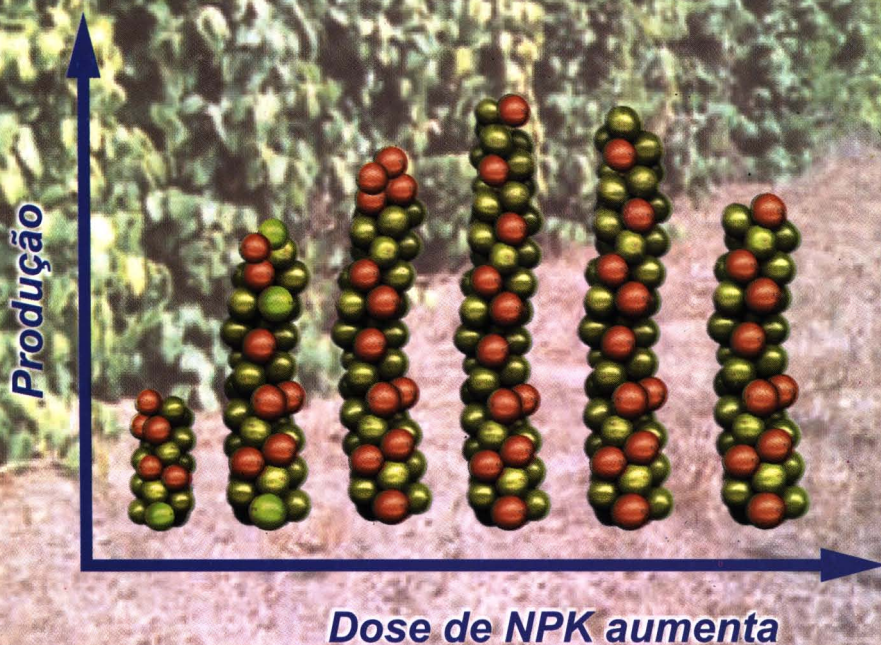


EFEITO DA ADUBAÇÃO NPK NA NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA PIMENTA-DO-REINO, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PARÁ



**Efeito da Adubação NPK na Nutrição e
Produtividade da Pimenta-do-reino, no
Município de Tomé-Açu, PA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Marcus Vinícius Pratini de Moraes
Ministro

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores

Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão
Chefe Geral
Miguel Simão Neto
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha
Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Célio Armando Palheta Ferreira
Chefe Adjunto de Administração

**Efeito da Adubação NPK na Nutrição e
Produtividade da Pimenta-do-reino, no
Município de Tomé-Açu, PA**

Raimundo Freire de Oliveira
Emmanuel de Souza Cruz



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (91) 276-6653, 276-6333

Fax: (91) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

José de Brito Lourenço Júnior

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Nazaré Magalhães – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Carlos Alberto Costa Veloso – Embrapa Amazônia Oriental

João Elias Lopes F. Rodrigues – Embrapa Amazônia Oriental

Sônia Maria Botelho Araújo – Embrapa Amazônia Oriental

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Rosa Maria Melo Dutra

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S. Efeito da adubação NPK na nutrição e produtividade da pimenta-do-reino, no município de Tomé-Açu, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 32).

ISSN 1517-2228

1. Pimenta-do-reino – Nutrição – Tomé-Açu – Pará – Brasil. 2. NPK. 3. Produtividade. I. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). II. Título. III. Série.

CDD: 633.84098115

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Kogi Inada, por haver cedido o pimental para a instalação do experimento e pelo apoio prestado durante a condução das atividades de pesquisa, e à Camta, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Getúlio Kazuyuki Sasaki, pelo apoio dado na seleção do pimental.

Sumário

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

EFEITO DA ADUBAÇÃO NPK NA NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA PIMENTA-DO-REINO, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, Pará

Raimundo Freire de Oliveira¹
Emmanuel de Souza Cruz¹

RESUMO: Utilizou-se uma área com plantas de três anos de idade, da cultivar Cingapura, em Latossolo Amarelo textura média, onde houve aplicação de calcário e de adubos orgânicos e químicos durante o período de formação das pimenteiras. Os tratamentos foram aplicados no início do quarto e do quinto anos de cultivo, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, no esquema fatorial fracionado 2/3(3x2x4), sendo os fatores N (0, 65 e 130 g/planta), P₂O₅ (0 e 60 g/planta) e K₂O (0, 100, 200 e 300 g/planta), fornecidos como uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. As unidades experimentais constituíram-se de 20 pimenteiras, distribuídas em quatro linhas com cinco plantas, sendo as seis centrais consideradas como plantas úteis. A avaliação foi efetuada através da produção de pimenta preta e do estado nutricional determinado através do método DRIS, sendo as amostras de folhas coletadas no período de crescimento rápido dos frutos. No quinto ano de cultivo verificou-se resposta significativa ao N e ao K. A análise de regressão indicou resposta linear ao N ($r^2 = 1,0^*$), com retorno econômico de US\$ 1,104.19/ha para a dose de 130 g de N/planta. Para o K, a resposta foi quadrática ($r^2 = 0,99^*$), sendo a dose ótima estimada em 123 g de K₂O/planta, que proporcionou o lucro de US\$ 1,260.56/ha. A ordem de deficiência a excesso de nutrientes evidenciou que o Mn, seguido do Cu, foram sempre os mais limitantes no quinto ano de cultivo, ocasionando a queda de 29% na produtividade média experimental, em comparação ao ano anterior. Concluiu-se que: 1) Pimentais com histórico de adubação em torno de 700 g de P₂O₅/planta, durante os três primeiros anos de cultivo, e que apresentarem no terceiro ano, índices DRIS para P com valores ao redor de 8, não necessitam de adubação fosfatada nos dois anos seguintes; 2) Entre os micronutrientes estudados, o Mn, seguido do Cu, são os que apresentam maior potencial para limitar, por deficiência, o rendimento de pimenta preta em pimentais adultos de alta produtividade, cultivados em Latossolo Amarelo.

Termos para indexação: pimenta-do-reino, DRIS, macronutrientes, micronutrientes, efeito residual.

¹Eng.-Agr. M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 660017-970, Belém, PA.

RESIDUAL EFFECT OF FERTILIZERS ON THE NUTRITION AND PRODUCTION OF BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.)

ABSTRACT: The economical doses of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium were determined in three year old black pepper plants, cultivar Singapore grown for three years in a Yellow Latosol, medium texture, which had been fertilized with Calcium, NPK and organic matter, previously. In the early of the fourth and fifth year cultivation, N (0, 65 and 130 g/plant), P_2O_5 (0 and 60 g/plant) and K_2O (0, 100, 200 and 300 g/plant) were applied split in a randomized block design with three replicates and analyzed in a fractional factorial $2/3$ ($3 \times 2 \times 4$). Each plot held four lines with five plants each being the six central plants regarded as useful plants. The effect of the different treatments was recorded as production of dry pepper per plant and the nutrition status determined by Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). The results obtained after the fifth year cultivation have shown significant response to Nitrogen and Potassium. The regression analysis indicated a linear response to N ($y = 3.1 + 0.00462x$) with economic return of US\$ 1,100.19/ha when 130 g N/plant were applied. For Potassium, the quadratic regression ($y = 3.005 + 0.00805x - 0.00002x^2$) has shown that the optimal dose was estimated in 123 g K_2O /plant that has given a benefit of US\$ 1,260.56/ha. The order of deficiency to excess of nutrients evidenced that Manganese and Copper were always the limitable nutrients in the fifth year cultivation resulting in a loss of 29% productivity in comparison with the fourth year. In view of the data obtained we came to the conclusion that pepper plantation fertilized with 700 g P_2O_5 /plant during the first three years cultivation and with DRIS index for Phosphorus near 8 do not need P_2O_5 application for the next two years; among the nutrients tested Manganese and Copper have shown greater potential to limit, by deficiency, black pepper production in pepper plantation established in Yellow Latosols, in the State of Pará, Brazil.

Index terms: black pepper, DRIS, macronutrients, micronutrients, residual effect fertilizer.

INTRODUÇÃO

A pipericultura é uma das atividades agrícolas do Estado do Pará onde a prática da adubação, em maior ou menor escala, é uma constante. Entretanto, as pesquisas na área de nutrição e adubação desta cultura ainda são escassas. Em consequência do alto grau de resposta da cultura a fertilizantes (Albuquerque & Conduru, 1971) e da carência de informações, são utilizadas pelos pipericultores, as mais variadas fórmulas e maneiras de aplicação de adubos.

Não foram encontradas na literatura nacional informações sobre o efeito de níveis de NPK na produção de pimenta-do-reino na fase adulta. Kato (1978) enfatiza que o N e o K são os macronutrientes exigidos em maior quantidade pelas pimenteiras, enquanto o Fe e o Mn se destacam entre os micronutrientes mais absorvidos (Veloso et al. 1998).

No Estado do Pará, muitos produtores às vezes exageram nas quantidades de um nutriente em detrimento de outro. Esse comportamento, caso não conduza a cultura a um desequilíbrio nutricional, concorre para diminuir os lucros do produtor, devido os adubos serem fornecidos em quantidades acima das necessárias. Em levantamentos efetuados por Oliveira et al. (1997, 1998a e 1998b) foram detectados distúrbios nutricionais em pimenteiras adultas nos municípios de Tomé-Açu, Paragominas e Baião, no Estado do Pará.

As respostas das culturas aos nutrientes na fase de produção são influenciadas tanto pela fertilidade natural do solo quanto pelo efeito residual das adubações aplicadas no período de formação das lavouras. Nas condições de solos pobres da região amazônica (Falesi, 1972), onde são efetuados os cultivos da pimenta-do-reino, a maior interferência nas respostas aos fertilizantes na fase produtiva, provavelmente ocorrerá em função dos resíduos das adubações anteriores.

O fósforo está entre os nutrientes que mais contribuem para um efeito residual no solo, que pode perdurar por vários cultivos. Segundo Lobato (1982), o efeito na produção de mi-

lho, da dose de 160 kg/ha de P_2O_5 , aplicada no início de um experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, praticamente cessou após a décima colheita. Neves et al. (1981) encontraram em pimentais decadentes situados nas zonas bragantina e guajarina, no Estado do Pará, depois de quatro anos, da última adubação, teores de P em torno de 50 mg/dm³ no local da aplicação dos fertilizantes, em contraste com o valor de 1 mg/dm³ fora desse local.

Os estudos de adubação em pimentais adultos, onde esteja presente o efeito residual de nutrientes aplicados durante a fase de formação das plantas, são necessários para gerar informações sobre esse efeito na produtividade e no estado nutricional das plantas, com vistas a subsidiar recomendações adequadas de fertilizantes.

Neste trabalho objetivou-se determinar o efeito de doses de N, P e K na produtividade e nutrição da pimenta-do-reino em um pimental adulto.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução desta pesquisa utilizou-se o pimental de um produtor, localizado no ramal Arraia, no município de Tomé-Açu, Estado do Pará, com plantas da cultivar Cingapura, de três anos de idade, no espaçamento de 3,0 m x 2,5 m, em área de Latossolo Amarelo, textura média.

Segundo os registros do proprietário do pimental, a lavoura vinha sendo conduzida de acordo com as práticas normais da região. Foram obtidas informações com o proprietário referentes aos tipos e quantidades de adubos químicos e orgânicos aplicados nas pimenteiras durante os três primeiros anos (Tabela 1).

Para a avaliação do estado nutricional e da produtividade do pimental, no terceiro ano, foram feitas amostragens em quatro quadras distribuídas ao acaso na área, com dez plantas cada, onde se colheram amostras de folhas e dados de rendimento de pimenta preta.

TABELA 1. Quantidades de N, P, K, Ca e Mg fornecidas às plantas nos três primeiros anos de cultivo, em um pimental de Tomé-Açu, PA, onde foi instalado um ensaio de adubação NPK, no quarto ano de cultivo.

Ano de cultivo	Quantidade (g/planta) ⁽¹⁾				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1º	52	317	17	530	152
2º	48	31	34	5	8
3º	57	365	65	425	78

⁽¹⁾ Calculadas em função dos registros do produtor, incluindo aplicações de calcário e de adubações química e orgânica.

No quarto ano de cultivo, antes do início do experimento, tomaram-se duas amostras de solo, da camada de 0-20 cm, formadas por quinze subamostras cada, sendo uma retirada na zona de adubação e a outra na região entre duas plantas da mesma linha, cujos resultados das análises constam na Tabela 2 .

TABELA 2. Resultados de análises de amostras de solo (0 – 20 cm) coletadas antes da aplicação dos tratamentos em um ensaio de adubação NPK, instalado no início do quarto ano de cultivo, em pimental de Tomé-Açu, PA.

Determinação	Zona de adubação	Entre plantas
P (mg/dm ³)	260	20
K (mg/dm ³)	18	18
Ca (mmolc/dm ³)	29,0	22,0
Ca + Mg (mmolc/dm ³)	36,0	24,0
Al (mmolc/dm ³)	1,0	1,0
pH (H ₂ O)	5,9	5,8
MO (g/dm ³)	16,9	17,6

Os tratamentos foram aplicados no início do quarto ano de cultivo, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, no esquema fatorial fracionado $2/3(3 \times 2 \times 4)$, sendo os fatores N (0, 65 e 130 g/planta), P_2O_5 (0 e 60 g/planta) e K_2O (0, 100, 200 e 300 g/planta). Estas doses foram reaplicadas no quinto ano.

O fósforo foi aplicado em dose única, por ocasião da implantação dos tratamentos, no início de fevereiro, quando também foram fornecidos $1/3$ do nitrogênio e $1/3$ do potássio. Em meados de março, foram aplicados mais $1/3$ do nitrogênio e $1/3$ do potássio, enquanto o restante destes nutrientes foi aplicado em meados de abril. Em meados de março, foi também aplicada a quantidade de 300 g de calcário dolomítico/planta, exceto nas pimenteiras das parcelas da testemunha, sem adubação. As fontes de nutrientes para nitrogênio, fósforo e potássio, foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

As unidades experimentais eram compostas de 20 plantas, distribuídas em quatro linhas com cinco pimenteiras cada. As seis pimenteiras centrais constituíam as plantas úteis da parcela, para coleta de dados de produção e de amostra de folhas. A coleta de amostra de folhas foi efetuada no mês de abril, no período de crescimento rápido dos frutos, sendo tomadas oito folhas por planta, no terço mediano da copa, nos quatro pontos cardeais (Waard, 1969).

As amostras de folha foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de aproximadamente 60 °C, até peso constante, moídas e passadas em peneira de número 20. Realizaram-se análises químicas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn e Mn. Para a determinação de N, foi feita a digestão por oxidação sulfúrica, enquanto que para os demais nutrientes foi utilizada a mistura nitro-perclórica (Sarruge & Haag, 1974). O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, o P por colorimetria de molibdato-vanadato, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica, e o S por turbidimetria do sulfato de bário, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

A avaliação estatística dos dados de produção foi efetuada através da análise de variância (teste de Tukey a 5%). Quando houve resposta significativa, foram ajustadas curvas de regressão, adotando-se o modelo polinomial que melhor se ajustou aos dados. Para determinar o estado nutricional, foram calculados os índices DRIS, o índice de balanço nutricional (IBN) e a ordem de limitação a excesso dos nutrientes, utilizando-se as normas de referência para pimenta-do-reino estabelecidas pela Embrapa Amazônia Oriental (Oliveira et al. 1998b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são mostrados os dados de produção de pimenta preta no ano anterior ao estabelecimento do experimento, bem como nos dois anos em que foram aplicadas as doses de adubos. A produtividade média apresentada no terceiro ano é considerada alta e característica de pimentais que receberam quantidades elevadas de fertilizantes. Essa produtividade está acima da média encontrada para os pimentais do município de Tomé-Açu, em levantamento do estado nutricional efetuado por Oliveira et al. (1997), que foi de 3,06 kg/planta.

No quarto ano de cultivo não houve respostas significativas aos efeitos isolados de N, P e K, como pode ser observado na Tabela 3. No quinto ano de cultivo também não houve resposta ao P, mas verificou-se resposta significativa ao N e ao K. Pela análise de regressão, a resposta para N foi linear (Figura 1), enquanto que para o K foi quadrática (Figura 2).

A aplicação da maior dose de N (130 g/planta) proporcionou, no quinto ano de cultivo, o aumento de 19,4 % no rendimento de pimenta preta, em comparação com o tratamento que não recebeu adubação nitrogenada.

TABELA 3. Rendimento de pimenta preta em um pimental de Tomé-Açu, PA, no terceiro ano de cultivo, antes da instalação de um experimento de adubação NPK, e no quarto e quinto anos, sob o efeito de doses de fertilizantes.

Nutriente	Dose (g/planta)	Pimenta preta (kg/planta)		
		3º ano	4º ano	5º ano
N	57			
P ₂ O ₅	365	3,9 ⁽¹⁾	-	-
K ₂ O	65			
N	0	-	4,7 a ⁽²⁾	3,1 b
	65	-	4,8 a	3,4 ab
	130	-	5,1 a	3,7 a
P ₂ O ₅	0	-	4,8 a	3,4 a
	60	-	4,9 a	3,4 a
K ₂ O	0	-	4,7 a	3,0 b
	100	-	4,8 a	3,6 ab
	200	-	4,8 a	3,7 a
	300	-	5,0 a	3,4 ab
Média experimental			4,8	3,4

⁽¹⁾Média de quatro parcelas com dez plantas cada.

⁽²⁾Para cada ano, médias do mesmo nutriente seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A curva de regressão para o K indicou que a produção máxima de pimenta preta (3,73 kg / planta) foi obtida com a dose de 175 g de K₂O/planta . A dose para a obtenção da produção ótima (90% da produção máxima) foi estimada em 123 g de K₂O/planta, correspondendo à produção de 3,66 kg/ planta de pimenta preta.

A seguir serão apresentados dados da análise econômica, onde foram considerados valores em dólar para insumos, mão-de-obra e pimenta preta, em fevereiro de 2001.

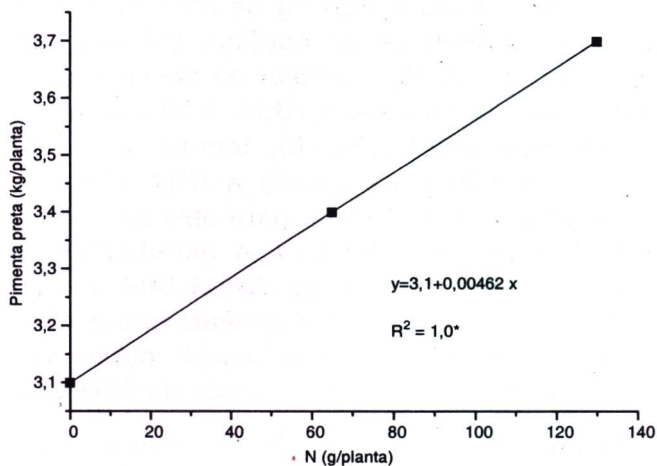


Figura 1. Efeito de doses de N sobre a produção de pimenta preta, em um pimental de Tomé-Açu, no quinto ano de cultivo.

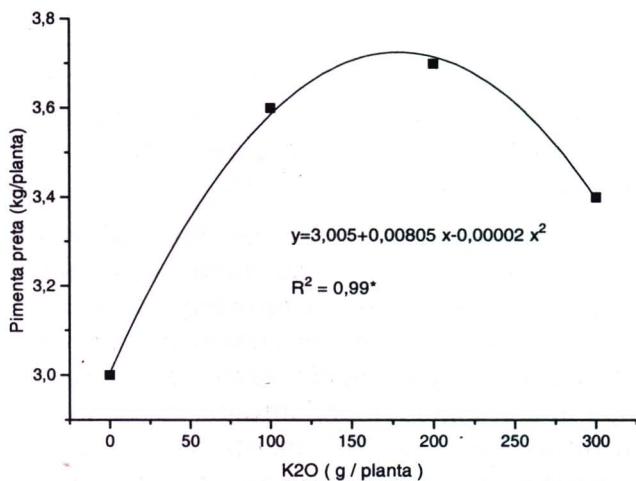


Figura 2. Efeito de doses de K₂O sobre a produção de pimenta preta, em um pimental de Tomé-Açu, no quinto ano de cultivo.

O acréscimo de rendimento obtido com a dose máxima de N, sobre o rendimento do tratamento sem adubação nitrogenada, correspondeu a 800 kg de pimenta preta/ha (1.333 plantas/ha). Considerando-se os coeficientes técnicos apresentados em Stein et al. (1995), o valor da diária pago a um trabalhador no município de Tomé-Açu (US\$ 3.72), bem como o valor da tonelada de uréia (US\$ 251.16), tem-se que o custo desse acréscimo de produção corresponde a US\$ 175.81, incluindo 385 kg de uréia/ha, a mão-de-obra para aplicação do adubo (três parcelamentos) e para a colheita e o beneficiamento. Com o preço da pimenta preta cotado em US\$ 1,600.00/t, tem-se que o valor obtido com os 800 kg de pimenta preta corresponde a US\$ 1,280.00 donde, deduzindo os custos, obtém-se o lucro de US\$ 1,104.19/ha com a aplicação da dose de 130 g de N/planta.

O acréscimo de produção auferido com a dose ótima de K_2O , sobre o tratamento onde este nutriente não foi aplicado, correspondeu a 880 kg de pimenta preta/ha. Considerando-se a aplicação de 273 kg de cloreto de potássio/ha (US\$ 251.16/t), bem como os coeficientes já mencionados, o custo desse acréscimo de produção corresponde a US\$ 147.44 e o valor de venda a US\$ 1,408.00, com lucro de US\$ 1,260.56/ha, mediante a aplicação de 123 g de K_2O /planta.

Deve-se considerar que os acréscimos de produção em resposta ao N foram obtidos na presença da dose adequada de K e vice-versa. Portanto, os lucros auferidos com a aplicação desses nutrientes não podem ser somados.

A ausência de resposta ao P nos dois cultivos é atribuída ao efeito residual das quantidades deste nutriente que foram aplicadas durante os três anos de formação do pimental (Tabela 1). Durante os três anos iniciais de cultivo foi aplicado o total de 713 g de P_2O_5 /planta, quantidade essa considerada exagerada quando comparada à sugestão encontrada em Stein et al. (1995), que está em torno 200 g de P_2O_5 /planta, incluindo as adubações químicas e orgânicas, para o mesmo período de formação de cultivo.

O excesso de adubação fosfatada pode ser constatado pelos altos teores de P determinados no solo da zona de adubação, após os três primeiros anos de cultivo (Tabela 2). Os elevados teores de P no solo são explicados não apenas pelas altas quantidades de P_2O_5 que foram aplicadas, mas também pela baixa mobilidade deste nutriente no solo, que contribuiu para um maior efeito residual, o qual pode durar por vários anos depois da aplicação (Neves et al. 1981; Lobato, 1982).

Os baixos teores de K encontrados na Tabela 2, evidenciam que as quantidades deste nutriente que foram aplicadas não propiciaram efeito residual. Este nutriente, além de ser um dos mais exigidos pelas plantas de pimenta-do-reino (Kato, 1978), está sujeito a perdas por lixiviação (Oliveira & Galvão, 1999). Estes fatores diminuem a possibilidade de acúmulos de K no solo de um ano para o outro.

Pelos dados da Tabela 3, constata-se que houve a queda de 29% na média experimental de rendimento do quinto ano de cultivo (3,4 g/planta) em comparação com a média referente ao quarto ano (4,8 g/planta). A ordem de deficiência a excesso de macro e de micronutrientes (Tabela 4) evidencia que o Mn e o Cu foram sempre os mais limitantes no quinto ano de cultivo, indicando que concorreram para essa queda de produtividade. No quinto ano de cultivo, os índices DRIS para Mn mostraram que houve diminuição gradativa da deficiência deste nutriente com o aumento das doses de N (Tabela 4), havendo alta correlação entre os índices DRIS e as produtividades de pimenta ($r = 1,0$). Quanto ao Cu, a correlação entre os índices DRIS e as produtividades, no quinto ano de cultivo, foi alta, porém negativa ($r = - 1,0$), indicando um efeito contrário ao da adubação nitrogenada na disponibilidade desse micronutriente.

Pesquisas mostram que a uréia, como outras fontes de N amoniacal, pode acidificar o solo e aumentar a disponibilidade de Mn para as plantas (Moraes, 1983). É estimado que a diminuição de uma unidade no valor do pH aumenta em cem vezes a disponibilidade de Mn na solução do solo (Malavolta & Kliemann, 1985).

TABELA 4. Índices DRIS de macro e de micronutrientes, IBN e ordem de deficiência a excesso, em um pimental de Tomé-Açu, antes (3º ano de cultivo) e durante a condução (4º e 5º anos de cultivo) de um ensaio com níveis de NPK.

Ano de cultivo	Nutriente (g/planta)	Índices DRIS										IBN	Ordem de deficiência a excesso
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn		
3º	N (57)												
	P ₂ O ₅ (365)	-8	8	-8	1	4	3	0	-3	4	-1	40	N = K > Fe > Zn > Cu > Ca > S > Mg = Mn > P
	K ₂ O (65)												
4º	N ₀ (0)	-7	2	-3	4	1	4	0	8	-5	-4	38	N > Mn > Zn > K > Cu > Mg > P > Ca = S > Fe
	N ₁ (65)	-5	1	3	5	0	4	0	5	-4	3	30	N > Mn > K = Zn > Mg = Cu > P > S > Ca = Fe
	N ₂ (130)	-5	3	-7	5	5	4	-3	5	-3	-4	44	K > N > Zn > Mn = Cu > P > S > Ca = Mg = Fe
	P ₀ (0)	-5	2	-5	5	3	5	-4	6	-4	-3	42	N = K > Mn = Cu > Zn > P > Mg > Ca = S > Fe
	P ₁ (60)	-5	-1	-2	6	1	6	-3	6	-5	-3	38	N = Mn > Zn = Cu > K > P > Mg > Ca = S = Fe
	K ₀ (0)	-4	-2	-7	7	6	6	-3	2	-3	-2	42	K > N > Mn = Cu > P = Zn > Fe > Mg = S > Ca
	K ₁ (100)	-8	2	-4	4	0	3	-2	14	-6	-3	46	N > Mn > K > Zn > Cu > Mg > P > S > Ca > Fe
	K ₂ (200)	-5	1	-4	5	3	5	-4	6	-4	-3	40	N > K = Mn = Cu > Zn > P > Mg > Ca = S > Fe
5º	K ₃ (300)	-4	5	-2	6	1	4	1	0	-5	-6	34	Zn > Mn > N > K > Fe > Mg = Cu > S > P > Ca
	N ₀ (0)	3	4	10	-3	0	6	-5	-4	-13	2	50	Mn > Cu > Fe > Ca > Mg > Zn > N > P > S > K
	N ₁ (65)	6	4	9	-3	-2	1	-6	-4	-10	2	44	Mn > Cu > Ca > Mg > Fe > S > Zn > P > N > K
	N ₂ (130)	7	2	6	0	1	-1	-7	-1	-7	0	32	Mn = Cu > S = Fe > Ca = Zn > Mg > P > K > N
	P ₀ (0)	5	3	6	-2	-1	2	-6	-1	-9	3	38	Mn > Cu > Ca > Mg = Fe > S > P = Zn > N > K
	P ₁ (60)	6	4	9	-2	-1	3	-5	-3	-11	0	44	Mn > Cu > Fe > Ca > Mg > Zn > S > P > N > K
	K ₀ (0)	7	2	0	0	4	3	-6	-3	-9	2	36	Mn > Cu > Fe > K = Ca > P = Zn > S > Mg > N
	K ₁ (100)	3	5	9	-3	-1	4	-6	-2	-10	1	44	Mn > Cu > Ca > Fe > Mg > Zn > N > S > P > K
	K ₂ (200)	6	2	10	-3	-1	1	-6	-2	-9	2	42	Mn > Cu > Ca > Fe > Mg > S > P = Zn > N > K
	K ₃ (300)	5	5	12	-2	-3	0	-6	-1	-11	1	46	Mn > Cu > Mg > Ca > Fe > S > Zn > N = P > K

As causas mais freqüentemente apontadas como responsáveis pelo aparecimento de deficiência de Mn são: baixo nível de Mn nativo no solo; baixa disponibilidade devido a pH elevado (7,0 ou mais); alto conteúdo de matéria orgânica no solo; alta umidade do solo; e excesso de calagem (Yamada, 1996). Nas condições desta pesquisa, o fator com maior potencial para causar a deficiência de Mn é o baixo teor nativo no solo. Segundo Singh (1984), no trópico úmido brasileiro, os Latossolos estão entre solos que são pobres em Mn. Oliveira et al. (1998a), em levantamento do estado nutricional de pimentais no município de Baião, mencionam a ocorrência de plantas de pimenta-do-reino deficientes em Mn, em áreas de Latossolo Amarelo. Por outro lado, deve ser mencionado, ainda, que este micronutriente é o segundo mais absorvido por plantas de pimenta-do-reino, segundo Veloso et al. (1998).

Observa-se na Tabela 4, que os índices DRIS para N, no quinto ano de cultivo, são sempre positivos, inclusive no tratamento sem aplicação de uréia, indicando que as plantas não estavam deficientes em N. Ao contrário, como mencionado anteriormente, o Mn aparece como o mais deficiente no tratamento sem aplicação de uréia e menos deficiente na maior dose deste fertilizante, indicando que o aumento de produtividade ocorrido no quinto ano de cultivo com a aplicação de uréia, não se deveu somente ao N, mas também ao Mn, que teve sua disponibilidade aumentada pela acidificação do solo causada pelo adubo nitrogenado.

CONCLUSÕES

Pimentais com histórico de adubação que indiquem a aplicação em torno de 700 g de P_2O_5 /planta, durante os três primeiros anos de cultivo, e que apresentem no terceiro ano de cultivo, índices DRIS para P com valores ao redor de 8, não necessitam de adubação fosfatada nos dois anos seguintes.

Entre os micronutrientes estudados, o Mn, seguido do Cu, são os que apresentam maior potencial para limitar, por deficiência, o rendimento de pimenta preta em pimentais adultos de alta produtividade, cultivados em Latossolo Amarelo, textura média.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F.C. de.; CONDURÚ, J.M.P. Cultura da pimenta-do-reino na região amazônica. Belém: IPEAN, 1971. 149p. (IPEAN. Fitotecnia, v.2, n.3).
- FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. In: IPEAN (Belém, PA). Zoneamento agrícola da Amazônia: 1ª aproximação. Belém, 1972. p.17-67. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).
- KATO, A.K. Teor e distribuição de N,P,K, Ca e Mg em pimenteiras-do-reino (*Piper nigrum* L.). Piracicaba: ESALQ, 1978. 75p. Dissertação Mestrado.
- LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região centro-oeste. In: OLIVEIRA, A.J. de; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W.J. ed. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. p.201-239.(EMBRAPA-DID. Documentos, 21).
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. de. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: Potafos, 1985. 136p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MORAES, F.R.P. de. Adubação do cafeeiro: macronutrientes e adubação orgânica. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A., coord. Nutrição e adubação do cafeeiro. 3. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1983. p.77-89.
- NEVES, A.D.S.; PEREIRA, G.C.; MORAES, F.I.O.; CAMPOS, A.X. de. Nível atual de fertilidade dos solos de pimentais decadentes. Itabuna: CEPLAC, 1981. 10p. (CEPLAC. Boletim Técnico, 87).
- OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S.; BASTOS, J.B.; ALBUQUERQUE, F.C. de; MURAOKA, T.; SASAKI, G.K. Aplicação do DRIS para determinação do estado nutricional de pimenta-do-reino em Tomé-Açu, PA. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém. Anais. Belém: EMBRAPA-CPATU/JICA, 1997. p.259-67. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 89).

- OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S.; COSTA, A.N. da. **Determinação do estado nutricional da pimenta-do-reino em Baião, PA, através do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998a. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 208).
- OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S.; COSTA, A.N. da. **Utilização do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na determinação do estado nutricional da pimenta-do-reino em Paragominas, PA**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998b. 28p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 191).
- OLIVEIRA, R.F. de; GALVÃO, E.U.P. **Alterações da fertilidade do solo cultivado com milho e caupi submetidos à calagem e adubação química, em Irituia-PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 26p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 13).
- SARRUGE, J.R.; HAGG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SING, R. **Disponibilidade de micronutrientes em classes dominantes de solos do trópico úmido brasileiro. II. Manganês**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 42p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 62).
- STEIN, R.L.B.; ALBUQUERQUE, F.C. de; DUARTE, M. de L.R.; NUNES, A.M.L.; CONTO, A.J. de; FERNANDES, J.E.L.R.; MELO, C.F.M. de; SILVA, A. de B.; KATO, O.R. **A cultura da pimenta-do-reino**. Belém: EMBRAPA-CPATU/Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995.
- VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J.G. de. **Deficiências de micronutrientes em pimenta-do-reino. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1883-1888, 1998.
- WAARD, P.W.F. de. **Foliar diagnosis, nutrition and yield stability of black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak**. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1969. 149p. Royal Tropical Institute. (Communication, 58).

YAMADA, T. Nutri-fatos: Informações agronômicas sobre nutrientes para as culturas. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 16p. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 73).



Amazônia Oriental

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (091) 276-9845, Fone: (91) 299-4500,
CEP 66095-100, Belém, PA
www.cpatu.embrapa.br*

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
E DO ABASTECIMENTO**



A impressão deste trabalho foi patrocinada pelas seguintes instituições:

AGRONAG COMÉRCIO E REPRESENTAÇÃO LTDA

Av. Dionísio Bentes, s/n – Telefone: (0xx91) 3734 - 1129 Quatro Bocas
Tomé-Açu – PA

COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU

Av. Dionísio Bentes, 210 – Telefax: (0xx91) 3734 -1136 Quatro Bocas
Tomé-Açu – PA