

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO
CULTIVO CONTÍNUO DO MILHO E DO ALGODÃO E
EM ROTAÇÃO COM SOJA¹

José C.V.N.A. Pereira²
Hipólito A.A. Mascarenhas³
Antonio L.M. Martins²
Nelson R. Braga³
Eduardo Sawasaki³
Paulo B. Gallo⁴

INTRODUÇÃO

A soja é uma planta leguminosa capaz de fixar o nitrogênio mediante simbiose com a bactéria *Rhizobium japonicum*, o que a coloca numa situação de independência de adubação para suprir as exigências normais de nitrogênio. O mesmo não acontece com o milho e o algodão, que reagem acentuadamente à aplicação de nitrogênio mineral (MIRANDA, 1966 e SILVA *et alii*, 1975). HIROCE (1985) mostrou que o nitrogênio é o elemento extraído em maior quantidade pelas culturas de milho e algodão em relação aos demais, devido principalmente à sua necessidade para o crescimento e o desenvolvimento da planta. A ocorrência generalizada da deficiência de nitrogênio em solos minerais torna esse elemento um dos mais limitantes para produção daquelas culturas.

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Companhia Mojiana de Óleos Vegetais, Orlândia, SP e EMBRAPA. Apresentado no IV Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, Porto Alegre, RS, de 8 a 12 de setembro, 1986.

² Instituto Agronômico de Campinas, Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP.

³ Instituto Agronômico de Campinas, SP, Bolsistas do CNPq.

⁴ Instituto Agronômico de Campinas, Estação Experimental

Espécies gramíneas cultivadas após soja têm sido beneficiadas pelos resíduos desta cultura, especialmente em relação ao aproveitamento do nitrogênio (MASCARENHAS *et alii*, 1983; GALLO *et alii*, 1981; OLIVEIRA *et alii*, 1979; FREIRA *et alii*, 1979).

É bastante conhecida a dependência da fixação do nitrogênio pela soja em relação à calagem (MASCARENHAS *et alii*, 1982). Através desta prática, consegue-se maior desenvolvimento vegetativo e maior produção de grãos de soja e, assim, maior quantidade dos resíduos por unidade de área, o que resulta em maior quantidade de nitrogênio mineral. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da adubação nitrogenada em cobertura para as culturas de milho e algodão em relação à rotação com a soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram aproveitados alguns tratamentos dentro do ensaio de rotação iniciado em 1981/82 nas Estações Experimentais de Mococa e de Ribeirão Preto, SP, em solo Podzólico Vermelho Amarelo Orto e Latossolo Roxo distrófico, cujas análises acham-se no quadro I. Para corrigir a acidez do solo e elevar o índice de saturação de bases para níveis de 60%, foi aplicado calcário dolomítico de PRNT 88%, conforme a necessidade, no mês de agosto de 1982.

Os tratamentos consistiram de:

1981/82	1982/83
Soja	Milho c/N em cobertura
Soja	Milho s/N em cobertura
Milho c/N em cobertura	Milho c/N em cobertura
Soja	Algodão c/N em cobertura
Soja	Algodão s/N em cobertura
Algodão c/N em cobertura	Algodão c/N em cobertura

ADRO I. Análise do solo em Mococa e Ribeirão Preto antes de aplicação de calagem no ensaio de rotação e em Guaira e Ribeirão Preto após três anos de soja.

Local	pH	M.O	P (Resina)	K	Ca	Mg	V
			ug	---	meq / 100 cm ³	---	%
982/83		%					
Mococa	4,7	1,7	8	0,20	1,8	0,7	38
Ribeirão Preto	4,5	3,8	10	0,08	2,0	0,6	20
Lantio após três anos de soja							
983/84							
Guaira	5,5	3,8	10	0,14	2,0	1,1	63
Ribeirão Preto	6,0	4,2	25	0,25	3,0	1,0	68

O delineamento estatístico usado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os cultivares utilizados foram: soja IAC-9, milho IAC-Hmd 7974 (Mococa) e IAC-1 (Ribeirão Preto), e algodão IAC-19. A adubação básica para soja foi de 400 kg/ha de 0-20-10; para milho e algodão nos dois anos foi de 400 kg/ha da fórmula 4-14-8 + 0,2% Zn e 4-20-20 respectivamente, sendo os adubos para as três culturas aplicados no sulco. A sementeira das três culturas nos dois anos foi efetuada em fins de outubro. Aos 35 dias após germinação foram aplicados 40 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio em cobertura para algodão e milho, conforme o tratamento. Cada parcela consistiu de seis linhas de oito metros para algodão e milho, com espaçamento de um metro entre linhas, deixando-se sete plantas de algodão e cinco de milho por metro linear. Para obtenção dos dados de produção foram colhidas as duas linhas centrais eliminando-se um metro em cada extremidade. No caso da soja a parcela consistiu de dez linhas de oito metros de comprimento com espaçamento de 0,6 m, mantendo-se vinte plantas por metro linear. Por ocasião da colheita utilizaram-se as quatro linhas centrais eliminando-se um metro em cada extremidade. Foram feitas amostragens de folhas dos três cultivares na época do florescimento. As análises de macronutrientes nas folhas foram feitas de acordo com os métodos descritos por BATAGLIA *et alii* (1978). Foram retiradas amostragens de solo a 0-20 cm de profundidade das parcelas, sendo as análises químicas efetuadas pelos métodos descritos por RAIJ & QUAGGIO (1983).

Para confirmar as respostas de algodoeiro ao nitrogênio após a cultura de soja, foi instalado em 1983/84 um experimento em dois locais: na Estação Experimental de Ribeirão Preto e na Fazenda Rodeiro em Guairá, em áreas onde a soja havia sido plantada por três anos consecutivos. As análises do solo acham-se no quadro I.

O experimento consistiu de quatro tratamentos:

- 1) 400 kg/ha da fórmula 0-20-20
- 2) 400 kg/ha da fórmula 0-20-20 + 40 kg/ha de N em

- 3) 400 kg/ha da fórmula 4-20-20
- 4) 400 kg/ha da fórmula 4-20-20 + 40 kg/ha de N em cobertura na forma de sulfato de amônio.

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso com cinco repetições. O adubo foi aplicado no sulco na época de plantio. Usou-se o cultivar de algodoeiro IAC-19. As demais metodologias e determinações foram semelhantes às dos experimentos anteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo quadro II, observa-se que em 1981/82 as produções de soja, milho e algodão foram boas nas duas localidades, fato esse que pode ter sido favorecido por uma boa distribuição de chuvas. O ano agrícola 1982/83 apresentou veranicos no início de janeiro, possivelmente prejudicando as culturas para altas produtividades nas duas localidades.

Em Mococa, os tratamentos "milho após soja em presença e ausência de nitrogênio em cobertura" mostraram acréscimos da ordem de 36 e 29% em comparação com milho contínuo (quadro II), o que confirma dados obtidos por MASCARENHAS *et alii* (1983) e GALLO *et alii* (1981). O "milho em rotação com soja com nitrogênio em cobertura" produziu 7% a mais do que "sem nitrogênio", sem no entanto diferir estatisticamente. Para algodão também não ocorreram diferenças na produção entre "algodão após soja com e sem nitrogênio". Isto demonstra que os restos da cultura de soja foram suficientes, neste experimento, para suprir a necessidade de nitrogênio, podendo portanto sua aplicação em cobertura ser dispensada. Algodão plantado por dois anos consecutivos, também produziu tanto quanto em rotação, o que significa que esta cultura pode ser plantada em seguida sem redução da produção. Com a rotação há uma diminuição da necessidade de uso de nitrogênio em cobertura, o que reduziria o custo da produção.

QUADRO II. Produção de soja, milho e algodão em experimento de rotação em Mococa e Ribeirão Preto, SP.

Mococa			Ribeirão Preto				
Tratamento	1981/82	Tratamento	1982/83	Tratamento	1981/82	Tratamento	1982/83
	kg/ha			kg/ha			
Soja	2455	Milho c/N*	6985 a	Soja	2096	Milho c/N*	3833 a
Soja	2544	Milho s/N**	6613 a	Soja	2083	Milho s/N**	3314 b
Milho c/N*	4675	Milho c/N*	5130 b	Milho c/N*	4743	Milho c/N*	2604 c
Soja	2637	Algodão c/N*	2754 a	Soja	2097	Algodão c/N*	2007 a
Soja	2555	Algodão s/N**	2627 a	Soja	2407	Algodão s/N**	2341 a
Algodão c/N*	1911	Algodão c/N*	2772 a	Algodão c/N*	2696	Algodão c/N*	2082 a
CV	-		15,6%		-		20,3%

* c/N - com nitrogênio em cobertura

** s/N - sem nitrogênio em cobertura

Letras distintas entre as médias indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5%.

Ainda em Mococa, tanto para milho como para algodão, pelos dados do quadro III, os teores de nitrogênio e potássio nas folhas estão um pouco abaixo do mínimo necessário para alcançar o máximo de produtividade conforme a tabela de TRANI *et alii* (1983). Os resultados da análise do solo para essa localidade (quadro IV) mostram que o índice de saturação de bases é de 70% ou mais, valor ideal para um bom desenvolvimento das plantas.

Em Ribeirão Preto, ao contrário de Mococa, as produções de milho foram baixas quando comparadas com a produção do ano anterior, com aplicação de nitrogênio em cobertura. As análises químicas das amostragens do solo feitas após a colheita (quadro III) mostram que o índice de saturação de bases variou de 44 a 31%. A explicação para esta redução pode ser o excesso de chuvas caídas durante dezembro e janeiro e que podem ter arrastado o calcário. A rotação de cultura com soja causou um aumento médio de 37% do que contínuo e mesmo nesta situação observaram-se respostas à aplicação de nitrogênio em cobertura após soja da ordem de 16% (519 kg/ha) pelo fato de o índice de saturação de bases ser baixo. A baixa produtividade de milho após milho talvez seja devida a um efeito alelopático (WELCH, 1985). Nesta mesma localidade, os dados de produção de algodão não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos. Pelo quadro IV, os índices de saturação de bases variaram de 45 a 56%. Os dados de algodão após soja mostraram que a cobertura nitrogenada no algodão pode ser dispensada, o que reduziria o custo da produção.

QUADRO III. Estado nutricional das culturas de milho e algodão na época de florescimento em Mococa e Ribeirão Preto, SP, no ano agrícola 1982/83.

Teor de micronutrientes nas folhas

Tratamento	Mococa					Ribeirão Preto				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Milho após soja c/N*	2,65	0,306	1,25	0,67	0,53	3,35	0,281	1,75	0,80	0,38
Milho após soja s/N**	2,82	0,315	1,39	0,71	0,57	2,80	0,258	1,82	0,73	0,32
Milho c/N*	2,44	0,291	1,67	0,57	0,41	3,20	0,288	1,94	0,83	0,31
Algodão após soja c/N*	2,87	0,294	1,96	3,02	0,69	3,65	0,191	1,46	3,97	0,28
Algodão após soja s/N**	2,69	0,279	1,11	3,01	0,66	3,54	0,218	1,37	4,60	0,79
Algodão c/N*	2,89	0,279	1,15	2,70	0,53	3,41	0,218	1,48	4,29	0,74

* c/N - com nitrogênio em cobertura

** s/N - sem nitrogênio em cobertura

QUADRO IV. Resultados de análise do solo após as colheitas de milho e algodão em Mococa e Ribeirão Preto, SP, em 1993.

Tratamento	Mococa					Ribeirão Preto						
	MO	pH	V	K	Ca	Mg	MO	pH	V	K	Ca	Mg
	%		%	meq / 100 cm ³	meq / 100 cm ³	%	%	%	%	meq / 100 cm ³	meq / 100 cm ³	%
Milho após soja c/N*	2,10	6,2	75	0,11	3,2	1,4	4,4	4,4	44	0,09	2,2	1,5
Milho após soja s/N**	2,08	6,1	75	0,10	3,3	1,5	4,7	4,7	31	0,10	1,7	1,0
Milho c/N*	2,30	6,0	70	0,12	2,8	1,4	4,0	4,9	44	0,08	2,4	1,5
Algodão após soja c/N*	2,10	6,2	75	0,11	3,6	1,5	4,5	5,2	56	0,11	3,9	1,9
Algodão após soja s/N**	2,10	6,2	75	0,13	3,2	1,5	4,7	5,2	47	0,10	2,3	1,6
Algodão c/N*	2,00	5,9	70	0,14	2,9	1,4	4,5	5,0	48	0,09	2,6	1,6

* c/N - com nitrogênio em cobertura

** s/N - sem nitrogênio em cobertura

Pela tabela de TRANI *et alii* (1983), o teor adequado de nitrogênio nas folhas seria 3%, tanto para milho como para algodão. No quadro III, observou-se que apenas o de N nas folhas de milho cultivado após soja sem nitrogênio em cobertura está um pouco baixo, indicando que o fator limitante na produção de milho neste tratamento, não foi o nitrogênio mas possivelmente a acidez do solo. Por outro lado, para o tratamento "milho após soja com nitrogênio", houve reação pelo fato de o índice de saturação de bases ser 44%, isto é, 13% a mais do que no tratamento anterior (quadro IV). Este tratamento, além do nitrogênio disponível dos restos da cultura de soja, recebeu 40 kg/ha de N em cobertura, o que explica a melhor reação, sendo que o mesmo não aconteceu com a produção de milho após milho, adubado normalmente com nitrogênio em cobertura nos dois anos.

Para algodão, os teores de nitrogênio estão adequados, os de potássio abaixo do adequado, e os teores de Ca e Mg estão em quantidades acima da suficiência, mostrando uma certa competição entre os nutrientes Ca, Mg e K.

Nas áreas cultivadas anteriormente com soja por três anos consecutivos, tanto em Ribeirão Preto como em Guaiçaba, as produções de algodão foram baixas (quadro V) devido, em parte, tanto ao plantio tardio (fim de novembro) por falta de chuvas como pela ocorrência de veranico de vinte dias de duração em fevereiro de 1984. Não houve diferenças entre tratamento, mostrando que a aplicação de N em cobertura não é necessária para algodão após a cultura de soja. Os teores de nitrogênio nas folhas estão em faixas adequadas (TRANI *et alii*, 1983). Foi observado no campo que a fórmula 4-20-20 nas duas localidades permitiu o melhor crescimento inicial de planta do que a 0-20-20 e o mesmo igualou mais tarde, confirmando dados de FUZZATTO (1965). Havendo veranicos nestes estádios, a planta com nitrogênio é capaz de sobreviver devido a um melhor desenvolvimento de raízes.

QUADRO V. Efeito do uso da fórmula 0-20-30 e 0-20-20 + nitrogênio em cobertura e 4-20-20 e 4-20-20 + nitrogênio em cobertura na produção de algodão e teores de nitrogênio nas folhas em Ribeirão Preto e Guaira, SP, em 1983/84.

Tratamento	Ribeirão Preto		Guaira	
	Produção de algodão kg/ha	Teor de N nas folhas %	Produção de algodão kg/ha	Teor de N nas folhas %
0-20-20 (400 kg/ha)	1452 a	3,39	1308 a	4,78
0-20-20 (400 kg/ha) + 40 kg/ha de N em cobertura	1601 a	3,13	1436 a	4,08
4-20-20 (400 kg/ha)	1521 a	3,50	1444 a	4,82
4-20-20 (400 kg/ha) + 40 kg/ha de N em cobertura	1484 a	3,50	1539 a	4,00
CV	16,78%	-	17,76%	-

Letras distintas entre as médias indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5%.

RESUMO

Foram instalados em Mococa e Ribeirão Preto dois experimentos de rotação de culturas em 1981/83. Os tratamentos consistiram de culturas de milho e algodão com e sem nitrogênio em cobertura após soja ou em cultivos contínuos. Os resultados mostraram que em Mococa tanto o milho como o algodão dispensaram o uso de nitrogênio em cobertura após soja, pois os teores nas folhas se encontravam em faixas consideradas adequadas. Em Ribeirão Preto, com menor índice de saturação de bases do solo (V%), as produções de milho também foram mais baixas, e houve aumento da ordem de 519 kg/ha devido à aplicação de nitrogênio em cobertura após soja. Para algodão também foi dispensado o uso de nitrogênio em cobertura. Resultados obtidos com algodão após três anos de soja em Ribeirão Preto e Guairá confirmaram essas observações além de mostrar que o uso da fórmula 4-20-20, que contém nitrogênio, é importante para dar um 'arranco' inicial no desenvolvimento da planta.

SUMMARY

EFFECT OF BROADCAST APPLICATIONS OF NITROGEN ON
YIELD OF CORN AND COTTON WHEN PLANTED IN TWO
CONSECUTIVE YEARS Vs ROTATION WITH SOYBEANS

Two experiments were installed at the Experimental Stations of Mococa and Ribeirão Preto in 1981/82. The treatments consisted of corn and cotton planted with and without nitrogen as side dressing in rotation with soybeans together with additional treatments of corn and cotton planted annually with nitrogen side dressing. At Mococa, the results showed that corn and cotton after soybean cultivation do not need nitrogen as side dressing and the concentration of N in the leaves was insufficient quantity. At Ribeirão Preto with low base saturation index it resulted in low corn yields. There was an additional increase of 519 kg/ha of corn with nitrogen side dressing after rotation with soybeans. The yields

of cotton also showed that when planted after soybeans nitrogen side dressing was not necessary. Experiments with cotton after three years of soybean cultivation at Ribeirão Preto and Guaíra (1983/84) confirm the above mentioned data and points out that preferentially the formula 4-20-20 should be utilized instead of the formula 0-20-20, due to the fact that nitrogen gives the plant an initial start, which is very important.

LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C., J.P.F. TEIXEIRA, P.R. FURLANI, A.M.C. FURLANI & J.A. GALLO, 1978. **Análise química de plantas**, Campinas, Instituto Agronômico, 32 p. (Circular nº 87).
- GALLO, P.B., A. LAVORENTI, E. SAWAZAKI, R. HIROCE & H.A. A. MASCARENHAS, 1981. Efeito de cultura anterior de soja na produção e nos teores de nitrogênio das folhas e dos grãos de milho. **R. Bras. C. Solo** 5:64-67.
- FUZATTO, M.G., 1965. Adubação mineral. *In: Cultura e adubação do algodoeiro*, São Paulo, Instituto de Potassa, Experimentação e Pesquisa, Cap. XI, p. 476-508.
- HIROCE, R., 1985. Estimativas de extração e da exportação de macronutrientes pelas dez principais culturas do Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, 37 (3):161-165.
- MASCARENHAS, H.A.A., R. HIROCE, N.R. BRAGA, M.A.C. de MIRANDA, E.A. BULISANI, C.V. POMMER, E. SAWAZAKI, P.B. GALLO & J.C.V.N.A. PEREIRA, 1983. **Efeito do nitrogênio residual de soja na produção de milho**, Campinas, Instituto Agronômico, 24 p. (Boletim Técnico 58, 2ª edição).
- MASCARENHAS, H.A.A., J.A. QUAGGIO, R. HIROCE, N.R. BRAGA, M.A.C. MIRANDA & J.P.F. TEIXEIRA, 1982. Respostas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de doses

- de calcário em solo Latossolo Roxo destrófico de cerrado, I. Efeito imediato. *In*: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, Brasília, p. 742-751.
- MIRANDA, L.T.de, 1966. Resultados de experimentação de adubação e sugestões para a interpretação da adubação - sugestões para interpretação baseada na análise química do solo. *In*: **Cultura e adubação do milho**, São Paulo, Instituto de Potassa, Experimentação e Pesquisa, Cap. XV, p. 451-472.
- OLIVEIRA, O.F., J.A. FELICIO, H.A.A. MASCARENHAS & R. HIROCE, 1979. Efeito do nitrogênio residual da soja na produção de trigo. **Bragantia** 38:LIII-LVI (nota 13).
- PEREIRA, J.C.V.N.A., H.A.A. MASCARENHAS & R. HIROCE, 1979. Efeito do nitrogênio e da rotação com soja na produção de arroz de sequeiro. **Bragantia** 38:LVII-LIX (Nota 12).
- RAIJ, B. van & J.A. QUAGGIO, 1983. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**, Campinas, Instituto Agrônomo, 31 p. (Boletim Técnico 81).
- SILVA, N.M.da, C.A. FERRAZ, I. L. GRIDI-PAPP, E. CIA & F. S.O. RODRIGUES FILHO, 1975. Adubação nitrogenada e potássica do algodão no Estado de São Paulo. Resultado de produção no período de 1970 a 1973. **Bragantia** 34:177-193.
- RANI, P.E., R. HIROCE & O.C. BATAGLIA, 1983. **Análise foliar, amostragem e interpretação**, Campinas, Fundação Cargill, 18 p.
- ELCH, L.F., 1985. Rotation benefits to soybeans and following crops. *In*: World Soybeans Research Conference Proceedings, III, Oregon, Westview Press, p. 1054-60.