

MANEJO DA FERTILIDADE DOS SOLOS EM ÁREAS
PRODUTORAS DO FEIJOEIRO EM PERNAMBUCO. I.
ADUBAÇÃO MINERAL COM N, P e K EM LITOSSOLO. *

RIVALDO CHAGAS MAFRA
Prof. Assistente do Dep. de
Agronomia da UFRPE. Consultor
Técnico do Projeto Feijão.
Bolsista do CNPq.

JAIR TEIXEIRA PEREIRA
Pesquisador da Empresa Per-
nambucana de Pesquisa Agro-
pecuária (IPA).

EVERALDO DE VASCONCELOS
BANDEIRA
Técnico da Superintendência
do Desenvolvimento do Nor-
deste (SUDENE).

GERALDO ROBERTO DE A. LIMA
Pesquisador da Empresa Per-
nambucana de Pesquisa Agro-
pecuária (IPA).

JOSÉ BARBOSA CABRAL
Prof. da Universidade Federal
da Paraíba. Campus II. Areia.

*Os resultados do primeiro ano de um experimento fato-
rial N, P e K do tipo 2³, componente de um estudo sobre o manejo da
fertilidade de um litossolo através da comparação entre os siste-
mas "Rotação (Feijão x Mato)" e "Cultivo Contínuo", conduzido em
Caruaru, na região do Agreste Central de Pernambuco, foram anali-
sados em relação a contribuição de cada nutriente na produtividade
da cultura e concentração do elemento na folha da planta. A adu-
bação com 60 kg/ha de uréia, em cobertura, aumentou a produtivida-
de da cultura e o teor de nitrogênio na folha. Por outro lado, a
aplicação de cloreto de potássio (60 kg/ha), em fundação, provocou
um efeito depressivo sobre a produtividade, possivelmente pela in-
terferência do cloro na absorção pela planta de nitrogênio e fós-
foro. A elevação do teor de cálcio na folha nos tratamentos com
superfosfato triplo e naqueles que receberam potássio, não elevou a*

* Trabalho efetuado com recursos do Convênio SUDENE/IPA, Acordo
UFRPE-IPA e Bolsa de Pesquisa do CNPq.

produtividade, reduziu a relação K/Ca e esteve quase sempre associada a um menor teor de nitrogênio na folha.

INTRODUÇÃO

Alguns, litossolos da zona produtora de feijão apresentam um elevado "fator capacidade" para determinados nutrientes como potássio, cálcio e magnésio. Como solos jovens possuem baixo "fator intensidade" e, conseqüentemente, pode não manter um razoável estoque de nutrientes quando cultivados em sistema intensivo. FREITAS³, trabalhando nos solos litólicos de Pesqueira, Pernambuco, por muitos anos, propõe: culturas em faixas terraceadas; mínima mobilização superficial; lavoura de "mulching" e adubação de preferência organo-mineral para um sistema ideal nas regiões semiáridas tropicais. MAFFRA & MIRANDA⁹ verificaram, que o fósforo foi o principal nutriente responsável por uma produtividade mais elevada do feijoeiro, em relação a fertilidade natural de um solo litólico na Estação Experimental de Caruaru, durante o período de 4 anos de cultivo intensivo, muito embora a interação N x P tenha apresentado alguma contribuição.

A avaliação do efeito do "pousio" na manutenção da fertilidade do solo, em comparação com o cultivo intensivo, pode ser efetuada através da variação do teor dos principais nutrientes da camada arável. O cultivo "contínuo", segundo JONES⁷, provoca a redução da fertilidade do solo através da diminuição do armazenamento d'água, modificação da estrutura do solo e perda de nutrientes por lixiviação ou erosão superficial. LE MARE⁸, trabalhando na Tanzânia, em solo franco arenoso, sem diferenciação de horizontes, verificou que a adubação com nitrogênio e fósforo manteve uma elevada produção de algodão por 6 anos, muito embora, fosse necessária a aplicação de calcário para manutenção da produtividade por mais 3 anos.

O presente estudo procura avaliar se o sistema "rotação anual com vegetação nativa" (pousio), complementada ou não com adubação mineral, é capaz de manter a fertilidade do solo por um longo período. Também tenta mensurar o efeito da adubação mineral, em cultivo "contínuo", sobre a manutenção a longo prazo de um estoque de nutrientes disponíveis para a planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está estruturado sob dois modelos matemáticos diferentes. O modelo matemático para o estudo de "pousio" estabelece um conjunto de tratamentos, que, dispostos esquematicamente no sentido de colunas constituem as "séries" e no sentido das linhas, os "ciclos".¹

	Série 1	Série 2	Ano
	Mato	Feijão	1976
Ciclo I	Feijão	Mato	1977
	Mato	Feijão	1978
Ciclo II	Feijão	Mato	1979
	Mato	Feijão	1980
Ciclo III	Feijão	Mato	1981
	Mato	Feijão	1982

A "série" é formada pelo sistema "pousio" e "cultura" ao longo dos anos e o "ciclo" através do conjunto "pousio" e "cultura" entre as "séries" a cada dois anos. O efeito da interação tratamento x ano será interpretado à luz dos aspectos por MILLER¹⁰: *et alii*.

Para comparação da eficiência do sistema "pousio" x

cultura" foi estabelecido, paralelamente e ao longo do tempo, um sistema de "cultivo contínuo", como está abaixo esquematizado:

		Sistema Rotação		Sistema Cultivo	Ano
		Feijão x Mato (pousio)		Contínuo	
		Série 1	Série 2		
Ciclo I		Mato	Feijão	Feijão	1976
		Feijão	Mato	Feijão	1977
		Mato	Feijão	Feijão	1978
Ciclo II		Feijão	Mato	Feijão	1979
		Mato	Feijão	Feijão	1980
Ciclo III		Feijão	Mato	Feijão	1981
		Mato	Feijão	Feijão	1982

Dentro de cada ano e em cada sistema foi estabelecido um conjunto de tratamentos, que constitui um experimento do tipo fatorial 2^3 , onde foram estudados os efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio, sobre a produtividade da cultura. Colocados em um delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições os tratamentos em número de oito estão abaixo descritos:

- 1 - Testemunha (T)
- 2 - Nitrogênio (N) - 60 kg/ha
- 3 - Fósforo (P) - 120 kg/ha de P_2O_5
- 4 - Potássio (K) - 60 kg/ha de K_2O
- 5 - NP
- 6 - NK
- 7 - PK
- 8 - NPK

As fontes dos nutrientes foram: uréia (44% de N); superfosfato triplo (41% de P_2O_5) e cloreto de potássio (58% de K_2O e 47% de Cl). O fósforo e o potássio foram distribuídos a lanço

da maneira mais uniforme possível na superfície do terreno e incorporados a uma profundidade de 10 a 15 cm. O nitrogênio aplicado parceladamente, 1/3 da dose dez dias após o plantio e o restante dez dias após a primeira aplicação. Antes do plantio foi coletada uma amostra composta do solo de cada uma das repetições para determinação dos teores de P, K, "Ca + Mg", Al e o pH.

Em pleno florescimento (50% das plantas com flores) serão coletados a partir do 2º ano, na área útil de cada parcela 60 folíolos totalmente desenvolvidos na parte mediana de 20 plantas tomadas ao acaso. A variedade utilizada foi o feijão do tipo "mulato" denominada "IPA-74-19".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O campo experimental foi instalado na Estação Experimental de Caruaru, no Agreste Central de Pernambuco, situado a 8°14'S, 38°00'W, a uma altitude de 664 m. A pluviosidade média anual da localidade é 657 mm, tendo no entanto chovido durante o ciclo da cultura, apenas 181,7 mm assim distribuídos:

Tabela 1 - Distribuição da Precipitação Pluvial Durante o Ciclo da Cultura - var. IPA-74-19 - Caruaru - 1976.

Mês e	Decêndio	Quantidade de Chuvas (mm)
Maio		
	Decêndio I	15,1
	" II	8,9
	" III	45,1 - Plantio
	Total	<u>69,1</u>
Junho		
	Decêndio I	14,6
	" II	8,4
	" III	18,0
	Total	<u>41,0</u>
Julho		
	Decêndio I	5,8 - Florescimento
	" II	19,5
	" III	21,4
	Total	<u>46,7</u>
Agosto		
	Decêndio I	0,0
	" II	7,3
	" III	17,6
	Total	<u>24,9</u>
TOTAL GERAL		<u>181,7</u>

Em relação a disponibilidade da umidade o ano foi totalmente desfavorável à cultura, pois apesar de não ser uma planta exigente em água, o feijoeiro necessita de pelo menos 300 mm bem distribuídos. Na tabela 1 é fácil verificar, que para atingir o florestamento, atravessando inclusive o "grande crescimento" a planta dispôs apenas de 50 mm. Esta situação conseqüentemente

limitou o crescimento da planta, afetando seriamente sua capacidade produtiva, como também a absorção dos nutrientes e até a própria solubilidade dos fertilizantes.

O solo em que o experimento foi instalado, um litossolo de textura entre franco-arenosa e arenosa, apresentou para uma profundidade de aproximadamente 20 cm, um teor não muito baixo de fósforo, elevado teor de "Ca + Mg", quase que ausência de alumínio e pH entre 5,9 e 6,5 (tabela 2).

Tabela 2 - Teores dos Nutrientes nas Três Repetições do Litossolo de Caruaru - 1976*

	I	II	III	Média
Fósforo (ppm)**	7,0	9,0	5,0	7,0
Potássio (ppm)**	92,0	100,0	72,0	88,0
Cálcio + Magnésio (me%)**	4,5	4,4	3,7	4,2
Alumínio (me%)**	0,1	0,0	0,0	0,03
pH	6,5	5,8	5,9	6,1

* Análises efetuadas no Laboratório de Química de Solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA).

** VETTORI.¹²

Com pequena limitação de fósforo a fertilidade natural do solo não pode ser totalmente utilizada pela planta, pois, a produtividade média do ano foi em torno de 1,100 kg/ha já atingidos em condições normais de chuvas.

O estudo do comportamento isolado ou associado de cada um dos nutrientes mostrou o efeito da adubação nitrogenada, que provocou acréscimos entre 10 e 17% na produtividade da cultura (tabela 3). Aplicação do nitrogênio em cobertura, aumentou o teor deste nutriente na folha das plantas nos tratamentos N, NP e NPK com reflexos na elevação da produtividade (tabela 3).

A concentração de nitrogênio na folha para os diver—

sos tratamentos, com pequenas variações, está próxima da considerada "ótima" (5%) por MACKAY e LEEFE citados por HOWELER.⁶ Por outro lado, a presença do nitrogênio e ou de fósforo aumentou em geral o teor de fósforo na folha, mesmo que a elevação desta concentração para um nível "ótimo" (0,4%) nem sempre tenha provocado um incremento na produção.

Outro aspecto a ser considerado, é que a adubação potássica provocou um decréscimo na produção, principalmente quando o nutriente foi aplicado isoladamente (tabela 3). Teores de potássio na folha superiores ao considerado "ótimo" (2%) por HOWELER⁶, foram atingidos quase sempre na presença da adubação com potássio, nitrogênio e no próprio tratamento testemunha (tabela 3), o que revela o elevado teor nutriente nesse tipo de solo.

Tabela 3 - Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na Folha do Feijoeiro, Produtividade e Posição Relativa - Caruaru-1976.

Tratamento	Teores de Nutrientes na Folha (%) *			Produtividade (Kg/ha)	Posição Relativa (%)
	N	P	K		
Testemunha	4,20	0,25	2,25	1.015	-
Nitrogênio (N)	4,65	0,39	2,40	1.121	10
Fósforo (P)	4,24	0,44	2,01	1.034	1
Potássio (K)	3,96	0,21	2,35	903	-11
NP	4,61	0,24	2,40	1.187	17
NK	4,17	0,27	2,21	1.031	1
PK	4,18	0,36	2,16	1.063	5
NPK	4,54	0,44	1,96	1.159	14

* Segundo SARRUGE¹¹

É bastante evidente a ação da adubação potássica em reduzir um pouco ou manter igual ao da testemunha o teor de nitrogênio e também de fósforo na folha, sendo que no caso deste último nutriente na ausência de fertilizante fosfatado (tabela 3).

Esse efeito parece não ser da ação direta de potássio, porém de íon cloro complementar do fertilizante utilizado. Na absorção de anions pela planta, há uma forte competição do cloro com o nitrato, sulfato e fosfato, segundo *BURGHARDT*, citado por *GOUNY*⁵, principalmente pela posição que ocupa na série liotrópica. A facilidade de penetração do cloro foi maior ainda, pois, o nitrogênio foi colocado somente em cobertura parceladamente (1/3) da dose 10 dias após o plantio e o restante 10 dias depois e sob a forma de uréia. Ao lado disto as condições de umidade do solo não favoráveis a solubilização de adubo fosfatado e também a nitrificação, uma certa preferência do feijoeiro pela forma amoniacal segundo *FASSBENDER*² e o estímulo do fertilizante nitrogenado sob forma amoniacal para a absorção do cloro segundo *GOUNY*⁵, facilitaram mais ainda a absorção de cloro pela planta. O efeito depressivo do cloro sobre a biologia do feijão foi verificado recentemente por *FURLANI*⁴ *et alii*, que constataram a redução da área foliar, produção de sementes e o retardamento da formação de vagens por doses elevadas de cloreto de potássio.

O teor de cálcio na folha da planta sofreu a influência dos diferentes tratamentos atingindo valores acima e abaixo do considerado "ótimo" (2,18%). O aumento do teor de nutriente na folha foi provocado não só pela adubação com superfosfato triplo (20% de CaO), principalmente na ausência do nitrogênio, mas também pela ação de cloro presente nos tratamentos com cloreto de potássio (tabela 4).

Tabela 4 - Teor de Cálcio, Relação K/Ca na Folha do Feijoeiro e Produtividade - Caruaru - 1976.

Tratamento	Teor de Cálcio na folha (%) [*]	K/Ca	Produtividade (Kg/ha)
Testemunha	1,89	1,19	1.015
Nitrogênio (N)	1,70	1,41	1.121
Fósforo (P)	2,69	0,75	1.034
Potássio (K)	2,59	0,91	903
NP	1,52	1,58	1.187
NK	3,30	0,67	1.031
PK	3,14	0,69	1.063
NPK	1,84	1,06	1.159

* Segundo SARRUGE¹¹

Segundo HAAS e BARBIER citados por GOUNY⁵ o cloro favorece a absorção de cálcio, provocando em determinadas situações uma diminuição da relação K/Ca. A redução de valor dessa relação parece depender mais da ação de cloro competindo com o nitrogênio e estimulando a absorção de cálcio, em elevado teor no solo (tabela 2), que pelo aumento do teor de potássio. Como no caso deste experimento o nitrogênio foi o principal nutriente limitante da produção, é fácil verificar, que os tratamentos com maior concentração de cálcio na folha apresentam também menor teor de nitrogênio, (tabela 3 e 4). De outra maneira, a possível absorção do nitrogênio sob forma amoniacal, competindo com a absorção do cálcio, reduziu o teor de cálcio na folha, afetando em alguns tratamentos as relações K/Ca.

CONCLUSÕES

Nas condições de baixa disponibilidade de umidade e para um litossolo onde o nitrogênio foi o nutriente condicionante da produção, foi constatado que:

- a) a adubação com uréia (60 Kg/ha de N) em cobertura elevou o teor de nitrogênio na folha da planta, resultando também em um aumento na produtividade da cultura;
- b) a adubação com cloreto de potássio em solo com teor elevado deste nutriente, pode deprimir a produção, possivelmente pela ação de cloro ao interferir na absorção de nitrogênio e fósforo pela planta;
- c) o teor de cálcio na folha do feijoeiro aumentou com o emprego do superfosfato triplo e também com a adubação potássica, sendo que nesta última situação ao que parece pela ação positiva de cloro;
- d) uma maior concentração de cálcio na folha não elevou a produção e além de reduzir a relação K/Ca, esteve quase sempre associada a uma menor concentração de N na folha.

BIBLIOGRAFIA

1. CADY, F. B. & MASON, D. D. Comparison of fertility treatments in crop rotation experiment. *Agronomy Journal*, Madison, 56 (5):476-9, 1964.
2. FASSBENDER, H. W. La fertilizacion del frijol (*Phaseolus sp.* *Turrialba*, Costa Rica, 17(1):46-52, 1967.
3. FREITAS, M. de B. *Roteiro para utilização do agreste com base na conservação do solo*. Recife, Moinho Recife, 1971. 33 p.
4. FURLANI, A. M. C.; HIROCE, R.; ANGELOCCI, L.R.; VAN RAIS, B.; FURLANI, P.R. Desenvolvimento e nutrição do feijoeiro em função da aplicação de doses de cloreto e de sulfeto de potássio. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 30(7):855-63, 1978. Suplemento.

5. GOUNY, P. Observaciones sobre el comportamiento del vegetal en presencia de iones de cloro. *Revista de La Potassa*, Seccion 3, 45a. cont. Berna, (5):1-14, 1973.
6. HOWELER, R. H. *Analisis de algunos cultivos tropicales*. Cali, CIAT, 1974. 22 p. Mimeografado.
7. JONES, E. Principles for using fertilizers to improve red ferrallitic soils in Uganda. *Experimental Agriculture*, London, 8(4):315-32, 1972.
8. LE MARE, P. H. A long term experiment on soil fertility and cotton yield in Tanzânia. *Expl. Agric.*, 8(4):299-310, 1972.
9. MAFRA, R. C. & MIRANDA, P. Efeito acumulativo de NPK no feijoeiro em solos litólicos do Agreste de Pernambuco. 1971. Dados não publicados.
10. MILLER, P. A.; ROBINSON, H. F.; POPE, C. A. Cotton variety testing; additional information in variety x environment interactions. *Crop Science*, Chicago, 2(4):349-52, 1962.
11. SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 57 p.
12. VETTORI, L. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).