203-223, 1978.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes. Trebol de carretilha en el sur de Corrientes. Corrientes, 1978. 6p. (INTA. Noticias comentarios, 129)
- JACKSON, E.A. Phosphorus fertilizers research in Australia, Melbourne, CSIRO, 284:1-59, 1966.
- MACEDO, W.S.L. & GONÇALVES, J.O.N. Calibração de análise de solo para cultura de trêvo branco cv. BR₁ Bagé. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, AM. 1979. Resumos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1979. p.55.
- REYNAERT, E.E. & CASTRO, J.L. Eficiencia de tres fertilizantes fosfatados en la fertilización inicial de pasturas. Colonia, Ministerio de Ganaderia y Agricultura, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", 1968. (Boletim Técnico, 7)
- RIDRUEJO, E.; GARNER, A.; ALDEA, O.; ORBEA, J.; CAUHE, M. & MONTES DE OCA, G. Efecto de la fertilización con fosforo sobre el rendimiento de pasturas perenes durante el primer año. Balcarce, INTA, Estación Experimental Regional Balcarce, 1972. 18p.
- WERNER, J.C., KALIL, E.B.; GOMES, F.B.; PEDREIRA, J.V.S.; ROCHA, G.L. & SARTINI, H.J. Competição de adubos fosfatados. B. Indústria. anim., São Paulo, 25:130-149, 1968.