

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 17

Campinas, novembro de 1958

N.º 3

ALGUNS ESTUDOS PRELIMINARES SÓBRE POSSÍVEIS PROBLEMAS DE FERTILIDADE, EM SOLOS DE DIFERENTES CAMPOS CERRADOS DE SÃO PAULO E GOIÁS (*)

A. C. McCLUNG, L. M. MARTINS DE FREITAS, *agrônomos, IBEC Research Institute*,
J. ROMANO GALLO, *engenheiro-agrônomo, Divisão de Biologia, Instituto Agrônomo*,
L. R. QUINN e G. O. MOTT, *agrônomos, IBEC Research Institute*

RESUMO

Este trabalho representa uma primeira contribuição para o estudo da fertilidade dos solos de campos cerrados.

Tais solos, que ocupam importante superfície do território nacional, apresentam muitas vêzes boas propriedades físicas e regulares disponibilidades de água, que parecem estar em desacôrdo com a pobreza da vegetação nêles desenvolvida. Uma deficiência ou um agudo desequilíbrio de nutrientes deve, pois, estar envolvido. De fato, a cultura em vasos permitiu verificar uma acentuada deficiência em fósforo nas amostras estudadas, assim como um menor crescimento do capim que não recebeu nitrogênio. A produção foi também menor em todos os quatro solos de Goiás, quando se omitiram, num tratamento, enxôfre, cobre, zinco, ferro, boro e molibdênio.

1 — INTRODUÇÃO

Entre os interessantes complexos da vegetação do Brasil, os campos cerrados, cobrindo áreas enormes muitas vêzes bem situadas, parecem constituir um problema atual, quando se pensa na premente necessidade de aumentar a produção agrícola. Na sua quase totalidade estas áreas foram desprezadas, quando o desenvolvimento do país exigia maiores produções e tôda a sua presente contribuição para a economia do Brasil se resume na exploração de pastos pobres em qualidade, providos pela vegetação natural.

(*) Trabalho apresentado ao VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado na Bahia, de 15 a 26 de julho de 1957.

Agradecimentos são devidos ao Eng.º Agr.º A. Canagin, pela análise estatística dos resultados, Prof. G. Ranzani, pela análise mecânica dos solos estudados e ao Próf. E. Malavolta, pelas sugestões apresentadas.

Recebido para publicação em 4 de novembro de 1957.

Está fora do propósito dêste trabalho a investigação dos fatores ecológicos responsáveis pela vegetação natural tão característica dos campos cerrados; longe disso, visa êle tão sòmente considerar o possível potencial agrícola dêstes solos. Assim é que, quando examinados sob o ponto de vista técnico, pelo menos alguns solos de campos cerrados parecem ter características físicas capazes de assegurar um bom nível de produtividade. Em vários casos, a textura indica uma adequada capacidade de retenção de água e uma drenagem que parece satisfatória.

Os trabalhos de Ferri (3) e Rawitscher e outros (5) mostram que as reservas de água em muitos campos cerrados são suficientes para garantir um considerável desenvolvimento agrícola. Quanto ao potencial dêstes solos em elementos nutritivos poucos trabalhos têm sido publicados. Análises de solos, apresentadas por Setzer (6), indicam baixos níveis de bases trocáveis e de fósforo disponível, assim como um conteúdo em matéria orgânica muito baixo. Fagundes e outros (2) verificaram importante resposta à calagem e sideração com amendoim e milho em terras de campo cerrado, em Sete Lagoas.

Considerando-se que os estudos de culturas em vasos podem indicar a ordem de prioridade no estabelecimento de campos experimentais, o presente trabalho representa o primeiro passo como contribuição aos experimentos de campo, indispensáveis ao estudo dos problemas de fertilidade dêstes solos.

2 — PLANO EXPERIMENTAL

A idéia básica foi a comparação de um tratamento chamado "completo", com tãda uma série de tratamentos em que um, alguns ou todos os nutrientes foram omitidos, constituindo êste último a testemunha. A maior série consistiu num tratamento completo, as demais diferindo dêste pela omissão respectivamente, de nitrogênio, fósforo, potássio, calcário e micronutrientes, e uma testemunha que não recebeu qualquer fertilizante. O enxôfre, embora não seja um micronutriente, foi incluído no grupo do ferro, cobre, zinco, boro e molibdênio; assim, o tratamento "menos micronutrientes" não inclui o elemento enxôfre. A dose de cada nutriente aplicado foi sempre a mesma para todos os casos.

Quando a planta indicadora foi uma leguminosa, a série não incluiu o tratamento "menos nitrogênio", mas as sementes foram

inoculadas. As adubações básicas, em quilos por hectare, foram as seguintes: (1) nitrogênio, 400 kg; (2) fósforo, 400 kg de P_2O_5 ; (3) potássio, 400 kg de K_2O ; (4) calagem, mistura em pesos iguais de $Ca(OH)_2$ e $MgCO_3$ até um pH 6,0; (5) zinco, 25 kg de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; (6) cobre, 25 kg de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; (7) boro, 20 kg de borato de sódio; (8) molibdênio, 0,02 kg de molibdato de amônio; (9) ferro, 40 kg de quelato de ferro, composto orgânico de ácido etilenodiaminotetracético. Em tôdas as experiências a fonte de nitrogênio foi o nitrato de amônio e os micronutrientes foram fornecidos na forma dos produtos acima referidos. Em todos os casos, menos em um, o fósforo foi adicionado como KH_2PO_4 , havendo uma adição de KCl para completar a dose de potássio (em todos os casos os vasos "menos potássio" foram tratados com Na_2HPO_4). A exceção referida foi uma adubação com $Ca(H_2PO_4)_2$ e KCl. Em alguns experimentos (os com os solos "4", "5" e "6" abaixo descritos), fêz-se adição suplementar de Na_2SO_4 para aumentar o teor de enxôfre de aproximadamente 6,0 para 26,0 kg e a quantidade de molibdênio foi aumentada para 0,2 kg de molibdato de amônio (note-se que no plano original já exposto, o enxôfre entrava apenas nos sulfatos de zinco e cobre). As drogas, tôdas elas "para análise", foram utilizadas sem ulterior purificação, homogêneamente misturadas com a terra.

O solo "1", do tipo terra-roxa-misturada, foi colhido nas imediações de Pradópolis, Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo; o solo "2", argilo-arenoso, perto de Matão, também no Estado de São Paulo. O solo "3", retirado perto de Anápolis, Goiás, é, pela textura, areno-argiloso. Os resultados da análise mecânica dêstes solos estão contidos no quadro I.

QUADRO I. — Análise granulométrica dos solos

Solo n.º	Argila < 0,002 mm	Limo 0,002-0,050 mm	Areia			
			0,05-0,10 mm	0,10-0,25 mm	0,25-0,50 mm	0,5-2,0 mm
	%	%	%	%	%	%
1	27,5	17,5	3,5	20,0	25,5	6,0
2	9,5	6,0	3,5	29,0	38,5	14,0
3	0,0	22,0	5,5	26,0	34,5	12,0

As experiências com os solos "1" e "2" incluíram tôda a série de tratamentos, como foi descrito, tanto para capins como para legu-

minosas. Foram cultivados capim jaraguá (*Hiparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) e soja (*Glycine soja* (L.) Siebb et Zucc. var. *Otootan*) no solo "1", capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) e alfafa (*Medicago sativa* L.) no solo "2". No solo "3" cultivou-se apenas capim pangola.

Também foram usados nas experiências três diferentes solos de Goiás, cultivados com capim pangola. Estes solos, cujos números de série são "4", "5" e "6", foram colhidos dentro de um raio de 20 km de Anápolis, Goiás. Consistiram de quatro tratamentos, "completo", "menos fósforo", "menos micronutrientes" e "testemunha". No caso dos solos "1", "2" e "3" usaram-se vasos de cerâmica revestidos internamente com verniz sintético, cheios com 3,6 kg de terra seca. Para os solos "4", "5" e "6" usaram-se potes de plástico de polietileno, contendo cada um 1,7 kg de terra. As experiências foram feitas com três repetições nos três primeiros tipos de solo e com quatro, nos três últimos tipos.

QUADRO 2. — Análise química dos solos usados

Solo n.º	pH	Em 100 g de terra fina seca na estufa				
		Teor total		Teor trocável		
		C	N	PO ₄ ---	K+	Ca++
		%	%	e. mg	e. mg	e. mg
1	4,7	2,90	0,12	0,76	0,26	1,30
2	4,7	1,62	0,08	0,06	0,06	0,90
3	5,3	3,58	0,12	0,07	0,16	1,80
4	5,3	2,17	0,10	0,04	0,18	0,90
5	4,5	4,45	0,13	0,07	0,11	1,00
6	5,3	2,65	0,12	0,05	0,33	1,00

O jaraguá, a alfafa e a soja foram semeados diretamente nos vasos: o capim pangola foi plantado usando segmentos de seus estolhos.

Depois de plantados, ou semeados, toda a terra dos vasos foi umedecida com a mesma quantidade de água, 15% em peso, valor que se procurou manter com adições diárias de água. Em todos os casos se usou apenas água de poço, passada através de um filtro de porcelana porosa e de uma coluna de troca iônica.

Tôdas essas experiências foram conduzidas na estufa do IBEC Research Institute, em Matão, durante o período de 30 de novembro de 1956 a 30 de maio de 1957.

A análise do material sêco foi efetuada segundo os métodos de Lott e outros (4). A análise química dos solos (Quadro 2) foi feita no laboratório de solos do Instituto Agrônômico, segundo os processos de Catani e outros (1). Na análise mecânica foi usado o método de Bouyoucos.

3 — RESULTADOS

Verificaram-se diferenças significativas ($P = 0,01$) nos tratamentos em que se omitiu o fósforo no solo "1" (Quadro 3). Este tratamento produziu menos da metade da matéria sêca dada pelo tratamento completo. A testemunha sem fertilizante algum produziu 4,3 g, comparada com as 15,0 g produzidas pelo tratamento completo. Os tratamentos que não levaram potássio ou micronutrientes não tiveram seu crescimento afetado de um modo significativo. Tanto os vasos onde não se procedeu à calagem como os que não receberam nitrogênio apresentaram decréscimos muito próximos do valor indicado pelo teste de Tukey a 0,05.

QUADRO 3. — Pêso da matéria sêca e análise química do capim jaraguá cultivado no solo "1"

Tratamento	Matéria sêca	Por cento de matéria sêca				
		N	P	K	Ca	Mg
	<i>g/vaso</i>					
Completo	15,0	1,80	0,10	1,67	0,51	0,48
Menos N	10,5	0,90	0,10	1,23	0,48	0,41
Menos P	6,8	2,31	0,11	1,95	0,48	0,45
Menos K	13,8	1,82	0,10	1,19	0,51	0,55
Menos calcário	11,3	1,92	0,11	2,00	0,32	0,28
Menos micronutrientes	13,2	1,62	0,12	1,70	0,48	0,48
Sem fertilizante	4,3	1,38	0,09	1,92	0,24	0,25
Teste de Tukey (0,05)	4,8	0,41	n. s.	0,44	0,08	0,10
(0,01)	6,2	0,53	—	0,56	0,10	0,13

A análise química do capim indicou nível mais baixo de nitrogênio e potássio quando êstes elementos não foram adicionados, e menos cálcio e magnésio quando o pH não foi corrigido. As plantas da testemunha sem adubo apresentaram menor teor de nitrogê-

nio, cálcio e magnésio que as do tratamento completo, sendo maiores as diferenças para estes dois últimos.

A omissão de calcário ou fósforo resultou na diminuição significativa de produção de matéria seca da soja no solo "1" (Quadro 4). No entanto, a diferença entre os tratamentos "completo" e "menos fósforo" foi consideravelmente menor que a obtida com o capim jaguá. A matéria seca da testemunha foi menos da metade da produzida pelo tratamento completo. Constatou-se uma nodulação muito pobre das raízes da soja, embora o solo tivesse sido inoculado. Aliás, a coloração da folhagem na ocasião da colheita sugeria deficiência em nitrogênio.

QUADRO 4. — Pêso da matéria seca e análise química das folhas da soja cultivada no solo "1"

Tratamento	Matéria seca	Por cento de matéria seca				
		N	P	K	Ca	Mg
	<i>g/vaso</i>					
Completo	24,4	1,54	0,13	1,36	1,47	0,65
Menos P	20,7	1,89	0,12	1,38	1,37	0,58
Menos calcário	18,4	1,75	0,09	2,04	0,60	0,29
Menos K	25,6	1,56	0,14	1,06	1,34	0,55
Menos micronutrientes	24,6	1,70	0,13	1,21	1,36	0,61
Sem fertilizante	11,0	2,15	0,08	2,08	0,48	0,39
Teste de Tukey (0,05)	4,2	0,28	0,019	0,19	0,10	0,09
(0,01)	5,4	0,36	0,024	0,24	0,13	0,11

Verificou-se pela composição da planta que a não adição de potássio ou calcário ao tratamento resultou em um nível mais baixo de potássio no primeiro, e de cálcio e magnésio no último. A não correção do pH resultou também num menor teor de fósforo. A soja cultivada na terra não adubada apresentou menor teor de fósforo, cálcio e magnésio, que a cultivada em terra do tratamento completo, mas teores mais elevados de nitrogênio e potássio.

O capim pangola cultivado no solo "2" evidenciou severa deficiência deste em fósforo (Quadro 5). A matéria seca produzida na terra que não recebeu fósforo foi cerca de 1,3 g por vaso comparada com 1,7 g produzida nos vasos-testemunha e 8,3 g obtidas nos que receberam uma fertilização completa.

QUADRO 5. — Pêso da matéria sêca e análise química do capim pangola cultivado no solo "2"

Tratamento	Matéria sêca	Por cento de matéria sêca				
		N	P	K	Ca	Mg
	<i>g/vaso</i>					
Completo	8,3	2,06	0,16	3,18	0,49	0,53
Menos N	5,8	1,48	0,12	2,88	0,36	0,37
Menos P	1,3	2,05	0,06	2,26	0,41	0,33
Menos K	8,2	2,07	0,15	1,33	0,36	0,46
Menos calcário	8,9	2,34	0,17	3,31	0,42	0,45
Menos micronutrientes	6,6	2,33	0,21	3,01	0,41	0,52
Sem fertilizante	1,7	1,97	0,07	2,71	0,45	0,50
Teste de Tukey (0,05)	2,8	n. s.	0,05	0,69	0,09	0,13
(0,01)	3,6	—	0,07	0,89	0,12	0,17

A análise química da planta permitiu constatar que a supressão do fósforo ou potássio resultou num menor teor do nutriente omitido. As plantas cultivadas na terra não tratada apresentam teor mais baixo de fósforo.

No solo "2" a produção de matéria sêca da alfafa foi inferior nos tratamentos que não levaram fósforo, calcário, micronutrientes e enxôfre ou elemento algum. Como aconteceu com o capim pangola cultivado neste solo, a produção de matéria sêca no tratamento em que se omitiu o fósforo não foi superior à do tratamento que não recebeu nutriente algum. Os tratamentos "menos calcário" e "menos micronutrientes" produziram apenas metade da matéria sêca obtida no tratamento "completo". Tôdas as plantas cultivadas na terra que não levou micronutrientes ou não teve o seu pH corrigido denotaram uma clorose típica da deficiência de nitrogênio e tinham, na ocasião da colheita, perdido considerável quantidade de fôlhas. A análise das fôlhas dessas plantas (Quadro 6) indicou um teor mais baixo em nitrogênio. Verificou-se na época da colheita que tôdas as plantas apresentavam razoável nodulação.

O capim pangola cultivado na terra do solo "3", denotou, como nos dois solos anteriores, idêntica resposta ao fósforo. As produções de matéria sêca, bastante semelhantes às obtidas com os outros dois solos, são apresentadas grâficamente na figura 1. O pêso da matéria

QUADRO 6. — Pêso da matéria seca e análise química das folhas de alfafa cultivada no solo "2"

Tratamento	Matéria seca	Por cento de matéria seca				
		N	P	K	Ca	Mg
	<i>g/vaso</i>					
Completo	8,0	1,89	0,18	1,39	5,26	0,73
Menos P	2,7	2,10	0,12	2,14	4,65	0,65
Menos calcário	3,8	1,30	0,33	2,55	4,19	0,63
Menos K	7,0	2,60	0,26	1,16	3,87	0,80
Menos micronutrientes	3,9	1,50	0,34	2,21	4,50	0,80
Sem fertilizante	2,5	1,55	0,12	1,31	4,97	0,55
Teste de Tukey (0,05)	1,5	0,63	0,07	0,68	1,08	0,14
(0,01)	2,0	0,80	0,09	0,86	1,38	0,17

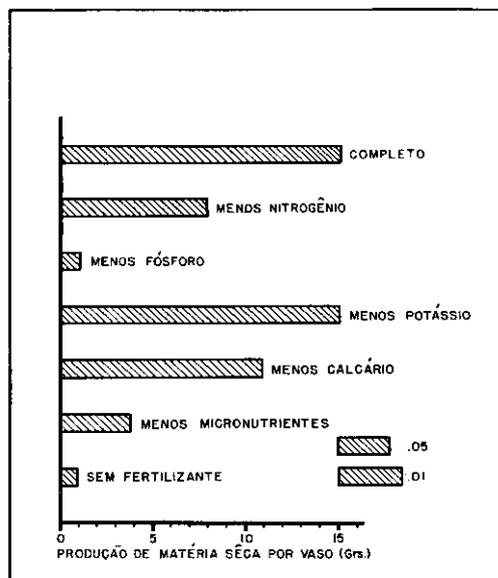


FIGURA 1 — Produção, em matéria seca, do capim cultivado no solo "3", em terra procedente de um campo cerrado de Anápolis, Goiás. As barras no canto inferior direito indicam as diferenças significativas, de acordo com o teste de Tukey, aos níveis de 0,05 e 0,01.

sêca das plantas do tratamento que não levou fósforo foi de 1,0 g comparado com 15,0 g obtidas no tratamento "completo" e 0,9 g do tratamento testemunha. A omissão dos micronutrientes e enxôfre no solo "3" resultou numa apreciável redução da matéria sêca. O pêso total da matéria sêca dêste tratamento foi de apenas um quarto do conseguido com o tratamento completo. Ao mesmo tempo, nesse tratamento as plantas mostram sinais de clorose geral associada a um menor crescimento. O tipo de clorose não era característico, aparentando ser o resultado de menor quantidade de clorofila em tôdas as fôlhas. Também ocorreu uma redução no crescimento quando o nitrogênio não foi incluído. Esta diferença foi relativamente maior que a obtida com o mesmo tratamento no solo "2" (acrescente-se que nove dias antes da colheita se procedeu a uma adição suplementar de nitrogênio, na dose de 400 kg por hectare do elemento a todos os tratamentos exceto aos "menos nitrogênio" e testemunha "sem fertilizante". Provavelmente isto terá influenciado a composição química das plantas, mas é duvidoso qualquer efeito na produção de matéria sêca, dado o pequeno período de tempo).

QUADRO 7. — Análise química do capim pangola cultivado no solo "3"

Tratamento	Por cento de matéria sêca				
	N	P	K	Ca	Mg
Completo	2,17	0,08	1,65	0,37	0,29
Menos N	0,56	0,07	1,34	0,29	0,20
Menos P	2,47	0,03	1,25	0,50	0,32
Menos K	2,29	0,09	0,59	0,27	0,28
Menos calcário	2,38	0,09	1,38	0,28	0,18
Menos micronutrientes	3,52	0,15	1,16	0,51	0,39
Sem fertilizante	1,41	0,06	1,32	0,42	0,30
Teste de Tukey (0,05)	0,66	0,04	0,24	0,12	0,10
(0,01)	0,86	0,05	0,34	0,16	0,13

Os conteúdos em nitrogênio, fósforo e potássio das plantas analisadas (Quadro 7) foram inferiores respectivamente nos tratamentos "menos nitrogênio", "menos fósforo" e "menos potássio", quando comparados com os valores do tratamento "completo". Também a terra que não sofreu calagem produziu plantas com mais baixo teor em magnésio mas não inferiores aos teores apresentados pelas plantas do

tratamento "menos nitrogênio", que também tinha recebido calcário. O tratamento "menos micronutrientes" apresentou teores mais elevados de macronutrientes, com exceção feita do potássio, que o tratamento "completo". O tratamento testemunha apresentou menor conteúdo de nitrogênio e potássio que o tratamento "completo", mas nenhuma diferença quanto ao cálcio e magnésio. A análise dos micronutrientes (Quadro 9) indica que os tratamentos "menos calcário", "me-

QUADRO 8. — Análise de micronutrientes no capim pangola cultivado no solo "2"

Tratamento	Partes por milhão de matéria sêca			
	Mn	Fe	Cu	Zn
Completo	102	140	8,2	33
Menos Calcário	238	102	8,5	33
Menos micronutrientes	105	99	6,1	37
Sem fertilizante	188	139	7,4	37
Teste de Tukey (0,05)	60	n. s.	n. s.	n. s.
(0,01)	95	—	—	—

QUADRO 9. — Análise de micronutrientes no capim pangola cultivado no solo "3"

Tratamento	Partes por milhão de matéria sêca			
	Mn	Fe	Cu	Zn
Completo	100	67	4,7	32
Menos Calcário	201	60	4,9	31
Menos micronutrientes	258	76	5,4	49
Sem fertilizante	237	126	4,6	31
Teste de Tukey (0,05)	91	17	n. s.	n. s.
(0,01)	145	27	—	—

nos micronutrientes" e "sem fertilizante", não apresentaram teores mais baixos dos elementos determinados, isto é, Mn, Fe, Cu, e Zn. que o tratamento completo.

O quadro 10 apresenta alguns valores preliminares de quatro tratamentos — "completo", "menos fósforo", "menos micronutrientes" e testemunha "sem fertilizante" — em três solos de campo cerrado de Goiás. Note-se a semelhança entre êstes resultados, expressos em comprimento dos estolhos do capim pangola e os pesos de matéria sêca obtidos com o solo "3". O crescimento no tratamento que não levou fósforo não foi além de um décimo do obtido com o tratamento completo e só ligeiramente superou a testemunha "sem fertilizante".

QUADRO 10 — Comprimento dos estolhos do capim pangola, sete semanas depois de plantado, nos solos "4", "5" e "6"

Tratamento	Média dos comprimentos dos estolhos		
	"Solo 4"	"Solo 5"	"Solo 6"
	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>
Completo	78,5	69,2	75,4
Menos P	3,4	4,0	10,6
Menos micronutrientes	25,5	45,2	38,3
Sem fertilizante	2,7	2,5	7,6
Teste de Tukey (0,05)	8,8	17,2	14,6
(0,01)	11,9	23,1	19,6

Na terra em que não foram incorporados os micronutrientes e o enxôfre, o tamanho dos estolhos variou de um a dois terços do conseguido na terra com adubação completa. A figura 2 apresenta um efeito do fósforo e dos micronutrientes e enxôfre no solo "4".

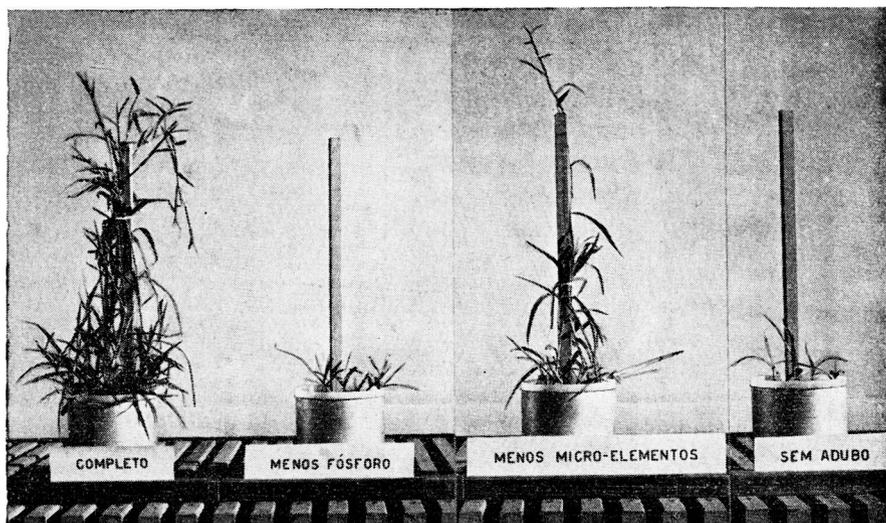


FIGURA 2 — Capim pangola (*Digitaria decubens* Stent.) cultivado no solo "4", em terra procedente de um campo cerrado de Anápolis, Goiás. Respostas típicas a fósforo e micronutrientes e enxôfre.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Uma deficiência pronunciada em fósforo parece ocorrer com frequência nos solos de campos cerrados estudados. Quando todos os nutrientes menos o fósforo foram misturados com a terra, cinco dos seis solos estudados produziram de cinco a dez por cento da quantidade de matéria seca obtida no tratamento completo. Parece razoável que a nutrição fosfatada seja o problema número um ao considerar o futuro agrícola destes campos cerrados, sendo de esperar que os campos experimentais dêem boas respostas às adubações fosfatadas. Inútil será apontar os cuidados necessários ao se pretender generalizar resultados desta natureza, dadas as condições especiais em que foram obtidos. No campo muitos outros fatores irão influir, assim como diferentes plantas poderão dar respostas diversas, como os presentes resultados já evidenciaram. Dois outros capins cultivados, batatais (*Paspalum notatum* Flügge) e jesuita (*Axonopus compressus* (Swartz) Beauv.), embora com menor número de tratamentos e sem repetições, desenvolveram-se melhor na terra sem fertilizante que o capim pan-

goía. O capim gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.) parece ser um dos poucos capins estabelecidos nos campos cerrados de São Paulo; nenhum experimento foi conduzido com este capim na presente série de tratamentos mas parece razoável suspeitar-se que as respostas ao fósforo venham a ser menores que as obtidas com os outros capins.

O reduzido sistema radicular verificado nas culturas em vasos pode ter sido fator importante nas respostas ao fósforo, aqui verificadas. É do conhecimento geral que, com um maior volume de terra a explorar, a maioria das plantas consegue um melhor desenvolvimento vegetativo, mesmo com mais baixa concentração de nutrientes que a encontrada num volume restrito de terra. Estes mesmos fatores tornam difícil a generalização das dosagens de aplicação usadas nestas culturas em estufa, para as condições naturais. De ordinário é necessária uma aplicação mais elevada quando se pretende uma resposta máxima em pequenos vasos. Num caso, pelo menos, a técnica da cultura em vasos parece ter diminuído a resposta ao fósforo. Verificou-se que o capim jaraguá cultivado no solo "1" dificilmente se desenvolveu no seu primeiro estágio, quando o fósforo não tinha sido adicionado. As plantas não foram além de dois a três centímetros de altura durante algumas semanas após seu aparecimento, não obstante as boas condições de umidade e luz existentes. Mas, uma vez estabelecidas, elas quase chegaram a igualar, em altura, as plantas do tratamento completo. Parece muito natural supor que, sob condições mais adversas, como as que ocorrem em pleno campo, seria bem difícil, senão mesmo impossível, obter uma vegetação comparável de capim sem adição de fertilizantes fosfatados.

As respostas ao nitrogênio, como as obtidas aqui, não são de surpreender, quando se pensa na quantidade de matéria seca produzida em relação ao volume de terra explorado. Contudo, a julgar pelos resultados obtidos usualmente no campo em plantações de capim, parece razoável esperar boas respostas nos campos experimentais a instalar.

As respostas ao potássio não se deverão verificar em vista dos resultados obtidos aqui, onde as plantas vivem num regime de intensa absorção. Num caso (solo "3"), a análise da planta deixa transparecer um nível mais baixo de potássio, indicando uma possibilidade de obter resposta em condições de cultura mais intensiva.

As respostas a micronutrientes e enxôfre, verificadas com o ca-

pim pangola nos quatro solos de Goiás, e com alfafa no solo "2", são de considerável interesse teórico e podem ser ainda de um mais importante interesse prático. As técnicas de purificação dos sais empregados e da água utilizada na rega, se bem que satisfatórias para a maioria dos trabalhos com macronutrientes, não são, de um modo geral, aconselháveis quando se trabalha com micronutrientes. Não obstante os intensos decréscimos nas colheitas acima notados, é, na maior parte das vezes, muito difícil, por causa de possíveis contaminações, verificar deficiência de micronutrientes em culturas em vasos. Assim, estas respostas são talvez indicativas de uma acentuada deficiência e parece provável que resultados semelhantes possam ser obtidos no campo.

A natureza da resposta a micronutrientes é, certamente, obscurecida pelo fato de terem sido suprimidos em conjunto. A análise das plantas leva a pôr de lado os nutrientes ferro, manganês, zinco e cobre, pois, como se pode verificar, os tratamentos "completos" e "menos micronutrientes" não apresentaram diferenças significativas, no que diz respeito a êsses nutrientes. Êstes elementos não podem desde já ser colocados à margem e um mais detalhado estudo é ainda necessário.

As respostas à calagem, no que respeita às leguminosas, não são de surpreender conhecido que é o baixo pH dêstes solos, mas a natureza exata dessas respostas merece outros estudos. Melhor fixação de nitrogênio por parte das bactérias nos nódulos, aumento de nível de cálcio e magnésio e alteração nas disponibilidades de fósforo e micronutrientes — são outros tantos fatores que podem estar envolvidos. Um possível problema de disponibilidade de molibdênio é particularmente interessante, em vista das respostas obtidas no solo "2" com alfafa; semelhante raciocínio poderá ser aplicado pela resposta do solo "3" à calagem e aos micronutrientes.

Do exame dos quadros da análise química dos diversos experimentos ressaltam alguns casos em que uma planta do tratamento testemunha apresenta um mais elevado teor de um certo elemento que a mesma planta cultivada num tratamento "completo", onde houve uma adição abundante dos principais nutrientes. Isto poderá ser explicado por uma acumulação de um elemento não limitante na planta desenvolvida na terra não adubada; assim, quando se verificam respostas à adição dos elementos limitantes traduzidos num maior cres-

cimento da planta, poderá verificar-se uma diluição dos elementos não limitantes mesmo quando êstes também foram adicionados.

Êstes resultados são bastante animadores quando se pensa na possibilidade de usar os campos cerrados estudados numa agricultura racional. Naturalmente, como ainda é necessária uma grande soma de trabalho a ser realizado nos laboratórios, em estufas e, sobretudo, no campo, de modo algum se poderá pensar em generalizar êstes resultados a todos os campos cerrados. Fatores como doses e métodos de aplicação dos diferentes fertilizantes, aqui não considerados, são outros tantos problemas a exigir profunda investigação, antes que se possa discutir, em bases econômicas, o aproveitamento racional dêsses solos.

SOME PRELIMINARY STUDIES ON FERTILITY PROBLEMS OF SOILS FROM SEVERAL "CAMPOS CERRADOS" IN SÃO PAULO AND GOIÁS

SUMMARY

Evidence of severe phosphorus deficiency was found in grasses and legumes grown in pot culture on six soils from "campos cerrados" in São Paulo and Goiás. The minus-phosphorus treatment in most cases produced only 5 to 10% as much growth as the complete treatment.

Dry matter production by pangola grass was lower on all four soils from Goiás when the elements iron, zinc, copper, boron, sulfur and molybdenum were omitted from the fertilizer mixture. Similar results were obtained for alfafa on one soil from São Paulo. The data do not indicate which of these elements were involved in this response.

Less growth of grass occurred when nitrogen was omitted, but in no case, either with grasses or legumes, did the omission of potassium have a measurable effect on dry matter production. Omission of lime resulted in reduced growth of alfafa and soybeans, and, on one soil, of Pangola grass.

LITERATURA CITADA

1. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, A. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto agrônômico, 1955. 28 p. (Boletim n.º 69)
2. FAGUNDES, A. B., MENEZES, W. C. & KALCKMAN, R. E. Adubação e calagem de terras do cerrado. *In* Reunião brasileira de Ciência do Solo, 2.ª, Rio de J., 1953. Anais, p. 295-304.

3. FERRI, M. G. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Universidade de São Paulo, 1955. 170 p. (Tese)
4. LOTT, W. L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & Medcalf, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto agrônomo, 1956. 29 p. (Boletim n.º 79)
5. RAWITSCHER, F., FERRI, M. G. & RACHID, M. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. Ann. Acad. bras. Sci. 15:267-294. 1943.
6. SETZER, J.. Os solos do Estado de São Paulo. Rio de J.. Biblioteca geográfica brasileira, 1949. 381 p. (Publicação n.º 6)