

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM PASTAGENS

Edson Lobato *
Euclides Kornelius *
Claudio Sanzonowicz *

INTRODUÇÃO

Em grande extensão, as pastagens no país têm sido estabelecidas em áreas de solos mais pobres ou empobrecidos pela agricultura que, exaurindo as reservas naturais em nutrientes, deixa solos "cansados" para fins agrícolas e então destinados às pastagens.

A implantação de pastagens em solos mais férteis tem ocorrido às vezes em áreas de fronteira agrícola, enquanto a infraestrutura, especialmente de estradas, ainda é precária para a agricultura ou então para a fase de engorda, tida como a mais rentável do processo.

Dada as relações de custo do fator terra e do fator capital foi, e em muitos casos ainda é, possível substituir os fertilizantes por terra numa pecuária extensiva utilizando-se as reservas da fertilidade natural dos solos.

Um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nos oxissols brasileiros reside nos níveis extremamente baixos de fósforo disponível e total. Acrescente-se a esta pobreza natural em fósforo dos nossos solos a sua alta capacidade de adsorção deste elemento, em consequência de sua acidez e teores elevados de óxidos de ferro e alumínio.

É natural que, em tais circunstâncias, a adubação fosfatada seja necessária. Contudo, a relação entre os custos de produção e o valor do produto animal em face do tempo requerido para o retorno na pecuária bem como alterações nas práticas agrícolas para o uso do solo impõem restrições aos maiores investimentos na adubação de pastagens. Daí a necessidade fundamental de se buscarem as maneiras mais eficientes de se combinarem as espécies forrageiras mais adequadas com as doses, fontes e maneiras mais convenientes de se proceder à adubação fosfatada.

* EMBRAPA - Brasília - DF

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS PLANTAS

A deficiência de fósforo nos solos brasileiros é generalizada. Como consequência, os teores do elemento nos tecidos vegetais das forrageiras são baixos (17, 24, 35, 16).

Considerando-se que o fósforo desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular (40, 3) e no perfilhamento das gramíneas (37, 39), a sua deficiência passa a limitar a capacidade produtiva das forrageiras e consequentemente das pastagens.

SALINAS & SANCHEZ (30) concluíram, após revisão de literatura, que existem diferenças entre espécies cultivadas e entre variedades dentro da mesma espécie na tolerância a baixos níveis de fósforo disponível no solo. A informação disponível sugere que espécies ou variedades mais tolerantes a baixos níveis de fósforo disponível produzem rendimentos mais altos em níveis de fósforo aplicado do que espécies ou variedades mais sensíveis.

Buscando identificar material mais adaptado a níveis mais baixos de fósforo no solo, o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (10) comparou a produção de matéria seca de 34 ecotipos de 13 espécies cultivadas em vasos com solos contendo 3 a 14 ppm de fósforo (extrator Mehlich). Interpretaram-se como materiais mais adaptados à baixa disponibilidade de fósforo aqueles que apresentaram maior produção relativa (Tabela 1). Observou-se que as introduções ou ecotipos de *Centrosema pubescens* tiveram produções relativas superiores àquelas obtidas com *Glycine wightii*. Dentro de cada espécie foram obtidas grandes diferenças de produção entre os ecotipos.

Os níveis críticos para as espécies forrageiras tropicais são, provavelmente, mais baixos do que para as culturas anuais. Os dados preliminares indicam que os níveis críticos pelo método Bray II para as leguminosas tropicais adaptadas variam de 3 a 7 ppm de P. Também MARTINEZ & HAAG (21) e ANDREW & ROBINS (1, 2) constataram diferentes exigências externas e internas de fósforo de forrageiras tropicais.

As espécies como *S. humilis* e *C. pubescens* têm nível crítico inferior ao menor do que as espécies como *G. wightii* e *M. sativa*. As duas primeiras espécies são nativas de regiões com solos pobres em fósforo disponível, enquanto que as outras duas são originárias de regiões com solos apresentando alto teor de fósforo disponível e de outros nutrientes.

Da mesma forma ocorrem diferenças nas gramíneas. As que apresentam nível crítico baixo são comuns em solos ácidos com baixo fósforo disponível, enquanto outras são mais exigentes e apresentam nível crítico interno mais elevados. Esses níveis críticos diferenciados podem ser também observados nos dados obtidos em experimentos conduzidos no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (7, 8).

ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO E DE MANUTENÇÃO

A pecuária tem sido uma atividade pouco competitiva quando comparada à agricultura, devido aos lentos e baixos retornos que oferece ao produtor. A formação de pastagens é um processo dispendioso, exigindo, em geral, o uso de insumos, principalmente fosfatos. Vários aspectos devem ser analisados na formação da pastagem, tais como: espécie ou mistura a ser semeada, condições do solo, exigência das plantas, fertilizantes necessários, quantidade e formas de aplicação mais indicadas, frequência das adubações e produtividade esperada.

Tabela 1. Produções relativas de introduções ou espécies de forrageiras cultivadas em Latossolo Vermelho Escuro, com níveis de 3 a 14 ppm de fósforo (extraído pela mistura H₂SO₄, 0,025N + HCl 0,05N).

Espécies e ecótipos	Produção relativa ¹	Espécies e ecótipos	Produção ¹ relativa
<i>Glycine wightii</i>	%	<i>Centrosema pubescens</i>	%
IRI-1288	43	258	70
SP-1	40	CIP 88	68
PI-277534	39	FAO 14397	67
IRI-3118	37	CSIRO-33061	59
Tinaroo-CNPGL	36	IRI-1292	58
IRI-3085	35	IS-297	58
IRI-1394	29	CIAT-1787	55
IS-303	25	IRI-3002	49
		IRI-1282	48
<i>Galactia striata</i>		<i>Macroptilium atropurpureum</i>	
CNPGL-063/75	66	CNPGL 167/75	65
Nº 283	60	CPI-33824	67
IRI-2961	55	M-Lathyroides Niger	57
<i>Stylosanthes guianensis</i>		<i>Calopogonium mucunoides</i>	
IRI-1022	54	IRI-3080	59
CIAT-16	52	TROPIPASTO	59
CIAT-63	50		
<i>Stylosanthes capitata</i>		<i>Desmodium canadensis</i>	
IRI-3166	36	PI-214108	35
<i>Stylosanthes scabra</i>		<i>D. ovalifolium</i>	
CNPGL-027/75	57	CIAT-350	39
<i>Phaseolus phaseoloides</i>		<i>Pueraria sp.</i>	
AGROCERES	52	CONDEPE-MT	50

$$^1 \text{ Produção relativa} = \frac{\text{Produção média tratamento com 3 ppm fósforo}}{\text{Produção média tratamento com 14 ppm fósforo}} \times 100$$

As produções médias foram obtidas de três vasos por tratamento.

Fonte: EMBRAPA - CNPGC (10).

Tabela 2. Níveis críticos internos e externos de fósforo em forrageiras associados às produções máximas.

Espécies	Nível crítico interno (P na matéria seca)		Nível crítico externo	
	(1)	(2)	(2)	(3)
Leguminosas	-----	% -----	-----	% -----
<i>Stylosanthes humilis</i>	0,17	-	-	-
<i>Centrosema pubescens</i>	0,16	-	-	-
<i>Desmodium intortum</i>	0,22	-	-	-
<i>Glycine wightii</i>	0,23	-	-	-
<i>Medicago sativa</i>	0,25	-	-	-
<i>Desmodium</i> (3 espécies)	-	-	-	6,5 - 11,4
<i>Stylosanthes guianensis</i> (2 ecotipos)	-	-	-	2,5 - 5,5
<i>Stylosanthes capitata</i> (4 ecotipos)	-	-	-	2,5 - 3,3
<i>Zornia</i> sp.	-	-	-	3,4
Gramíneas				
<i>Andropogon gayanus</i>	-	-	-	5,2
<i>Brachiaria decumbens</i>	-	0,32	17,06	-
<i>Brachiaria humidicola</i>	-	0,26	3,72	-
<i>Digitaria decumbens</i>	0,16	0,38	19,29	-
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-	0,18-0,59	1,94-7,75	-
<i>Melinis minutiflora</i>	0,18	0,24	17,09	-
<i>Panicum maximum</i>	0,19	0,24	18,76	-
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0,22	-	-	-
<i>Pennisetum purpureum</i>	-	0,20	19,02	-
<i>Chloris gayana</i>	0,23	-	-	-
<i>Paspalum dilatatum</i>	0,25	-	-	-

Fonte: (1) ANDREW & ROBINS (1, 2)

(2) MARTINEZ & HAAG (21)

(3) CIAT (4).

A tendência normal é a de se implantar as pastagens nos solos mais pobres, usando pequenas quantidades de insumos, criando-se uma expectativa em termos de boa produtividade e longevidade dessas pastagens.

Fontes e doses

O uso de diferentes fontes de fósforo na adubação de pastagens não é tema recente, mas tem adquirido maior importância nos últimos anos devido ao preço crescente dos produtos importados e à maior oferta de fosfatos naturais brasileiros.

São vários os fatores envolvidos na escolha do adubo fosfatado a ser utilizado.

POLI & CARMONA (6), relatando ensaios conduzidos na Estação Experimental de Forrageiras de São Gabriel, no Rio Grande do Sul, de 1941 a 1965, referem-se a vários trabalhos em que são testadas fontes e doses de fósforo em azêvem, aveia e *Phalaris* mais cornichão. As fontes testadas foram: hiperfosfato, superfosfato, farinha de ossos, fosfato de Olinda e escória de Thomas. O hiperfosfato foi superior ao superfosfato na produção de matéria seca de aveia e aveia. Na consorciação de *Phalaris* mais cornichão não houve diferenças significativas para as doses nem para as fontes. A partir do segundo ano houve efeito para as doses iniciais e de cobertura, mas não houve efeito para as fontes.

FERREIRA et alii (15) testaram cinco fontes com soja perene e sira em um Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado. O efeito das fontes de fósforo sobre a produção de matéria seca e proteína bruta das duas leguminosas não foi significativo, exceto para o terceiro corte. Entretanto, houve tendência de maiores produções com a aplicação de fosfato de Araxá em todos os cortes.

WERNER et alii (38) testaram nove fontes em duas doses, 75 e 150 kg/ha de P_2O_5 , em uma pastagem de pangola em Nova Odessa. Os teores de N, Ca e K do solo eram médios, o P se aproximava do teor médio e o pH era de 5,86. Após três anos de avaliação constataram diferença na produção total entre testemunha e adubos. Dos adubos utilizados, as maiores produções totais foram obtidas com o superfosfato triplo (22% superior à testemunha), seguindo-se a escória de Thomas e depois o superfosfato simples, em que decresceram as produções com os anos. Por outro lado, os fosfatos de rocha (fosforita de Olinda, fosfato de Alvorada e fosfato de Araxá) não produziram efeito algum no aumento de produção do pangola no 1º ano, começaram a reagir no 2º ano, obtendo-se as maiores produções no 3º ano. No nível de 75 kg/ha P_2O_5 as produções foram semelhantes à testemunha. Essa maior produção, com o passar dos anos, foi mais evidente na dose de 150 kg/ha de P_2O_5 .

Os fosfatos naturais brasileiros são de lenta dissolução e a sua eficiência agrônômica para pastagens tem sido motivo de pesquisa mais intensa nos últimos sete anos. SANZONOWICZ & GOEDERT (31), no levantamento que fizeram, ressaltaram que a eficiência dos fosfatos naturais depende da espécie vegetal, do tipo do solo, da dose usada, do pH do solo e da duração da avaliação. Em geral, os experimentos analisados foram de curta duração.

Com o objetivo de se estudar a resposta da *Brachiaria decumbens* a doses e fontes de fósforo na presença de três doses de calcário, SANZONOWICZ et alii (32) estabeleceram um experimento em Latossolo Vermelho Escuro. Observaram-se aumentos de produção de matéria seca até o nível mais elevado de fósforo aplicado, sendo que os maiores acréscimos foram obtidos entre os dois níveis mais baixos, 38 e 150 kg P/ha. As produções obtidas com a dose de 38 kg

P/ha, na forma de fosfato de Araxá, não diferiram daquelas obtidas na parcela que não recebeu adubação fosfatada. A calagem prejudicou a produção de matéria seca, no primeiro ano, nas parcelas que receberam fosfato de Araxá, desparecendo este efeito com o tempo. Em termos de produção total de matéria seca, o superfosfato simples e o termofosfato magnésiano (Yoorin) mostraram melhor desempenho do que o hiperfosfato (fosfato natural de Gafsa, Marrocos) e o fosfato natural de Carolina do Norte (EUA), sendo as quatro fontes superiores ao fosfato natural de Araxá.

COUTO et alii (7) semearam *Andropogon gayanus* com o objetivo de avaliar fosfato natural de Araxá, termofosfato magnésiano (Yoorin) e superfosfato triplo aplicados em um Latossolo Vermelho Escuro, argiloso, de cerrado.

As produções de matéria seca obtidas com o fosfato de Araxá nas doses de 52 e 105 kg de P/ha foram comparáveis às obtidas com 52 kg de P/ha, aplicado na forma de superfosfato triplo (Figura 1). No entanto, a maior produção foi obtida com a dose de 105 kg P/ha na forma de superfosfato triplo, sendo que, com a aplicação do dobro desta dose na forma de fosfato de Araxá, a produção não foi superior. O superfosfato triplo proporcionou melhores rendimentos na presença de calcário enquanto que o fosfato de Araxá não mostrou diferenças de produção em função do corretivo.

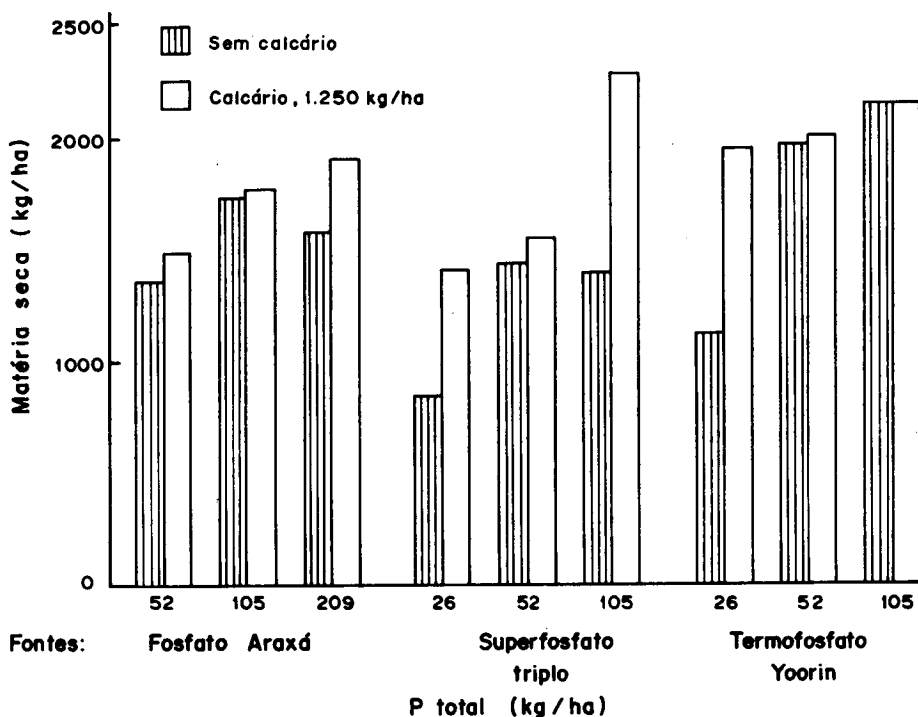


Figura 1. Produção de matéria seca de *Andropogon gayanus* com diferentes fontes e doses de fósforo em um Latossolo Vermelho Escuro (2º ano).
Fonte: COUTO et alii (7).

Os mesmos autores (COUTO et alii, 7) ainda trabalharam com *Andropogon gayanus* semeado em um Latossolo Vermelho Amarelo, argiloso, de cerrado, para testar o fosfato natural de Patos de Minas e o superfosfato triplo como fonte de fósforo. As produções de matéria seca obtidas com a aplicação do fosfato natural foram bem superiores às obtidas na parcela sem aplicação de fósforo, mas a dose mais alta (105 kg/ha) proporcionou produção bem inferior àquela obtida com a aplicação de 26 kg de P/ha na forma de superfosfato triplo (Figura 2). A maior produção de matéria seca foi obtida no tratamento em que se misturaram 52 e 26 kg de P/ha, respectivamente nas formas de fosfato natural e superfosfato triplo. Neste caso, a produção foi mais do que o dobro da obtida na dose de 52 kg de P/ha na forma de fosfato natural. Estes resultados sugerem a conveniência de se aplicar no plantio uma parte de fósforo solúvel, quando se trabalha com fosfatos naturais pouco solúveis, para que se obtenham boas produções de matéria seca a partir do estabelecimento.

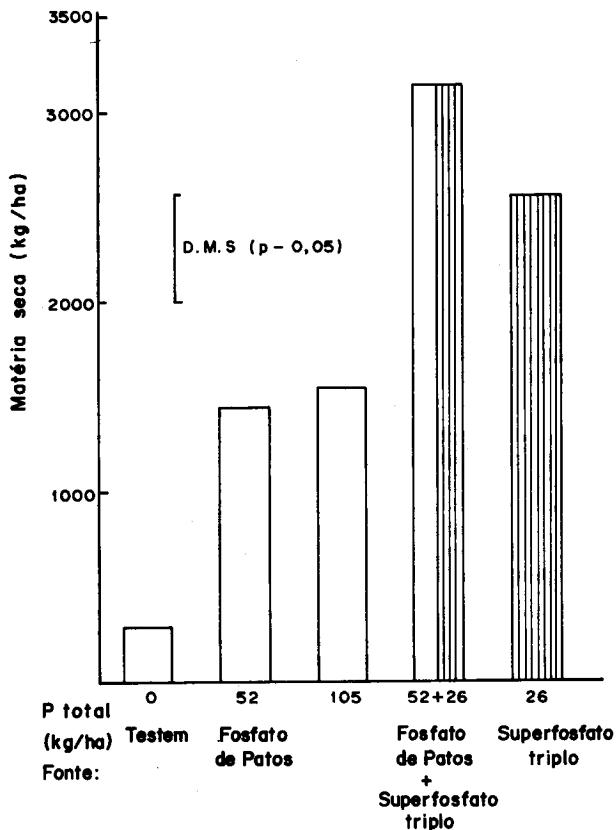


Figura 2. Produção de matéria seca de *A. gayanus* consorciado com *Stylosanthes capitata* com diferentes doses e fontes de fósforo num Latossolo Vermelho Amarelo (39 ano). Fonte: COUTO et alii (8).

Métodos de aplicações

Dois aspectos merecem ser considerados com relação aos métodos de aplicação de adubos fosfatados. O primeiro diz respeito à solubilidade das fontes que serão utilizadas e o segundo deve considerar a época em que o adubo vai ser aplicado, se na formação da pastagem se em sua manutenção.

Os solos brasileiros apresentam alta capacidade de fixação de fósforo. Esse aspecto pode comprometer boa quantidade de fósforo aplicado, especialmente se for uma forma mais solúvel e se aplicado à lanço e incorporado ao solo. Já os fosfatos naturais podem ter a sua velocidade de dissolução favorecida pelo maior contato das partículas do fosfato com as partículas do solo e pela aplicação desses materiais em solos de maior acidez. Assim, as aplicações de fosfatos naturais em sulco, na cova ou em cobertura, sem incorporação, não favorecem a dissolução e, portanto, não parecem recomendáveis.

ITALIANO et alii (20) testaram três doses de superfosfato simples (50, 400 e 750 kg/ha) aplicadas a lanço sem incorporação, a lanço com incorporação ao solo e no sulco de semeadura em um Latossolo distrófico de textura argilo-arenosa com 3 ppm de P. Constataram a superioridade da aplicação no sulco, apenas da menor dose. A produção de matéria seca de capim jaraguá nas doses mais altas independe da modalidade de aplicação.

Para favorecer o estabelecimento da pastagem semeada em linhas, a localização do adubo fosfatado solúvel é desejável. Essa prática também é recomendável quando a quantidade de fertilizante é pequena. GUSS et alii (18) em solo franco-argiloso-arenoso com pH = 5,5 e 3 ppm P, testaram duas modalidades de aplicação (a lanço e no sulco), com três modos de parcelamento de 160 kg/ha P_2O_5 , usando como fonte o superfosfato simples. No 1º ano aplicaram 10, 80 e 150 kg/ha, completando a dose no 2º ano. Não houve avaliações no 1º ano, o que prejudica a observação do efeito de 10 kg/ha sobre o estabelecimento, nos dois modos de aplicação do fertilizante. No 2º ano, a produção de matéria seca do capim jaraguá não foi influenciada pelos métodos de parcelamento da aplicação de fósforo quando a dose de plantio foi incorporada ao solo. Quando a aplicação foi no sulco, o uso de 10 kg no plantio e 150 kg/ha a lanço no 2º ano, proporcionou aumento de 120 kg/ha de matéria seca, em relação aos tratamentos que usaram doses maiores no sulco de plantio.

A resposta a diferentes métodos de aplicação de fertilizante fosfatado pode variar para diferentes espécies forrageiras. *Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora* e *Paspalum plicatulum* consorciados com *Stylosanthes guianensis* se estabeleceram melhor com a aplicação de fósforo em faixas do que a lanço, por criar um ambiente de fertilidade mais favorável para as plântulas em desenvolvimento. Já as espécies *Panicum maximum* e *Andropogon gayanus* se estabeleceram melhor quando o fósforo foi aplicado a lanço (14).

A aplicação localizada pode apresentar desvantagens por limitar o desenvolvimento radicular, tornando as plantas mais susceptíveis à seca. Isto tem interesse mais particular para a região dos cerrados, onde são frequentes as estiagens e é baixa a capacidade de retenção de água nos solos.

A melhor estratégia na formação de pastagens possivelmente será a combinação da aplicação de parte do fósforo a lanço com incorporação (formas solúveis ou menos solúveis) e parte no sulco (fontes solúveis) pois, enquanto a primeira forma é necessária para a manutenção da pastagem, a segunda é importante para o estabelecimento.

Efeito residual

O fósforo pode apresentar efeito residual prolongado no solo, principalmente quando doses mais elevadas são aplicadas em solos pobres ou que não ca receberam adubação fosfatada. Em áreas onde a agricultura procedeu a pastagem e o solo foi convenientemente adubado, as respostas a aplicações de fósforo ou são pequenas ou não existem. POSTIGLIONI (28) não encontrou diferenças significativas para as doses de 30, 60 e 90 kg/ha P_2O_5 em pastagem de aveia - azevém estabelecida na resteva de soja.

PEREIRA & D'OLIVEIRA (25) avaliaram o efeito residual de três fontes aplicadas em quatro doses, usando a alfafa como planta indicadora. O trabalho foi realizado em Mandacaru, mas foi de duração curta, sendo a alfafa cortada por 11 vezes, com intervalos de 30 dias. Os superfosfatos simples (SFS) e triplo (SFT) aumentaram a produção de alfafa em todos os cortes. O termo-fosfato foi semelhante à testemunha. O efeito residual foi mais acentuado para o superfosfato triplo. Nos quatro primeiros cortes a produção foi mais alta para o SFS. Nos cinco últimos, o SFT foi superior. Após o 1º, 8º e 10º corte determinaram os teores de fósforo no solo pelos métodos Bray II, Mehlich e Olsen, com os seguintes valores para correlação ao nível de 1%: $r = 0,649$; $r = 0,677$ e $r = 0,755$, respectivamente.

PONS et alii (27) avaliaram o efeito residual de cinco doses de P_2O_5 (0 a 600 kg/ha) em Vacaria-RS. O experimento foi por dois anos cultivado com trigo e após semeado com alfafa, que sofreu cortes. Sem aplicação de calcário não houve estabelecimento da alfafa. Entretanto, quando o solo foi corrigido houve adequado superimento de P para as plantas. A produção aumentou significativamente apenas para a dose mais alta, 600 kg/ha de P_2O_5 .

Tabela 3. Efeito da adubação fosfatada residual sobre a produção de matéria seca de alfafa, teores de P no solo e no tecido, e extração de P pela cultura.

P_2O_5	Matéria ¹ seca	P no solo	P no ² tecido	Extração de ² P
kg/h		ppm	%	kg/ha
0	4289 a	3,9	0,22	11
150	4329 a	3,8	0,22	11
300	4466 a	4,4	0,23	12
450	4742 ab	4,7	0,24	13
600	5027 b	5,2	0,26	15

1. Média para todos os níveis de calcário
 2. Média para todos os níveis de calcário, exceto Co.
- Fonte: PONS et alii (27).

Os teores de P extraível do solo pelo método Carolina do Norte apresentaram pequenos aumentos com as doses crescentes de P_2O_5 aplicadas e são considerados baixos. Tanto o P no tecido, como o extraído pela cultura cresceram com as doses de P_2O_5 (Tabela 3).

Outro trabalho que evidencia o efeito residual do fósforo é relata

do por SCHOLLES et alii (34). Cinco doses de P_2O_5 (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha) foram aplicadas em 1969 ao solo São Jerônimo, no município de Guaíba-RS. A área experimental foi cultivada no 1º ano com soja. De 1970 a 1972 foi cultivada com alfafa e em 1972 foi semeada com a mistura de *Chloris gayana*, *Macroptilium atropurpureum* e *Desmodium intortum*. Foram efetuados seis cortes, de janeiro de 1973 a março de 1974. O efeito residual foi marcante sobre a produção da consorciação (Tabela 4), havendo maior participação das leguminosas nos níveis mais altos de fósforo aplicado. O teor de fósforo "disponível" do solo, que era alto após a aplicação das doses, foi baixando devido à extração das culturas, chegando, após cinco anos, a níveis baixos. Entretanto, espécies forrageiras menos exigentes conseguem produzir nesses níveis, embora com potencial de produção menor.

Tabela 4. Efeito de doses de fósforo no rendimento de forrageiras e no fósforo "disponível" no solo, em diferentes épocas de amostragem.

P_2O_5	Matéria seca	Percentual de aumento	P no solo			
			Nov/69	Abr/70	Jan/72	Mai/74
----- kg/ha -----			----- ppm -----			
0	3783	100	3,4	2,6	4,6	2,7
100	4523	119	7,7	5,8	5,0	3,2
200	6169	163	13,7	10,7	6,0	3,8
300	7886	208	22,4	17,4	7,9	4,9
400	8569	226	31,4	23,3	11,9	6,0

Fonte: SCHOLLES et alii (34), adaptado.

A diferença do potencial de produção para quatro gramíneas forrageiras é evidente em trabalho de COUTO et alii (8), em solo de cerrado com alta capacidade de fixação de fósforo. *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum* (cv. Makueni e Green panic) e *Setaria anceps* foram semeadas em área experimental que durante seis anos recebeu um total de 0 - 44 - 87 - 131 e 175 kg/ha de P. O *Andropogon* e, de certa forma, a *Setaria*, produziram maiores quantidades de matéria seca em baixas doses de fósforo aplicado, tanto na ausência como na presença de calcário, do que as cultivares de *Panicum*. Apesar dos baixos teores de fósforo disponível detectados quatro anos após a última aplicação de fósforo e da capacidade de fixação do solo, boa parte desse fósforo aplicado continuava disponível para as quatro forrageiras.

O efeito residual de cinco fosfatos, aplicados em três doses combinadas com três doses de calcário em um Latossolo Vermelho Escuro argiloso de cerrado, foi avaliado através da produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* (SANZONOWICZ et alii, 32). Os fosfatos foram aplicados na superfície e incorporados na camada arável antes da semeadura da forrageira, exceto num tratamento adicional, em que 38 kg P/ha foram aplicados anualmente, a lanço, sem incorporação, nos primeiros cinco anos. As produções de matéria seca acumuladas em dez anos se encontram na Tabela 5. Tendo em vista a pequena resposta à aplicação de calcário, as produções representam a média das três doses de calcário (0, 3,0 e 4,5 t/ha).

Tabela 5. Produção total de matéria seca de *Brachiaria decumbens* cultivada durante dez anos (23 cortes), em resposta a doses e fontes de fósforo aplicado em um Latossolo Vermelho Escuro.

Fonte de P	Doses de P	Produção		IEA ³	
		kg P/ha	t/ha	% ²	%
Testemunha	0		17,7	17	-
F.N. Araxá	38		17,8	17	01
	150		47,6	46	61
	600		92,4	90	88
F.N. Carolina do Norte	150		61,3	60	89
F.N. Gafsa (hiperfosfato)	38		24,7	24	66
	150		63,3	62	93
	600		99,9	97	97
Termofosfato (Yoorin)	38		25,6	25	75
	150		64,8	63	97
	600		109,4	106	108
Superfosfato Simples	38		28,3	28	100
	150		66,5	65	100
	600		102,8	100	100
Superfosfato Simples	38 ¹		79,1	77	-

¹ Dose aplicada anualmente em cobertura entre out/74 a out/78 (5 anos).

² Produção em relação à obtida com aplicação de 600 kg P/ha, na forma de superfosfato simples.

³ Índice de Eficiência Agronômica (IEA), ou seja:

$$IEA = \frac{\text{Produção da fonte, na dose a} - \text{Produção da testemunha}}{\text{Produção do superfosfato, na dose a} - \text{Produção da testemunha}} \times 100$$

Fonte: SANZONOWICZ et alii (32).

Em decorrência da lenta solubilidade inicial do fosfato de Araxá, as produções obtidas até o terceiro ano, com o fosfato natural, foram inferiores às observadas com o superfosfato simples. A partir de então, com o decréscimo do efeito residual da fonte solúvel e a maior solubilidade do fosfato natural, as produções passaram a ser semelhantes (Figura 3).

Contudo, a maior produção inicial, conseguida com a fonte solúvel, não é compensada pela maior solubilidade do fosfato natural com o tempo e a produção total de matéria seca com a fonte solúvel é superior (Tabela 5). As produções observadas com a dose mais baixa de fósforo aplicado na forma de fosfato natural não diferiram daquelas da parcela testemunha, sem aplicação de

fósforo (Figura 3). Entretanto, os índices de eficiência agrônômica do fosfato de Araxá para doses elevadas de fósforo aplicado foram bastante superiores. Para a dose de 150 kg P/ha, o IEA foi de 61%, valor que indica que, computado o efeito residual a longo prazo, a eficiência agrônômica do fosfato natural brasileiro é bem superior aos valores obtidos nos primeiros anos. Sob o aspecto econômico e conhecimento do efeito residual a longo prazo bem como o do melhor estabelecimento e produção com uma fonte mais solúvel são fundamentais. Contrariamente ao observado para as parcelas que receberam superfosfato simples, as que foram adubadas com fosfato de Araxá tiveram o desempenho inicial prejudicado pela presença do calcário (Figura 4), desaparecendo este efeito com o passar do tempo.

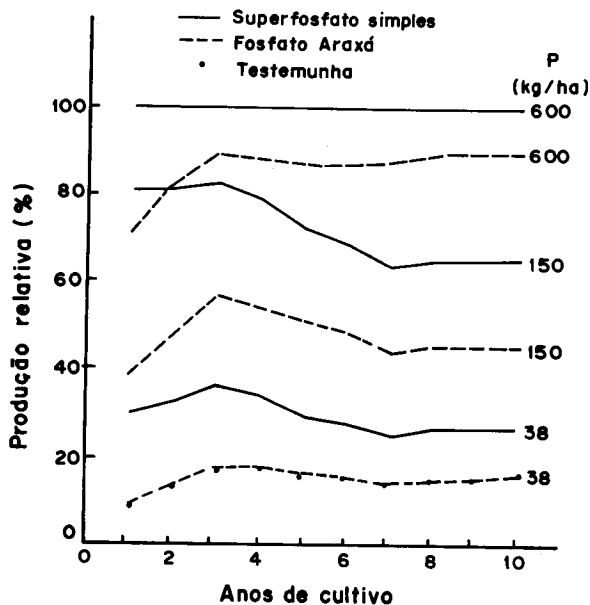


Figura 3. Produção relativa acumulada de matéria seca de *Brachiaria decumbens*, durante dez anos de avaliação, em resposta à aplicação de doses e fontes de fósforo. Fonte: Sanzonowicz & Goedert (31).

Quando o efeito residual da aplicação do fósforo cai, comprometendo a produtividade da pastagem e permitindo o ingresso na comunidade de plantas menos exigentes (forrageiras e/ou invasoras), a alternativa é a recuperação pela aplicação em cobertura de adubos fosfatados. A produtividade de pas-

tagens da Amazônia aumentou em 205% pela aplicação em cobertura de 50 kg P_2O_5 /ha, possibilitando sua total recuperação (20).

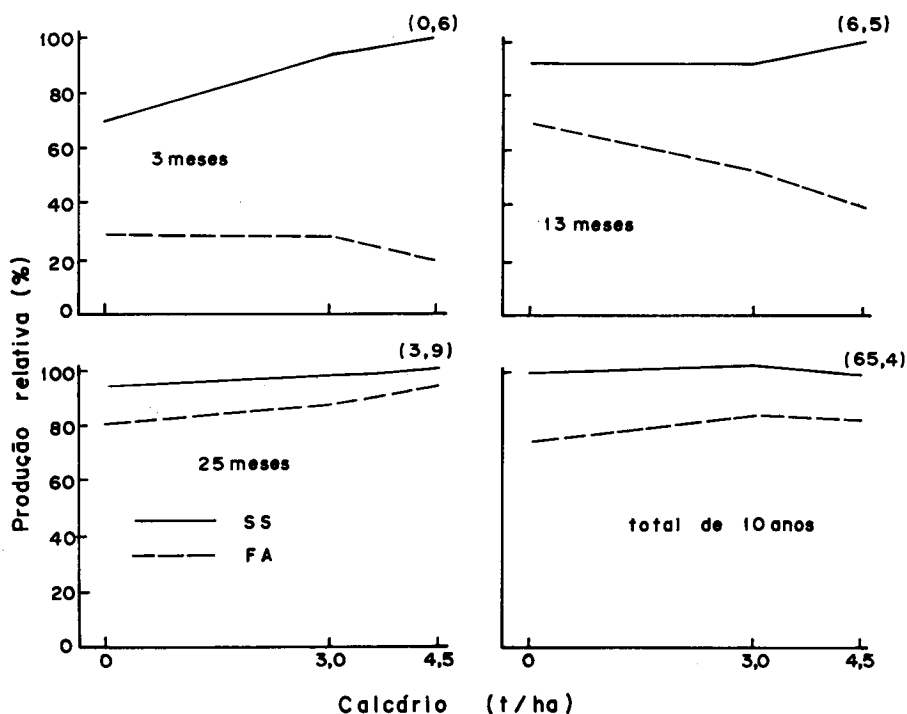


Figura 4. Efeito da acidez do solo na solubilidade do fosfato natural de Araxá (FA) e do superfosfato simples (SS) com o cultivo de *Brachiaria decumbens* em um Latossolo Vermelho do Distrito Federal, em diferentes épocas, após a aplicação do calcário. Os valores entre parênteses correspondem a 100% da produção de matéria seca, na média das doses de fosfato. Fonte: Sanzonowicz et alii (32).

CRUZ et alii (1982), revendo trabalhos de pesquisa visando a recuperação de pastagens degradadas na Região Amazônica, relatam tendências lineares de respostas do capim colônião (*Panicum maximum*) à aplicação de superfosfato triplo, em um Latossolo Amarelo, textura argilosa, de Paragominas, Pará (Figura 5). No Estado do Amazonas, nas mesmas unidades de solos, as mesmas tendências foram observadas para o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e para a puerária (*Pueraria phaseoloides*), com doses de P entre 0 e 300 kg de P_2O_5 /ha, bem como para o colônião, quicuío da Amazônia (*Brachiaria humidicola*) e gramalote (*Axonopus* sp), com doses de P variando de 0 a 150 kg P_2O_5 /ha. Por outro lado o *Stylosanthes guianensis* respondeu de forma quadrática às aplicações de fósforo nas doses de 0 a 300 kg P_2O_5 /ha.

Em Latossolos Amarelos de cerrado, com textura média, no Amapá,

a *Brachiaria humidicola* respondeu de forma quadrática à aplicação de fósforo. Rendimentos máximos foram obtidos com a aplicação de 100 kg P₂O₅/ha, na forma de superfosfato triplo, em sulcos. Bons rendimentos foram observados com a dose de 50 kg P₂O₅/ha (Figura 5).

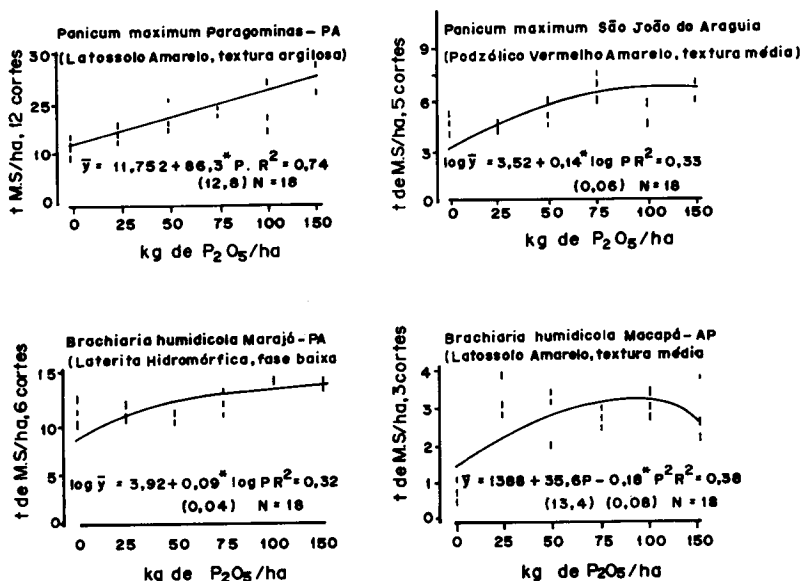


Figura 5. Resposta de pastagens a níveis de fósforo em locais representativos do Estado do Pará e Território Federal do Amapá. Fonte: CRUZ et alii (9).

Ainda na revisão de CRUZ et alii (9), em solo Podzólico Vermelho Amarelo de textura média, em São João do Araguaia, Pará, o capim colônio respondeu linearmente à aplicação de superfosfato triplo a lanço sobre a pastagem (Figura 5). Por outro lado, a *Brachiaria humidicola*, na Ilha de Marajó, Pa, mostrou resposta menos acentuada devido à menor exigência da espécie e ao teor de P disponível estar próximo do nível crítico para a forrageira (Figura 5). A fonte de fósforo foi o superfosfato triplo, aplicado a lanço sobre a pastagem.

A adubação de reposição em pastagens não é prática generalizada em nosso meio. Após o estabelecimento procura-se exaurir o máximo do pouco fertilizante usado. Sem reposição, a produtividade da pastagem tende a cair com os anos de uso.

EFICIÊNCIA DAS ESPÉCIES NA UTILIZAÇÃO DO FÓSFORO

Além da disponibilidade de fósforo no solo, há necessidade de um equilíbrio adequado com os demais nutrientes, para que as plantas expressem plenamente seu potencial.

Conhecendo-se o solo através da análise química e tendo um bom histórico da área, pode-se passar para a etapa seguinte, que é o da escolha da espécie ou espécies e cultivares que deverão ser semeadas para formação da pastagem. A dificuldade em se obter boas consorciações pode ser consequência da mistura de espécies com diferentes exigências, provocando uma competição em que uma sai perdendo. Outros fatores também estão envolvidos no processo, mas a adubação fosfatada desempenha papel importante nos solos pobres do Brasil. Espécies de leguminosas nativas como *Stylosanthes capitata*, *S. guianensis* e *Zornia* são capazes de utilizar baixas quantidades de fósforo mais eficientemente do que outras plantas (4).

MARTINEZ & HAAG (21) testaram níveis críticos de fósforo em sete gramíneas tropicais de uso bastante generalizado em pastagens. Concluíram que *Brachiaria humidicola* e *Hyparrhenia rufa* foram as espécies mais eficientes na absorção e utilização do fósforo. Seguiram-se, em ordem decrescente, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Digitaria decumbens*, *Brachiaria decumbens* e *Melinis minutiflora*. COUTO et alii (8) verificaram que o *Andropogon gayanus* com portou-se melhor em baixos níveis de fósforo, tanto na presença como na ausência de calcário, evidenciando sua maior capacidade de extrair fósforo, quando comparado com *Setaria* e *Panicum*. Já a cultivar Makueni de *Panicum* foi mais eficiente na utilização de fósforo na presença de calcário, dobrando a produção em relação ao tratamento sem calcário. Assim, as espécies de *Panicum* são recomendadas para solos férteis, com bons níveis de fósforo nativo ou onde altos níveis de adubação fosfatada foram usados.

Numa revisão feita por HAAG & DECHEN (19), encontram-se os valores apresentados na Tabela 6. Apesar de que as produções não tenham sido obtidas nas mesmas condições, observa-se que uma tonelada de matéria seca de *Centrosema pubescens* foi obtida com 0,2 kg de P ao passo que para a mesma produção de *Glycine wightii* e de *Macroptilium atropurpureum* necessitou-se de 2,1 e 2,2 kg de P respectivamente. No caso de *Leucaena leucocephala* cv. Perú *Panicum maximum* cv. Makueni e *Andropogon gayanus*, as quantidades encontradas para a produção de uma tonelada de matéria seca foram de 0,6, 1,0 e 1,1 kg de P. Na mesma tabela vê-se que as quantidades de nitrogênio, potássio e cálcio extraídas por algumas espécies são bastante elevadas.

FENSTER & LEÓN (14) concluíram, em seu trabalho, ser necessário dar prioridades à seleção de espécies forrageiras que utilizam quantidades limitadas de fósforo de maneira mais eficiente. Para solos pobres, com alta capacidade de fixação de fósforo, aliada ao elevado custo dos fertilizantes fosfatados, esta é uma estratégia interessante. Neste particular faltam mais informações de pesquisa, especialmente de longa duração.

ASSOCIAÇÕES MICORRÍZICAS

A utilização de mecanismos biológicos que favorecem a absorção de fósforo são de considerável importância econômica. Os fungos Ficomícetos formam uma associação benígna com as raízes das plantas, o que é conhecido como micorriza. A eficiência da associação micorrizica foi verificada em casa de vegetação em Latossolo Vermelho Escuro que tinha recebido 800 kg de P_2O_5 /ha com o fosfato de Patos de Minas, cultivado a campo por três anos. Houve um efeito muito grande da presença dos fungos tanto na produção de matéria seca de braquiária como no fósforo absorvido (Tabela 7) (11).

Existem ainda muitos problemas que precisam ser melhor estudados e soluções práticas para uso da inoculação estão ainda por ser definidas. A ní-

Tabela 6. Extração de macronutrientes por diversas forrageiras.

Espécies	Idade de corte em dias	Produção de matéria seca	Quant. de nutrientes extraídos por ha(1) e por ton. de M.S. (2)											
			N	P	K	Ca	Mg	S						
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
		t/ha	kg/ha											
<i>Andropogon gayanus</i> (1)	80	50,0	567,8	11,3	55,8	1,1	1008,9	20,1	139,2	2,6	83,0	1,6	28,0	0,5
<i>Panicum cv. Makueni</i> (2)	130	1,3	14,0	10,7	1,3	1,0	32,0	24,6	7,0	5,3	6,4	4,9	1,4	1,0
<i>Leucaena leucocephala cv. Peru</i> (3)	360	46,0	640,0	13,9	28,0	0,6	622,0	13,4	302,0	6,5	36,0	0,7	32,0	0,6
<i>Centrosema pubescens</i> (4)	130	5,8	21,0	3,6	1,6	0,2	15,1	2,6	5,4	0,9	1,2	0,2	1,2	0,2
<i>Glycine wightii</i> (5)	140	4,8	135,4	28,2	10,2	2,1	129,7	27,0	48,5	10,1	11,6	2,4	10,3	2,1
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (6)	140	1,4	29,1	20,7	3,1	2,2	56,1	40,0	25,3	18,0	4,9	3,5	2,9	2,0

Fonte: (1) ORELLIANA e HAAG; (2) SANTOS; (3) SILVA e HAAG;

(4) (5) (6) OLIVEIRA et alii

Citados por HAAG & DECHEN (19).

vel experimental já se constataram os benefícios da inoculação sobre o teor de fósforo no tecido e na absorção do nutriente por sorgo (Tabela 8) e soja (12).

Tabela 7. Produção de matéria seca e absorção de fósforo por *Brachiaria decumbens* em presença e ausência de micorriza nativa em Latossolo Vermelho Escuro.

Tratamento	1ª corte		2ª corte		3ª corte		Nº esp. em 50 g solo
	MS	Pabs	MS	Pabs	MS	Pabs	
	g	mg/vaso	g	mg/vaso	g	mg/vaso	
Solo esterilizado	0,319	0,373	2,213	1,267	3,353	0,700	55 ¹
Solo não esterilizado	0,915	0,941	3,031	1,667	5,808	2,067	370

¹ Contagem feita após o 3ª corte
Fonte: EMBRAPA-CPAC (11).

Tabela 8. Teores de P no tecido e absorção de nutrientes pelas raízes de sorgo (BR 300), em função de doses de fósforo aplicadas em um Latossolo Vermelho Escuro sem esterilização, com (I) e sem (SI) inoculação de fungos micorrízicos.

Doses de fósforo	Teor de P no tecido		Absorção de P	
	I	SI	I	SI
mg P/kg solo	%		mg/cm ² de raiz	
0	0,08	0,06	1,0	1,2
25	0,25	0,13	6,3	1,9
50	0,25	0,18	7,2	4,2

Fonte: EMBRAPA-CPAC (12).

Os efeitos benéficos dessa associação são de grande importância, principalmente por aumentarem a superfície da área de absorção do sistema radicular, aumentando, assim, a eficiência de absorção de nutrientes, especialmente os imóveis, como o fósforo. Esses mecanismos e suas relações precisam ser melhor conhecidos para se poder tirar maior proveito das adubações fosfatadas.

USO DE ANIMAIS NA AVALIAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ADUBAÇÃO FOSFATADA

Qualquer produtor, quando pretende formar uma pastagem, quer saber a espécie ou consorciação que deve semear, quanto de fertilizante deve usar, que fontes empregar, com que frequência, e qual o retorno que vai obter.

Os experimentos envolvendo respostas de forrageiras à adubação fosfatada, na sua grande maioria ou quase totalidade, foram conduzidos em casa de vegetação ou a campo em pequenas parcelas em que o animal não entrava no processo de avaliação. As respostas à adubação fosfatada com relação ao aumento da produção são claras e evidentes. Nem sempre, entretanto, se conseguem efeitos expressivos na melhoria da qualidade da forragem. Assim, também, não é de se esperar grandes efeitos da adubação fosfatada na resposta animal. O incremento vai se refletir na produção por área. Muitas vezes se espera demais da adubação fosfatada. O seu efeito pode ficar comprometido porque outros nutrientes passam a ser limitantes. Esses aspectos podem ser observados na Tabela 9, com os dados obtidos em São Gabriel-RS, pelo período de três anos, relatados por POLI e CARMONA (26).

Vale ressaltar que a testemunha correspondia a uma área que havia recebido em anos anteriores adubação fosfatada e que o tratamento com fósforo correspondia a uma aplicação de 200 kg/ha de fosfato. Se forem observadas as médias, nota-se que os maiores ganhos por animal não correspondem aos maiores ganhos por ha. No ganho de peso total fica evidenciado o efeito da adubação fosfatada somente ou combinada com o nitrogênio na consorciação azevém / trevo branco e azevém em cultivo singular.

A aplicação adicional de fósforo e nitrogênio só tem sentido se os aumentos em ganho de peso pagarem os custos adicionais. Esta avaliação não foi feita, o que prejudica a recomendação prática para o produtor.

QUINN et alii (28) testaram com animais três doses de P_2O_5 (0, 100 e 200 kg/ha), em capim colônião em Araçatuba, SP. Como o nitrogênio era o principal fator limitante para o crescimento do colônião, aplicaram anualmente, 200 kg/ha. Os dados são referentes a dois anos. A aplicação de fosfato nos pastos, na presença de nitrogênio e enxofre, deu pequeno mas consistente aumento na produção de carne. O ganho médio diário por animal foi de 460, 490 e 490 gramas, respectivamente, para os três níveis de fósforo. Houve aumento crescente no número de animais por hectare e no ganho de peso vivo por hectare com as crescentes doses de fósforo.

A análise econômica desse experimento mostrou ser a fertilização altamente vantajosa em algumas combinações de nitrogênio, fósforo e enxofre. O lucro líquido com a aplicação do fósforo foi maior para a dose de 100 kg P_2O_5 /ha do que para 200 kg/ha. Quando associado ao nitrogênio (200 kg/ha), houve lucro líquido maior para a dose de 200 kg P_2O_5 /ha, mostrando a importância do nitrogênio para evidenciar o potencial de resposta ao fósforo. Com 100 kg N/ha o lucro foi quatro vezes menor do que para 200 kg N/ha.

RUIZ e PEREIRA (29) adubaram uma pastagem de *Panicum maximum* com 0, 40 e 60 kg P_2O_5 /ha, submetendo-a a três taxas de lotação. Não obtiveram diferenças nos níveis de fósforo para ganho de peso diário por animal e sobre a produção de carne por hectare, tanto no período chuvoso como no seco. Concluíram que os melhores rendimentos físicos com gado de corte se obtêm durante a época das chuvas, usando-se 2,6 cabeças/ha e 40 kg P_2O_5 /ha e 1,3 cabeças/ha durante a seca, independente do nível de fósforo. Não há considerações econômicas sobre os resultados.

Os resultados de VILELA et alii (36) mostram os benefícios de adubações anuais de manutenção com fósforo e potássio em pastagem de capim-guiné consorciada com siratro, soja perene e *Stylosanthes guianensis*. A aplicação anual de 20 kg de P_2O_5 e 20 kg de K_2O por hectare manteve a produção de carne e, com o dobro daquela dose, a produtividade de carne aumentou. Segundo os autores, a adubação favoreceu o aumento das proporções tanto da gramínea como das

Tabela 9. Efeito da adubação fosfatada e nitrogenada no ganho de peso por animal e por hectare, durante três anos em pastagem de azevém e azevém consorciado com trevo vermelho e branco.

Pastagem	Trat.	Ganho de peso				Média por animal	Total por ha
		1961 (182 dias)		1962 (118 dias)			
		kg/an	kg/ha	kg/an	kg/ha	kg/an	kg/ha
Azevém + trevo vermelho	T	0,850	340	1,381	238	0,908	268
	P	0,864	362	1,140	297	0,855	358
	N	0,643	364	1,300	348	0,840	392
	P+N	0,632	315	1,090	312	0,702	314
Azevém + trevo branco	T	0,708	256	1,050	211	0,875	308
	P	0,727	263	1,320	306	0,963	449
	N	0,579	284	1,260	481	0,740	350
	P+N	0,770	355	1,230	518	0,749	375
Azevém singular	T			1,050	211	0,898	308
	P			1,320	306	0,883	328
	N			1,100	306	0,874	300
	P+N			1,280	319	0,916	358
						kg	kg
						1,046	846
						0,953	1017
						0,927	1104
						0,808	941
						0,877	775
						1,003	1018
						0,859	1115
						0,916	1248
						0,974	519
						1,101	634
						0,987	606
						1,098	677

Fonte: POLI & CARMONA (26), (adaptado).

leguminosas na composição botânica da pastagem no fim dos seis anos do experimento (Tabela 10).

Tabela 10. Produtividade de pastagens de capim-guiné + leguminosas em decorrência de aplicações anuais de P_2O_5 em 6 anos consecutivos.

Ano	P_2O_5 e K_2O	Carga Animal	Peso vivo
	kg/ha/ano	nov./ha	kg/ha
1º	0	1,01	229
	20	1,20	339
	40	2,45	376
2º	0	0,75	170
	20	1,21	340
	40	1,55	449
3º	0	0,73	165
	20	1,15	360
	40	1,60	451
4º	0	0,70	150
	20	1,21	365
	40	1,62	476
5º	0	0,66	130
	20	1,23	361
	40	1,75	493
6º	0	0,52	100
	20	1,24	365
	40	1,80	520

Fonte: VILELA et alii (36).

O custo elevado dos experimentos com animais testando níveis de adubação para diferentes espécies tem sido a principal razão do limitado número de trabalhos neste sentido. Também é necessário conduzi-lo por um período mais ou menos longo para tirar o efeito dos anos. A análise econômica em cima desses resultados é que daria uma segurança maior na recomendação da quantidade de adubo fosfatado a ser utilizado na formação de pastagens.

A oscilação de preços verificada na pecuária brasileira não entusiasma o produtor a investir muito em fertilizantes, especialmente devido à demora em obter retornos. As áreas de agricultura se renovam anualmente, ao passo que as pastagens perenes são semeadas para durar vários anos, economicamente produtivas. O difícil tem sido recomendar os níveis de fertilizantes que dão o maior retorno ao produtor. A literatura é escassa em análise econômica de respostas à adubação fosfatada avaliadas com animais.

Segundo SALINAS e SANCHEZ (30) a solução econômica da adubação fosfatada em Oxisols com alta capacidade de fixação de fósforo deveria ser fundamentada em três pontos estratégicos: 1. Seleção das fontes, métodos e fre-

quências mais econômicas de aplicação de fósforo; 2. diminuir a capacidade de fixação de fósforo desses solos, através de corretivos relativamente mais baratos, como calcário ou silicatos; e 3. diminuir os níveis de aplicação de fósforo com o uso de variedades tolerantes, selecionadas pelos melhoristas vegetais.

As recomendações acima poder-se-ia acrescentar a sugestão de se adubar culturas anuais que apresentam retorno a mais curto prazo, implantando-se pastagens posteriormente, beneficiando-as com o efeito residual da adubação fosfatada.

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

Uma compilação das recomendações de adubação fosfatada para pastagens em vários Estados brasileiros pode ser vista nas Tabelas 11 e 12 (5, 6, 22, 23, 41, 33, 13).

As recomendações são baseadas nos teores de fósforo encontrados nas análises de terra. Para solos com teores baixos de fósforo as recomendações variam de 60 a 100 kg de P_2O_5 /ha sendo que, na Amazônia, recomenda-se a queima da biomassa florestal e nenhuma adubação fosfatada na formação das pastagens.

No caso do estabelecimento de pastagens consorciadas em solos pobres, em alguns Estados como Goiás, Espírito Santo e Paraná, as recomendações são ligeiramente superiores àquelas para gramíneas exclusivas.

Quanto à adubação de manutenção alguns Estados não têm recomendações e aqueles que as fazem sugerem valores que variam de 10 a 50 kg de P_2O_5 /ha.

O trabalho de WERNER (41) apresenta recomendações interessantes no que diz respeito a doses, fontes, métodos e épocas de aplicação da adubação para o Estado de São Paulo e muitas delas poderiam ser válidas para outros Estados.

Apesar de se ter inúmeros trabalhos mostrando diferenças entre espécies forrageiras nas suas exigências nutricionais e na sua eficiência na absorção e utilização do fósforo, as recomendações de adubação feitas atualmente não levam em consideração estas diferenças. Uma pequena exceção é encontrada no caso do Rio Grande do Sul e Santa Catarina que fazem distinção entre grupos de forrageiras para estação quente e para estação fria (Tabela 12).

CONCLUSÕES

Há evidências de que as espécies forrageiras diferem entre si no seu requerimento nutricional em relação ao fósforo e na sua eficiência de absorção e de utilização deste nutriente.

Experimentos com pastagens tanto de gramíneas como de leguminosas têm mostrado respostas à adubação fosfatada, em especial na fase de estabelecimento. Entretanto, trabalhos que visem estabelecer curvas de respostas à aplicação de fósforo em diferentes níveis de disponibilidade do elemento praticamente inexistem. Na maioria dos experimentos as análises de terra aparecem mais como um complemento informático sem maiores preocupações em se relacionar os teores originais de fósforo no solo com a resposta observada. Frequentemente a análise da terra após a adubação fosfatada não é fornecida.

Tabela 11. Recomendações de adubações fosfatadas feitas em vários Estados para formação e manutenção de pastagens.

Estado	Textura do solo	Níveis de P no solo (Mehlich)	Doses de fósforo a aplicar						
			Para formação			Para manutenção			
			Gram.	Gram+Leg.	Campineira	Gram.	Gram+Leg.	Cap.	
		ppm	kg P ₂ O ₅ /ha						
Goiás		0-5	100	120	-	30 ¹	-	10 ²	10 ²
		6-10	70	90	-	30	-	10	10
		> 10	40	60	-	30	-	10	10
Minas Gerais	Argilosa	0-5	60	60	-	-	-	-	-
		6-10	40	40	-	-	-	-	-
		> 10	20	20	-	-	-	-	-
	Média e arenosa	0-10	60	60	-	-	-	-	-
		11-20	40	40	-	-	-	-	-
		> 20	20	20	-	-	-	-	-
Espírito Santo	< 10	60	80	40	-	-	-	40	-
	10-20	40	60	20	-	-	-	20	-
	> 20	20	40	0	-	-	-	0	-
Paraná	< 6	70 a 80	80 a 100	-	-	-	-	-	-
	6-11	50 a 70	60 a 80	-	-	-	-	-	-
	11-16	40 a 50	40 a 50	-	-	-	-	-	-
	> 16	0	0	-	-	-	-	-	-
São Paulo	< 10	80 a 100	80 a 100 ³	-	40 a 50	-	40 a 50	-	-
	10-20	40 a 50	40 a 50	-	0	-	20 a 30	-	-
	20-30	20	20	-	0	-	0	-	-
	> 30	0	0	-	0	-	0	-	-
Mato Grosso	-	60	60	60	-	-	-	-	-
Amazônia	-	0	0	-	50	-	50	-	-

1) Dose aplicada a cada 3 anos.

2) Dose aplicada após cada corte.

3) 1/4 a 1/3 da dose no sulco de semeadura da gramínea e 3/4 a 2/3 da dose no sulco de semeadura de leguminosa.

Tabela 12. Recomendações de adubação fosfatada feitas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina para formação de pastagens.

Estado	Níveis de P no solo	Doses de fósforo a aplicar para formação								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I ¹
RS e SC	ppm	-----			kg P ₂ O ₅ /ha	-----				
	-	110	75	40	60	40	60	40	85	90

1. A = alfafa; B = feno; C = gramíneas da estação fria; D = gramíneas da estação quente; E = leguminosas da estação fria; F = leguminosas da estação quente; G = pastagens consorciadas da estação fria; H = pastagens consorciadas da estação quente; I = silagem.

Ocorre uma predominância muito grande de trabalhos conduzidos em casa de vegetação, tratando mais do aspecto de nutrição de plantas e de fertilidade do solo. Mesmo os ensaios a campo são, na maioria dos casos, conduzidos em parcelas experimentais, onde as avaliações são feitas através de cortes periódicos. Os ensaios de adubação em pastagens avaliados com pastejo e através dos animais são raros.

As análises econômicas de experimentos de adubação de pastejo também são escassas. Os critérios para recomendação de adubação para os produtores, permitindo um mínimo de segurança nas extrações, não são claros.

Normalmente as maiores respostas à adubação fosfatada se observam com as aplicações de 50 a 100 kg de P₂O₅ (solúvel em água) por hectare. Os efeitos residuais podem ser bastante prolongados, sendo uma função, entre outros fatores, da quantidade de fósforo aplicada.

Os fosfatos naturais brasileiros, apesar da sua baixa solubilidade, são, em certas situações, uma alternativa de fonte de fósforo. É possível que, quando economicamente viável, a combinação da aplicação de fosfato natural a lanço e incorporação ao solo com a aplicação de uma fonte solúvel no sulco seja uma boa estratégia para o caso de se semear em linhas.

As associações micorrízicas existem e são benéficas para as plantas, aumentando a sua absorção de fósforo. Entretanto, o manejo desta associação a campo ainda se constitui em um desafio.

As sugestões de adubação fosfatada contidas em tabelas de recomendação de vários Estados são baseadas nos teores de fósforo revelados pela análise de terra, não se considerando as diferenças de exigências entre as espécies forrageiras.

LITERATURA CITADA

01. ANDREW, C.S. e M.F. ROBINS, 1969. The effect of phosphorus on growth and chemical composition of some tropical legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. Aust. J. Agric. Res. 20: 665.
02. ANDREW, C.S. e M.F. ROBINS, 1971. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. Aust. J. Agric. Res. 22: 693.

03. CARVALHO, M.M. de; O.L. MOZZER; G.E. FRANÇA e V.F.M. GONTIJO, 1973. Efeito da fertilização química sobre o rendimento e qualidade do capim - jaraquã (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf), em solo de cerrado. I: ANDRADE, I.F. de Programa bovinos; pesquisas em andamento de pastagens e nutrição de ruminantes 1972/1973. Belo Horizonte, Programa Integrado de Pesquisas Agropecuária do Estado de Minas Gerais.
04. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1978. Informe Anual, 1977. Cali, CIAT.
05. COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS, 1977. Recomendações de fertilizantes para Goiás. 4ª aproximação. Goiânia, EMATER-GO.
06. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1978. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 3a. aproximação, Belo Horizonte, EPAMIG.
07. COUTO, W.; G.G. LEITE e E. KORNELIUS, 1985. The residual effect of phosphorus and lime on the performance of four tropical grasses in a high P fixing Oxisol. Agron. J. 77(4): 539.
08. COUTO, W.; C. SANZONOWICZ e G.C. LEITE, 1985. Adubação para o estabelecimento de pastagens consorciadas nos solos de cerrado. In: Simpósio sobre o cerrado, 6. Brasília, DF, 1982. Savanas: alimento e energia. (no prelo).
09. CRUZ, E.S.; W.S. COUTO; R.F. de OLIVEIRA e S. DUTRA, 1982. Adubação fosfatada na região Norte. In: Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, EMBRAPA-DID.
10. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1981. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Relatório Técnico Anual, 1979. Campo Grande.
11. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1977-1978. Planaltina-DF.
12. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1982. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1980-1981. Planaltina.
13. FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DE TRIGO E SOJA DO RIO GRANDE DO SUL, 1981. Manual de adubação e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre (Boletim Técnico, 56).
14. FENSTER, W.E. e L.A. LEÓN, 1982. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagem em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina tropical. In: Produção de pastagem em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editerra Editorial.
15. FERREIRA, J.G.; M.M. de CARVALHO; A.F.C. BAHIA FILHO & O.L. MOZZER, 1975. Efeito de fontes de fósforo e corretivos do solo em duas leguminosas tropicais. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte. Projeto Bovinos; relatório anual 73/74.
16. GAVILLON, O. e A.T. QUADROS, 1970. O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Constatação de deficiências na primavera e no verão. Porto Alegre, Secret. Agric. (Boletim Técnico, 17).

17. GOMIDE, J.A., 1976. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte, Ed. UFMG, UFV, EPAMIG e USAID.
18. GUSS, A.; J.A. GOMIDE e P.H. MONNERAT, 1981. Modalidade de aplicação e de parcelamento de P_2O_5 sobre o rendimento forrageiro e composição química do capim-jaraguá. Rev. Soc. Bras. Zoot. 10(1): 19.
19. HAAG, H.P. e A.R. DECHEN, 1985. Deficiências minerais em plantas forrageiras. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 7. Piracicaba, 1984. Anais. Piracicaba, FEALQ.
20. ITALIANO, E.C.; J.A. GOMIDE e P.H. MONNERAT, 1981. Doses e modalidades de aplicação de superfosfato simples na sementeira do capim-jaraguá. Rev. Soc. Bras. Zoot. 10(1): 1.
21. MARTINEZ, H.G.P. e H.P. HAAG, 1980. Níveis críticos de fósforo em *Braquiária decumbens* (Stapf) Prain, *Brachiária humidicola* (Rendle) Schweinhardt, *Digitaria decumbens*, Stent, *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq. e *Pennisetum purpureum* Schum. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 37: 913.
22. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - GRUPO EXECUTIVO DE PRODUÇÃO VEGETAL. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1977. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado do Espírito Santo. 1ª Aproximação. Vitória.
23. MUZZILLI, O.; A.F. LANTMANN; J.B. PALHANO; E.L. OLIVEIRA; M.S. PARRA; A.COSTA; J.C.D. CHAVES e D.C. ZOCOLER, 1978. Análise de solos: interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Londrina, Fundação Instituto Agronômico do Paraná (Circular IAPAR, 9).
24. PEDREIRA, J.A.A.; D.J. SILVA; J.M. BRAGA e J. CAMPOS, 1971. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Otoni-MG. Experimentiae, 12(6): 155.
25. PEREIRA, J.R. e L.O.B. D'OLIVEIRA, 1974. Efeito residual de fósforo em um vertissolo do sub médio São Francisco na cultura da alfafa. In: BRASIL. SUVALE. Coletânea de trabalhos executados nas estações experimentais de Mandacaru e Bebedouro. Juazeiro.
26. POLI, J.L.E.H. e S.P. CARMONA, 1966. Sinopse dos ensaios da Estação Experimental de Forrageiras de São Gabriel. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura (Boletim Técnico, 5).
27. PONS, A.L.; J.G. STAMMEL e E. KORNELIUS, 1974. Efeito residual da calagem e da adubação fosfatada sobre a produção da alfafa (*Medicago sativa* L.) num Latossolo Bruno Distrófico do Rio Grande do Sul. Agron. Sulriogradense, 10(2): 211.
28. QUINN, L.R.; G.O. MOTT & W.V.A. BISSCHOF, 1961. Fertilização de pastos de capim colômbio e produção de carne com novilhos zebu. São Paulo, IBEC Research Institute (IBEC Research Institute, 24).

29. RUIZ, M.A.M. e J.M. PEREIRA, 1982. Adubação fosfatada e taxa de lotação na produtividade de capim sempre verde (*Panicum maximum*). In: Reunião Anual Soc. Bras. Zoot., 19. Piracicaba, 1982. Anais. Campinas. Soc. Bras. Zoot.
30. SALINAS, J.G. e P.A. SANCHEZ, 1976. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciência e Cultura*, 28(2): 156.
31. SANZONOWICZ, C. e W.J. GOEDERT, 1985. Uso de fosfatos naturais em pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 7, Piracicaba, SP, 1984. Anais. Piracicaba, FEALQ.
32. SANZONOWICZ, C.; E. LOBATO e W.J. GOEDERT, 1985. Avaliação agrônômica do efeito residual de fosfatos e da calagem para pastagem num solo de cerrado. *Pesq. agropec. bras. Brasília (no prelo)*.
33. SECRETARIA DA AGRICULTURA DE MATO GROSSO - CONVÊNIO IBC/GERCA. Tabelas para recomendações de níveis de fertilizantes. Mimeo.
34. SCHOLLES, D.; I. ANGHINONI e J.G. STAMMEL, 1978. Efeito residual da adubação fosfatada no rendimento, teor de P no tecido de forrageiras tropicais e no P disponível do solo. *Agronomia Sulriograndense*, 14(2): 303.
35. TEIXEIRA, T.; J. CAMPOS; J.M. BRAGA e D.J. SILVA, 1971. Deficiências de fósforo, cobre e cobalto em pastagens do município de Morrinhos -Goiás. *Experientiae*, 12(3): 63.
36. VILELA, H.; A.C. VALADARES e J.A.A. PIRES, 1982. Adubação de manutenção em pastagens de capim-guiné. Reunião Anual Soc. Eras. Zoot., 19, Piracicaba, 1982. Anais. Campinas, Soc. Bras. Zoot.
37. WERNER, J.C.; J.L. QUAGLIATO e D. MARTINELLI, 1967. Ensaio de fertilização do colômbio com solo da "Noroeste". *Bol. Ind. Anim.* 24: 159.
38. WERNER, J.C.; E.B. KALLIL; F.P. GOMES; J.V.S. PEDREIRA; G.L. ROCHA e H.J. SARTINI, 1968. Competição de adubos fosfatados. *Bol. Ind. Anim.* 25: 139.
39. WERNER, J.C. e H.B. MATTOS, 1972. Estudo de nutrição de capim-gordura. *Bol. Ind. Anim.*, 29(1): 175.
40. WERNER, J.C. e H.P. HAAG, 1972. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. *Bol. Ind. Anim.*, 29(1): 191.
41. WERNER, J.C., 1984. Adubação de pastagens. Nova Odessa, SP, Instituto de Zootecnia (Boletim Técnico, 18).