

DIFERENÇAS NAS RESPOSTAS DE ALGUMAS GRAMÍNEAS DE INVERNO AO NITROGÊNIO, FÓSFORO E CALCÁRIO¹

M. B. JONES², L. M. M. DE FREITAS³ e K. H. MOHRDIECK⁴

Sumário

Respostas à adubação de sete espécies de gramíneas de inverno foram comparadas num solo vermelho-amarelo de campo cerrado, escolhido por ser extremamente deficiente em N, P e calcário. Os resultados indicaram uma grande variação entre as espécies e baixos níveis de fertilidade e na resposta à adubação.

Onde não foi aplicado o N, verificou-se maior desenvolvimento do *Bromus uruguayensis*, *B. auleticus* e festuca K-31; o capim pé de galinha (capim dos pomares), azevém e capim doce desenvolveram-se menos. A aveia alta (aveia perene), azevém e *B. uruguayensis* distinguiram-se pela sua habilidade de utilizarem o N aplicado para um maior desenvolvimento, sucedendo o contrário com o *B. auleticus*.

Onde o fósforo não foi aplicado, festuca K-31, azevém e aveia alta foram as três espécies que tiveram produção mais alta, enquanto que *B. uruguayensis*, *B. auleticus*, capim doce e capim pé de galinha apresentaram menor desenvolvimento onde não foi aplicado o P. A aplicação de P produziu os maiores aumentos na aveia alta e azevém e menores no capim pé de galinha, aveia alta e *B. auleticus*.

Onde não foi aplicado o calcário, verificou-se o maior desenvolvimento do *B. uruguayensis* e da aveia alta. As maiores respostas à aplicação de calcário foram medidas com aveia alta, azevém e capim doce. *B. uruguayensis* apresentou a menor resposta à primeira dose de calcário e *B. auleticus* teve sua produção diminuída com a segunda dose de calcário aplicado.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é bem conhecido por suas pastagens particularmente produtivas durante a maior parte do ano. Todavia, nos meses frios de inverno, as temperaturas baixas acompanhadas por geada quando não mesmo neve, em alguns locais, reduzem consideravelmente o crescimento da vegetação, tornando difícil suprir as necessidades do gado. Muita pesquisa vem sendo feita nos últimos anos, objetivando resolver este problema. O uso de leguminosas e de gramíneas introduzidas de regiões de clima frio, em combinação com adubação adequada, tem resultado num aumento de disponibilidade de alimentação durante o período crítico. Esta observação resultou num maior interesse pela adubação de pastagens, especialmente no que respeita às implicações econômicas

e efeitos potenciais na produção da pecuária nacional.

Os solos do Rio Grande do Sul são, em geral, bastante ácidos, respondendo as culturas à aplicação de calcário. Igualmente, Grossman (1960) já mediu respostas significativas ao nitrogênio e fósforo, indicando ser o teor de potássio do solo suficiente para a maioria das culturas.

O azevém (*Lolium multiplorum* Lam.) é a espécie mais usada nas pastagens artificiais de inverno em todo o estado, sendo considerada a gramínea de inverno mais importante. O capim doce (*Phalaris tuberosa* var. *stoneptera*) é a mais importante espécie perene de inverno introduzida no Rio Grande do Sul. Este pasto fica formado cerca de um mês antes do que o de azevém, só não se desenvolvendo bem nas planícies altas da parte nordeste do estado. A festuca K-31 (*Festuca elatior* var. *arundinacea*) apresenta um bom desenvolvimento durante o inverno e a primavera, adaptando-se melhor aos solos que se conservam úmidos durante o verão. O capim pé de galinha ou capim dos pomares (*Dactylis glomerata* L.) e a aveia alta, também chamada aveia perene (*Arrhenatherum elatius* L. Presl.), desenvolvem-se bem somente nas áreas do planalto. Duas espécies nativas sobre as quais já está sendo feito algum tra-

¹ Recebido para publicação em 24 de fevereiro de 1967. Trabalho realizado num Projeto da Aliança para o Progresso sob contrato da USAID/IRI no Brasil.

² Agrônomo contratado da Universidade da Califórnia, Hopland, e especialista em forrageiras, ex-técnico do Instituto de Pesquisas IRI, quando em licença da Universidade da Califórnia.

³ Agrônomo do Instituto de Pesquisas IRI, Caixa Postal 58 Matão, São Paulo.

⁴ Agrônomo da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre.

balho experimental e que parecem promissoras para a área do planalto são *Bromus auleticus* Trin. e *B. uruguayensis* Arech.

É considerável o número de experimentos instalados com o objetivo de estudar as respostas à adubação de algumas destas espécies. O azevém é particularmente reconhecido pela sua reação ao nitrogênio. Hunt (1962) comparou a persistência e resposta ao nitrogênio de algumas variedades de azevém italiano. Tem-se igualmente feito muito trabalho com o capim pé de galinha, capim conhecido pela maneira reduzida como responde à adubação nitrogenada. Cooper *et al.* (1962) relataram que as espécies geralmente classificadas como mais produtivas respondem de um modo geral aos altos níveis de nitrogênio, com exceção de capim pé de galinha. Wagner (1954) verificou superioridade da festuca K-31 sobre o capim pé de galinha, no que respeita à utilização do nitrogênio.

Dada a importância das gramíneas acima mencionadas, quer para o Estado do Rio Grande do Sul, quer pelo valor das pastagens já estabelecidas, quer pelo valor potencial de algumas das gramíneas em questão, foi instalado um experimento de vasos para comparar as respostas destas forrageiras à aplicação de N, P e calcário. Neste estudo foram incluídas as gramíneas mais conhecidas e utilizadas, mas também algumas outras muito pouco conhecidas. Foram medidas as respostas destes capins a nitrogênio, fósforo e calcário porque as deficiências destes nutrientes são relativamente difundidas neste estado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Matão, no Estado de São Paulo, aproveitando uma casa de vegetação disponível. Um solo de campo cerrado, particularmente deficiente em N, P e calcário, além de outros nutrientes, foi coletado naquelas proximidades. Algumas características físicas e químicas deste solo, bem como respostas aos elementos minerais com diversas culturas ali desenvolvidas, foram relatadas por Mikkelson *et al.* (1963). A terra foi passada por uma peneira de 5 mm, para uniformizá-la, recebendo a seguir os tratamentos dos vários nutrientes em soluções, nas doses indicadas no Quadro 1. As quantidades apropriadas de adubos foram adicionadas à terra, sendo misturadas completamente em um tambor adequado, depois do que se colocou 2500 g dessa mistura de terra e adubo em cada vaso. Como fontes de nutrientes foram usados os seguintes materiais: nitrogênio como nitrato de amônia, fósforo como ácido fosfórico, cálcio como hidróxido de cálcio, magnésio como carbonato de magnésio e hidróxido de magnésio, potás-

QUADRO 1. Lista de tratamentos

Tratamento	Elementos aplicados							
	N	P	Ca	Mg	K	S	Zn	B
	Quantidades aplicadas — kg/ha							
1	50	100	500	60	200	20	2	1
2	150	100	500	60	200	20	2	1
3	50	300	500	60	200	20	2	1
4	50	100	1 500	180	200	20	2	1
5	150	300	500	60	200	20	2	1
6	150	100	1 500	180	200	20	2	1
7	50	300	1 500	180	200	20	2	1
8	150	300	1 500	180	200	20	2	1
9	100	200	1 000	120	200	20	2	1
10	—	200	1 000	120	200	20	2	1
11	200	200	1 000	120	200	20	2	1
12	100	—	1 000	120	200	20	2	1
13	100	400	1 000	120	200	20	2	1
14	100	200	—	—	200	20	2	1
15	100	200	2 000	240	200	20	2	1
16	—	—	—	—	200	20	2	1
17	100	200	—	120	200	20	2	1
18	100	200	1 000	—	200	20	2	1
19	100	200	1 000	120	—	20	2	1
20	100	200	1 000	120	200	—	2	1
21	100	200	1 000	120	200	20	—	—

sio como cloreto de potássio, enxofre como ácido sulfúrico, zinco como sulfato de zinco e boro como ácido bórico. As quantidades usadas de cada um destes vários elementos estão expressas numa base elementar. Os tratamentos de 1 a 21 foram cultivados com azevém e *B. uruguayensis*, mas os tratamentos setembro, sendo as demais gramíneas cortadas outra cinco espécies. Cada tratamento foi repetido três vezes em cada espécie. As gramíneas foram semeadas a 15 de junho de 1964, sendo cortadas quando cessou o crescimento porque os vasos ficaram quase que ocupados pelas raízes. Desta forma o azevém foi colhido em 4 de agosto, o capim doce, o capim pé de galinha, a aveia alta e a festuca K-31 a 18 de agosto. O azevém voltou a ser cortado em 18 de agosto, as outras duas espécies de capim cevadinha a 8 de setembro, sendo as demais gramíneas cortadas outras vez nessa mesma data. A casa de vegetação não foi aquecida, coincidindo o período de crescimento com a estação mais fria do ano. Após cortado, o material foi seco ao forno a 68°C, pesado e moído para ser quimicamente analisado.

Foram determinadas as concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio no material colhido. Os dados foram analisados estatisticamente, pelo que no capítulo seguinte só se fez referência a diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%.

RESULTADOS

Produção de matéria seca

A produção de matéria seca no primeiro corte de cada espécie é apresentada nas Figs. 1 a 3 e consta dos Quadros 2 a 5. Como se verifica pelas datas do corte acima mencionadas, o azevém apresentou crescimento mais rápido, sendo o das espécies nativas de capim cevadinha muito mais lento. Os rendimentos de matéria seca obtidos no segundo corte não alteraram as posições relativas das várias espécies no que respeita à produção dos tratamentos sem nitrogênio (N), sem fósforo (P) ou sem calcário.

Os efeitos dos três teores de nitrogênio sobre o rendimento das sete espécies de gramíneas são mostrados na Fig. 1. Onde não foi aplicado nitrogênio, o

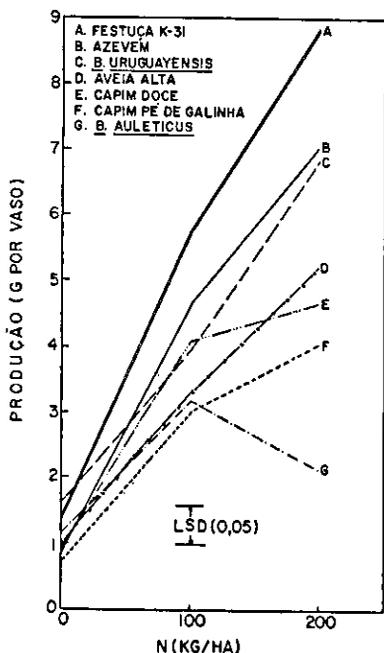


FIG. 1. Efeito da adição de N na produção de sete espécies de gramíneas.

B. uruguayensis apresentou maior produção e o capim pé de galinha menor. A aplicação de 100 kg de N por hectare aumentou a produção de todas as espécies, particularmente de festuca K-31, azevém e, embora menos, do capim doce. A produção de *B. uruguayensis*, aveia alta, *B. auleticus* e capim pé de galinha foi bem menor.

Festuca K-31 e *B. uruguayensis* apresentaram o maior rendimento de produção com a aplicação da segunda dose de N. As respostas do azevém e aveia alta não foram diferentes uma da outra, mas foram

menores do que as duas primeiras espécies já citadas. O capim doce e capim pé de galinha apresentaram menores incrementos, mas o *B. auleticus* produziu menos quando adubado com o equivalente a 200 kg de N/ha do que quando foi receber a dose de 100 kg/ha.

Onde não foi aplicado fósforo (P) a festuca K-31 apresentou maior produção, mas não significativamente mais do que capim pé de galinha ou aveia alta (Fig. 2). A produção das duas últimas espécies não foi significativamente diferente das quatro espécies restantes.

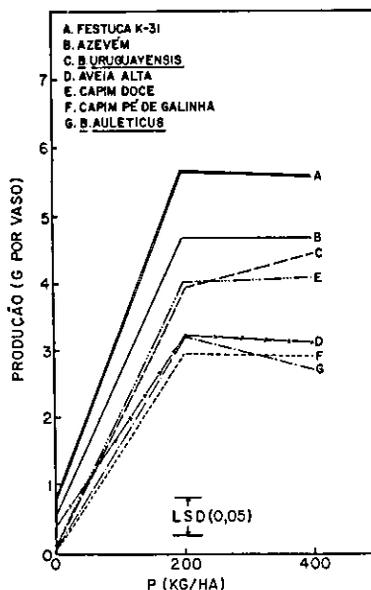


FIG. 2. Efeito da adição de P na produção de sete espécies de gramíneas.

Todas as espécies responderam significativamente à aplicação de 200 kg de P/ha, mas os maiores aumentos foram apresentados pela festuca K-31 e azevém. O capim doce, *B. uruguayensis* e *B. auleticus* apresentaram resultados intermediários em sua resposta e o capim pé de galinha e aveia alta tiveram as menores respostas dentre as espécies estudadas. A segunda aplicação de P produziu muito pouco aumento no rendimento acima do nível da primeira aplicação, havendo apenas diferenças entre as respostas das espécies. *B. uruguayensis* apresentou a maior resposta e *B. auleticus*, resposta negativa. Aparentemente estas gramíneas não responderam a níveis mais elevados de P devido à insuficiência de N. Quando a aplicação de N passou de 100 para 200 kg/ha, a produção das gramíneas aumentou em todas as espécies, com exceção de uma, sendo todas elas adubadas com 200 kg de P/ha. Quando N e P foram aplicados em doses variáveis, as respostas diferiram,

dependendo das espécies (Quadro 2). A produção de *B. uruguayensis* aumentou de 2,5 para 3,5 g por vaso quando a dose de N foi aumentada de 50 para 150 kg/ha e o fósforo foi aplicado na dose de 100 kg/ha. Quando, porém, a dose de P foi elevada para 300 kg/ha, então a produção de *B. uruguayensis* aumentou de 3,4 com 50 kg de N/ha para 5,8 na dose de 150 kg de N. Já no azevém o aumento determinado pela variação de N foi o mesmo nas duas doses de P.

QUADRO 2. Produção de duas espécies de gramíneas a diferentes níveis de N e P

N -- kg/ha	P -- kg/ha				
	0	100	200	300	400
<i>B. uruguayensis</i> -- g por vaso					
0	0,1 a	2,5 d	1,6 c	3,4 e	
50					4,5 fg
100	0,1 a	3,5 e	3,9 ef	5,8	
150					
200			6,9 j		
Azevém -- g por vaso					
0	0,2 a	2,4 d	0,9 bc	3,3 e	
50					4,7 gb
100	0,5 ab	5,4 h	4,7 gh	6,1 i	
150					
200			7,0 j		

Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes uns dos outros ao nível de 5%.

A relação entre a aplicação de cálcio e magnésio e a produção das sete gramíneas é apresentada na Fig. 3. Onde não foi aplicado cálcio, nem magnésio,

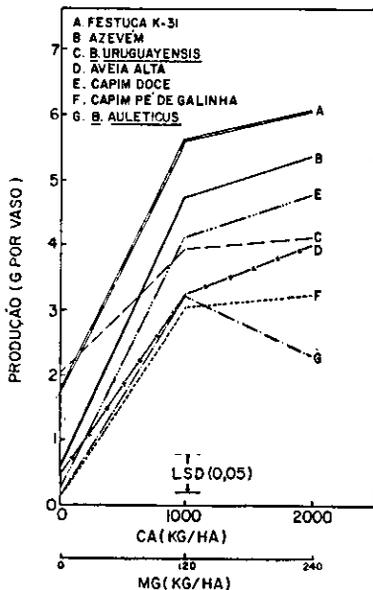


FIG. 3. Efeito da adição de cálcio na produção de sete espécies de gramíneas.

ocorreram relativamente grandes diferenças entre a produção das espécies, apresentando *B. uruguayensis* e aveia alta os rendimentos mais altos. As cinco espécies restantes produziram muito pouco, não sendo os rendimentos para as mesmas diferentes um do outro. Os aumentos maiores de produção, resultantes da aplicação de 1.000 kg de cálcio por hectare, foram apresentados por festuca K-31, azevém e capim doce. A menor resposta foi observada no *B. uruguayensis*. As outras três espécies foram intermediárias em sua resposta. Não houve diferença significativa entre os aumentos de produção produzidos pelas doses de cálcio de 1.000 a 2.000 kg/ha, exceção feita para o *B. auleticus*, cuja produção diminuiu com o segundo incremento de cálcio.

As interações entre as aplicações de nitrogênio, fósforo e cálcio refletidas na produção de *B. uruguayensis* e azevém constam dos Quadros 2 a 4. Alguns aspectos do Quadro 2 já foram tratados antes. As interações entre os vários tratamentos variaram com a espécie. Não considerando na análise estatística os níveis zero de nutrientes, verifica-se uma interação positiva ou efeito complementar entre N e P no *B. uruguayensis*, o mesmo não se dando entre dois elementos no azevém. Houve uma interação entre N e cálcio no *B. uruguayensis*, mas nenhuma interação significativa entre estes dois elementos no azevém. A interação entre cálcio e P não foi positiva ou complementar onde o azevém foi cultivado.

QUADRO 3. Produção de duas espécies de gramíneas a diferentes níveis de N e cálcio

N -- kg/ha	Cálcio -- kg/ha				
	0	500	1 000	1 500	2 000
<i>B. uruguayensis</i> -- g por vaso					
0	0,1 a	2,3 c	0,6 ab	3,6 de	
50					4,1 efg
100	2,0 c	4,5 fgh	3,9 def	4,9 hi	
150					
200			6,9 k		
Azevém -- g por vaso					
0	0,2 ab	2,2 c	0,9 b	3,3 d	
50					5,4 ij
100	0,5 ab	4,7 fghi	4,7 fghi	6,0 j	
150					
200			7,0 k		

Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes uns dos outros ao nível de 5%.

A produção de *B. uruguayensis* e azevém, conforme afetada pelas aplicações de cálcio, magnésio, potássio, enxofre e zinco, constam do Quadro 5. A produção máxima de ambas as espécies foi obtida onde não foi aplicado o enxofre e a omissão de magnésio, zinco ou boro não determinou qualquer redução de produção.

QUADRO 4. Produção de duas espécies de gramíneas a diferentes níveis de P e calcário

P -- kg/ha	Calcário -- kg/ha				
	0	500	1 000	1 500	2 000
<i>B. uruguayensis</i> -- g por vaso					
0	0,1 a		0,1 a		
100		2,7 d		3,3 e	
200	2,0 c		3,8 ef		4,1 fg
300		4,1 fg		5,1 hi	
400			4,5 fgh		
<i>Azevém</i> -- g por vaso					
0	0,2 ab		0,5 ab		
100		3,8 ef		4,0 ef	
200	0,8 b		4,7 ghi		5,4 i
300		4,1 fg		5,3 i	
400			4,7 ghi		

Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes uns dos outros ao nível de 5%.

QUADRO 5. Efeito da omissão de Ca, Mg, K, S, Zn e B na produção de duas gramíneas

Tratamento	<i>Azevém</i>	<i>B. uruguayensis</i>	pH do solo
Produção -- g/vaso			
9 Completo.....	4,7 e	3,9 d	6,2
17 - Ca.....	4,7 e	2,8 c	3,9
18 - Mg.....	5,0 e	5,1 e	5,4
14 - Ca, - Mg.....	0,5 a	2,0 b	3,5
19 - K.....	3,0 c	2,9 c	6,0
20 - S.....	5,2 e	5,2 e	6,1
21 - Zn, - B.....	4,5 de	4,6 de	6,1

Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes uns dos outros ao nível de 5%.

Onde não foi aplicado cálcio, a produção de *B. uruguayensis* teve uma queda maior do que a de *azevém*. Onde não foi aplicado nem cálcio, nem magnésio, a produção de *azevém* caiu mais do que a de *B. uruguayensis*. Ambas as espécies tiveram quase que a mesma produção quando não foi aplicado o potássio na mistura de adubo. Estes dados indicam não ser o *azevém* sensível a valores baixos de pH neste solo, tudo indicando ser menos sensível às deficiências de cálcio, de per si, do que *B. uruguayensis*. Quando foram omitidos tanto o cálcio como o magnésio, a produção de *B. uruguayensis* foi mais alta.

A resposta do rendimento do *azevém*, a mais importante espécie para as pastagens de inverno cultivadas no Rio Grande do Sul, ao adubo em dose crescente, pode ser apreciada na Fig. 4.

Absorção de nutrientes

A absorção de N pelas sete espécies estudadas é apresentada na Fig. 5. É interessante observar-se que as duas espécies nativas de capim cevadinha apresentaram mais alta absorção de N quando este nutriente não foi usado. Com o aumento da dose de N, a absorção desse elemento foi essencialmente linear, com exceção de *B. auleticus*. Os dados indicam ter esta espécie absorvido mais N a nível baixo de nitrogênio no solo, sendo porém incapaz de absorver ou utilizar altos teores de N. Das espécies nas

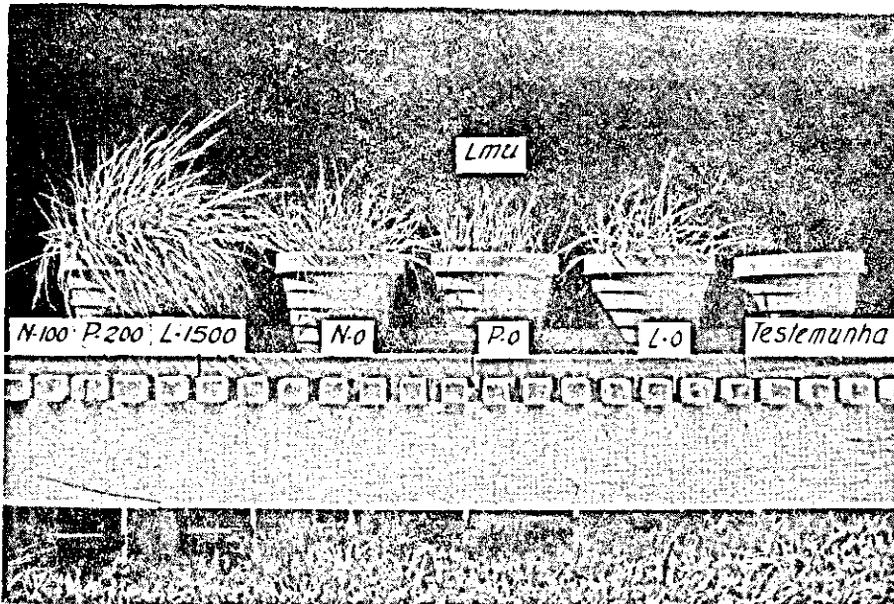


FIG. 4. Desenvolvimento e produção progressivos do *azevém* (*Lolium multiflorum* Lamb.) com adubo em dose crescente não comparando nenhum adubo (*testemunha*) com nitrogênio mais adição de fósforo (L-0), nitrogênio mais adição de calcário (P-0), fósforo e calcário (N-0), e adição de nitrogênio, fósforo e calcário nas doses de 100, 200 e 1500 kg por hectare respectivamente (N-100, P-200, L-1500).

quais a absorção de N aumentou linearmente até dose de 200 kg de N/ha, a aveia alta foi a gramínea que apresentou absorção mais baixa e o capim pé de galinha, a mais alta.

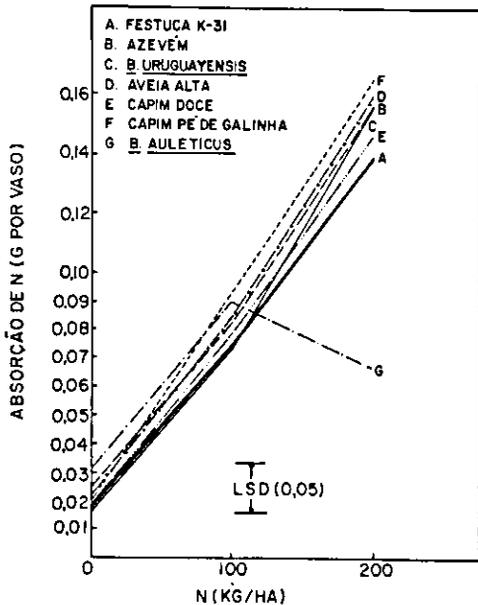


FIG. 5. Efeito da adição de N na absorção deste nutriente por sete espécies de gramíneas.

A absorção de P pelas sete espécies aos três níveis deste nutriente é apresentada na Fig. 6. São apresentados valores apenas para três das sete espécies onde não foi aplicado P devido à falta de material vegetativo suficiente para a análise química das quatro espécies restantes. Teores muito baixos de P

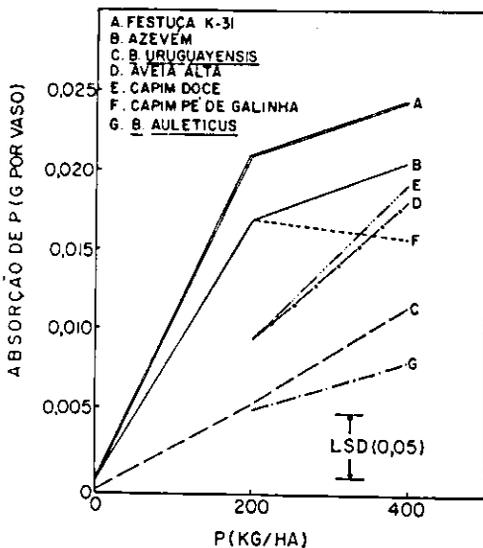


FIG. 6. Efeito da adição de P na absorção deste nutriente por sete espécies de gramíneas.

foram absorvidos pelas três espécies quando não se usou qualquer P, não se verificando qualquer diferença significativa entre essas espécies. Quando foram aplicados 200 kg de P/ha, as três espécies que mais absorveram P foram a festuca, azevém e capim pé de galinha. Aveia alta e capim doce absorveram quantidades de P que as colocaram em posição intermediária, já que as duas espécies de capim cevadinha foram as que apresentaram absorção mais baixa. Quando foram aplicados 400 kg de P/ha, as posições relativas das espécies não sofreram modificação, à exceção do capim pé de galinha que absorveu menos fósforo que o capim doce e aveia alta.

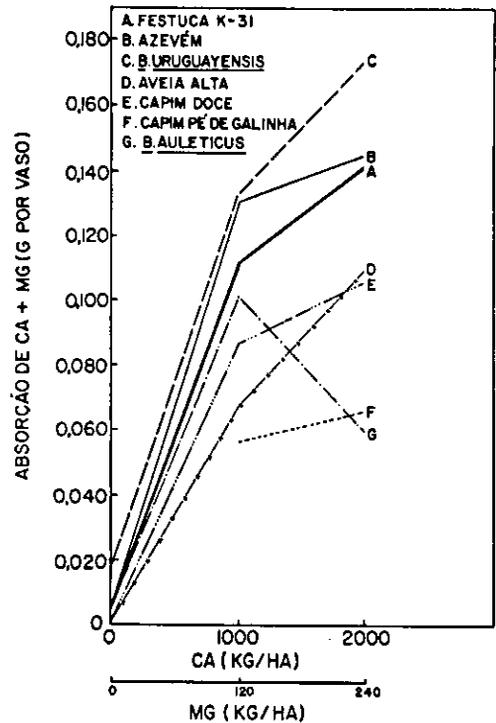


FIG. 7. Efeito da adição de cálcio na absorção de Ca e Mg por sete espécies de gramíneas.

A absorção do cálcio e magnésio nas sete espécies, nos tratamentos em que estes nutrientes foram adicionados, é apresentada na Fig. 7. Onde estes nutrientes não foram usados, uma das espécies, capim pé de galinha, não produziu material vegetativo suficiente para análise. Das seis espécies restantes, *B. uruguayensis* apresentou a maior absorção de cálcio e magnésio, consumindo as cinco espécies restantes do grupo quantidades muito baixas de cálcio e magnésio. Na dose de aplicação de 1.000 kg de Ca/ha, *B. uruguayensis* e azevém apresentaram os mais altos níveis de absorção destes dois elementos; a aveia alta, *B. auleticus* e capim doce absorveram quanti-

dades intermediárias, sendo mais baixa a absorção com a aveia alta e capim pé de galinha. Quando se aplicou 2.000 kg de Ca/ha, a posição relativa das duas espécies sofreu modificação. *B. uruguayensis* absorveu quantidade mais alta de Ca e Mg, sendo seguido pelo azevém e aveia alta. A aveia alta e capim doce absorveram pouco mais que 0,1 g por vaso e o capim pé de galinha e *B. auleticus* absorveram quantidades ainda inferiores, cerca de 0,06 g de cálcio e magnésio por vaso.

CONCLUSÕES

Sete espécies de gramíneas de inverno foram comparadas a níveis diferentes de nitrogênio, fósforo e calcário num experimento de vasos. Ao nível mais baixo de nitrogênio observou-se maior crescimento das duas espécies nativas do Estado do Rio Grande do Sul, e da aveia alta, e menor desenvolvimento de capim pé de galinha, azevém e capim doce. Quando foram aplicadas doses mais elevadas de nitrogênio, a aveia alta, o azevém e o *Bromus uruguayensis* distinguiram-se por sua habilidade em utilizarem este nitrogênio para um maior desenvolvimento, ao contrário do que sucedeu com o *B. auleticus*. A aveia alta, o capim doce e o capim pé de galinha não responderam aos níveis mais elevados de nitrogênio.

Onde o fósforo não foi aplicado, festuca K-31, azevém e aveia alta foram as três espécies que tiveram rendimento mais alto. Os dois capins cevadinha, capim doce e pé de galinha foram as espécies que deram os mais baixos valores de rendimento. Os aumentos maiores devidos à aplicação de fósforo foram apresentados pela festuca K-31 e azevém. Capim pé de galinha, aveia alta e *B. auleticus* foram as plantas que menos responderam à adição de fósforo.

Onde não foi aplicado o calcário, verificou-se maior desenvolvimento do *B. uruguayensis* e da aveia alta. As maiores respostas à aplicação de calcário foram medidas com festuca K-31, azevém e capim doce. *B. uruguayensis* apresentou a menor resposta à primeira dose de calcário e *B. auleticus* teve a sua

produção diminuída com a segunda dose de calcário aplicado.

Onde não foi aplicado o calcário, *B. uruguayensis* desenvolveu-se relativamente mais do que o azevém. O azevém respondeu melhor ao magnésio do que *B. uruguayensis*. Suas respostas ao cálcio e potássio foram quase iguais em ambas as espécies. Quando as duas espécies foram comparadas, as interações entre o nitrogênio, fósforo e calcário foram diferentes em cada caso.

Da observação dos dados torna-se claro que tanto a festuca K-31 como o azevém, entre as espécies estudadas, apresentaram sempre melhor utilização dos altos níveis de fertilidade. Houve um notável contraste entre as duas espécies de cevadinha nativas: *B. uruguayensis* mostrou possuir habilidade para se desenvolver em níveis muito baixos de fertilidade, especialmente em condições extremamente ácidas, porém respondeu bem à adubação, ao contrário do *B. auleticus*, que não aproveitou os mais altos níveis de fertilidade para um melhor desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Pelos recursos financeiros o Instituto de Pesquisas IRI deseja agradecer a assistência prestada pela Aliança para o Progresso através do Ministério da Agricultura e USAID e, principalmente, aos Ministros Hugo Leme e Stuart van Dyke, Drs. Ady Raul da Silva, Salomão Aronovich, Richard Newberg, Howard Ream e Ervin Bullard.

REFERÊNCIAS

- Cooper, C. S., Klages, M. G. & Schaeffer, J. S. 1962. Performances of six grass species under different irrigation and nitrogen treatments. *Agron. J.* 54:283-288.
- Grossman, J. 1960. Adubação de forrageiras. Associação Gabrielense de Melhoramento e Renovação de Pastagens, p. 14-18.
- Ilunt, I. V. 1962. Productivity, persistence and response to N of Italian ryegrass varieties. *J. Brit. Grassland Soc.* 17:125-129.
- Mikkelsen, D. S., Freitas, L. M. M. de & McClung, A. C. 1963. Effects of liming and fertilizing cotton, corn, and soybeans on campo cerrado soils. *Bull.* 29, IRI Research Institute, São Paulo, Brazil.
- Wagner, R. E. 1954. Influence of legume and fertilizer nitrogen on forage production and botanical composition. *Agron. J.* 46:167-171.

DIFFERENTIAL RESPONSE OF SOME COOL SEASON GRASSES TO NITROGEN, PHOSPHORUS AND LIME

Abstract

In a greenhouse experiment, yield and nutrient up take responses of seven cool season grasses to fertilization were compared on a red yellow "campo cerrado" soil, chosen because it was extremely deficient in N, P and lime. There was a significant variation between yields of species at low levels of fertility, and there was also a wide variation between species in magnitude of response to fertilization.

Where no N was applied, *Bromus uruguayensis* Arech., *B. auleticus* Trin. and tall fescue (*Festuca elatior* var. *arundinacea*) yielded most, whereas orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), rye grass (*Lolium multiflorum* Lam.)

and harding grass (*Phalaris tuberosa* var. *stenoptera*) yielded the least (Fig. 1). Tall fescue, rye grass and *B. uruguayensis* were outstanding in their ability to utilize applied N for increased growth. *B. auleticus* was the species that responded least to applied N.

In the uptake of N, there were less differences between species than in yield, except *B. auleticus* which took up less N where 200 kg/ha was applied than where 100 kg N/ha was applied (Fig. 5).

Where no P was applied, tall fescue, rye grass and tall oat grass (*Arrhenatherum elatius* L. Presl.) were the three highest-yielding species, while *B. uruguayensis*, *B. auleticus*, harding grass and orchard grass grew least where no P was applied (Fig. 2). Applying P produced the greatest increase in tall fescue and rye grass and smallest increases in orchard grass, tall oats and *B. auleticus*.

There was no difference in P uptake among the species where no P was applied (Fig. 6). At the 200 kg P/ha level, tall fescue, rye grass and orchard grass took up the most P. The two brome grasses took up least. At the 400 kg P/ha level, the relative positions of the species were the same except that orchard grass dropped below harding grass and tall oat grass.

Where no lime was applied, *B. uruguayensis* and tall fescue made the most growth (Fig. 3). Applications of lime produced the greatest increases in tall fescue, rye grass and harding grass. *B. uruguayensis* made the least increase with the first increment of lime applied, and *B. auleticus* decreased with the second increment of lime applied.

The uptake of Ca plus Mg was highest in *B. uruguayensis* where no lime was applied. At the 1000 kg Ca/ha level, *B. uruguayensis* and rye grass took up the most Ca and Mg, and tall oat grass and orchard grass took up the least. At the 2000 kg Ca/ha level, *B. uruguayensis* took up the greatest amount of Ca plus Mg, with rye grass and tall fescue next; orchard grass and *B. auleticus* took up the least.

The interactions between varying levels of N and P, N and lime, and P and lime on the yield of two grasses are given in Tables 2, 3 and 4. The interactions between the nutrients differ between species. Table 5 indicates how two grass species vary in their response to Ca and Mg alone and in combination; responses to other treatments shown were similar.