

Efeito da Adubação NPK na Produtividade, Nutrição e Sanidade da Pimenteira-do-reino, em Castanhal, Pará



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 299-4500
Fax: (91) 276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Leopoldo Brito Teixeira
Secretária-Executiva: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Membros: Antônio Pedro da Silva Souza Filho
Expedito Ubirajara Peixoto Galvão
João Tomé de Farias Neto
Joaquim Ivanir Gomes
José de Brito Lourenço Júnior

Revisores Técnicos

Carlos Alberto Costa Veloso – Embrapa Amazônia Oriental
Ismael de Jesus Matos Viégas - Embrapa Amazônia Oriental
George Rodrigues da Silva -Ufra

Supervisor editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisor de texto: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Normalização bibliográfica: Isanira Coutinho Vaz Pereira
Editoração eletrônica: Euclides Pereira dos Santos Filho

1ª edição

1ª impressão (2002): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Oliveira, Raimundo Freire de

Efeito da adubação NPK na produtividade, nutrição e sanidade da pimenteira-do-reino, em Castanhal, PA / Raimundo Freire de Oliveira, Emmanuel de Souza Cruz, Moisés Mourão Júnior. – Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

34p. : il. ; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

ISSN 1676 -5265

Pimenta-do-reino – Adubação – Castanhal – Pará – Brasil. 2. NPK. 3. Nutrição vegetal. 4. Produtividade. 5. Mortalidade. 6. Análise econômica. I. Cruz, Emmanuel de Souza. II. Mourão Júnior, Moisés. III. Título. IV. Série.

CDD 633.84098115

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	13
Conclusões	31
Agradecimentos	32
Referências Bibliográficas	32

Efeito da Adubação NPK na Produtividade, Nutrição e Sanidade da Pimenteira-do-reino, em Castanhal, PA

*Raimundo Freire de Oliveira*¹

*Emmanuel de Souza Cruz*²

*Moisés Mourão Júnior*³

Resumo

Objetivou-se determinar o efeito de doses de N, P e K na produtividade, nutrição e mortandade de plantas de pimenta-do-reino, esta causada por podridão-de-raízes, em um pimental adulto da cultivar Cingapura. O ensaio foi conduzido em Latossolo Amarelo textura média, no 5º e 6º anos após o plantio. Os 15 tratamentos definidos pela matriz Plan Puebla III foram dispostos em blocos ao acaso, com três repetições, com cinco doses de uréia (16, 96, 160, 224 e 304 g/planta/ano), superfosfato simples (27, 162, 270, 378 e 513 g/planta/ano) e cloreto de potássio (12, 72, 120, 168 e 228 g/planta/ano). Constatou-se resposta marcante somente para N. Com 16 g de uréia, 162 g de superfosfato simples e 72 g de cloreto de potássio, as produtividades de pimenta preta foram de 1,37 e 3,69 kg/planta, para o 5º e 6º anos, respectivamente. Alterando-se apenas a quantidade de uréia para 96 g, essas produtividades aumentaram para 1,76 e 5,2 kg/planta. Constatou-se perda de potássio por lixiviação. No final do experimento, a média de plantas mortas/parcela com sintoma de podridão radicular foi de 18,6%, mas não houve correlação significativa entre o número de plantas mortas e alguns atributos nutricionais de solo ou entre os índices DRIS.

Termos para indexação: *Piper nigrum*, DRIS, macronutrientes, micronutrientes, efeito residual, podridão-de-raiz, Latossolo Amarelo.

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

²Eng.-Agrôn., M.Sc., Ex-pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Av. Nazaré, 491, Aptº. 1101, CEP 66035-170, Belém, PA.

³Biólogo - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Roraima, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.

Effect of Fertilization With N, P, K on Yield, Nutrition and Healthy of Black Pepper (*Piper nigrum* L.)

Abstract

The objective of this work was to study the effect of N, P, K, fertilization on yield, nutrition and mortality of black pepper trees, caused by root rottenness. The experiment was carried out on Oxisol medial texture using plants of cultivar Singapore with five and six years of age. The fifteen treatments defined by matrix Plan Puebla III was designed as randomized block, with three replications. The treatments were five levels of urea (16, 96 160, 224 and 304 g/plant/years), five levels of simple superphosphate (27, 162, 270, 378 and 513 g/plant/years), and five levels of potassium chloride (12, 72 120, 168 and 228 g/plant/years). Only the application of N showed significant effect. With 16 g of urea, 162 g of simple superphosphate and 72 g of potassium chloride, the black pepper yield was 1,37 kg/plant and 3,69 kg/plant at 5^o and 6^o years, respectively. When changed the urea quantity to 96 g/plant, the yield increased to 1,76 and 5,20 kg/plant. There was loss of potassium by leaching. In the end of experiment the medial value of dead plants/parcel with root rottenness was 18,6%, but did not show significative correlation between number of dead plants and the parameters of soil nutrition or between the DRIS index.

Index termes: black pepper, DRIS, macronutrients, micronutrients, residual effect fertilizer

Introdução

Para culturas de elevada exigência nutricional como a pimenteira-do-reino (Kato, 1978; Veloso et al. 1998) e que apresentam alto grau de resposta à aplicação de fertilizantes (Albuquerque & Condurú, 1971; Oliveira & Cruz, 2001), é de fundamental importância o conhecimento das quantidades a serem aplicadas, tanto na fase de formação quanto na fase de produção. Nitrogênio, potássio e cálcio são os nutrientes mais exigidos, e uma pimenteira adulta necessita anualmente de 120 g de K, 90 g de N, 80 g de Ca, 11 g de Mg e 10 g de P, para sua manutenção e produção (Kato, 1978).

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 pimenteira-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 têm um efeito residual no solo, que pode perdurar por vários cultivos. Segundo Lobato (1982), o efeito na produção de milho, na dose de 160 kg/ha de P_2O_5 , aplicada no início de um experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, praticamente cessou somente após a décima colheita. Neves et al. (1981) encontraram em pimentais decadentes situados nas zonas bragantina e guajarina, no Estado do Pará, com 4 anos após a 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 encontrado fora desse local.

Entretanto, a perda de potássio por lixiviação é favorecida, nas condições regionais, em consequência de solos com baixa CTC e sob clima com elevada precipitação pluviométrica. Não foram encontradas na literatura informações específicas para a cultura da pimenteira-do-reino, mas, em estudos envolvendo outras culturas observa-se que a lixiviação de potássio pode ocorrer nas condições amazônicas (Oliveira & Galvão, 1999).

A nutrição equilibrada das plantas é de fundamental importância para o crescimento e produção. Os desbalanços nutricionais podem, também, afetar os mecanismos de defesa das plantas, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de pragas e de doenças. O efeito do estado nutricional da planta nos mecanismos de defesa contra doenças causadas por ataques de fungos é bastante evidente (Marschner, 1986).

Os relatos mais freqüentes dos efeitos dos nutrientes sobre as doenças dizem respeito a nitrogênio, fósforo e potássio. Estudos com a fusariose do tomateiro evidenciaram que elevados níveis de fósforo aumentam a severidade da murcha, enquanto a combinação de doses elevadas de calcário com baixos teores de fósforo no solo produz efeito contrário (Woltz & Jones, 1973).

Baixos níveis de potássio no solo podem reduzir a resistência de várias espécies de plantas quanto ao ataque de patógenos, como aqueles relacionados com a murcha de *Verticillium* em tomateiro e algodoeiro (Marschner, 1986; Pennypacker, 1990) e com o cancro-da-haste em soja (Borkert, 1992).

Os pipericultores regionais têm observado que adubações nitrogenadas excessivas favorecem o aparecimento de doenças na pimenteira-do-reino, como foi constatado por Nanbiar et al. (1965).

O objetivo desta pesquisa foi determinar o efeito de doses de N, P e K na produtividade, nutrição e mortandade de plantas de pimenteira-do-reino, esta causada por podridão-de-raízes (*Nectria haematococca* f. sp. piperis), em um pimental adulto.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida em um pimental particular, localizado no ramal do km 21 da Rodovia Castanhal-Curuçá, no Município de Castanhal, PA. As mudas da cultivar Cingapura foram plantadas em 1994, em área de Latossolo Amarelo, textura média. Segundo o proprietário do pimental, durante os primeiros 4 anos, as plantas receberam adubações químicas e orgânicas.

Para a implantação do ensaio utilizou-se uma quadra com 684 plantas distribuídas em 12 linhas. O espaçamento foi de 4,0 m entre as linhas e de 2,0 m entre as plantas. Com vistas à formação de parcelas com plantas o mais uniforme possível, efetuou-se, nessa quadra, um levantamento para determinar o número de falhas (plantas mortas), plantas normais que apresentaram desenvolvimento compatível com a idade, plantas anormais e plantas de outras cultivares. Nesse levantamento obtiveram-se os seguintes dados: 3,2 % de falhas, 4,2 % de pimenteiras da cultivar Bragantina, 78,2 % de plantas normais e 14,4 % de plantas anormais. Durante esse levantamento, observou-se que algumas plantas estavam morrendo com o sintoma de podridão-de-raiz.

Com base nessas informações, efetuou-se o croqui da área experimental onde foram localizadas as parcelas, com plantas da cultivar Cingapura, com boa formação de copa e aspecto sadio.

O experimento foi instalado sob o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos distribuídos de acordo com a matriz Plan Puebla III. Como dose central, adotou-se aquela recomendada em Stein et al. (1995), equivalente a 160, 270 e 120 g/planta, para uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Essas doses corresponderam àquelas referentes ao valor zero, conforme o esquema da Tabela 1.

Além dos 15 tratamentos preconizados pela matriz Plan Puebla III, adotou-se um tratamento extra, cujas doses e parcelamentos seguiram a adubação utilizada pelo proprietário para o restante do pimental. A adubação para 1998, em g/planta, consistiu-se de: 300 g de torta de mamona, 1,2 kg de turfa, 50 g de uréia, 50 g de sulfato de amônio, 225 g de MAP (fosfato monoamônico), 100 g de cloreto de potássio, 2 g de sulfato de zinco e 2 g de bórax. O total dessa mistura foi parcelado em seis vezes, a intervalos de 40 dias aproximadamente. Para 1999, as quantidades foram: 2,0 kg de turfa, 50 g de uréia, 50 g de sulfato de amônio, 100 g de MAP, 100 g de superfosfato simples, 100 g de cloreto de potássio, 10 g de sulfato de zinco e 10 g de bórax. Neste ano, o total dessa mistura foi parcelado em quatro vezes. Também houve aplicação de calcário dolomítico, em cobertura, sendo 1,6 kg/planta, em 1998, e 1,0 kg/planta, em 1999, com vistas ao suprimento de cálcio e magnésio. Esse calcário, com 65% de PRNT, foi aplicado em janeiro de cada ano. Essas quantidades de calcário também foram aplicadas nas parcelas dos 15 tratamentos, na mesma ocasião.

Tabela 1. Doses central e derivadas, da matriz Plan Puebla III, para uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Fertilizante	Doses (g/planta)				
	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,9
Uréia	16	96	160	224	304
Superfosfato simples	27	162	270	378	513
Cloreto de potássio	12	72	120	168	228

As parcelas experimentais constituíram-se de sete plantas, em uma única linha, sendo que as cinco centrais foram consideradas como plantas úteis. Entre as parcelas, deixou-se, pelo menos, uma planta como bordadura. As doses foram sempre aplicadas no primeiro trimestre de 1998, 1999 e 2000, correspondendo ao 5º, 6º e 7º anos de cultivo do pimental.

Como fontes de N, P₂O₅ e K₂O foram utilizados a uréia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio. O fósforo foi aplicado de uma só vez no início de janeiro, em mistura com a metade das doses de nitrogênio e potássio. O restante destes adubos foi aplicado em intervalos de 50 dias da primeira aplicação e subseqüentes.

Na primeira aplicação, juntamente com as doses de N, P e K, foram aplicadas por planta, em todos os tratamentos, as quantidades de 100 g de FTE-BR12, 600 g de turfa e 150 g de torta de mamona. A aplicação desses dois últimos adubos, nas mesmas quantidades, foi repetida na segunda aplicação de NK. A aplicação de todos os adubos foi efetuada em cobertura e em volta da planta.

A amostragem foliar foi realizada em março de cada ano, sendo retiradas oito folhas por planta, em quatro pontos ao redor da copa, no terço mediano. Foram coletadas folhas fisiologicamente maduras, expostas ao sol e de ramos produtivos (Waard, 1969). No tecido foliar foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, para cálculo dos índices DRIS e IBN.

Como variáveis de resposta, registraram-se os dados de crescimento da planta e de produção de sementes frescas. A correção para pimenta preta foi efetuada multiplicando-se o peso de pimenta em cachos frescos por 0,33. Este fator foi utilizado considerando-se que há uma quebra de peso de cerca de um terço de pimenta em cachos para pimenta seca. O crescimento da planta foi avaliado através do volume de copa, utilizando-se o diâmetro da parte mediana da planta e da altura, através da equação

$V = \pi (D/2)^2 h$, em que:

$\pi = 3,1416$,

D = diâmetro e

h = altura.

O volume foi expresso em m³. Na medida da altura da planta, excluiu-se uma pequena porção superior da copa, a qual tende a afunilar-se em uma profusão de ramos onde praticamente não existem frutos.

Para caracterizar a fertilidade do solo, antes da aplicação dos tratamentos, efetuou-se uma amostragem no início de janeiro de 1998, na camada de 0 a 20 cm. Essa amostragem foi realizada por bloco experimental, sendo amostradas todas as parcelas. Em uma planta útil de cada parcela, coletaram-se amostras simples de solo em três pontos, na zona de adubação, sendo um em frente ao tronco da pimenteira e o restante em cada lateral, às proximidades da projeção da copa. Essas amostras foram coletadas com o auxílio de um trado de tubo aberto lateralmente. Antes da introdução do trado no solo efetuou-se uma raspagem bem superficial no local, para a remoção de possíveis resíduos orgânicos e de fertilizantes, capazes de mascarar os resultados das análises.

Com vistas a avaliar os efeitos dos tratamentos na composição química do solo, coletaram-se amostras na camada de 0 a 20 cm. Essas coletas foram efetuadas em fevereiro de 1998 (época A), outubro de 1998 (época B), março de 1999 (época C) e em janeiro de 2000 (época D). O procedimento para a coleta dessas amostras foi semelhante ao adotado na primeira amostragem, na qual as amostras foram retiradas por tratamento e em todas as plantas úteis de cada parcela.

Para avaliar a concentração de nutrientes no solo, em camadas mais profundas e detectar as perdas de potássio, por lixiviação, foram feitas duas coletas seletivas, em 1999, nas parcelas dos tratamentos com doses crescentes de potássio, sendo uma em março (0 a 20 cm e 20 a 40 cm) e a outra em junho (0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm, 30 a 40 cm e 40 a 50 cm). Nesta última data, efetuou-se também,

nessas cinco camadas, a coleta de uma amostra na área de capoeira ao lado do experimento. Para a coleta dessa amostra, seguiu-se um transecto de aproximadamente 75 m, ao longo do qual foram retiradas amostras de 15 pontos distanciados entre si cerca de 5 m, para constituir uma mostra composta.

Na coleta das amostras em várias camadas, teve-se o cuidado especial de evitar possíveis contaminações. A partir da segunda camada do solo, os 15 mm superiores da amostra de cada camada foram eliminados, tendo-se também o cuidado de eliminar, com o auxílio de uma lâmina, a porção lateral da amostra correspondente ao lado aberto do trado. Nessas amostras de solo, determinaram-se os teores de M.O., P, K, Ca + Mg, Al e valor de pH, de acordo com a metodologia adotada pela Embrapa (1979).

Durante a condução do ensaio, efetuaram-se levantamentos periódicos de plantas mortas, devido à incidência de podridão radicular, a fim de determinar correlações com os atributos nutricionais do solo e das plantas.

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. Para a análise de N, fez-se a digestão por oxidação sulfúrica, enquanto para os demais nutrientes, utilizou-se 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.

As análises estatísticas foram conduzidas através do seguinte modelo (1)

$$Y_{ijklm} = A_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_1^2 + \beta_5 x_2^2 + \beta_6 x_3^2 + \beta_7 (x_1 \cdot x_2) + \beta_8 (x_1 \cdot x_3) + \beta_9 (x_2 \cdot x_3) + \varepsilon_{ijklm} \quad (1)$$

Em que:

- β_1 – coeficiente do modelo;
- x_1 – efeito de uréia (U);
- x_2 – efeito de superfosfato simples (SS);
- x_3 – efeito de cloreto de potássio (KCl);
- ε_{ijklm} – erro.

Definido o modelo de análise, empregou-se a metodologia de superfície de resposta quadrática, que contempla os efeitos (i) lineares, (ii) quadráticos das fontes de variação e (iii) o produto cruzado destas fontes, como visto em (1). A

significância dos coeficientes dos efeitos foi considerada no nível de 5% ($\alpha = 0,05$). As análises foram conduzidas com o auxílio do pacote SAS System[®] (*procedure proc mixed e proc model*).

Para determinar o estado nutricional, foram calculados os índices DRIS e o índice de balanço nutricional (IBN), utilizando-se as normas de referência para pimenta-do-reino estabelecidas pela Embrapa Amazônia Oriental (Oliveira et al. 1998).

Resultados e Discussão

A análise estatística revelou que houve resposta significativa somente para a uréia, com resposta diferenciada para cada ano (Tabela 2).

Tabela 2. Ajuste e coeficientes do modelo de superfície de resposta quadrática ao volume e produtividade das plantas de pimenta-do-reino.

V.C.M.	g.l.	Volume (m ³ .planta ⁻¹)			Produtividade (kg.planta ⁻¹)				
		β_1	QM	F	p	β_1	MS	F	p
Intercepto	1	6,990.10 ⁻¹	0,311	48,143	**	2,618	4,36	45,60	**
Ano	1		2,174	336,734	**		64,63	675,88	**
U	1	2,677.10 ⁻³	0,060	9,257	**	1,128.10 ⁻²	1,06	11,10	**
U*U	1	-8,687.10 ⁻⁶	0,033	5,111	*	-2,376.10 ⁻⁵	0,25	2,58	n.s.
SS	1	2,336.10 ⁻⁴	0,001	0,201	n.s.	-6,123.10 ⁻⁴	0,01	0,09	n.s.
SS*SS	1	-1,474.10 ⁻⁶	0,008	1,194	n.s.	1,131.10 ⁻⁶	0,00	0,05	n.s.
KCl	1	8,035.10 ⁻⁴	0,003	0,469	n.s.	-2,167.10 ⁻³	0,02	0,23	n.s.
KCl*KCl	1	6,202.10 ⁻⁶	0,005	0,824	n.s.	4,073.10 ⁻⁵	0,23	2,40	n.s.
U*SS	1	3,563.10 ⁻⁶	0,011	1,682	n.s.	6,594.10 ⁻⁷	0,00	0,00	n.s.
U*KCl	1	-2,291.10 ⁻⁶	0,001	0,137	n.s.	-2,415.10 ⁻⁵	0,10	1,03	n.s.
SS*KCl	1	-4,010.10 ⁻⁶	0,008	1,198	n.s.	-9,650.10 ⁻⁶	0,04	0,47	n.s.
Erro	19		0,006				0,10		

Onde: β_1 - coeficientes; n.s. - não significativa; * - significativa ($p < 0,05$); ** - altamente significativa ($p < 0,01$).

No desdobramento do efeito de uréia, constatou-se que no quinto ano de cultivo este adubo proporcionou crescimento linear do volume de copa das pimentas, sendo acompanhado também por produtividade linear de pimenta seca, enquanto para o 6º ano, a resposta foi quadrática, para esses dois parâmetros (Fig. 1).

A resposta linear ao adubo nitrogenado no 5º ano é uma indicação de que neste ano houve maior demanda de nitrogênio, em comparação ao 6º ano, tanto para o crescimento quanto para a produção.

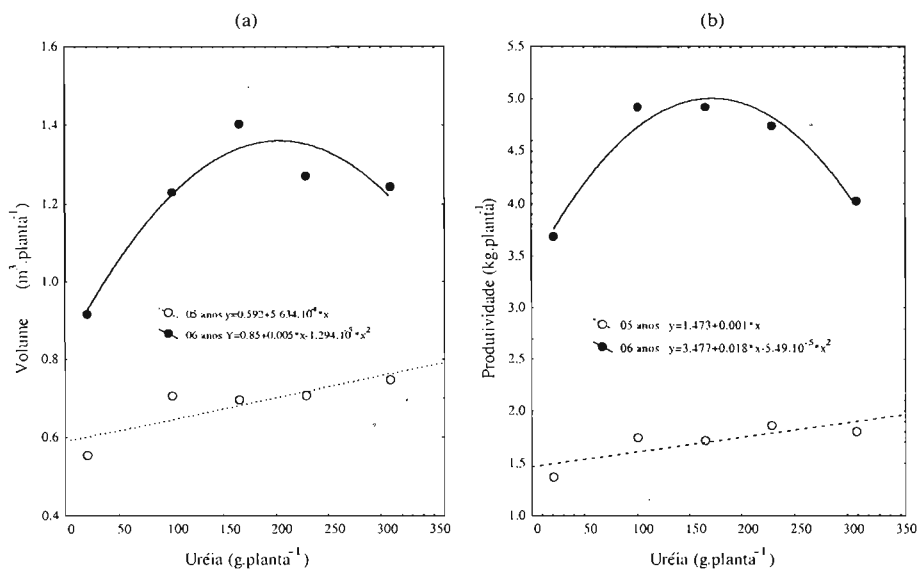


Fig. 1. Relação entre as doses de uréia e volume e produtividade de pimenteira-do-reino em função dos anos de cultivo e seus respectivos ajustes lineares e quadráticos.

Na Tabela 3, verificam-se os dados de volume de copa das plantas e os rendimentos de pimenta preta referentes aos 2 anos de cultivo. No 5º ano, o volume médio foi de $0,70 m^3/planta$, enquanto no 6º, foi de $1,23 m^3/planta$, que corresponde ao incremento de 75% no volume médio.

Entretanto, o volume do 5º ano é considerado baixo e indicativo de que a nutrição dessas plantas durante o período de formação do pimental foi inadequada para proporcionar um maior crescimento.

No Município de Paragominas, PA, em condições de cultivo com aplicação de maiores quantidades de fertilizantes, o volume médio de copa obtido por Oliveira et al. (1998), para pimentais de 5 anos de idade, foi de $1,50 m^3$. Estes autores encontraram relação significativa entre o volume de copa e a produtividade de pimenta preta, com regressão linear ($R^2 = 0,82$).

Tabela 3. Volume de copa e produtividade de pimenta preta em resposta a doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl), em pimenteira-do-reino no 5º e no 6º anos de cultivo. Castanhal, PA, 1998 e 1999.

Tratamento	Doses (g/planta)			1998		1999	
	U	SS	KCl	Volume (m ³ /planta)	Produtividade (kg/planta)	Volume (m ³ /planta)	Produtividade (kg/planta)
1	96	162	72	0,68	1,77	1,31	5,20
2	96	162	168	0,77	2,01	1,40	5,21
3	96	378	72	0,67	1,71	1,11	4,61
4	96	378	168	0,67	1,46	1,17	4,87
5	224	162	72	0,67	2,35	1,27	4,67
6	224	162	168	0,74	1,82	1,39	5,02
7	224	378	72	0,76	1,96	1,23	4,61
8	224	378	168	0,68	1,67	1,20	4,14
9	16	162	72	0,55	1,37	0,92	3,69
10	304	378	168	0,75	1,80	1,24	4,02
11	96	27	72	0,75	1,80	1,27	4,81
12	224	513	168	0,62	1,50	1,06	4,68
13	96	162	12	0,69	1,71	1,12	4,79
14	224	378	228	0,78	1,87	1,46	5,34
15	160	270	120	0,70	1,72	1,40	4,92
Produtor				0,67	1,80	1,16	4,51

Neste estudo também se verificou regressão linear entre os dados de volume de copa e a produtividade de pimenta preta, sendo a análise efetuada com base nos dados dos dois anos de condução do ensaio (Fig. 2). Essa regressão indica que a produtividade é diretamente proporcional ao volume da copa, permitindo deduzir que plantas com valor elevado de volume de copa, mas que tenham baixa produtividade, têm grande probabilidade de estarem com distúrbios nutricionais.

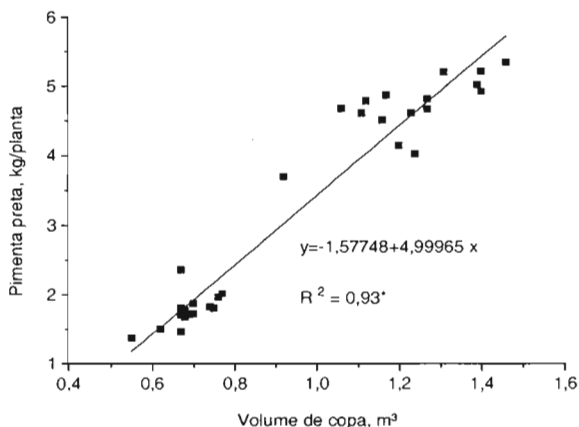


Fig. 2. Correlação entre o volume de copa e a produtividade de pimenta preta em ensaio de adubação NPK, com dados do 5º e do 6º anos de cultivo de pimenteira-do-reino. Castanhal, PA, 1998 e 1999.

Observa-se na Tabela 3 que o tratamento 2, com 96 g de uréia combinada com 162 g de superfosfato simples e 168 g de cloreto de potássio, proporcionou volume de copa maior do que o obtido no tratamento 9, com 16 g de uréia mais 162 g de superfosfato simples e 72 g de cloreto de potássio, nos dois anos de condução experimental.

Na comparação entre esses dois tratamentos, observou-se o efeito marcante no aumento da produtividade de pimenta preta. No 5º ano de cultivo, com a aplicação do tratamento 2, obteve-se produção 46,7% a mais de pimenta preta, em relação ao tratamento 9, enquanto que no 6º ano, essa produtividade foi superior em 41,2%. Entretanto, comparando-se os tratamentos 1 e 9, que são

iguais quanto às doses de superfosfato simples (162 g/planta) e cloreto de potássio (72 g/planta) constatou-se que a dose de 96 g de uréia/planta do tratamento 1 aumentou em 40,9% a produtividade de pimenta preta no 6º ano, em comparação com o tratamento 9, com 16 g de uréia/planta.

Essa resposta evidencia a importância do nitrogênio para o crescimento e a produtividade da pimenteira-do-reino, como tem sido relatado na literatura especializada (Kato, 1978; Oliveira & Cruz, 2001).

Enquanto, no 5º ano, constatou-se o aumento de volume de copa e de produção até a mais alta dose de uréia utilizada (304 g/planta), para o 6º ano de cultivo, a produção máxima indicada pela regressão foi de 5,03 kg/planta, com a dose de 168 g de uréia/planta. Para este ano, a dose necessária à obtenção da produção ótima (90% da produção máxima) foi estimada em 70 g de uréia/planta para que se atinja 4,53 kg de pimenta preta/planta.

No que se refere ao superfosfato simples, não se constatou resposta significativa nos 2 anos de condução do experimento, tanto para crescimento quanto para produtividade. Na Tabela 3, observa-se que o tratamento 1 e o tratamento 11 têm as mesmas doses de uréia e de cloreto de potássio. Comparando-se os dados de volume de copa e de produtividade desses tratamentos, observa-se que não ocorreu diminuição marcante no tratamento 11, que tem a dose de apenas 27 g/planta de superfosfato simples, enquanto, no tratamento 1, essa dose é de 162 g.

A não resposta ao fósforo nos 2 anos de condução do ensaio é atribuída ao efeito residual de adubações aplicadas durante a formação do pimental. O teor de fósforo na amostra de solo coletada antes da aplicação dos tratamentos foi de 129 mg/dm³.

Na Tabela 4, constam os dados de análise de solo (0 a 20 cm), que correspondem aos valores médios das quatro amostragens efetuadas no período de fevereiro de 1998 a janeiro de 2000. Nos dados de fósforo, observa-se que esse nutriente se manteve com teores muito elevados, inclusive no tratamento 11 onde foi aplicada a menor dose de superfosfato simples (27 g/planta/ano). Neste tratamento, o teor médio de fósforo das quatro épocas de amostragem foi de 150 mg/dm³, enquanto que no tratamento 12, com a maior dose (513 g/planta), esse teor médio correspondeu a 302 mg/dm³.

Tabela 4. Resultados médios de análises de amostras de solo (0 a 20 cm) coletadas em quatro épocas em um ensaio de adubação de pimenteira-do-reino com doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl). Castanhal, PA, 1998 a 2000.

Tratamento	Doses (g/planta)			Resultados médios					
	U	SS	KCl	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca + Mg (cmolc/dm ³)	Al (cmolc/dm ³)	pH (água)	MO (mg/dm ³)
1	96	162	72	182	42	3,3	0,0	5,9	1,7
2	96	162	168	161	65	3,2	0,0	5,9	1,7
3	96	378	72	231	44	3,0	0,0	5,7	1,6
4	96	378	168	277	66	3,8	0,0	5,9	1,8
5	224	162	72	176	46	3,3	0,0	5,8	1,6
6	224	162	168	145	68	3,0	0,0	5,9	1,7
7	224	378	72	256	50	3,2	0,0	5,5	1,7
8	224	378	168	234	68	3,3	0,0	5,8	1,8
9	16	162	72	186	47	3,4	0,0	5,8	1,5
10	304	378	168	224	70	3,2	0,0	5,6	1,7
11	96	27	72	150	53	3,0	0,0	5,7	1,8
12	224	513	168	302	62	3,6	0,0	5,9	1,6
13	96	162	12	152	31	2,8	0,0	5,6	1,6
14	224	378	228	202	77	2,7	0,0	5,7	1,8
15	160	270	120	178	57	3,6	0,0	5,8	2,0
Produtor				179	54	3,2	0,1	5,4	1,60
Área experimental *				129	77	2,7	0,1	5,3	-

*Antes da aplicação dos tratamentos (média de três blocos).

Segundo Kato (1978), a pimenteira-do-reino adulta exige anualmente para crescimento e produção, 22 g de P_2O_5 /planta, o que equivale a 110 g de superfosfato simples. Em solo com baixo teor de fósforo assimilável, a produtividade de pimenta é bastante comprometida, como relatado por Chepote et al. (1986). Esses autores observaram que a omissão do fósforo, em presença de 100 kg de N/ha, mais 80 kg de K_2O /ha, condicionou rendimentos semelhantes ao da testemunha e inferiores a esta, quando o fósforo foi omitido e foram duplicadas as doses de nitrogênio e potássio. No início do ensaio, o solo tinha o teor de fósforo de 1 mg/dm³, e atingiu 68 mg/dm³ no último ano de cultivo, em um dos tratamentos com aplicação total, durante os 6 anos de cultivo, de 1.200 kg de P_2O_5 /ha, o que corresponde a cerca de 3.750 g de superfosfato simples por planta durante todo o cultivo.

Em virtude da facilidade da adubação fosfatada deixar um efeito residual no solo (Lobato, 1982; Neves et al. 1981), bem como à predisposição de fornecimento, por parte dos pipericultores, de doses mais altas deste nutriente nos primeiros anos de formação do pimental, há a tendência de não haver resposta à adubação fosfatada em pimentais adultos. Isso foi constatado por Oliveira & Cruz (2001), em um pimental de Tomé-Açu, em Latossolo Amarelo, onde as pimenteiras continuaram produzindo acima de 3 kg de pimenta preta/planta, no 4º e 5º anos de cultivo, nos tratamentos com aplicação de uréia e cloreto de potássio, mas sem adubação fosfatada.

Nesse pimental de Tomé-Açu, a análise de solo (0 a 20 cm) evidenciou, antes da aplicação dos tratamentos, 260 mg/dm³ para fósforo e 18 mg/dm³ para potássio (Oliveira & Cruz, 2001). Esses autores destacam que somente no 2º ano de condução desse experimento ocorreu resposta significativa às doses de cloreto de potássio e de uréia. Destacam ainda que nos anos de formação desse pimental, cada planta recebeu o total de 713 g de P_2O_5 e 116 g de K_2O .

As variações dos teores de fósforo e de potássio no solo (0 a 20 cm), em função das épocas de amostragem, no tratamento com a dose central e nos tratamentos com as doses de 90% abaixo e acima da dose central, são mostradas nas Fig. 3 e 4. Observa-se que o fósforo se mantém com teores altos em todo o período, inclusive no tratamento com a aplicação de apenas 27 g de superfosfato simples. Entretanto, na dose de 513 g/planta, os teores de fósforo são ainda mais altos e tendem a apresentar variações em função da época de amostragem.

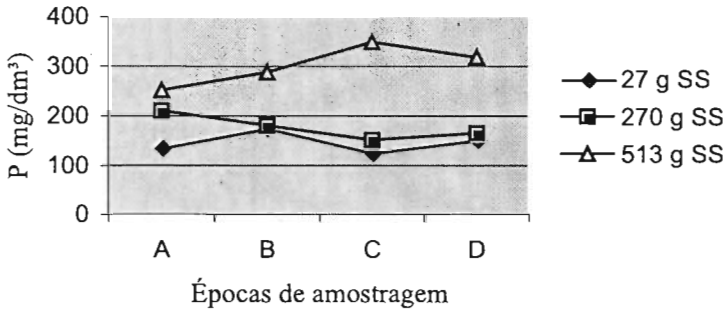


Fig. 3. Teores de fósforo disponível no solo, no tratamento com a dose central (270 g de superfosfato simples/planta/ano) e dos tratamentos com 90% abaixo do central (27 g) e 90% acima (513 g), em fevereiro/1998 (A), outubro/1998 (B), março/1999 (C) e janeiro/2000 (D), em um ensaio de adubação de pimenteira-do-reino, em Castanhal, PA.

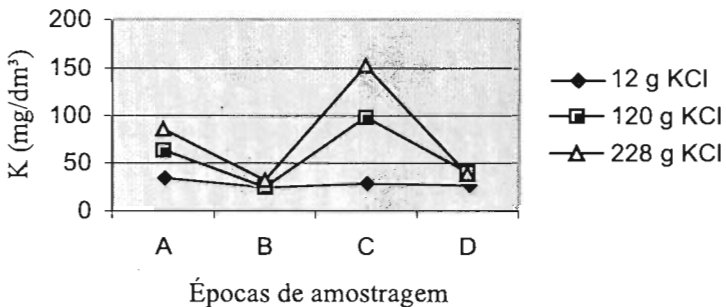


Fig. 4. Teores de potássio trocável no solo, no tratamento com a dose central (120 g de cloreto de potássio/planta/ano) e dos tratamentos com 90% abaixo do central (12 g) e 90% acima (228 g), em fevereiro/1998 (A), outubro/1998 (B), março/1999 (C) e janeiro/2000 (D), em um ensaio de adubação de pimenteira-do-reino, em Castanhal, PA.

De modo semelhante ao que ocorreu com o adubo fosfatado, não se verificou resposta ao cloreto de potássio nos 2 anos de condução do ensaio. Na Tabela 3, não se observa queda de rendimento ou de volume de copa no tratamento 13, com baixa dose do adubo, em comparação com o tratamento 1, com dose bem maior. O potássio é um dos nutrientes mais extraídos pela pimenteira-do-reino e, segundo Kato (1978), uma pimenteira adulta exige cerca de 144 g de K_2O , anualmente, para crescimento e produção, quantidade essa que equivale a 240 g de cloreto de potássio.

Considerando-se os teores de potássio existentes na turfa (0,5% de K_2O) e na torta de mamona (1% de K_2O), estima-se que a adubação orgânica, comum a todos os tratamentos, constituída pela mistura de 1.200 g de turfa + 300 g de torta de mamona, forneceu o equivalente a 15 g de cloreto de potássio/planta/ano. Assim, o tratamento 13 recebeu o total de 27 g de cloreto de potássio e, mesmo assim, não evidenciou queda marcante de produção quando comparado com o tratamento 1, com 72 g de cloreto de potássio, além das 15 g fornecidas pelo adubo orgânico. Admite-se, portanto, que a maior parte do potássio responsável pelo crescimento e produtividade das pimenteiras foi proveniente do efeito residual das adubações de anos anteriores à instalação do ensaio.

A análise de solo da amostra composta, coletada na camada de 0 a 20 cm em janeiro de 1998, antes da aplicação dos tratamentos, indicou o teor de potássio de 77 mg/dm³, considerado como médio. Os teores de potássio em Latossolo Amarelo, como em outros oxissolos, são naturalmente baixos (Falesi, 1972) e só aumentam com a deposição das cinzas resultantes das queimadas, por ocasião do preparo convencional das áreas de cultivo, ou mediante a aplicação de fertilizantes potássicos (Smyth & Bastos, 1984).

Muito embora as pimenteiras necessitem de grandes quantidades de potássio, há evidências de que as plantas apresentam alta eficiência na absorção deste nutriente, pois mesmo em condições de teores baixos no solo ainda podem ser obtidas produtividades consideradas altas. Chepote et al. (1986) conduziram um experimento no sul do Estado da Bahia, onde doses de NPK foram aplicadas desde o plantio das pimenteiras até o último ano de cultivo, no total de 6 anos, em solo de baixa fertilidade natural, com 1 mg/dm³ de fósforo assimilável e 23 mg/dm³ de potássio trocável, na camada de 0 a 20 cm. Estes autores registraram, em quatro anos de colheita, produtividades médias de pimenta preta de 2,88 t/ha - sem adubação, 4,44 t/ha - com aplicação de 100 kg de N/ha + 120 kg de P_2O_5 /ha + 0 kg de K_2O /ha e 5,12t/ha - com o dobro das doses anteriores. Em outro trabalho de adubação NPK, conduzido em pimental adulto

por Oliveira & Cruz (2001), no Município de Tomé-Açu, PA, obteve-se alta produtividade de pimenta preta/planta (4,7 kg), sem adubação potássica, mesmo com o solo apresentando 18 mg/dm³ de potássio trocável, na camada de 0 a 20 cm.

No que diz respeito ao potássio no solo (Fig. 4), observa-se que, no tratamento com a menor dose, as concentrações são sempre baixas, enquanto, nos tratamentos com as doses mais altas, os teores variaram entre baixo e alto. Essa variação está relacionada à época de aplicação do adubo potássico. Verificou-se que, quando a amostragem de solo foi efetuada há cerca de 1 mês após a adubação (épocas A e C), os teores deste nutriente se situaram entre médio e alto, e houve uma diferenciação entre as doses. Quando a amostragem foi efetuada após a colheita da produção de pimenta-do-reino, há cerca de 7 meses depois da última aplicação de cloreto de potássio (época B), ou mesmo decorridos 10 meses dessa aplicação (época D), as concentrações de potássio foram sempre baixas, independentemente da dose aplicada.

Parte dessa diminuição do teor de potássio, na camada de 0 a 20 cm do solo, é creditada à extração pelas pimenteiras, enquanto a lixiviação também desempenhou papel importante nessa perda, carreando o nutriente para camadas inferiores, como pode ser observado na Tabela 5. Nesta tabela, observa-se o aumento gradativo dos teores de potássio trocável na camada de 0 a 20 cm, à medida que aumentaram as doses de cloreto de potássio, o que também ocorre na camada de 20 a 40 cm, indicando que parte da quantidade aplicada do adubo potássico migrou da superfície para camadas mais profundas do solo.

Observa-se também, na Tabela 5, que os teores de fósforo disponível na camada de 20 a 40 cm são altos para os quatro tratamentos amostrados, mas não há indicação de maior acúmulo deste nutriente na camada inferior, em função do aumento de doses. Na camada de 0 a 20 cm, o tratamento 14 (378 g de superfosfato simples/planta) apresenta teor de fósforo superior em cerca de 31% em relação à média dos três tratamentos com dose inferior (162 g). Na camada de 20 a 40 cm, contudo, o teor encontrado neste tratamento é semelhante ao teor médio dos três outros tratamentos amostrados. Diferentemente do potássio, o fósforo não é móvel no solo e, assim, os altos teores deste nutriente na camada de 20 a 40 cm são resultantes do efeito residual de adubações aplicadas nas covas durante o período de formação do pimental. Vale ressaltar que durante a condução deste ensaio os fertilizantes foram sempre aplicados na superfície do solo.

Tabela 5. Resultados de análises de amostras de solo, em duas profundidades, coletadas nas parcelas de quatro tratamentos de um ensaio de adubaçã de pimenteira-do-reino, com doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl). Castanhal, PA, março de 1999.

Tratamento	Doses (g/planta)			Profundidade (cm)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca + Mg (cmolc/dm ³)	Al (cmolc/dm ³)	pH (água)	MO (mg/dm ³)
	U	SS	KCl							
13	96	162	12	0-20	116	31	3,2	0,0	6,0	1,38
				20-40	83	22	1,7	0,4	5,1	1,32
1	96	162	72	0-20	131	65	4,1	0,0	6,2	1,74
				20-40	79	36	2,1	0,3	5,4	1,49
2	96	162	168	0-20	127	137	3,5	0,0	6,1	1,77
				20-40	55	69	1,4	0,4	5,3	1,27
14	224	378	228	0-20	164	153	2,9	0,0	5,9	1,76
				20-40	74	73	1,4	0,5	4,8	1,43

O deslocamento de potássio ao longo do perfil do solo pode ser melhor visualizado na Fig. 5, na qual se verifica o aumento do teor deste nutriente até a camada mais profunda amostrada (40 a 50 cm). Enquanto o solo da área de capoeira apresentou baixíssimos teores de potássio em todo o perfil, no tratamento com 168 g de cloreto de potássio, são encontrados valores médios até a camada de 30 a 40 cm, sendo o teor na camada de 40 a 50 cm quase cinco vezes maior do que o encontrado na mesma camada no solo sob capoeira, onde a fertilidade corresponde às condições iniciais do solo da área antes da implantação do pimental.

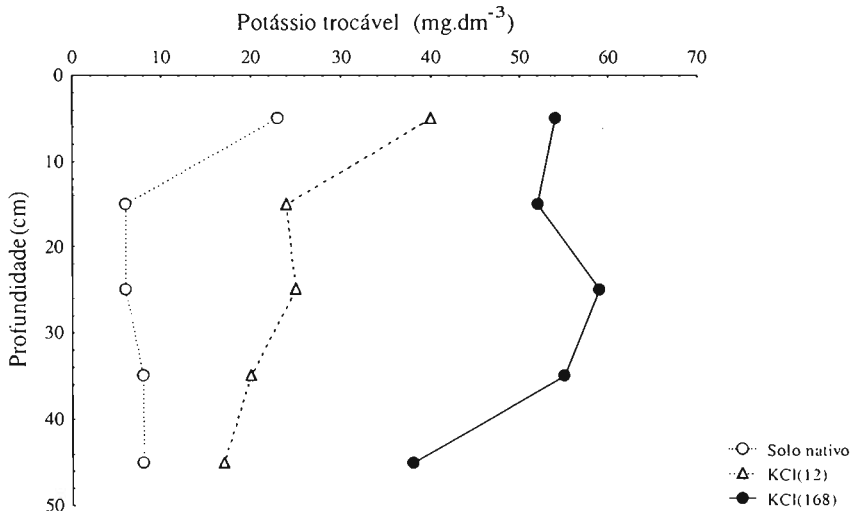


Fig 5. Teores de potássio trocável, em cinco profundidades, em amostras de solo nativo ao lado da área experimental e de solo de dois tratamentos com aplicação de cloreto de potássio em pimenteira-do-reino. Castanhal, PA, junho de 1999.

A maior parte do sistema radicular da pimenteira-do-reino, responsável pela absorção de nutrientes do solo, está localizada na camada de 0 a 15 cm (Waard, 1969). A constatação da lixiviação do potássio para camadas mais profundas, neste trabalho, realça quanto à necessidade de parcelamento dos fertilizantes potássicos, bem como dos adubos nitrogenados também sujeitos à lixiviação.

Os índices DRIS para macro e micronutrientes no tecido foliar das pimenteiras, referentes aos cultivos de 1998 e 1999, encontram-se nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. Muito embora não tenha sido constatada correlação significativa com os dados de produção, observa-se que os tratamentos com as menores doses das fontes de N, P e K, em alguns casos apresentaram valores negativos mais altos de índices DRIS, indicando algum grau de deficiência de nutrientes. Esse fato pode ser melhor visualizado nos dados do segundo cultivo (Tabela 7), no tratamento 9, com a menor dose de uréia, na qual o índice DRIS para nitrogênio (-13) é bem menor que nos demais tratamentos. Vale ressaltar que este tratamento foi o que apresentou a menor produtividade de pimenta preta nos 2 anos de cultivo.

Baixas produtividades associadas a baixos índices DRIS para nitrogênio, variando entre -11 e -14, são reportadas por Oliveira et al. (1997), em levantamento do estado nutricional de pimentais no Município de Tomé-Açu, PA.

Para o potássio, também se verifica o menor índice DRIS (-7), no segundo cultivo, no tratamento 13, no qual foi aplicada a menor dose do nutriente. Neste caso, porém, a produtividade não caiu. Comparando-se o tratamento 13 com o tratamento 1, que recebeu as mesmas doses de uréia e de superfosfato simples, mas com aplicação de 72 g de cloreto de potássio, verifica-se que o índice DRIS (-4) indica menor tendência à deficiência de potássio.

A podridão-de-raízes é a principal causa da morte de plantas de pimenta-do-reino nas condições da Região Amazônica, sendo responsável pelo encurtamento da vida útil dos pimentais (Stein et al. 1995). Na Tabela 8, encontra-se o número médio acumulado de plantas mortas com sintomas de podridão-de-raízes, em cinco levantamentos realizados no período de outubro de 1998 a março de 2000.

Observa-se que até o início de 1999, segundo ano de condução do ensaio, a incidência de podridão-de-raízes ficou restrita ao tratamento 5. Porém, em meados de 1999, cinco tratamentos já tinham apresentado mortes de plantas, estendendo-se esse número para 12 tratamentos no levantamento efetuado no final desse mesmo ano, quando a média de plantas mortas por parcela atingiu 12,2 %. A partir de então, houve um incremento acentuado do número de plantas mortas e, em março de 2000, todos os tratamentos foram atingidos, com a média de 18,6 % de plantas mortas por parcela. Com a mortandade mostrando-se ainda mais acentuada a partir de março, o experimento foi encerrado, sem a obtenção de dados de produção de pimenta em 2000.

Tabela 6. Índices DRIS e IBN determinados em tecido foliar de pimenteira-do-reino, no 5º ano de cultivo, em resposta a doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl). Castanhal, PA, 1998.

Tratamento	Doses (g/planta)			Índices DRIS										IBN
	U	SS	KCl	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	96	162	72	0	-3	4	-1	-7	6	3	17	-7	-12	60
2	96	162	168	3	-5	8	-5	-13	5	6	14	5	-13	77
3	96	378	72	-1	-1	0	-3	-12	7	10	24	-7	-17	82
4	96	378	168	-1	-1	3	-1	-9	11	6	30	-16	-21	100
5	224	162	72	-1	-4	0	-3	-9	6	2	18	2	-4	49
6	224	162	168	-2	-6	0	-14	-14	7	19	12	-5	3	82
7	224	378	72	-5	-5	0	-2	-9	8	10	22	-4	-15	80
8	224	378	168	4	-4	2	-5	-18	12	11	18	-4	-16	94
9	16	162	72	-1	-4	6	-4	-9	10	5	16	-4	-15	74
10	304	378	168	7	-1	3	1	-10	13	15	23	-10	-14	97
11	96	27	72	1	-6	7	-6	-15	11	3	14	1	-6	70
12	224	513	168	3	-2	7	-8	-7	7	5	19	-4	-20	82
13	96	162	12	0	-2	4	-4	-17	9	4	21	-2	-8	71
14	224	378	228	-2	-3	2	-9	-12	3	11	18	-1	-2	63
15	160	270	120	4	-3	7	-5	-24	14	8	14	-3	-12	94
Produtor				-2	-6	4	-4	-11	-14	3	18	3	16	81

Tabela 7. Índices DRIS e IBN determinados em tecido foliar de pimenteira-do-reino, no 6º ano de cultivo, em resposta a doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl). Castanhal, PA, 1999.

Tratamento	Doses(g/planta)			Índices DRIS										IBN
	U	SS	KCl	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	96	162	72	-6	-2	-4	-4	3	4	-5	10	0	1	39
2	96	162	168	-3	-2	-1	-6	8	5	-4	9	-2	2	42
3	96	378	72	-6	0	-2	-4	0	4	6	7	0	2	31
4	96	378	168	-1	-2	0	-4	0	7	-3	8	-1	-1	27
5	224	162	72	-4	-3	-3	-7	4	5	-4	7	2	3	42
6	224	162	168	-2	0	-1	-7	0	6	-1	9	-2	1	29
7	224	378	72	0	-2	-3	-11	6	8	-2	14	1	1	47
8	224	378	168	-3	-4	-2	-11	-6	7	-3	8	0	9	53
9	16	162	72	-13	0	2	-4	0	6	-3	6	0	-1	35
10	304	378	168	-2	-3	-2	-7	2	4	6	8	0	-4	38
11	96	27	72	-8	-1	-4	-5	6	4	-4	5	0	4	41
12	224	513	168	-9	-3	-2	-7	4	5	6	6	0	1	43
13	96	162	12	-4	0	-7	-5	2	4	6	8	-2	1	39
14	224	378	228	-4	-3	-2	-9	0	6	-2	7	1	3	37
15	160	270	120	-5	-3	-1	-6	11	3	-4	10	-1	-2	46
Produtor				-7	-1	-4	-7	1	5	-4	9	1	-3	42

Tabela 8. Número médio acumulado de plantas de pimenta-do-reino mortas, com sintomas de podridão-de-raiz, em tratamentos com aplicação de doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl), no período de outubro de 1998 a março de 2000, em Castanhal, PA.

Tratamento	Doses (g/planta)			Plantas mortas/ parcela				
	U	SS	KCl	Out/1998	Jan/1999	Jun/1999	Dez/1999	Mar/2000
1	96	162	72	0	0	0,33	0,33	0,66
2	96	162	168	0	0	0	1,33	1,66
3	96	378	72	0	0	0	0,66	1,00
4	96	378	168	0	0	0	0	0,66
5	224	162	72	0,33	0,33	0,66	1,00	1,33
6	224	162	168	0	0	0,33	0,66	0,66
7	224	378	72	0	0	0,33	1,00	1,00
8	224	378	168	0	0	0	0,66	1,33
9	16	162	72	0	0	0	0,66	0,66
10	304	378	168	0	0	0,33	0,66	0,66
11	96	27	72	0	0	0	0	0,33
12	224	513	168	0	0	0	0	1,00
13	96	162	12	0	0	0	0,33	0,33
14	224	378	228	0	0	0	0,66	0,66
15	160	270	120	0	0	0	1,33	2,00
Produtor				0	0	0	0,66	1,66
Média experimental				0,02	0,02	0,12	0,62	0,98

Na Tabela 9, observam-se os valores dos coeficientes de correlação entre o número total de plantas mortas, no final do experimento, e alguns atributos nutricionais de solo e planta. Observa-se que, de um modo geral, os valores dos coeficientes de correlação são baixos, não indicando associação significativa entre o número de plantas mortas e os atributos do solo, assim como para os fatores nutricionais da planta, representados pelos índices DRIS.

Tabela 9. Coeficientes de correlação (r) entre o número total de plantas mortas com sintoma de podridão-de-raiz (PM), até março de 2000, e atributos nutricionais de solo e planta, no 5º (1998) e 6º (1999) anos de cultivos de pimenteira-do-reino, em um ensaio de adubação NPK. Castanhal, PA.

Correlação	Coeficientes de correlação (r)		
	1998	1999	Março/1998 – Janeiro/2000
PM x Fósforo assimilável ⁽¹⁾	-	-	0,06 ^{NS}
PM x Potássio trocável ⁽¹⁾	-	-	0,18 ^{NS}
PM x Cálcio + magnésio trocáveis ⁽¹⁾	-	-	0,41 ^{NS}
PM x Matéria orgânica ⁽¹⁾	-	-	0,38 ^{NS}
PM x pH ⁽¹⁾	-	-	0,27 ^{NS}
PM x Índice DRIS para N	0,32 ^{NS}	0,09 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para P	-0,03 ^{NS}	-0,50 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para K	0,17 ^{NS}	0,31 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Ca	0,02 ^{NS}	-0,24 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Mg	-0,40 ^{NS}	0,37 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para B	0,09 ^{NS}	-0,04 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Cu	-0,01 ^{NS}	-0,30 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Fe	-0,25 ^{NS}	0,31 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Mn	0,32 ^{NS}	0,01 ^{NS}	-
PM x Índice DRIS para Zn	-0,20 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-

⁽¹⁾ Valores médios de 4 amostragens no período de março/1998 a janeiro/2000.

^{NS} significativo a 5 %

Na Tabela 10, apresenta-se a análise econômica de produção de pimenteira-do-reino para o 6º ano de cultivo, com base nos preços dos insumos e da pimenta preta, referentes a novembro de 2001. Além do tratamento com a adubação utilizada pelo produtor, são comparados os tratamentos 1 (60% da dose do tratamento central), 9, 11 e 13. Para estes três últimos tratamentos as menores doses de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, corresponderam a 10% das respectivas doses do tratamento central, enquanto as maiores doses corresponderam a 60% desse tratamento.

Tabela 10. Análise econômica de produção de pimenteira-do-reino (1.250 plantas/ha), no 6º ano de cultivo, em tratamentos com doses de uréia (U), superfosfato simples (SS) e cloreto de potássio (KCl), e no tratamento a com adubação usada pelo produtor (Valores em R\$1,00, novembro de 2001).

Discriminação	Tratamento 1			Tratamento 9			Tratamento 11			Tratamento 13			Produtor
	U	SS	KCl	U	SS	KCl	U	SS	KCl	U	SS	KCl	
	96	162	72	16	162	72	96	27	72	96	162	12	
Renda bruta (A)													
• Produção de pimenta preta		19.500,00			13.836,00			18.039,00			17.964,00		16.914,00
Custos devidos à adubação													
• Calcário		212,50			212,50			212,50			212,50		212,50
• Uréia		62,00			10,80			62,10			62,10		33,48
• Sulfato de amônio		-			-			-			-		29,14
• Fosfato monoamônico (MAP)		-			-			-			-		45,88
• Superfosfato simples		105,00			105,00			17,68			105,00		65,00
• Cloreto de potássio		54,00			54,00			54,00			9,00		75,00
• Sulfato de zinco		-			-			-			-		10,80
• Bórax		-			-			-			-		36,00
• FTE - BR 12		72,00			72,00			72,00			72,00		-
• Torta de mamona		97,50			97,50			97,50			97,50		-
• Turfa		345,00			345,00			345,00			345,00		575,00
• Aplicação de calcário		8,00			8,00			8,00			8,00		8,00
• Preparo e aplicação das misturas de adubos		32,00			32,00			32,00			32,00		64,00
Subtotal de custos		988,10			936,80			900,78			943,10		1.154,80
Outros custos													
• Amarrão de plantas		128,00			128,00			128,00			128,00		128,00
• Capinas e roçagens		496,00			496,00			496,00			496,00		496,00
• Colheita e beneficiamento		3.042,00			2.158,00			2.813,00			2.803,00		2.639,00
Subtotal de custos		3.666,00			2.782,00			3.437,00			3.427,00		3.263,00
Total dos custos (B)		4.654,10			3.718,80			4.337,78			4.370,10		4.417,80
Renda líquida (A - B)		14.845,90			10.117,20			13.701,22			13.593,90		12.496,20

Observa-se, na Tabela 10, que o menor lucro foi obtido com o tratamento 9, enquanto o maior foi conseguido com o tratamento 1, sendo a diferença entre os dois de R\$ 4.728,70 por hectare. A única diferença entre as adubações destes tratamentos diz respeito às doses de nitrogênio. No tratamento 1, foram aplicadas 96 g de uréia/planta e, no tratamento 9, somente 16 g.

Entre os cinco tratamentos analisados, a prática do produtor foi o que apresentou o maior custo, por causa da adubação. Em comparação com o tratamento 1, houve um aumento de R\$ 166,70 por hectare nos gastos. No que se refere à renda líquida, o tratamento do produtor apresentou um decréscimo no lucro de R\$ 2.349,70 por hectare, em relação ao tratamento 1.

Conclusões

1. Pimentais adultos, com volume de copa em torno de 1,23 m³/planta e altos teores de fósforo disponível e de potássio trocável no solo, dispensam as adubações fosfatada e potássica, mas exigem a adubação nitrogenada, em doses ao redor de 45 g de N/planta, para produzirem acima de 4,0 kg de pimenta preta/planta, desde que os demais nutrientes não sejam limitantes.
2. No 6º ano de cultivo, a dose subestimada de nitrogênio no tratamento 9, com a aplicação por pimenteira de 16 g de uréia + 162 g de superfosfato simples + 72 g de cloreto de potássio, reduziu o lucro em 32%, em comparação com o tratamento 1, com 96 g de uréia combinada com as mesmas doses de superfosfato simples e de cloreto de potássio do tratamento 9.
3. A constatação de lixiviação de potássio, na zona de adubação das pimentei-ras indica que as aplicações das fontes deste nutriente, assim como as de nitrogênio, também sujeitas a perdas no perfil do solo, devem ser parceladas, nos cultivos de pimenteira-do-reino sob as condições edafoclimáticas da Região Amazônica.
4. O estado nutricional das pimentei-ras, representado pelos índices DRIS, bem como, alguns atributos nutricionais do solo, não influenciaram no número de plantas mortas com sintoma de podridão-de-raízes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Sr. Pedro Ritsuo Tsuruta, por haver cedido o pimental para a instalação do experimento e pelo apoio prestado durante a condução das atividades de pesquisa.

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).

BORKERT, C.M. **Relação da baixa disponibilidade de potássio no solo com a incidência de cancro da haste em soja**. Piracicaba: Potafos, 1992. 12 p. (Potafos. Informações Agronômicas, 60).

CHEPOTE, E.R.; SANTANA, C.J.L. de; SANTOS, R.N. dos. Resposta da pimenta-do-reino a fertilizantes no sul da Bahia. **Revista Theobroma**, v.16, n.4, p.233-242, 1986.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.

FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira In: INSTITUTO DE PESQUISA E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO NORTE (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 pimenteiros-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. 1978. 75f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, 1978.

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).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1986. 674p.

NANBIAR, E.P.; NAIR, T.; MONEY, N.S. Preliminary studies on the incidence of wilt disease of pepper and its relationship to nitrogen end base status of the soil. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.35, p.276-281, 1965.

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, PA. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental : JICA, 1997. p.259-267. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

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, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 32).

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, 1998. 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-CPATU, 1999. 26p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 13).

PENNYPACKER, B.W. The role of mineral nutrition in the control of Verticillium wilt. In: ENGELHARD, A.W. **Management of diseases with macro and microelements**. St. Paul: APS Press, 1990. p.33-51.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SMYTH, T.J.; BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um Latossolo amarelo álico pela queima da vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.127-132, 1984.

STEIN, R.L.B.; ALBUQUERQUE, F.C.; 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. 58p. (Embrapa-CPATU. Coleção plantar, 21).

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J.G. de. Diagnose de deficiências de macronutrientes em pimenta-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.11, p.1889-1896, nov. 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).

WOLTZ, S.S.; JONES, J.P. Interactions in source of nitrogen fertilizer and liming procedure in the control of *Fusarium* wilt of tomato. **Horticultural Science**, v.8, p.137-138, 1973.

Embrapa

Amazônia Oriental

Patrocínio:



Ianetama
Comércio e Representação Ltda.

MIYAUCHI

Matriz Castanhal
Fone: 3721-2566 / 2742
Fax: 3721-1782
0800 704-9960

Filial Ananindeua
Fone: 255-3823 / 3847 / 3947
Fax: 255-0762
0800 704-9927

Chácara Santa Rosa



Av. Rio de Janeiro, 929 - Apto. 402
Fones: (043) 324-5221 / 250-1200
Cel: (043) 995-4155
CEP: 96010-130 - Londrina - PR

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Governo do
BRASIL