

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, maio de 1965

N.º 26

## ADUBAÇÃO VERDE, CALAGEM E ADUBAÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO EM SOLO COM VEGETAÇÃO DE «CERRADO» (1)

SHIRO MIYASAKA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), H. A. A. MASCARENHAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, e TOSHIO IGUE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônomo*

### RESUMO

Em 1961-62 instalou-se, em Campinas, uma experiência de adubação para estudar o efeito de vários tratamentos sobre a produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo arenoso, com vegetação de cerrado. Grupos de parcelas receberam, ou não, 4 t/ha de calcário e 100 kg/ha de  $P_2O_5$  como superfosfato simples ou fosforita de Olinda, e nelas foi semeado, ou não, *Dolichos lablab* L., para ser usado como adubo verde. Em 1962-63, enquanto metade de cada parcela ficou sem nova adubação (série A), a outra (série B) recebeu 30-100-50 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$  nas formas de sulfato de amônio, superfosfato e cloreto de potássio. Em 1964-65 a série B só foi adubada com N. Em 1962-63 e 1964-65 semeou-se feijão; em 1963-64 o campo experimental ficou em pousio.

O efeito da adubação verde sobre a produção de feijão foi de apenas +13%, na presença de NPK, e negativo, na ausência dessa adubação. A resposta média à calagem alcançou +41%, em 1962-63, e +34%, em 1964-65. A presença da adubação mineral favoreceu consideravelmente a resposta ao corretivo. Em média dos dois anos e dos dois fosfatos, o efeito residual do fósforo, verificado na série A, correspondeu a +123%. No primeiro ano, o superfosfato se mostrou superior à fosforita; no último, porém, foi inferior. A calagem beneficiou a atuação do superfosfato, mas prejudicou a da fosforita. Embora as adubações de 1961-62 tenham reduzido apreciavelmente a necessidade de novas aplicações, o efeito médio das readubações de 1962-63 e 1964-65 atingiu +194%.

Enquanto a produção média anual dos canteiros que ficaram sempre sem adubo e sem calcário foi de tão somente 174 kg/ha, a dos que receberam conjuntamente todos os fatores estudados atingiu 910 kg/ha, equiparando-se à que se obtém em boas terras «de cultura».

### 1 — INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é relatar os resultados de uma experiência em que se procurou determinar a influência da adubação verde, da calagem e da adubação mineral sobre a produção do feijoeiro (*Phaseo-*

(1) Recebido para publicação em 18 de junho de 1965.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

*lus vulgaris* L.), em solo com vegetação de *cerrado*, ou melhor, de *cerradinho*, pois consistia principalmente de gramíneas rijas e outras plantas rasteiras, entremeadas de árvores ou arbustos tortuosos.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

A experiência foi instalada em 1961-62 e constou, inicialmente, de oito tratamentos distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições:

- a) Testemunha, sem calcário e sem adubo
- b) Calcário
- c) Adubo verde
- d) Adubo verde + calcário
- e) Adubo verde + fosforita de Olinda
- f) Adubo verde + calcário + fosforita de Olinda
- g) Adubo verde + superfosfato simples
- h) Adubo verde + calcário + superfosfato simples.

Nos anos agrícolas seguintes, cada bloco da experiência foi cortado por um corredor que dividiu todos os canteiros em duas partes iguais, uma das quais (designada como série *A*) ficou sem novos tratamentos, enquanto a outra (série *B*) recebeu adubação mineral. Não tendo havido sorteio para determinar a parte de cada canteiro que deveria receber essa adubação, o campo experimental passou a ser constituído de duas experiências em que os blocos da série *A* alternavam, sistematicamente, com os da série *B*.

Em 1962-63, o campo experimental foi ocupado pelo feijoeiro, que recebeu, nos canteiros da série *B*, dose uniforme de NPK. Para contornar o inconveniente da cultura contínua do feijoeiro no mesmo lugar, não se adubou nem plantou em 1963-64, deixando-se a vegetação espontânea invadir os canteiros experimentais. Em 1964-65, porém, voltou-se a plantar feijão, tendo êste recebido, na série *B*, apenas adubação nitrogenada.

O calcário, com 40,35% de CaO e 5,85% de MgO, foi empregado à razão de 4 t/ha. Metade dessa dose foi espalhada uniformemente, na superfície das correspondentes parcelas, antes da aração; a outra me-

tade, depois da aração, mas antes da gradeação. Essa operação foi efetuada quatro meses antes do plantio da leguminosa usada como adubo verde.

A leguminosa (*Dolichos lablabe* L.) foi semeada a 30 de outubro de 1961, ocasião em que recebeu, em sulcos laterais aos destinados às sementes, 100 kg/ha de  $P_2O_5$  total nas formas de fosforita de Olinda (tratamentos *e* e *f*) ou superfosfato simples (tratamentos *g* e *h*). Foi cortada em 29 de maio de 1962, durante a floração, sendo pesada e novamente espalhada na superfície do solo, onde permaneceu até que este fosse arado para o plantio do feijoeiro.

Em 1962-63, o feijoeiro foi semeado a 18 de setembro, tendo recebido, nos canteiros da série *B*, 30-100-50 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$  nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. O fósforo e o potássio foram aplicados em sulcos situados cerca de 5 cm ao lado dos destinados às sementes; o nitrogênio, em cobertura: metade da dose, 15 dias depois da germinação, e metade, 15 dias mais tarde. Em 1964-65 foi semeado a 5 de outubro e, conforme já esclarecido, só recebeu, nos canteiros da série *B*, adubação nitrogenada em dose, forma e épocas como as de 1962-63.

Nos dois anos, usaram-se sementes inoculadas da variedade Creme. As parcelas iniciais (de 1961-62) tiveram tais dimensões que, ao serem subdivididas para o feijoeiro, permitiram a formação de canteiros com dez fileiras de 4 m, espaçadas de 40 cm. Para observações e colheita, aproveitaram-se somente as seis fileiras centrais, correspondentes a 9,60 m<sup>2</sup>. A distância entre as covas foi de 20 cm. Cada cova recebeu duas sementes e não se fez desbaste.

A experiência foi instalada na Estação Experimental «Theodureto de Camargo», Campinas, numa área com solo arenoso, claro, do Glacial, tendo vegetação de *cerradinho*: árvores tortuosas, de pequeno porte e esparsas, alguns arbustos e vegetação herbácea constituída principalmente de gramíneas rijas. A análise <sup>(3)</sup> de uma amostra composta do solo, tirada antes da instalação da experiência, revelou ter êle pH de 5,30, 0,08% de N e, em e.mg por 100 g do solo, 0,05 de  $PO_4^{-3}$  extraído com solução de ácido oxálico e oxalato de potássio, bem como 0,36 de  $K^+$  e 2,00 de  $Ca^{++}$  trocáveis.

(3) Análise efetuada na Seção de Química Mineral do Instituto Agronômico.

## 3 — RESULTADOS

Para facilitar a exposição, os resultados serão expostos segundo os anos agrícolas.

## 3.1 — 1961-62 (ANO PREPARATÓRIO)

O tempo correu favoravelmente em 1961-62. O lablabe germinou bem e se desenvolveu regularmente, exceto nas parcelas que não receberam calcário nem adubação fosfatada. As parcelas com calcário + superfosfato mostraram-se nitidamente superiores às demais, tendo alcançado, em protocolo feito no fim de janeiro de 1962, para avaliar o aspecto da vegetação, nota média correspondente ao sêxtuplo da atribuída às parcelas sem calcário e sem fósforo.

O corte da leguminosa foi efetuado sete meses após a sementeação, durante o florescimento, tendo-se obtido as seguintes produções médias de massa verde, em t/ha:

Sem calcário e sem fósforo .....	3,6
Calcário .....	6,5
Fosforita de Olinda .....	9,0
Calcário + fosforita de Olinda .....	6,5
Superfosfato .....	7,8
Calcário + superfosfato .....	18,6

O coeficiente de variação atingiu 32% e houve diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

O efeito do calcário foi apreciável, mas só alcançou significância (teste de Scheffé) na presença de superfosfato, quando correspondeu a +10,8 t/ha de massa verde. A resposta à fosforita de Olinda foi nula na presença do calcário e atingiu apenas +5,4 t/ha na ausência do corretivo. A interação calcário x fosforita não foi significativa. Entretanto, o efeito do superfosfato, de +4,2 t/ha, na ausência do calcário, elevou-se a +12,1 t/ha, na presença do corretivo, e a interação calcário x superfosfato foi significativa ao nível de 5%. Enquanto a soma das respostas ao calcário e ao superfosfato empregados separadamente foi de apenas +7,1 t/ha, o efeito da aplicação conjunta de calcário e superfosfato atingiu +15,0 t/ha (+417%).

Segundo o teste de Tukey, o tratamento com calcário + superfosfato foi superior, ao nível de 1%, a todos os outros, que se mostraram estatisticamente equivalentes.

Para ter uma idéia da influência dos tratamentos sobre a absorção dos principais elementos pelo lablabe, três meses depois da sementeação tiraram-se, de cada tratamento, duas amostras de folhas completamente desenvolvidas. As médias dos resultados das análises efetuadas são apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1. — Influência dos tratamentos indicados sobre as porcentagens de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de *Dolichos lablabe* L. <sup>(1)</sup>

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
Sem calc. e sem fósforo .....	4,30	0,163	2,51	0,98	0,12
Calcário .....	4,24	0,177	2,41	0,92	0,15
Fosforita de Olinda .....	3,83	0,178	2,32	0,92	0,14
Calc. + fosf. de Olinda .....	4,00	0,162	2,24	1,22	0,15
Superfosfato .....	3,39	0,235	2,36	1,11	0,15
Calcário + superfosfato .....	5,00	0,276	2,24	0,99	0,18

<sup>(1)</sup> Análises efetuadas no Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas, do Instituto Agronômico.

Numa apreciação sumária, considerando apenas diferenças, em relação ao tratamento sem calcário e sem fósforo, superiores a 10%, verifica-se que, empregado isoladamente, o calcário só modificou o teor de Mg, aumentando-o de 25%. A aplicação isolada de fosforita diminuiu o teor de N (—11%) e aumentou o de Mg (+17%); o conjunto calcário + fosforita, porém, diminuiu o de K (—11%) e aumentou os de Ca (+24%) e Mg (+25%). Aplicado sozinho, o superfosfato deprimiu o teor de N (—21%) e aumentou os de Ca, Mg e P (+13, +25 e +44%, respectivamente); contudo, o emprêgo conjugado de calcário + superfosfato diminuiu o teor de K (—11%) e elevou os de N, Mg e P (+16, +50 e +69%, respectivamente).

É interessante assinalar que, embora o *cerradinho* ficasse perto de um pasto de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), na área utili-

zada para a experiência não se encontravam exemplares dessa gramínea. Depois do preparo do terreno, porém, ela começou a invadir tôda a área experimental. Nas parcelas plantadas com adubo verde, as plantinhas recém-nascidas foram prontamente dominadas pela leguminosa. Naquelas que ficaram incultas e não receberam calcário nem fósforo, também nasceram muitas plantinhas, mas foram poucas as que se desenvolveram. Entretanto, nas que receberam o corretivo (e ficaram incultas) foi considerável o número das que conseguiram se estabelecer.

### 3.2 — 1962-63 (CULTURA DE FEIJÃO)

Convém lembrar que, neste ano, metade de cada parcela diferentemente tratada em 1961-62 ficou sem adubação adicional (série A), tendo a outra metade recebido adubação mineral com NPK (série B).

Conquanto as chuvas de setembro fôssem deficientes e a germinação sofresse pequeno atraso, os «stands» finais foram satisfatórios, exceto no tratamento sem calcário e sem adubo e naquele que só recebeu adubação verde, nos quais se verificou uma redução de 40%.

QUADRO 2. — Produções de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas em 1962-63 e 1964-65, com os tratamentos indicados, nas parcelas que receberam, em 1961-62, os tratamentos mencionados na primeira coluna (1)

Tratamentos iniciais, em 1961-62	Tratamentos de			
	1962-63		1964-65	
	Sem adubo (Série A)	Com NPK (Série B)	Sem adubo (Série A)	Com N (Série B)
Nenhum . . . . .	115	474	232	875
Calcário . . . . .	315	599	331	1.044
Adubo verde . . . . .	75	559	61	922
Adubo verde + calcário . . . . .	236	651	229	1.076
Adubo verde + fosforita de Olinda . . . . .	257	502	370	891
Adubo verde + calc. + f. de Olinda . . . . .	354	688	383	1.154
Adubo verde + superfosfato . . . . .	286	486	156	862
Adubo verde + calc. + superfosfato . . . . .	453	585	417	1.211
Médias . . . . .	261	568	272	1.004

(1) Em 1961-62, só foi plantada, nas correspondentes parcelas, a leguminosa para a adubação verde. Nos anos seguintes, as parcelas iniciais foram subdivididas para a aplicação, ou não, de NPK, em 1962-63, e somente de N, em 1964-65. Em 1963-64, o campo experimental não foi adubado nem plantado.

As plantas começaram a florescer 50 dias depois da germinação. Uma semana antes, haviam sido feitas observações sobre a vegetação, dando-se, a cada canteiro, notas de 1 a 10, conforme o aspecto geral das plantas — se mau ou ótimo. Nos canteiros da série *B*, as notas médias variaram entre 7,8 e 8,5, com a média geral de 8,3. Na série *A*, porém, a média geral só alcançou 3,5 e houve grandes diferenças entre os tratamentos: no sem adubo e no que só recebeu adubação verde (ambos sem calcário), as notas baixaram a, respectivamente, 1,5 e 1,3; nos demais, variaram de 3,5 a 5,5.

No quadro 2 são apresentadas as produções de sementes secas ao ar. Enquanto a média dos oito tratamentos da série *A* correspondeu a 261 kg/ha, a dos oito da série *B* se elevou a 568 kg/ha.

Dentro da série *A*, as diferenças observadas foram relativamente enormes e o coeficiente de variação correspondeu a 23,1%. A produção do tratamento testemunha foi de apenas 115 kg/ha, ao passo que a do melhor tratamento (adubação verde + calcário + superfosfato) atingiu 453 kg/ha. A resposta a êsse tratamento, de +338 kg/ha (+294%), foi altamente significativa segundo o teste de Tukey.

Tanto na ausência como na presença do calcário, a adubação verde deprimiu a produção, tendo seu efeito médio, não significativo pelo teste de Scheffé, correspondido a -60 kg/ha.

Em média dos tratamentos com e sem calcário, o efeito dêste foi de +156 kg/ha (+85%) e significativo ao nível de 1%. A presença do superfosfato não modificou o efeito do corretivo, mas a da fosforita o reduziu consideravelmente. Contudo, a interação calcário x fosforita não alcançou o nível de significância.

Os adubos fosfatados foram sempre estudados na presença da adubação verde, mas tanto na ausência como na presença do calcário. O efeito médio do superfosfato, significativo ao nível de 5% (Scheffé), correspondeu a +214 kg/ha (+138%) e foi praticamente o mesmo na ausência ou na presença do calcário. O da fosforita, porém, só alcançou +150 kg/ha (+96%) e foi bem menor (+118 kg/ha) na presença do corretivo. Na ausência dêste, a resposta à fosforita atingiu +182 kg/ha, sendo significativa ao nível de 1% (Tukey).

Na série *B*, tendo todos os canteiros recebido boa dose de NPK em 1962-63, as diferenças determinadas pelos tratamentos iniciais foram pequenas e não significativas. O efeito da adubação verde, negativo na

série A, agora tornou-se positivo, mas foi de apenas +68 kg/ha (+13%). A resposta média à calagem correspondeu a +125 kg/ha (+25%) e o efeito do fósforo, tanto na forma de fosforita como na de superfosfato, foi praticamente nulo, isto é, na presença da readubação com NPK, os resíduos da adubação fosfatada de 1961-62 não puderam se manifestar.

Em vista da distribuição sistemática das duas séries (v. capítulo 2) e de terem sido bem diferentes seus erros experimentais, não foi feita análise conjunta. Todavia, é interessante assinalar a influência dos tratamentos iniciais sobre o comportamento da readubação de 1962-63.

Comparando a produção média dos oito tratamentos da série B (568 kg/ha) com a dos oito da série A (261 kg/ha), verifica-se que o efeito médio da readubação com NPK correspondeu a +307 kg/ha (+118%). Nos dois tratamentos com e sem calcário (todos sem fósforo no ano anterior), as respostas médias à readubação foram, respectivamente, de +422 e +350 kg/ha. Enquanto o efeito de NPK, em média desses quatro tratamentos, foi de +386 kg/ha (+208%), nos quatro que receberam fósforo em 1961-62 baixou para +228 kg/ha (+67%). Vê-se, assim, que a aplicação inicial do fósforo diminuiu substancialmente a necessidade de readubação em 1962-63

### 3.3 — 1963-64 (POUSIO)

Conforme esclarecido no capítulo 2, em 1963-64 o campo experimental ficou em pousio, não sendo adubado nem cultivado. No intervalo entre a colheita de 1962-63 e o preparo do terreno para o plantio de feijão em 1964-65, o capim gordura, que havia começado a invadir os canteiros em 1961-62, desenvolveu-se quase livre da concorrência de vegetação espontânea de outras espécies. Não tendo sido semeado regularmente e tendo sido capinado, em 1962-63, como erva indesejável, seus «stands» não eram suficientemente uniformes. Mesmo assim, as diferenças entre os melhores e os piores tratamentos (anteriores) eram bem nítidas, razão por que foi ceifado e pesado separadamente, em 4 de junho de 1964.

Tendo em vista o que se disse no parágrafo anterior e os dados apresentados no quadro 3, basta assinalar que em comparação com as produções dos canteiros que ficaram sempre sem adubação mineral, as dos demais foram tôdas maiores e, por vêzes, atingiram o dôbro das primeiras.

Deve-se informar que, após a pesagem, toda a massa de capim gorda foi retirada do campo experimental.

QUADRO 3. — Produções de capim gorda (*Melinis minutiflora* Beauv.), em toneladas de massa verde por hectare, obtidas no ano (1963-64) em que o campo de experiência de adubação do feijoeiro ficou em pousio e foi invadido pela gramínea (1)

Tratamentos iniciais, em 1961-62	Tratamentos de 1962-63	
	Sem adubo (Série A)	Com NPK (Série B)
Nenhum .....	14,2	26,3
Calcário .....	24,4	30,8
Adubo verde .....	15,9	25,8
Adubo verde + calcário .....	18,1	28,9
Ad. verde + fosforita de Olinda .....	19,4	23,6
Ad. verde + calcário + fosforita de Olinda .....	17,0	25,5
Ad. verde + superfosfato .....	28,3	31,6
Ad. verde + calcário + superfosfato .....	25,5	28,9

(1) Em 1963-64 não se aplicou adubo. As diferenças foram proporcionadas pelos resíduos das aplicações de 1961-62, na série A, e por esses resíduos mais os da adubação de 1962-63, na série B.

#### 3.4 — 1964-65 (CULTURA DE FEIJÃO)

Neste ano, os canteiros da série B só receberam nitrogênio. Assim, enquanto os da série A contaram apenas com os resíduos dos tratamentos iniciais, os da série B dispuzeram, adicionalmente, daqueles da adubação com NPK empregada em 1962-63, bem como da nitrogenada de 1964-65.

Em novembro choveu menos que normalmente, mas em outubro e dezembro as chuvas foram abundantes. Os «stands» foram todos bons e as produções (quadro 2), em média dos oito tratamentos das séries A e B corresponderam a, respectivamente, 272 e 1.004 kg/ha. Nessas condições, a média da série A se manteve no mesmo nível de 1962-63, ao passo que a da série B apresentou considerável aumento.

Na série A, o coeficiente de variação foi muito elevado (56,6%) e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Convém no-

tar, porém, que o efeito (residual) da adubação verde ainda foi depressivo. A calagem proporcionou um aumento médio de 135 kg/ha (66%). Tanto os resíduos da adubação verde como os do superfosfato concorreram para aumentar o efeito do corretivo; os da fosforita, para reduzi-lo consideravelmente. O efeito residual do fósforo aplicado em 1961-62 ainda foi relativamente grande, pois, em média, o da fosforita alcançou +231 kg/ha (+160%) e, o do superfosfato, +142 kg/ha (+98%). A presença do calcário prejudicou o efeito da fosforita e beneficiou o do superfosfato.

Na série *B*, o coeficiente de variação baixou para 23%, mas também não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A resposta média à adubação verde, embora muito pequena, foi positiva. O efeito médio da calagem ainda foi grande (+234 kg/ha ou +26%). Talvez devido à presença dos resíduos da aplicação de NPK em 1962-63, o efeito residual do fósforo empregado em 1961-62 foi de apenas +30 kg/ha, em média dos dois fosfatos. Nesta série, a presença da calagem contribuiu para melhorar tanto o efeito do superfosfato como o da fosforita.

Comparando as duas séries, verifica-se que as produções da série *B* foram tôdas muito maiores que as da série *A*. A diferença média, de +732 kg/ha (+269%), corresponde ao efeito residual da aplicação de NPK em 1962-63, somado ao efeito imediato da adubação nitrogenada de 1964-65. As respostas médias a êsse conjunto foram: nos quatro tratamentos sem e com calcário, respectivamente +683 e +781 kg/ha; nos quatro sem e com fósforo no ano inicial, +766 e +698 kg/ha.

Em suma, nos canteiros que ficaram sempre sem adubo e sem calcário, a produção de 1964-65 foi de tão somente 232 kg/ha; naqueles que só receberam NPK em 1962-63 e N no ano em estudo, 875 kg/ha; naqueles que, adicionalmente, tiveram calagem (com ou sem adubo verde) no ano inicial, 1.060 kg/ha; finalmente, atingiu 1.183 kg/ha, naqueles que receberam calcário, adubo verde e adubação fosfatada em 1961-62, mais NPK em 1962-63 e N em 1964-65.

#### 4 — ALGUMAS MODIFICAÇÕES NA FERTILIDADE DO SOLO

Para verificar o efeito dos tratamentos sôbre algumas propriedades químicas do solo, nos dias 17 de setembro de 1962 e 23 de junho

QUADRO 4. — Efeito dos tratamentos iniciais da experiência de adubação do feijoeiro sobre algumas propriedades químicas do solo, segundo amostragem feita na véspera do plantio do feijão (cérca de 14, 10 e 4 meses depois da calagem, da adubação fosfatada e do corte do adubo verde, respectivamente (1))

Tratamentos iniciais, em 1961-62	pH int.	N total %	Em e.mg p/100 g de solo		
			PO <sub>4</sub> =" sol. (2)	Teores trocáveis	
				K+	Ca++
Nenhum .....	5,25	0,09	0,10	0,36	2,00
Calcário .....	6,15	0,11	0,06	0,36	3,40
Adubo verde .....	5,20	0,11	0,11	0,33	1,90
Adubo verde + calcário .....	6,35	0,11	0,09	0,36	5,10
Adubo verde + fosforita de Olinda .....	5,35	0,10	0,13	0,36	2,00
Ad. verde + calc. + f. de Olinda .....	6,20	0,11	0,15	0,38	3,90
Ad. verde + superfosfato .....	5,10	0,11	0,15	0,30	1,80
Ad. verde + calc. + superfosfato .....	5,45	0,10	0,09	0,22	1,90
Médias dos tratamentos:					
Sem calcário .....	5,22	0,10	0,12	0,34	1,92
Com calcário .....	6,04	0,11	0,10	0,33	3,57
Sem adubo verde (3) .....	5,70	0,10	0,08	0,36	2,70
Com adubo verde (3) .....	5,78	0,11	0,10	0,35	3,50
Sem fósforo (4) .....	5,77	0,11	0,10	0,35	3,50
Com fósforo .....	5,53	0,11	0,13	0,32	2,40

(1) Análises efetuadas na Seção de Química Mineral do Instituto Agronômico. (2) Solúvel em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio. (3) Somente dos tratamentos sem fósforo. (4) Somente dos tratamentos «adubo verde» e «adubo verde + calcário.»

de 1964, foram tiradas várias amostras superficiais (0-15 cm) de cada canteiro, as quais, misturadas com as provenientes das correspondentes repetições, constituíram amostras compostas representativas de cada tratamento.

Os resultados analíticos da primeira amostragem, feita na véspera do plantio do feijoeiro em 1962-63 (antes, portanto, da readubação com NPK), são apresentados no quadro 4. Talvez por se tratar de solo pobre e recém-desbravado, os resultados nem sempre se mostraram coerentes. Por isso mesmo, serão assinaladas somente as diferenças mais importantes.

A calagem elevou consideravelmente o pH e o teor de cálcio trocável, mas reduziu apreciavelmente o de fósforo solúvel. Deve-se notar que o corretivo foi aplicado quatro meses antes da adubação fosfatada e, entre esta e a amostragem, houve um intervalo de dez meses. Mesmo assim, a redução na solubilidade do fósforo do solo ou nativo, observada nos tratamentos não adubados com êsse nutriente, foi grande e consistente, conforme se pode ver na parte superior do quadro 4.

A adubação verde aumentou muito pouco o teor de nitrogênio total, mas mobilizou apreciável quantidade de fósforo e cálcio do solo.

Em média dos dois fosfatos usados, a adubação fosfatada elevou de 0,10 para 0,13 e mg o teor de  $\text{P}\text{O}_4^{-3}$  solúvel, ao passo que reduziu de 3,50 para 2,40 e mg o de  $\text{Ca}^{++}$  trocável. Essa redução não foi confirmada pela amostragem de 1964.

Os resultados da amostragem de 1964 se acham no quadro 5. Tendo-se extraviado a amostra do tratamento sem calcário e sem adubo da série A, da apreciação dos dados dessa série e da série B se excluirá, também, o tratamento calcário sozinho.

Na série A, em média dos três tratamentos sem calcário e dos três que o receberam, os teores de  $\text{Ca}^{++}$  corresponderam a, respectivamente, 2,17 e 2,67 e mg, mas os índices pH foram exatamente iguais (5,40). Conforme indicado, no cômputo dessas médias não figurou o tratamento que só recebeu calcário, em cujo solo o pH atingiu 6,60, nível que parece muito exagerado, pois discrepa consideravelmente dos demais da amostragem em estudo.

Em média dos dois tratamentos sem fósforo e dos quatro adubados com fosfatos, enquanto o índice pH baixou de, respectivamente, 5,75

QUADRO 5. — Experiência de adubação do feijoeiro. Influência, sobre algumas propriedades químicas do solo, dos tratamentos iniciais (série A) e da readubação com NPK (série B), segundo amostragem (1) feita em 23 de junho de 1964. Enquanto os canteiros da série A permaneceram somente com os tratamentos iniciais, os da série B receberam, adicionalmente, NPK na cultura de feijão efetuada em 1962-63. Tendo ficado em pousio durante 1963-64, o campo experimental foi invadido pelo capim gordura, que foi colhido e removido para fora.

Tratamentos iniciais, em 1961-62	pH int.		N total, %		Em e. mg por 100 g de solo			
					PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> sol. (2)		Ca++ trocável	
	Série A	Série B	Série A	Série B	Série A	Série B	Série A	Série B
Nenhum .....	(3)	5,20	(3)	0,10	(3)	0,14	(3)	1,40
Calcário .....	6,60	5,35	0,11	0,12	0,09	0,18	2,00	3,80
Adubo verde .....	5,80	5,20	0,12	0,14	0,09	0,14	1,50	1,90
Adubo verde + calcário .....	5,70	5,20	0,13	0,11	0,09	0,16	2,50	2,10
Ad. verde + fosforita de Olinda ...	5,20	5,10	0,13	0,10	0,11	0,18	2,50	1,50
Ad. verde + calc. + fosf. de Olinda	5,30	5,20	0,11	0,14	0,14	0,22	3,00	2,70
Ad. verde + superfosfato .....	5,20	5,00	0,12	0,08	0,11	0,21	2,50	1,60
Ad. verde + calcário + superfosfato	5,20	5,20	0,08	0,10	0,11	0,23	2,50	2,70
Médias (excluindo o trat. «nenhum»)	5,57	5,18	0,11	0,11	0,11	0,19	2,36	2,33

(1) Análises efetuadas na Seção de Química Mineral do Instituto Agronômico.

(2) Solúvel em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

(3) Amostra extraviada.

para 5,23, o teor de cálcio passou de 2,00 para 2,63 e.mg. Na mesma ordem, o teor de fósforo solúvel se elevou de 0,9 a 0,12 e.mg.

Na série *B*, a calagem não mais influenciou, praticamente, sobre o pH do solo, mas fez o teor médio de  $\text{Ca}^{++}$  passar de 1,67 para 2,50 e.mg. Embora pouco, também aumentou a solubilidade do fósforo, indicando, assim, que a depressão observada na primeira amostragem desapareceu com a readubação de 1962-63 e o decorrer dos anos.

Tal como aconteceu na série *A*, os resíduos da adubação fosfatada de 1961-62 ainda se manifestaram nitidamente, elevando de 0,15 para 0,21 e.mg o teor médio de fósforo solúvel. Na série em estudo (*B*) não se notaram, no pH e no teor de cálcio, alterações apreciáveis que pudessem ser atribuídas àqueles resíduos.

As médias da última linha do quadro 5 permitem comparar as duas séries. Verifica-se que, enquanto os teores de cálcio foram praticamente iguais, o pH baixou um pouco na série *B*, talvez porque, nesta, se empregou sulfato de amônio na readubação com NPK efetuada em 1962-63. Os resíduos dessa readubação determinaram grande aumento no teor de fósforo solúvel, que passou de 0,11, na série *A*, para 0,19 e.mg, na série *B*.

Em média dos tratamentos que, além de receberem, em 1961-62, adubação verde + calcário + fósforo (como superfosfato ou fosforita de Olinda), foram readubados com NPK em 1962-63, na amostragem de 1964 o índice pH correspondeu a 5,20, o teor de N total, a 0,12%, o de  $\text{PO}_4^{-3}$  solúvel, a 0,22 e.mg e o de  $\text{Ca}^{++}$  trocável, a 2,70 e.mg. Em relação ao estado do solo ao ser iniciada a experiência (V. capítulo 2), o pH não sofreu alteração importante, mas os teores mencionados se mostraram todos bem elevados, sendo que o de  $\text{PO}_4^{-3}$ , que era de 0,05, atingiu 0,22 e.mg.

## 5 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O calcário e, sobretudo, a adubação fosfatada aumentaram consideravelmente a produção de massa verde de lablabe. Entretanto, foi muito pequeno o efeito médio da adubação verde com essa leguminosa sobre a produção do feijoeiro. Na série *A*, isto é, na ausência de NPK, mas tanto na ausência como na presença do calcário, seu efeito foi negativo e correspondeu, em média, a  $-60$  kg/ha, em 1962-63, e a

—136 kg/ha, em 1964-65. Na série *B*, porém, — provavelmente porque todos os canteiros receberam NPK mineral — o efeito se tornou positivo, alcançando +68 kg/ha (+13%), em 1962-63, e +40 kg/ha (+4%), em 1964-65. Assim, mesmo na presença da calagem e da adubação mineral, o efeito imediato da adubação verde foi muito pequeno, e, o residual, praticamente nulo.

Em solos bem providos de reservas minerais, a adubação verde com leguminosas cultivadas no local pode mobilizá-las ou trazê-las para a superfície, mas só lhes adiciona matéria orgânica relativamente rica de nitrogênio. A área utilizada para a presente experiência era muito pobre de nutrientes minerais, mas possuía razoável teor inicial de matéria orgânica e, além disso, recebeu, com o preparo do terreno, não pequena quantidade de vegetação espontânea. Isso talvez explique porque a adubação verde se mostrou tão pouco eficiente, na série *B*, e prejudicial, na série *A*. Nesta série, que não recebeu adubação mineral, é provável que o excesso de nitrogênio tenha provocado desequilíbrio na nutrição do feijoeiro.

O efeito da calagem efetuada em 1961-62 foi magnífico, pois atingiu, em média das duas séries, +141 kg/ha (+41%), em 1962-63, e +184 kg/ha (+34%), em 1964-65, com a média geral de +163 kg/ha ou +37%. Em média dos dois anos, a resposta ao corretivo foi de +146 kg/ha, na série *A*, onde somente metade dos tratamentos recebeu adubação mineral, mas elevou-se a +180 kg/ha, na série *B*, onde todos os tratamentos receberam NPK, em 1962-63, e somente N, em 1964-65. A série *A* permite verificar que, enquanto a resposta média à calagem foi de +150 kg/ha, na ausência de qualquer adubação, e de +164 kg/ha, na presença exclusiva da adubação verde, na presença de adubo verde + superfosfato se elevou a +214 kg/ha (+97%). Enquanto isso, na presença de adubo verde + fosforita de Olinda baixou a +55 kg/ha (+18%).

Na série *A* pode-se verificar o efeito dos dois adubos fosfatados aplicados em 1961-62 na cultura do lablabe. Sua influência na produção dessa leguminosa já foi estudada no capítulo 3.1. Aqui só se tratará do efeito residual, isto é, da influência da adubação inicial sobre a produção do feijoeiro, plantado em 1962-63 e 1964-65. Em média dos dois fosfatos e dos dois anos, o efeito do fósforo correspondeu a +184 kg/ha

ou +123% dos tratamentos sem fósforo. Conquanto as produções fossem muito menores em 1962-63, a reação ao elemento em estudo foi praticamente a mesma nos dois anos. Notou-se, contudo, grande diferença no comportamento dos dois fosfatos. No primeiro ano, as respostas médias ao superfosfato e à fosforita foram de, respectivamente, +214 e +150 kg/ha, ao passo que no último passaram a +142 e +231 kg/ha. Nessas condições, as médias dos dois anos pouco diferiram, pois alcançaram, respectivamente, +178 e +190 kg/ha.

A calagem não modificou o efeito do superfosfato em 1962-63, mas elevou-o ao dôbro em 1964-65. Entretanto, o efeito da fosforita foi sempre muito menor na presença do corretivo. Em média dos dois anos, as respostas ao fósforo na ausência e na presença do calcário foram, respectivamente, de +153 e +203 kg/ha, quando se usou superfosfato, mas passaram a +245 e +136 kg/ha, quando se usou fosforita. Deve-se lembrar que semelhante influência da calagem sobre o efeito dos dois fosfatos foi observada na produção do lablabe (V. capítulo 3.1).

Em média dos dois anos, as readubações de 1962-63 (com NPK) e de 1964-65 (sòmente com N) aumentaram a produção de 519 kg/ha ou 194%. Todavia, é interessante assinalar que os tratamentos iniciais com calcário e fósforo, tendo melhorado a fertilidade do solo, diminuíram a necessidade de adubações posteriores. Em vista dos detalhes apresentados nos capítulos 3.2 e 3.4, basta mencionar, agora, que o efeito médio das readubações, no conjunto dos dois anos, baixou de +652 kg/ha, nos canteiros que, em 1961-62, só haviam recebido adubo verde ou adubo verde + calcário, para +463 kg/ha, naqueles que, adicionalmente, tinham recebido superfosfato ou fosforita.

As considerações feitas neste capítulo, embora tenham posto em evidência os fatores que mais influíram sobre o feijoeiro, não deram uma idéia clara dos níveis alcançados pelas produções, mesmo porque o esquema experimental foi relativamente complexo. E num solo como o estudado não é bastante determinar suas deficiências, mas também verificar se, uma vez corrigidas estas, as produções atingiram níveis compensadores.

Por isso foi elaborado o quadro 5, que contém apenas os tratamentos mais representativos da experiência e mostra as produções que eles proporcionaram no conjunto dos dois anos. Os detalhes apresen-

QUADRO 6. — Produções de feijão (totais de 1962-63 e 1964-65) obtidas, com os tratamentos indicados, na experiência de adubação realizada na Estação Experimental «Theodoreto de Camargo», Campinas, em solo arenoso com vegetação de *cerradinho*

Tratamentos iniciais, em 1961-62 (1)	Tratamentos de		Prods. totais de 1962-63 e 1964-65	
	1962-63 (2)	1964-65 (3)	kg/ha	Índices
0 .....	0	0	347	100
Calcário .....	0	0	646	186
0 .....	NPK	N	1.349	389
Fósforo + adubo verde .....	NPK	N	1.370	395
Calcário .....	NPK	N	1.643	473
Calcário + adubo verde .....	NPK	N	1.727	498
Calcário + adubo verde + fósforo .	NPK	N	1.819	524

(1) Calcário, 4 t/ha; fósforo, 100 kg/ha de  $P_2O_5$  como superfosfato simples ou fosforita de Olinda; adubação verde com *Dolichos lablabe* L.

(2) NPK = 30-100-50 kg/ha de N- $P_2O_5$ - $K_2O$  nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

(3) N = 30 kg/ha como sulfato de amônio.

tados anteriormente e a relativa simplicidade do quadro dispensam maiores comentários; basta chamar a atenção para a baixa fertilidade do solo, que, sem calcário e sem adubo só produziu o total de 347 kg/ha (média anual de 174 kg/ha), e para a produção provocada pelo melhor tratamento, que se elevou ao total de 1.819 kg/ha. A média anual do último tratamento, 910 kg/ha, corresponde ao dôbro da média atual do Estado de São Paulo e se equipara às produções obtidas nas terras chamadas «de cultura».

Convém lembrar que não foi somente êsse o efeito do citado tratamento. No quadro 3 se vê que em 1963-64, quando o campo experimental permaneceu em pousio e foi invadido pelo capim gordura, êle dobrou a produção de massa verde dessa gramínea. Deve-se assinalar, ainda, que o solo dos canteiros que o receberam, não obstante a retirada de nutrientes pelas colheitas, ficou bem mais fértil, conforme se deduz da parte final do capítulo 4.

RESPONSE OF DRY BEANS TO FERTILIZER  
TREATMENTS ON A «CERRADO» SOIL

SUMMARY

An experiment was conducted at Campinas, State of São Paulo, to study the effect of lime, green manure and mineral fertilizers on the yield of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on a poor soil with «cerrado» vegetation.

The response to green manure was positive, but small, in the presence of NPK, and negative in the absence of that fertilizer. Lime and phosphorus were the principal yield increasing factors. In the average of two years, the effect of phosphorus corresponded to +123%. In the first year, superphosphate was superior to Olinda (rock) phosphate; in the second, however, it was inferior. Liming enhanced the effect of superphosphate but depressed that of Olinda phosphate. While the average annual yield of the «no lime, no fertilizer» plots was only 174 kg/ha (kilograms per hectare), that of the plots treated with lime, green manure, phosphorus (in the green manure year), and additionally with NPK in the first and exclusively with N in the second dry bean years reached 910 kg/ha. This yield is equivalent to those normally obtained in fertile soils.