

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, junho de 1967

N.º 17

## EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE DO FEIJOEIRO “DA SÊCA” COM *CROTALARIA JUNCEA* L., EMPREGANDO-SE TÔDA A VEGETAÇÃO OU RETIRANDO-SE DO CAMPO AS HAS- TES DESPOJADAS DE SUAS FÔLHAS (¹)

H. A. A. MASCARENHAS, S. MIYASAKA, L. A. C. LOVADINI, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (²), J. TEÓFILO SOBRINHO, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Pindorama, LUCIANO PAIS CRUZ, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Mococa, Instituto Agrônômico, CLÓVIS NERY, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de São Simão, e FERNANDO GOU-LART DE ANDRADE, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Botucatu, Ministério da Agricultura

### SINOPSE

Experiências foram conduzidas, em diferentes localidades do Estado de São Paulo, para estudar o efeito da adubação verde com *Crotalaria juncea* L., em cultura do feijoeiro “da sêca”, incorporando-se ao solo tôda a vegetação desta ou retirando-se do campo experimental as hastes despojadas de suas fôlhas. O aumento médio de produção proporcionado pela adubação verde correspondeu a 41%, no primeiro caso, mas baixou para 28%, no segundo.

### 1 — INTRODUÇÃO

Experiências anteriores (²) mostraram a possibilidade de fazer-se a adubação verde do feijoeiro “da sêca” com plantas cultivadas nas mesmas áreas que, posteriormente, deveriam ser ocupadas pelo feijoeiro. Nessas experiências, os adubos verdes foram plantados na primavera e incorporados ao solo em feve-

(¹) Recebido para publicação em 4 de abril de 1967.

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

reiro, com cerca de três meses de vegetação, e o feijoeiro semeado algumas semanas depois. Em média de quatro experiências, a *Crotalaria juncea* L., que se destacou dos diversos adubos verdes comparados, proporcionou um aumento de produção de feijão correspondente a 85%.

Segundo Medina e colaboradores (1), a fibra de *C. juncea* é uma das melhores matérias primas de fibras longas para fabricação de papéis de fina qualidade. Acrescentam esses autores que a Índia exporta elevadas quantidades de fibras dessa leguminosa, que são utilizadas, principalmente na Inglaterra e nos Estados Unidos, como sucedâneo do cânhamo (*Cannabis sativa* L.), na fabricação de cordas, barbantes, rêdes de pescar etc.

Em vista disso, nas oito experiências que constituem o objetivo do presente trabalho, além de estudar o efeito, sobre o feijoeiro, da incorporação ao solo de toda a massa vegetal produzida pela crotalária, incluíram-se tratamentos em que as hastes, depois de desfolhadas, foram retiradas do campo experimental.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Num esquema fatorial  $3^3$ , em blocos de nove canteiros com confundimento da interação nitrogênio x crotalária x potássio e sem repetições, estudaram-se três níveis de nitrogênio mineral, três de potássio e três de crotalária.

Os níveis 0, 1 e 2 de nitrogênio e potássio corresponderam a 0, 30 e 60 kg/ha de N ou  $K_2O$ . Como fontes desses elementos usaram-se sulfato de amônio e cloreto de potássio. Todos os canteiros receberam dose uniforme (100 kg/ha de  $P_2O_5$ ) de superfosfato simples.

Os símbolos  $V_0$ ,  $V_1$  e  $V_2$  serão usados para representar, respectivamente, os tratamentos sem adubação verde, crotalária empregada segundo o método convencional (incorporação ao solo de raízes e hastes completas) e incorporação ao solo das raízes e folhas, retirando-se as hastes desfolhadas do campo experimental. Assim, deve-se ter em mente que, enquanto as doses de  $N_2$  e  $K_2$  corresponderam ao dobro das de  $N_1$  e  $K_1$ , as de  $V_2$ , além de muito menores que as de  $V_1$ , diferiram, também, quanto à qualidade do material usado. Adiante se verá, ainda, que as produções totais da massa aérea de crotalária, bem como as proporções de folhas nessa massa, variaram consideravelmente nas diversas localidades. Em vista disso, a avaliação dos efeitos de  $V_1$  e  $V_2$  será feita, em todas as experiências, pelos contrastes não ortogonais  $Y = V_1 - V_0$ ,  $Y_2 = V_2 - V_0$ ,  $Y_3 = V_1 - V_2$ , nos quais  $Y$ ,  $Y_2$  e  $Y_3$  simbolizam valores estimados.

A crotalária foi plantada, sem qualquer adubação, na primeira quinzena de outubro de 1965, e cortada, conforme a localidade, no fim de janeiro ou princípio de fevereiro de 1966, com 3,2 a 3,9 meses de vegetação. Após a pesagem, as plantas destinadas aos canteiros que deviam receber  $V_2$  foram despojadas das folhas e ramos tenros, que também foram pesados. Dias depois, tanto as plantas completas como as folhas foram uniformemente incorporadas ao solo, com enxadão. Na mesma ocasião também se incorporou, de maneira idêntica, a vegetação espontânea que se desenvolveu nos canteiros sem crotalária.

Semeou-se o feijoeiro na segunda quinzena de fevereiro ou nos primeiros dias de março de 1966. Em três localidades, houve muitas falhas na germinação do primeiro plantio, de sorte que se fez nova sementeira no princípio de março.

A adubação com fósforo e potássio foi efetuada na ocasião do plantio do feijoeiro, em sulcos situados cerca de 5 cm ao lado dos destinados às sementes; a nitrogenada, em cobertura, metade das doses cinco e dez dias depois da germinação.

Os canteiros tiveram 24 m<sup>2</sup>. Nesta área, foi plantada e colhida a crotalária. Do feijoeiro, foram plantadas seis fileiras de 6 m, com o espaçamento de 40 cm, sendo colhidas somente as quatro fileiras centrais, correspondentes a 9,60 m<sup>2</sup>.

Na ocasião da colheita do feijoeiro, tiraram-se amostras superficiais (0-15 cm) do solo de todos os canteiros de quatro experiências, para análises químicas. De cada canteiro, foram tiradas seis subamostras, as quais, depois de misturadas, formaram a amostra composta destinada à análise.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS (3)

De acordo com o plano que acaba de ser descrito, conduziram-se onze experiências, mas três delas, realizadas em Mococa, Limeira e Taubaté, foram eliminadas. As oito aproveitadas, que tomaram os n.ºs 1 a 8, foram instaladas em Botucatu, Capão Bonito, Jaú, Monte Alegre do Sul, Pindorama, Ribeirão Preto, São Simão e Tietê.

A variedade usada foi a Pintado, menos em Ribeirão Preto e São Simão, onde foi substituída pela Chumbinho Opaco.

(3) Os autores agradecem a colaboração, na execução das experiências, dos eng.ºs-agr.ºs Sebastião Alves, Mário P. Campana, Ary de Arruda Veiga e Milton Alcover, respectivamente das estações experimentais de Monte Alegre do Sul, Jaú, Tietê e Capão Bonito.

Exceto em Monte Alegre do Sul, onde se utilizou uma área que se achava abandonada à vegetação espontânea, as experiências foram instaladas em áreas que vinham sendo cultivadas com plantas anuais. Nessas áreas, os solos eram ácidos e seus índices pH variavam entre 5,0 e 5,5.

Na maioria das localidades em que houve experiências, choveu abundantemente em janeiro e fevereiro, o que deve ter contribuído para acelerar a decomposição da massa de crotalária, mesmo antes da sua incorporação ao solo. No mês seguinte, quando o feijoeiro começou a vegetar ativamente, as chuvas, embora inferiores às normais da época, foram suficientes para manter o solo em boas condições hídricas. Em abril e maio é que choveu pouco, de acôrdo, aliás, com o que normalmente acontece nesses meses.

Detalhes sôbre a localização das experiências e o tipo de solo utilizado serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados obtidos em cada uma delas.

QUADRO 1. — Produções, em toneladas por hectare, de massa aérea total e exclusivamente de fôlhas e ramos tenros de crotalária, obtidas em oito experiências de adubação verde do feijoeiro. A crotalária foi semeada na primeira quinzena de outubro de 1965 e cortada com 3,2 a 3,9 meses de vegetação e pesada na ocasião do corte

N.º da experiência	Prod. total	Prod. de fôlhas	N.º da experiência	Prod. total	Prod. de fôlhas
1 .....	39	10	5 .....	51	12
2 .....	32	9	6 .....	22	18
3 .....	50	10	7 .....	48	12
4 .....	51	9	8 .....	35	12

### 3.1 — EXPERIÊNCIA N.º 1, EM BOTUCATU

Instalada na Estação Experimental de Botucatu, do Ministério da Agricultura, em solo Latosol Roxo, segundo a classificação adotada pelo Serviço Nacional de Pesquisas Agrônômicas (3).

Dados sobre a produção de massa verde de crotalária são apresentados no quadro 1.

Os "stands" do feijoeiro foram prejudicados pela incorporação ao solo da crotalária. Em relação aos tratamentos sem adubação verde, na germinação observaram-se 20% de falhas, nos tratamentos com  $V_1$ , e 11% naqueles que receberam  $V_2$ ; nos "stands" finais, as falhas corresponderam a, respectivamente, 19 e 18%.

As produções de feijão se acham no quadro 2. Na análise estatística dessa produção, o coeficiente de variação foi de 15%.

Dos efeitos do nitrogênio mineral e do potássio, somente  $N_L$  e  $K_L$  foram significativos, mas negativos. Em média das doses 1 e 2, o nitrogênio e o potássio provocaram depressões de, respectivamente, 8 e 11%.

Entretanto, o efeito médio da adubação verde foi altamente significativo e atingiu +372 kg/ha ou +160%. Comparando as produções proporcionadas por  $V_1$  (incorporação da massa total) e  $V_2$  (retirando-se do campo as hastes sem as folhas) com a de  $V_0$  (sem crotalária), verifica-se que a resposta a  $V_1$ , de +438 kg/ha (+188%), foi altamente significativa, e a de  $V_2$ , de +307 kg/ha (+132%), foi significativa ao nível de 5%. A diferença entre  $V_1$  e  $V_2$  não alcançou o nível de significância estatística.

As interações entre os adubos estudados não foram significativas.

### 3.2 — EXPERIÊNCIA N.º 2, EM CAPÃO BONITO

Conduzida na Estação Experimental de Capão Bonito, do Instituto Agrônomo, numa área de Latosol Vermelho Escuro-Orto (3).

A produção da crotalária (quadro 1) foi relativamente boa.

Os "stands" do feijoeiro foram ligeiramente prejudicados pela adubação potássica e pela incorporação das folhas de crotalária ( $V_2$ ), mas sofreram redução de 26%, na média dos canteiros que receberam a massa total de crotalária ( $V_1$ ).

Nos melhores tratamentos, as produções de feijão (quadro 2) atingiram níveis elevados, mas foram um tanto irregulares, e o coeficiente de variação correspondeu a 25,6%.

Embora se tenha elevado a +250 kg/ha (+29%) em média das duas doses, o efeito do nitrogênio não alcançou significância estatística. O potássio deprimiu ligeiramente a produção.

A resposta média à adubação verde, significativa ao nível de 5%, foi de apenas +111 kg/ha (+12%), mas houve grande diferença entre  $V_1$  e  $V_2$ . Em relação a  $V_0$ ,  $V_1$  provocou uma depressão, não significativa, de 119 kg/ha, ao passo que  $V_2$  proporcionou um aumento, significativo ao nível de 5%, de 341 kg/ha ou 36%, e a diferença  $V_1 - V_2$  foi altamente significativa. Parece que esse estranho resultado foi uma consequência do grande prejuízo que  $V_1$  causou aos "stands" e, provavelmente, às plantas sobreviventes.

As interações  $V \times N$  e  $V \times N_I$  alcançaram significância ao nível de 5%. Enquanto na ausência do nitrogênio e na presença de  $N_1$ , as respostas médias à crotalária corresponderam a, respectivamente, +464 e +452 kg/ha, na presença de  $N_2$  seu efeito se tornou fortemente negativo (-582 kg/ha).

### 3.3 — EXPERIÊNCIA N.º 3, EM JAÚ

Realizada na Estação Experimental "Hélio de Moraes", Jaú, em solo Latosol Roxo (3).

A produção da crotalária, apresentada no quadro 1, foi muito boa.

Incorporada ao solo um mês antes do plantio, a adubação verde não prejudicou os "stands" do feijoeiro.

A produção de feijão (quadro 2) foi boa em todos os tratamentos, e o coeficiente de variação foi de 13,2%.

As respostas ao nitrogênio e ao potássio não foram significativas, mas o efeito médio da adubação verde, de +209 kg/ha (+25%), alcançou significância ao nível de 5%. Em relação a  $V_0$ , os efeitos de  $V_1$  e  $V_2$  atingiram, respectivamente, +225 e +194 kg/ha, o primeiro significativo ao nível de 1%, e o segundo ao de 5%. A pequena diferença entre eles não foi significativa.

As interações  $V \times N$ ,  $V \times K$  e  $N \times K$  não alcançaram significância.

### 3.4 — EXPERIÊNCIA N.º 4, EM MONTE ALEGRE DO SUL

Localizada na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, em solo Podzólico Vermelho Amarelo - Orto (3).

A crotalária produziu muito bem (quadro 1).

QUADRO 2. — Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas nas experiências n.ºs 1, 2, 3 e 4 de adubação, realizadas na safra “da seca” de 1965-66, com três níveis de nitrogênio mineral (N), três de adubação verde (V) com crotalária <sup>(1)</sup> e três de potássio (K)

Níveis de N, V e K	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
000	358	583	1.094	607
001	250	208	708	358
002	233	854	885	457
010	650	917	1.083	537
011	725	972	1.146	793
012	775	722	792	711
020	566	1.111	729	382
021	558	1.083	1.073	612
022	458	1.264	1.094	900
100	250	1.014	979	925
101	333	1.028	781	924
102	208	431	969	505
110	708	541	1.083	637
111	758	792	1.104	862
112	641	1.375	1.094	969
120	666	2.222	1.250	728
121	625	1.389	1.021	501
122	417	1.333	1.250	599
200	233	1.024	396	524
201	150	903	917	552
202	83	2.500	917	870
210	683	931	1.250	924
211	600	236	1.021	691
212	500	986	1.104	818
220	583	1.107	1.042	651
221	450	1.528	1.042	856
222	541	576	896	810
MÉDIAS				
N <sub>0</sub>	508	857	956	595
N <sub>1</sub>	512	1.125	1.059	739
N <sub>2</sub>	425	1.088	954	744
V <sub>0</sub>	233	949	850	636
V <sub>1</sub>	671	830	1.075	771
V <sub>2</sub>	540	1.290	1.044	671
K <sub>0</sub>	522	1.050	990	657
K <sub>1</sub>	494	904	979	683
K <sub>2</sub>	429	1.116	1.000	738

<sup>(1)</sup> V<sub>0</sub> = sem adubação verde; V<sub>1</sub> = incorporação das raízes e hastes completas; V<sub>2</sub> = incorporação das raízes e folhas, retirando-se as hastes do campo experimental.

As plantas resultantes do primeiro plantio do feijoeiro foram danificadas por pássaros, de sorte que se fez novo plantio no princípio de março, cêrca de um mês depois da incorporação da crotalária. Os "stands" foram sofríveis. As produções são apresentadas no quadro 2.

Conquanto o coeficiente de variação fôsse de 14,6%, as respostas às doses 1 e 2 de potássio, de respectivamente +26 e +81 kg/ha (+4 e +12%), não alcançaram significância. Todavia, os efeitos N e  $N_L$  foram significativos, e as doses 1 e 2 de nitrogênio aumentaram a produção em 144 e 149 kg/ha (24 e 25%), respectivamente.

O efeito médio da adubação verde, de +85 kg/ha, foi significativo ao nível de 5%, o mesmo acontecendo ao de  $V_1$ , que se elevou a +135 kg/ha (+21%). A resposta a  $V_2$  e a diferença  $V_1 - V_2$  não alcançaram significância.

A interação  $V \times N_Q$  foi significativa. A resposta média à crotalária, que correspondeu a +181 kg/ha (+38%) na ausência do nitrogênio, na presença dêste elemento caiu para tão somente +37 kg/ha.

### 3.5 — EXPERIÊNCIA N.º 5, EM PINDOROMA

Conduzida na Estação Experimental de Pindorama, em solo Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília (3).

A produção de massa verde de crotalária foi muito boa (quadro 1).

Semeadado um mês depois do corte da crotalária, o feijoeiro germinou normalmente e apresentou "stands" bons e uniformes e produções (quadro 3) que atingiram níveis elevados nos melhores tratamentos.

Na análise estatística da produção de feijão, o coeficiente de variação correspondeu a 21,4%. O efeito do potássio não foi significativo, ao passo que o do nitrogênio foi altamente significativo e linear: as doses 1 e 2 proporcionaram aumentos de, respectivamente, 229 e 528 kg/ha (28 e 64%).

A resposta média à adubação verde, significativa ao nível de 5%, atingiu +351 kg/ha ou +42%. Em relação à produção sem adubo verde, os efeitos de  $V_1$  e  $V_2$  se elevaram a, respectivamente, +309 e +394 kg/ha, o primeiro, significativo ao nível de 5%, e o segundo ao de 1%. A diferença entre  $V_1$  e  $V_2$  não foi significativa.

QUADRO 3. — Produções de sementes, em kg/ha, obtidas nas experiências n.ºs 5, 6, 7 e 8 de adubação do feijoeiro, realizadas na safra “da seca” de 1965-66, com três níveis de nitrogênio mineral (N), três de adubação verde (V) com crotalária (1) e três de potássio (K)

Níveis de N, V e K	Exp. 5	Exp. 6	Exp. 7	Exp. 8
000	625	125	594	1.208
001	521	156	604	583
002	521	271	391	698
010	1.021	187	599	938
011	1.000	698	703	1.021
012	781	625	979	604
020	1.042	125	339	625
021	938	427	594	771
022	938	417	719	854
100	573	0	677	990
101	1.042	208	365	875
102	875	271	323	375
110	917	583	755	833
111	1.229	750	964	938
112	1.167	635	573	1.000
120	1.021	146	521	1.167
121	1.479	385	547	646
122	1.146	583	443	875
200	1.302	94	437	750
201	1.313	271	776	708
202	781	365	646	1.000
210	1.667	229	964	979
211	1.198	302	536	698
212	1.354	635	479	833
220	1.406	177	911	813
221	1.667	635	521	1.063
222	1.458	417	469	521
<b>MÉDIAS</b>				
N <sub>0</sub>	821	337	614	811
N <sub>1</sub>	1.050	396	574	856
N <sub>2</sub>	1.349	347	638	818
V <sub>0</sub>	839	196	535	799
V <sub>1</sub>	1.148	516	728	872
V <sub>2</sub>	1.233	368	563	815
K <sub>0</sub>	1.064	185	644	923
K <sub>1</sub>	1.154	426	623	812
K <sub>2</sub>	1.003	469	558	751

(1) V<sub>0</sub> = sem adubação verde; V<sub>1</sub> = incorporação das raízes e hastes completas; V<sub>2</sub> = incorporação das raízes e folhas, retirando-se as hastes do campo experimental

As interações  $V \times N$ ,  $V \times K$  e  $N \times K$  não alcançaram significância.

### 3.6 — EXPERIÊNCIA N.º 6, EM RIBEIRÃO PRÊTO

Instalada na Estação Experimental de Ribeirão Preto, em solo Latosol Roxo (3).

A produção da crotalária (quadro 1) foi pequena. Mesmo assim, a germinação do feijoeiro, semeado três semanas após o corte do adubo verde, apresentou 22% de falhas, tanto nos canteiros com  $V_1$  como naqueles que receberam  $V_2$ . Nos "stands" finais, porém, essas falhas praticamente desapareceram.

Além do citado prejuízo, o campo experimental sofreu severo ataque de insetos. As produções (quadro 3) foram baixas e o coeficiente de variação atingiu 36%.

O pequeno efeito do nitrogênio não alcançou significância, mas o do potássio foi altamente significativo e linear, com os aumentos proporcionados por  $K_1$  e  $K_2$  correspondentes a, respectivamente, 241 e 284 kg/ha (130 e 154%).

O efeito médio da adubação verde, altamente significativo, elevou-se a +246 kg/ha ou +126%. A resposta a  $V_1$ , +320 kg/ha, foi significativa ao nível de 1%, ao passo que a de  $V_2$ , +172 kg/ha, só alcançou significância ao nível de 5%. A diferença  $V_1 - V_2$  também foi significativa.

As interações entre os adubos estudados não foram significativas.

### 3.7 — EXPERIÊNCIA N.º 7, EM SÃO SIMÃO

Esta foi realizada na Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, numa área de Latosol Roxo (3).

A produção da crotalária (quadro 1) foi muito boa.

No primeiro plantio do feijoeiro, efetuado três semanas após a incorporação da crotalária, a germinação foi muito falhada, mas não se fizeram anotações sobre os canteiros mais prejudicados. A 10 de março, fez-se novo plantio em todo o campo. Apesar de realizado 34 dias depois da incorporação,  $V_1$  ainda provocou redução de 10% nos "stands" iniciais e finais.  $V_2$  não causou prejuízos.

A produção de feijão (quadro 3) foi apenas sofrível e o coeficiente de variação atingiu 29%, não havendo efeitos significativos. Enquanto as respostas médias ao nitrogênio e ao potássio foram de -8 e -54 kg/ha, a da crotalária se elevou a

+110 kg/ha. Não obstante ter prejudicado os "stands",  $V_1$  proporcionou um aumento de produção de 193 kg/ha ou 36%, ao passo que o provocado por  $V_2$  foi de tão somente 28 kg/ha ou 5%.

### 3.8 — EXPERIÊNCIA N.º 8, EM TIETÊ

Conduzida na Estação Experimental de Tietê, do Instituto Agrônômico, em solo Latosol Vermelho Escuro - Orto (3).

Os dados de produção de massa verde de crotalária se encontram no quadro 1.

Semeado no começo de fevereiro, o feijoeiro nasceu mal, razão por que teve que ser plantado novamente no início de março. Os "stands" foram satisfatórios, as produções (quadro 3), relativamente boas, e o coeficiente de variação, de 8,3%.

As pequenas respostas ao nitrogênio e à adubação verde (de +3 e +6%, em média das duas doses) não foram significativas. As doses 1 e 2 de potássio deprimiram a produção em, respectivamente, 111 e 172 kg/ha, e o efeito  $K_L$  atingiu significância ao nível de 1%.

As interações  $V \times N$ ,  $V \times K$  e  $N \times K$  não alcançaram significância estatística.

### 3.9 — INFLUÊNCIA SÔBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO

Em vista dos esclarecimentos feitos no capítulo 2, sobre a amostragem, e dos dados apresentados no quadro 4, basta dizer, agora, que em média das quatro experiências que serviram para o presente estudo, a adubação verde com crotalária praticamente não modificou os índices pH e os teores de  $PO_4^{-3}$  e  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  do solo. Os teores de C e  $Al^{+3}$  sofreram ligeira elevação, mas somente nos canteiros que receberam  $V_2$ .

Contrastando com essas pequenas alterações, foi relativamente grande a influência benéfica de  $V_1$  sobre a mobilização do potássio, sobretudo levando-se em consideração que se efetuou a amostragem depois de ter o feijoeiro extraído o potássio necessário ao seu desenvolvimento. Deve-se acrescentar que, no que toca ao potássio, a média das quatro localidades representa bem o que se obteve em cada uma delas, e, ainda, que idêntica influência da crotalária foi observada em trabalho anterior (2).

Convém lembrar que mesmo antes do plantio do feijoeiro os canteiros adubados com  $V_2$  foram desfalcados das hastes desfolhadas, que constituíram a maior parte da massa aérea pro-

QUADRO 4. — Modificações produzidas em algumas características químicas do solo pela adubação verde com crotalária. Dados médios de amostras compostas tiradas, após a colheita do feijoeiro, em todos os tratamentos das experiências fatoriais  $3^3$  n.ºs 1, 2, 6 e 8, realizadas, respectivamente, em Botucatu, Capão Bonito, Ribeirão Preto e Tietê

Características determinadas <sup>(1)</sup>	Tratamentos <sup>(2)</sup>		
	V <sub>0</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
pH .....	5,10	5,11	5,06
C, % .....	1,46	1,49	1,54
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , e.mg <sup>(3)</sup> .....	0,08	0,07	0,08
K <sup>+</sup> , e.mg <sup>(4)</sup> .....	0,10	0,15	0,11
Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> , e.mg <sup>(4)</sup> .....	3,15	3,22	3,09
Al <sup>+3</sup> , e.mg <sup>(4)</sup> .....	0,38	0,35	0,42

<sup>(1)</sup> Análises efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agronômico.

<sup>(2)</sup> V<sub>0</sub> = sem adubação verde; V<sub>1</sub> = incorporação das raízes e hastes completas; V<sub>2</sub> = incorporação das raízes e folhas, retirando-se as hastes do campo experimental.

<sup>(3)</sup> Solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N + HCl 0,025N, por 100 ml de T.F.S.A.

<sup>(4)</sup> Trocável, por 100 ml de T.F.S.A.

duzida pela crotalária, levando consigo apreciáveis quantidades de nutrientes extraídos do solo. Isso talvez explique porque foi tão pequeno o aumento observado no teor de  $K^+$  trocável nos tratamentos que receberam  $V_2$ .

Em média das quatro experiências utilizadas no presente estudo, os efeitos da adubação potássica sobre a produção de feijão foram muito pequenos, tanto na ausência de  $V$  como na presença de  $V_1$  e  $V_2$ . Além disso, em três dessas experiências, os "stands" foram muito prejudicados por  $V_1$  e, em menor proporção, por  $V_2$ . Nessas condições, não se pode verificar, com segurança, se o grande aumento no teor de  $K^+$  trocável do solo, provocado por  $V_1$ , diminuiu a necessidade de adubação potássica, quando se empregou a vegetação total da crotalária.

#### 4 — ESTUDO DO CONJUNTO DAS EXPERIÊNCIAS

Das oito experiências relatadas, somente em duas (as de n.<sup>os</sup> 4 e 5) o nitrogênio mineral aumentou significativamente a produção do feijoeiro. O aumento obtido na experiência 2 também foi substancial, mas não alcançou significância estatística. Em média de todas as experiências, as respostas a  $N_1$  e  $N_2$  corresponderam a, respectivamente, +102 e +109 kg/ha. As interações com a adubação verde só foram significativas em duas localidades. Todavia, no conjunto das experiências, o efeito médio do nitrogênio, que atingiu +140 kg/ha (+26%) na ausência da crotalária, na presença desta caiu para +88 kg/ha (+12%).

O potássio só aumentou significativamente a produção na experiência 6, de Ribeirão Preto. No conjunto das experiências, porém, seu efeito foi praticamente nulo.

Entretanto, os efeitos médios da adubação verde com crotalária foram sempre positivos, porém significativos em cinco localidades. As interações com o nitrogênio mineral, conforme esclarecido linhas atrás, só alcançaram significância em dois casos, mas no conjunto das experiências a resposta média à adubação verde, que foi de +225 kg/ha, na ausência do nitrogênio, atingiu +250 kg/ha, na presença de  $N_1$ , e baixou a +95 kg/ha, na presença de  $N_2$ . Nesse conjunto, a diferença entre  $V_1$  (adubação verde convencional) e  $V_2$  (retirando-se do campo as hastes da crotalária despojadas de suas folhas) foi quase nula, devido aos resultados obtidos na experiência 2, de Capão Bonito. Nesta última localidade ( $V$ , capítulo 3.2), os "stands" dos tratamentos que receberam  $V_1$  sofreram grande redução, de sorte que, enquanto  $V_1$  deprimiu a produção em 119 kg/ha,  $V_2$  proporcionou um aumento de 341 kg/ha.

Excluindo-se a experiência 2, as produções médias das outras sete experiências seriam de 584 kg/ha, nos tratamentos sem crotalária, e de 826 e 748 kg/ha, respectivamente, nos que receberam  $V_1$  e  $V_2$ . Em tais condições, os efeitos de  $V_1$  e  $V_2$  corresponderiam a, respectivamente, +242 e +164 kg/ha (+41 e +28%). Nas experiências individuais, embora a diferença  $V_1 - V_2$  só fosse significativa em um caso (experiência 6, de Ribeirão Preto), as respostas a  $V_2$  foram quase tôdas menores, por vêzes muito menores, que as proporcionadas por  $V_1$ . Em vista disso, as médias agora mencionadas, representativas da maioria (87,5%) das experiências, serão tomadas para indicar os efeitos da adubação verde, no presente trabalho.

Em média dessas sete experiências, na presença de  $N_0$ ,  $N_1$  e  $N_2$  os efeitos de  $V_1$  foram de, respectivamente, +243, +274 e +209 kg/ha; os de  $V_2$ , de +138, +170 e +183 kg/ha. A presença do potássio pouco modificou o efeito de  $V_1$ , mas estimulou apreciavelmente o de  $V_2$ , cujas respostas na presença de  $K_0$ ,  $K_1$  e  $K_2$  corresponderam a, respectivamente, +102, +191 e +199 kg/ha. Por sua vez, a resposta média ao potássio, embora sempre muito pequena, passou de -35 kg/ha, na ausência da crotalária, para +9 kg/ha, na presença de  $V_1$ , e +58 kg/ha, na presença de  $V_2$ .

Conquanto o efeito médio de  $V_2$  tenha baixado a 2/3 do proporcionado por  $V_1$ , as experiências mostraram a possibilidade de usar-se a crotalária simultaneamente para adubação verde e aproveitamento industrial de suas hastes desfolhadas, desde que êste aproveitamento ofereça suficiente compensação econômica para a queda no efeito da adubação verde e eventuais despesas com a aplicação de maiores doses de adubos minerais.

Convém acentuar que os presentes resultados foram obtidos com o feijoeiro "da seca", tendo-se cortado a crotalária com cerca de 3,5 meses de idade. No caso do feijoeiro "das águas" ou de outras culturas iniciadas na primavera, a crotalária teria que ser plantada no ano agrícola anterior, mas poderia ser cortada com cerca de seis meses de vegetação, proporcionando maior produção não somente de hastes como de fôlhas e raízes, e, conseqüentemente, maior possibilidade de duplo aproveitamento.

Antes de terminar, deve-se dizer que a redução causada nos "stands" pela incorporação da massa de crotalária não foi observada somente na experiência 2, mas também nas de n.ºs 1, 6 e 7.

Em média dessas quatro experiências, as falhas provocadas nos "stands" iniciais e finais corresponderam, respectivamente, a 20 e 9%, quando se usou  $V_1$ , e a 10 e 7%, no caso de  $V_2$ . Idêntica observação foi feita em trabalho anterior (2), no qual se estudou minuciosamente a complexidade do assunto. O fato de, mesmo com o citado inconveniente, a adubação verde com crotalária ter proporcionado bons aumentos de produção, não deve servir de pretexto para se deixar de estudar um meio de evitá-lo, a fim de melhorar ainda mais esses resultados.

### 5 — CONCLUSÕES

As oito experiências relatadas, nas quais se estudaram, em esquema fatorial  $3^3$ , as respostas do feijoeiro "da seca" às adubações minerais com nitrogênio e potássio e à adubação verde com *Crotalaria juncea* L. aplicada segundo o método convencional (enterrio das raízes e partes aéreas completas) ou retirando-se do campo experimental as hastes despojadas de suas folhas, permitem tirar as seguintes conclusões gerais:

a) O nitrogênio só aumentou significativamente a produção em duas das experiências. Em média das oito, o efeito desse elemento foi muito maior na ausência da crotalária. Apenas em uma das localidades o potássio proporcionou aumento significativo. Embora sempre muito pequeno, o efeito médio do potássio melhorou apreciavelmente na presença da crotalária.

b) Em média das duas maneiras de efetuar a adubação verde, os efeitos da crotalária foram sempre positivos, porém significativos em cinco localidades. Em uma destas, a crotalária aplicada segundo o método convencional reduziu consideravelmente os "stands", e seu efeito, na produção, foi muito menor que o obtido com a retirada das hastes desfolhadas.

c) No conjunto das outras sete experiências, o aumento de produção proporcionado pela adubação verde convencional correspondeu a 41%, ao passo que o provocado pelo outro método baixou para 28%. No presente conjunto, o efeito da crotalária aplicada pelo método convencional foi maior na presença da dose intermediária de nitrogênio do que na ausência deste elemento ou na presença de sua dose maior; quando se retiraram as hastes desfolhadas, o efeito da crotalária ainda cresceu na presença da maior dose de nitrogênio. No primeiro caso (método convencional), o efeito da crotalária não se modificou com a presença do potássio; no segundo, porém, a presença deste contribuiu para aumentar apreciavelmente o efeito da adubação verde.

## SUNN-HEMP AS A GREEN MANURE FOR BEANS

## SUMMARY

Sunn-hemp (*Crotalaria juncea* L.) was tested as a green manure for beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in several localities of the State of São Paulo. The green manure was planted in the same area that was subsequently sown with beans. Incorporation of the whole plants or only their leaves were compared. The mean yield increase resulting from the treatments when compared with the checks was 41 % in the first case and 28 % in the second.

## LITERATURA CITADA

1. MEDINA, J. C.; CIARAMELLO, D. & PETTINELLI, A. Resultados experimentais com a cultura de *Crotalaria juncea* L., como planta produtora de celulose para papel. *Bragantia*, 20:[659]-668, 1961.
2. MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; MASCARENHAS, H. A. A. (e outros). Efeitos da adubação verde com uma gramínea e quatro leguminosas sobre a produção do feijoeiro "da seca", em terra-roxa-misturada. *Bragantia*, 25:[277]-288, 1966.
3. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 1960. 634p. (Boletim n.º12)