

EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO DE MILHO DOCE E SOJA EM SOLOS DE CAMPO CERRADO¹

L. M. M. DE FREITAS², T. TANAKA³, E. LOBATO⁴, W. V. SOARES⁵ e
C. E. DE FRANÇA⁴

SINOPSE.— São relatados os aumentos de produção de milho doce que se seguiram à aplicação de calcário e adubo, adicionando fórmulas e quantidades diferentes de nutrientes em três áreas distantes aproximadamente 600 km. O maior aumento, 13,8 toneladas por hectare, verificou-se em Brasília, DF, num paupérrimo solo de cerrado, com duas variedades cultivadas, Cubano e Sweetangold. O menor foi obtido numa terra velha de cultura do Estado de São Paulo, em Matão: 5,7 e 1,4 toneladas por hectare com as variedades Cubano e Sugar & Gold, respectivamente.

Os maiores níveis de produção foram obtidos nos solos de cerrado de Brasília, indicando as respostas uma necessidade geral, porém, mais elevada nos solos anteriormente cobertos por cerrado, de fósforo e zinco. Respostas significativas a nitrogênio foram assinaladas nos três locais de cerrado, mas somente na Estação Experimental de Brasília, perto de Planaltina, DF, verificou-se alguma resposta ao potássio. Não obstante, julga-se conveniente assegurar um nível adequado de potássio, bem como de enxofre e magnésio, nas recomendações de calagem e de adubação, para esta ou outras culturas, nos solos como os estudados aqui.

A adubação aumentou ainda a produção da cultura de soja que se fez seguir ao milho, nos dois locais do DF, de 80-250 kg/ha, para 3600-2750 kg/ha, evidenciando o elevado efeito residual dos adubos utilizados, especialmente do fósforo.

INTRODUÇÃO

A aplicação do calcário e adubos tem resultado em espetaculares aumentos de produção de plantas cultivadas em solos de cerrado (Freitas *et al.* 1960, Freitas *et al.* 1971, McClung *et al.* 1961, Mikkelsen *et al.* 1963). Este fato, se, por um lado, constitui valiosa prova em favor dos autores que sempre se recusaram a ver na umidade do solo o fator limitante da utilização agrícola das extensas áreas de cerrado do Planalto Central (Ferri 1955, Feuer 1956), por outro lado sugere que os problemas de fertilidade do solo constituem pequena parte, ainda que prioritária, dos problemas postos pelo aproveitamento de uma área que cobre quase dois milhões de quilômetros quadrados do Planalto Central.

A conjugação de uma elevada taxa de crescimento com um alto poder aquisitivo faz de Brasília um mercado particularmente atraente para produtos hortigranjeiros. Proporcionando esta atividade maior renda bruta por unidade de área, capaz de cobrir os altos investimentos necessários à correção das terras mais fracas, é natural que se acelerem os estudos de fertilidade de áreas de cerrado circunvizinhas à cidade de Brasília.

Contribuindo para este objetivo foram instalados experimentos preliminares de adubação usando milho doce como planta indicadora, em duas áreas do Distrito Federal; experimentos instalados em solos de cerrado de

Sete Lagoas, MG, e em terra velha de cultura de Matão, SP, complementaram o trabalho relatado nos capítulos seguintes.

MATERIAL E MÉTODOS

Três áreas, afastadas 600 km, foram escolhidas para os experimentos de adubação: duas em solos de cerrado, instalando-se dois experimentos na área do Distrito Federal e um em Sete Lagoas, MG, uma outra em terra velha de cultura de São Paulo, cultivada com café havia mais de trinta anos e ultimamente utilizada em culturas anuais. Este local está situado na fazenda experimental do Instituto de Pesquisas IRI em Matão. Os experimentos em cerrado foram instalados na Fazenda do Tamanduá, da Secretaria da Agricultura da Prefeitura do Distrito Federal e na Estação Experimental de Brasília (Planaltina), em estação dependente do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste (IPEACO), sediado em Sete Lagoas, local onde foi instalado também um dos experimentos. Como se pode ver no Quadro 1, eram todos solos ácidos, particularmente os três latossolos com vegetação de cerrado, extremamente pobres em fósforo e com teor de potássio de médio para baixo. Análises de perfis dos dois locais do DF foram apresentados em trabalho anterior (Freitas *et al.* 1971).

Em cada local 12 tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Um tratamento básico, aqui chamado de "completo", adicionava quantidades de macro e micronutrientes julgados, por experiência anterior (Freitas *et al.* 1971), suficientes para assegurar um bom desenvolvimento das plantas. Os outros tratamentos verificavam o efeito dos nutrientes empregados mediante comparação com tratamentos em que

¹ Recebido 1.º mar. 1971, aceito 23 mar. 1971.

Trabalho conduzido como um projeto da Aliança para o Progresso sob o contrato USAID/IRI no Brasil.

² Agrônomo do Instituto de Pesquisas IRI/USAID, Caixa Postal 58, Matão, São Paulo.

³ Eng.º Agrônomo da Estação Experimental do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste (IPEACO) em Brasília, Distrito Federal.

⁴ Eng.º Agrônomo do IPEACO, Caixa Postal 151, Sete Lagoas, Minas Gerais.

QUADRO 1. Características físicas e químicas de amostras compostas colhidas na camada arável das quatro áreas experimentais*

Descrição	Locais cerrado			Cultura Matão, SP
	Tamanduá, DF	E.E. Brasília, DF	S. Lagoas, MG	
pH				
Inicial	4,50	4,70	4,40	5,80
Final	6,00	5,00	4,90	6,50
Teor total (%)				
C	1,44	1,56	1,16	0,52
N	0,13	0,15	0,15	0,15
Argila	32,00	27,00	20,00	19,00
Limo	30,00	17,00	9,00	4,00
Areia	38,00	56,00	71,00	76,00
Teor trocável (meq/100 g)				
CTC	10,40	15,90	10,80	6,60
K ⁺	0,12	0,09	0,11	0,12
Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺ (antes)	0,20	0,30	0,90	2,60
Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺ (depois)	5,40	4,30	2,75	3,40
Al ⁺⁺⁺ (antes)	1,50	1,00	1,70	0,10
Al ⁺⁺⁺ (depois)	—	0,35	0,70	—
PO ₄ ⁼⁼	0,02	0,02	0,03	0,09
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	0,17	0,62	1,65	7,18

* Determinações feitas no laboratório de Química do IPEACO e no laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas.

se usava metade ou se omitia completamente o nutriente que se pretendia testar. A lista dos tratamentos, com as quantidades usadas, é apresentada no Quadro 2.

Foram usados os seguintes adubos: nitrocálcio (20,5% N), superfosfato triplo (20% P), cloreto de potássio (50% K), gesso (16% S), sulfato de magnésio (10% Mg) e uma mistura de sulfatos de zinco, cobre e manganês com bórax e molibdato de sódio. Como corretivo foi usado calcário calcítico.

QUADRO 2. Nutrientes aplicados nos tratamentos do experimento de adubação

Tratamento	Nutrientes (kg/ha)					
	N	P	K	S	Mg	MN*
Completo	240	200	200	80	200	+
1/2 N	120	200	200	80	200	+
Menos N	0	200	200	80	200	+
1/2 P	240	100	200	80	200	+
Menos P	240	0	200	80	200	+
1/2 K	240	200	100	80	200	+
Menos K	240	200	0	80	200	+
Menos S	240	200	200	0	200	+
Menos Mg	240	200	200	80	0	+
Menos MN	240	200	200	80	200	—
Completo com duplo NPK	480	400	400	80	200	+
Testemunha	0	0	0	0	0	—

* Mistura de sulfatos de cobre, manganês e zinco com bórax e molibdato de sódio adicionando, respectivamente 10, 5, 5, 2 e 0,2 kg/ha dos nutrientes.

A calagem foi feita em duas vezes, arando-se a terra após a primeira aplicação de 3 t/ha de calcário calcítico; após uma segunda distribuição de calcário, totalizando as 6 t/ha de corretivo, a terra foi gradeada. Na terra velha de cultura de Matão foram usadas apenas duas toneladas de corretivo, incorporadas mediante gradeação. A lanço, incorporados posteriormente pela passagem de uma enxada rotativa, foram distribuídos 3/4 do superfosfato triplo, 1/2 do cloreto de potássio, gesso e sulfatos de magnésio, zinco, cobre e manganês. O restante destes adubos foi aplicado em sulco, abaixo e ao lado das sementes, juntamente com uma quarta parte do nitrocálcio. As outras 3 quartas partes deste adubo nitrogenado foram aplicadas em duas coberturas, em filete contínuo afastado 20 cm das plantas sendo uma aos 15 dias após a emergência das plantas, logo a seguir ao desbaste final, e as restantes cerca de um mês depois.

Cada parcela era constituída de seis ruas com 10 m, distribuindo-se, em sulcos afastados de 1 m, quatro grãos em cada 40 cm, de modo a assegurar uma lotação final, após desbaste para duas plantas, de 50.000 por hectare. Em cada local foram semeadas duas repetições com a variedade Cubano, perfeitamente adaptada às condições de São Paulo, e duas repetições com variedades importadas: Sugar & Gold em Matão, SP, e em Tamanduá, DF; Sweetangold na Estação Experimental de Brasília, DF, e em Sete Lagoas, MG. Um outro experimento instalado ao lado comparava o comportamento destas e de mais quatro variedades em cada um dos locais (Tanaka *et al.* 1970).

A semeadura foi feita em Matão a 10 de fevereiro de 1966, em Brasília entre 1.º e 2 de março, e em Sete Lagoas a 9 do mesmo mês. Práticas culturais consentâneas com o melhor desenvolvimento das plantas, incluindo irrigação por aspersão, foram programadas para todos os locais. Entretanto, um atraso na aplicação de inseticidas resultou em colheita menor em Sete Lagoas. Amostras de fôlhas foram recolhidas e analisadas pelos métodos de Lott *et al.* (1956).

Após o experimento com milho doce semeou-se soja Pelicano nos dois locais do Distrito Federal, com o objetivo de avaliar o efeito residual dos corretivos e adubos usados. Num destes locais, Tamanduá, recolheram-se amostras de terra após a colheita da soja em alguns dos tratamentos de adubação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferenças resultantes dos tratamentos começaram a patentear-se logo nos primeiros dias após a emergência das plantas, denotando extrema deficiência de fósforo os tratamentos em que este nutriente não tinha sido incluído. Apenas em Matão as plantas destes tratamentos continuaram desenvolvendo-se relativamente bem, pois, conquanto ainda baixo, o nível de fósforo do solo era muito superior ao dos outros três locais.

Nas áreas de cerrado, principalmente em Brasília, as plantas dos tratamentos que não receberam micronutrientes evidenciavam um embranquecimento inicial, passando depois a mostrarem-se opacas com estrias purpúreas, apresentando-se ainda com entrenós menos desenvolvidos, sintomatologia típica da deficiência de zinco (Igue & Gallo 1960). Estes sintomas eram menos acentuados, na terra velha de cultura, em Matão. Todos os outros tratamentos desenvolveram-se normalmente, contrastando extremamente com estes dois, como se pode verificar pela produção final apresentada no Quadro 3.

Estrias cloróticas ocasionais eram visíveis em algumas parcelas que não receberam magnésio tanto em Tamanduá quanto na Estação Experimental de Brasília; com o aparecimento do pendão acentuou-se um amarelecimento que se vinha notando nos tratamentos que nada receberam de nitrogênio. Após a formação das espigas passaram a notar-se sintomas de deficiência de potássio em algumas plantas dos tratamentos que não haviam recebido aquele nutriente, particularmente na Estação Experimental de Brasília. Uma outra sintomatologia, já descrita por Freitas *et al.* (1960) e semelhante à deficiência de potássio, era patente em quase todos os tratamentos em que se verificava bom desenvolvimento. Manchas necróticas junto às margens das folhas e notadamente nas inferiores, eram precedidas do aparecimento de manchas exibindo pigmentação vermelha ou purpúrea, também marginais.

No Quadro 3 são apresentadas, em toneladas por hectare, as produções obtidas nos vários tratamentos em cada um dos quatro locais. Um primeiro aspecto que convém salientar é que, se a produção obtida com a variedade Cubano na testemunha sem adubo foi de 5,2 toneladas por hectare em terra velha de cultura de Matão, e variou entre zero, em paupérrimo cerrado de Brasília, e 2,2 em cerrado de Sete Lagoas, com um amplo fornecimento de nutrientes a maior produção foi obtida naqueles cerrados de Brasília. Foram colhidas 13,8 toneladas em Tamanduá e 12,7 em Planaltina, contra um máximo de 11,8 em Matão. Como se pode verificar no citado Quadro, ao dobrar a adubação em Matão não se conseguiu qualquer aumento de produção, ao contrário do verificado nos terras de cerrado. A menor produção obtida em Sete Lagoas, como já foi explicado, só pode ser atribuída a um nível mais baixo de manejo durante o experimento, já que em quaisquer dos locais devia ter sido usada irrigação suplementar sempre que a umidade do solo fôsse insuficiente para assegurar o bom desenvolvimento das plantas de milho doce mesmo nos meses secos do ano.

As três variedades usadas, não obstante as diferenças entre si, refletem as deficiências observadas nos quatro locais. As menores produções foram obtidas quando na adubação não se incluiu o fósforo ou a mistura de micronutrientes, isto tanto na terra velha de cultura em Matão quanto nos três locais de cerrado. Entre os micronutrientes usados o zinco deve ter sido o responsável pela menor produção neste tratamento, face à sintomatologia já descrita. A resposta a estes dois nutrientes no cerrado foi, aliás, dramática, já que, nas parcelas em que os mesmos não foram aplicados, poucas espigas chegaram a formar-se nas plantas que sobreviveram, e sempre muito pequenas. Pelo contrário, nem a omissão do potássio nem a do magnésio resultaram em decréscimos significativos na produção, a não ser na Estação Experimental de Brasília e só para o caso do potássio, apesar dos teores relativamente baixos destes nutrientes nos solos de cerrado, conforme resultados da análise química apresentados no Quadro 1.

É do maior interesse notar a semelhança de resposta à omissão dos vários nutrientes entre a variedade local Cubano e as variedades importadas, tanto a menos produtiva como a Sugar & Gold, cultivada em Matão e em Tamanduá, quanto a Sweetangold, cultivada na Estação Experimental de Brasília e em Sete Lagoas. Há variações naturais, como se pode notar quanto à reação ao zinco, parecendo que as variedades americanas testadas são menos sensíveis àquela deficiência. Não deverá, assim, constituir exagero afirmar-se que o primeiro e principal problema, na produção em solos de cerrado, é o da adequação do solo, mediante adição de nutrientes, para as exigências básicas das plantas e jamais o de selecionar plantas para um solo paupérrimo e ácido. Contudo, muitos outros experimentos precisam ser feitos, usando esta ou outras plantas indicadoras, para satisfatoriamente se definirem as deficiências dos diversos tipos de solos de cerrado e, principalmente, estudar os meios de correção, atendendo ao sistema de exploração,

QUADRO 3. Produção (t/ha) de espigas de milho doce cultivado em quatro solos com diversas fórmulas de adubos

Tratamento	Variedades e locais							
	Cubano				Sugar & Gold		Sweetangold	
	Matão, SP	Tamanduá, DF	E. E. Brasília, DF	Sete Lagoas, MG	Matão, SP	Tamanduá, DF	E. E. Brasília, DF	Sete Lagoas, MG
Completo	11,8	8,8	10,8	6,1	5,2	3,3	10,4	0,3
1/2 N	9,8	7,6	9,2	5,2	4,3	3,0	8,9	0,7
Menos N	10,0	4,6	2,5	3,2	3,4	2,1	4,9	0,2
1/2 P	10,1	5,4	9,0	4,2	4,7	1,5	8,8	0,4
Menos P	8,0	0	0	2,4	3,0	0	0	0,6
1/2 K	11,5	7,8	10,2	4,1	4,8	3,2	10,5	0,5
Menos K	11,4	9,3	8,1	4,5	5,4	2,3	8,0	0,8
Menos S	—	8,8	10,2	4,6	—	2,9	10,1	0,4
Menos Mg	11,4	8,0	9,6	5,9	4,0	3,5	9,5	0,4
Menos M.N.	9,3	0	0,3	2,6	5,4	0,5	3,6	0,6
Completo com duplo NPK	10,0	13,8	12,7	8,4	4,8	5,3	13,3	0,3
Testemunha	5,2	0	0	2,2	3,6	0	0	0,1
D.M.S. (Tukey)	0,05	2,6	2,6	0,8	1,5	1,4	0,5	0,5
	0,01	3,8	3,7	1,2	2,2	4,8	2,0	0,7
C.V.	12,0	19,4	5,4	15,7	34,7	28,9	3,3	51,9

às fontes disponíveis de adubos e aos métodos de aplicação consentâneos com a maximização dos resultados econômicos.

Respostas ao nitrogênio, indicando a sua importância para o desenvolvimento vegetativo de uma planta tão exigente como o milho doce, foram medidas nos quatro locais. O teor de matéria orgânica era bem menor na terra velha de cultura, em Matão, porém, sem adição de nitrogênio, foram produzidas 10 toneladas por hectare da variedade Cubano; já em Tamanduá foram produzidas só 4,6 t e, na Estação Experimental de Brasília, apenas 2,5. O teor de matéria orgânica era mais elevado na Estação experimental de Brasília do que em Tamanduá, porém, amostras recolhidas após a calagem mostraram ter sido o pH do solo, neste local elevado para 6,0, enquanto que o da Estação Experimental de Brasília ficara ainda perto de 5,0; nestas condições, uma melhor mineralização da matéria orgânica em Tamanduá poderá explicar a menor resposta ali observada, quando comparada com a obtida na Estação Experimental de Brasília.

Aumentos de produção após a adubação fosfatada foram obtidos em todos os locais, mesmo em terra velha de cultura, tão generalizada é a insuficiência em fósforo na maioria de nossos solos. Estas deficiências atingem valores extremos em solos de cerrado (Freitas *et al.* 1960, Freitas *et al.* 1971, McClung *et al.* 1961, Mikkelsen *et al.* 1963), como os resultados verificados neste experimento mais uma vez confirmam. Esta deficiência era notada nos resultados da análise química do solo mostrados no Quadro 1, resultados que explicam a variação de produção obtida, em cada um dos locais, nos tratamentos em que este nutriente foi omitido. As respostas à adubação fosfatada observadas em Brasília sugerem um efeito linear de fósforo até a dose de 400 kg de P por hectare, já que no tratamento em que foi usada dose dupla de NPK, ainda que se tenha verificado algum efeito do nitrogênio e se possa inferir interação entre estes três nutrientes, o principal efeito foi, sem dúvida, o resultado de uma melhor nutrição fosfatada, como sugerem os resultados de P, da análise foliar, apresentados no Quadro 4.

Não foram encontradas quaisquer respostas a enxofre, mas isso é comum no primeiro ano de cultivo em que são usadas quantidades maiores de calcário que, alterando substancialmente a faixa de pH da camada arável, contribuem para uma mais rápida mineralização da matéria orgânica (McClung *et al.* 1961). Nestes experimentos a resposta a enxofre pode ainda ter sido mas-

carada em virtude de os micronutrientes zinco, cobre e manganês terem sido supridos sob a forma de sulfatos, adicionando o equivalente a 12 kg de S. Por outro lado, o superfosfato triplo não é desprovido deste elemento. Acrescente-se, ainda, que a água da chuva, não obstante tratar-se de área tão interiorizada e livre de indústria, sempre adiciona algum enxofre. Embora não se tenha encontrado resposta a enxofre nestes experimentos, convém notar que foram observadas diferenças na coloração dos tratamentos em que se omitiu este nutriente, pelo que são de esperar respostas depois do segundo ou terceiro ano de produção, se não for incluído enxofre na adubação.

Como aconteceu com o fósforo, também a omissão dos micronutrientes zinco, cobre, manganês e boro provocou importante queda de produção nos solos de cerrado, sugerindo deficiência de um ou mais destes micronutrientes em grau extremamente elevado. Os sintomas observados no milho sugerem estar-se em presença de aguda deficiência de zinco, mas futuros trabalhos deverão ser feitos com outros micronutrientes e, quando for o caso de leguminosa que dependa de fixação simbiótica, como molibdênio e, talvez mesmo, cobalto. Em experimentos anteriores com milho comum colheram-se mais de 6.000 kg de grão por hectare, sem adição de outro micronutriente metálico além do zinco (Freitas *et al.* 1971) e uma área de cultura foi recuperada em Tamanduá, nesse mesmo ano, com duas pulverizações de sulfato de zinco. Esta deficiência não se restringe aos cerrados, embora nestes seja mais acentuada porque se torna necessário um maior emprêgo de calcários, sendo comum em terras de cultura, tanto em explorações anuais de milho quanto em plantações de citrus ou café.

Não será difícil fazer-se uma avaliação das possibilidades econômicas desta cultura e, por extrapolação cautelosa, de outras culturas hortigranjeiras, em áreas do Distrito Federal. As informações aqui publicadas poderão ser usadas como base para tais cálculos, havendo, porém, necessidade de um mínimo de conhecimento da área de fertilidade do solo para se ajustar a fórmula "completa", aqui usada, às necessidades acusadas nas análises de terra recolhida em outras áreas e, principalmente, não esquecer que o investimento em calagem, fósforo e zinco deverá ser distribuído pelas culturas que serão feitas num período não inferior a quatro anos, tal o efeito residual destes adubos quando um mínimo de precauções são tomadas contra as perdas de solo, por erosão.

QUADRO 4. Efeito da adubação nos níveis de nutrientes, determinados em folhas da variedade Cubano, colhidas durante o empenhoamento

Tratamentos*	Composição percentual nos diferentes locais											
	Matão, SP			Tamanduá, DF			E. E. Brasília, DF			Sete Lagoas, MG		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Dose dupla	3,11	0,284	2,45	3,50	0,169	1,64	2,86	0,173	1,74	2,27	0,179	2,75
Completo	2,83	0,232	2,20	3,26	0,133	1,48	2,35	0,118	1,53	2,36	0,183	2,72
Meia dose	2,48	0,225	2,12	2,99	0,109	1,37	1,99	0,116	1,32	2,35	0,150	2,15
Omissão	2,49	0,216	2,08	2,99	n.d.	1,25	1,63	n.d.	0,88	1,75	0,129	1,52

*A dose do tratamento "completo" correspondeu à aplicação de 210 kg de N, 200 de P e 200 de K, além dos nutrientes secundários e micro nutrientes; a dose dupla refere-se apenas aos nutrientes primários, N, P e K. A meia dose ou omissão refere-se ao efeito do adubo supridor dos vários nutrientes no teor do elemento em questão, médias de duas repetições.

QUADRO 5. Efeito da adubação aplicada ao milho doce na cultura seguinte de soja

Tratamento	Produção (kg/ha) de soja	
	Tamanduá	E. E. Brasília
Completo com duplo NPK	3080	2750
Completo	2725	2245
1/2 N	2940	2090
Menos N	2705	2110
1/2 P	2325	1815
Menos P	85	300
1/2 K	2840	2100
Menos K	2730	2030
Menos S	2560	2305
Menos Mg	2530	2215
Menos micronutrientes	2655	1840
Testemunha	80	250
D.M.S. (Tukey) 0,05	310	240
0,01	410	320

Efeito residual

Após o experimento com milho doce, conduzido durante os meses de março a agosto, em que se tornou necessária a irrigação, semeou-se soja Pelicano inoculada em dois dos locais, Tamanduá e Estação Experimental de Brasília. A semeadura foi feita no mês de novembro, em 1966, com o objetivo precípuo de avaliar o efeito residual dos adubos usados na cultura anterior de milho doce.

Embora o ano tenha sido menos chuvoso e a semeadura se tenha atrasado, verificou-se excelente desenvolvimento em tôdas as parcelas, com exceção daquelas que não haviam recebido fósforo. Alguns decréscimos, associados com a omissão de nitrogênio, potássio, enxofre ou magnésio, não chegaram a ser significativos, apesar da elevada exigência da cultura anterior de milho doce.

Apenas a omissão de micronutrientes resultou num decréscimo significativo, e isto somente na Estação Experimental de Brasília, como se pode verificar pelos resultados apresentados no Quadro 5.

Como a produção obtida no tratamento em que se usou a dose dupla de NPK deve ser o resultado de adubação fosfatada, não se pode deixar de salientar o efeito residual, quase dramático, desse nutriente, como se mostra na Fig. 1.

A ausência de respostas aos outros nutrientes, além do fósforo, não significa, de modo algum, que nutrientes como potássio, magnésio ou zinco não tivessem efeito residual a considerar. Análises de folhas colhidas na Estação Experimental de Brasília evidenciaram que os teores de N e K, como os de P, correlacionaram-se, de forma altamente significativa, com a produção final (Quadro 6), devendo, no caso do K, significar que a disponibilidade deste nutriente no solo fora afetada pela adubação anterior. O teor de nitrogênio nas folhas parece, antes, refletir as condições mais ou menos favoráveis para a fixação simbiótica, afetada que foi, de forma altamente significativa, pela adubação fosfatada e, embora não estatisticamente significativa, pela adubação com micronutrientes, como se mostra no Quadro 7. O efeito do fósforo, na absorção de nitrogênio, é salientado pela estreita e altamente significativa correlação ($r = 0,874^{***}$) entre os níveis de nitrogênio e fósforo determinados nas folhas recolhidas no início do florescimento, como se mostra na Fig. 2.

Em Tamanduá foram recolhidas amostras de terra, após a colheita de soja, isto é, um ano depois da aplicação dos adubos no milho doce, e após duas culturas de elevadas exigências cujos resíduos não foram incorporados ao solo. É evidente uma elevação altamente significativa dos níveis de fósforo, onde este adubo foi usado, mas, bem ao contrário do observado anteriormente (Freitas *et al.* 1971), verificou-se também variação significativa dos níveis de potássio. Os dados sugerem, ainda, que as duas culturas retiraram o equivalente a 0,05 meq/100 g de potássio no tratamento "com-

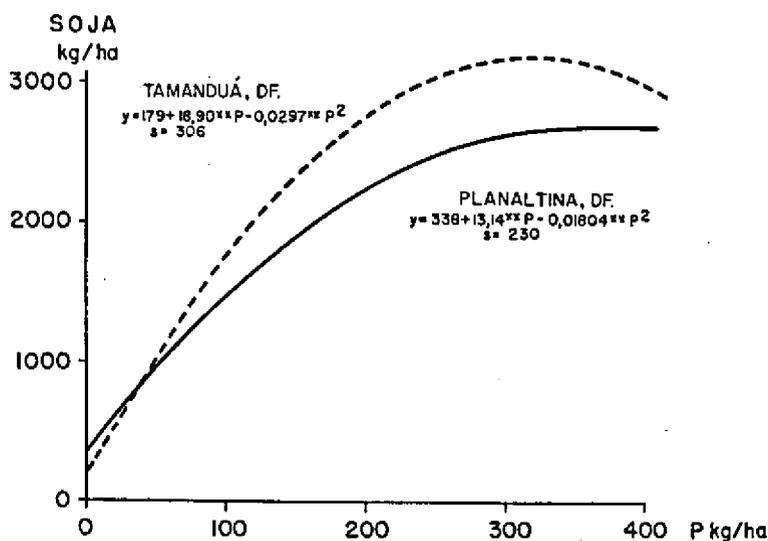


FIG. 1. Efeito da adubação fosfatada, aplicada na cultura anterior de milho doce, na produção de soja cultivada em dois solos de cerrado do Distrito Federal.

QUADRO 6. Equações de regressão linear e coeficientes de correlação para as relações entre os teores percentuais de micronutrientes determinados nas folhas de soja e a produção final em kg/ha.

Equação de regressão linear	Coefficiente de correlação
$Y = -3750 + 1237 N$	$r = 0,895^{***}$
$Y = -617 + 8770 P$	$r = 0,937^{***}$
$Y = 875 + 890 K$	$r = 0,754^{**}$

QUADRO 7. Efeito da adubação anterior na percentagem de nitrogênio determinada nas folhas de soja.

Dose	Adubação anterior			
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Micronutrientes
0	4,76	3,76	5,02	4,67
1	4,47	4,76	4,90	—
2	4,88	4,88	4,88	4,88
D.M.S. 0,01	n.s.	0,33	n.s.	n.s.

QUADRO 8. Efeito da adubação fosfatada e potássica em Tamanduá, DF, medido pela análise de amostras recolhidas um ano após a adubação (Laboratório do Instituto Agronômico de Campinas).

Tratamento	Adubação (kg/ha)		Teor encontrado (meq/100 g)	
	P	K	PO_4^{3-}	K+
Dose dupla	400	400	0,120	0,170
Completo	200	200	0,040	0,110
Menos P	0	200	0,020	0,180
Menos K	200	0	0,040	0,070
Testemunha	0	0	0,020	0,090
D.M.S. 5%			0,011	0,023
1%			0,016	0,033
C.V.			7%	15%

pleto" e em outros que apresentaram produção equivalente (Quadro 8). Isto porque o teor de potássio do solo no tratamento que nada recebeu de fósforo, em parcelas cujo desenvolvimento das plantas de milho e soja foi quase nulo, era de 0,16 meq/100 g, enquanto que, no tratamento "completo", não passava de 0,11. Esta diferença de 0,05 meq de K/100 g deve corresponder à retirada feita pelas duas culturas, já que, se houvesse lixiviação, ela deveria ter sido mais elevada no tratamento em que se verificou menor desenvolvimento e, conseqüentemente, se teria verificado menor proteção do solo.

CONCLUSÕES

Estudos preliminares de fertilidade do solo, usando milho doce como planta indicadora, foram conduzidos em três solos de cerrado, do Centro-Oeste, e em terra velha de cultura de São Paulo. Quando não se usou qualquer adubo a maior produção foi obtida em Matão, SP; os níveis mais elevados de produção foram, porém, alcançados nos paupérrimos solos de cerrado do Distrito Federal, depois que se usou ampla quantidade de adubos.

A omissão do fósforo, na adubação, resultou na maior baixa de produção, evidenciando uma deficiência geral deste elemento nos solos estudados, particularmente elevada naqueles sob vegetação de cerrado; a omissão dos micronutrientes resultou em dramático decréscimo de produção nos solos de cerrado, sugerindo os sintomas estar-se em presença de aguda deficiência de zinco. Foram ainda obtidas respostas a nitrogênio, nos três locais de cerrado e, a potássio, apenas num deles.

A produção de soja semeada, após o milho doce, sem mais adubação, foi afetada de forma significativa pela adubação usada anteriormente no milho, evidenciando alto valor residual dos adubos fosfatados. Também significativo foi o efeito do adubo potássico, traduzido por um maior teor de potássio nas folhas de soja e nas amostras de terra, colhidas ao findar do experimento, nos tratamentos que receberam diferentes quantidades desse elemento.

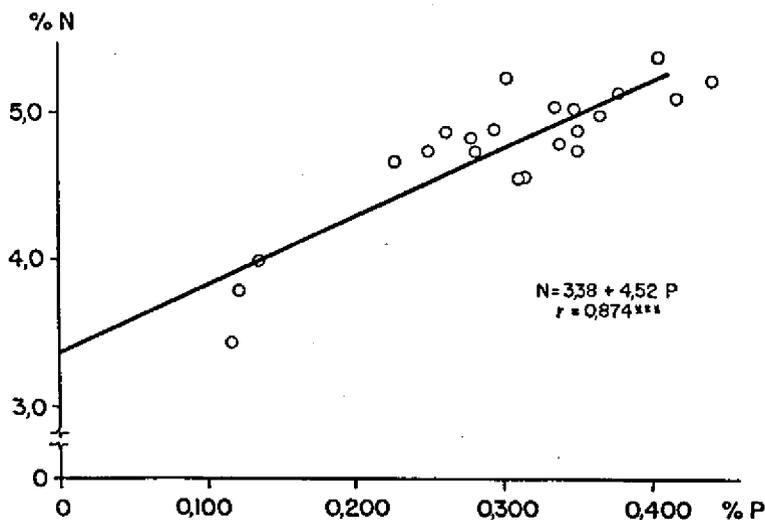


FIG. 2. Relação entre os teores de nitrogênio e fósforo determinadas nas folhas de soja.

REFERÊNCIAS

- Ferri, M.G. 1955. Contribuição ao conhecimento de ecologia de caatinga e do cerrado. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. Tese, Univ. S. Paulo. 170 p.
- Feuer, R. 1956. An exploratory investigation of the soils and the agricultural potential of the soils of the future Federal District in the central plateau of Brazil. Ph.D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
- Freitas, L.M.M. de, McClung, A.C. & Lott, W.L. 1960. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. Bolm 21, Inst. Pesq. IRI, Matão, S. Paulo.
- Freitas, L.M.M. de, Lobato, E. & Soares, E.V. 1971. Experimentos de calagem e adubação em solos de cerrado do Distrito Federal. Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., 6:81-89.
- Igue, K. & Gallo, J.R. 1960. Deficiência de zinco em milho em São Paulo. Bolm 20, Inst. Pesq. IRI, Matão, S. Paulo.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gallo, J.R. & Medcalf, J.C. 1956. A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. Bolm 79, Inst. Agron. Est. S. Paulo, Campinas.
- McClung, A.C., Freitas, L.M.M. de, Mikkelsen, D.S. & Lott, W.L. 1961. A adubação do algodoeiro em solos de campo cerrado no Estado de São Paulo. Bolm 27, Inst. Pesq. IRI, Matão, S. Paulo.
- Mikkelsen, D.S., Freitas, L.M.M. de & McClung, A.C. 1963. Efeitos da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de cerrado. Bolm 29, Inst. Pesq. IRI, Matão, S. Paulo.
- Tanaka, T., Lobato, E., Soares, W.V. & França, G.E. de 1970. Competição de variedades de milho doce em solo de cerrado. Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., 5:163-166.

ABSTRACT.- Freitas, L.M.M. de, Tanaka, T., Lobato, E., Soares, W.V. & França, G.E. 1972. *Fertilization of sweet corn and soybean in campo cerrado soils*. Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., 7:57-63 (Inst. Pesq. Agropec. Centro-Oeste, C.P. 151, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil)

Related are the increases in yields of sweet corn following application of lime and fertilizer applied at different rates and formulas in three locations approximately 600 km apart. The greatest increase, 13.8 tons per ha, was obtained in Brasília, Federal District, in an extremely poor cerrado soil with two cultivated varieties, Cuban and Sweetangold. The smallest responses were obtained in an old cultivated soil in Matão, State of São Paulo. These were, respectively, 5.7 and 1.4 tons per ha for the Cuban and Sugar and Gold varieties.

The highest yields were obtained in the cerrado soils of Brasília. These responses indicated an overall need for phosphorus and zinc, with higher rates being required by the cerrado soils. Significant responses to nitrogen were obtained in all three locations, but only at the Experimental Station of Brasília, near Planaltina in the Federal District, was any effect of potassium observed. Nevertheless, it appears necessary to guarantee an adequate level of potassium, as well as sulphur and magnesium, in the recommendations for liming and fertilization of these and other crops in soils studied.

Fertilization increased the yield of soybeans seeded after the corn crop. In two of the locations these increases were from 80-250 to 3600-2750 kg per ha, showing a high residual effect of the fertilizers used, especially phosphorus.