

**Diagnóstico da Fertilidade
do Solo e do Estado Nutricional
de Pimenteira-do-reino na
Transamazônica, em Agricultura
Familiar**





ISSN 1676-5265

Abril, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Amazônia Oriental
Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24

Diagnóstico da Fertilidade do Solo e do Estado Nutricional de Pimenteira-do-reino na Transamazônica, em Agricultura Familiar

Raimundo Freire de Oliveira
Pedro Celestino Filho
Serginande Lima Reis

Belém, PA
2004

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) 3204-1044
Fax: (91) 3276-9845
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

Leopoldo Brito Teixeira - Embrapa Amazônia Oriental
José Raimundo N.F. Gama - Embrapa Amazônia Oriental
Francisco Ilton de Oliveira Moraes - Universidade Federal Rural da Amazônia

Supervisor editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisor de texto: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Normalização bibliográfica: Rosa Maria Melo Dutra
Editoração eletrônica: Euclides Pereira dos Santos Filho

1ª edição

1ª impressão (2004): 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.

Diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional de pimenteira-do-reino na Transamazônica, em agricultura familiar/ Raimundo Freire de Oliveira, Pedro Celestino Filho, Serginande Lima Reis. - Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

22p. ; 21cm. - (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24).

ISSN 1676-5265

1. Pimenta-do-reino - Análise foliar. 2. Nutrição vegetal. 3. Fertilidade do solo. I. Celestino Filho, Pedro. II. Reis, Serginande Lima. III. Título. IV. Série.

CDD 633.84

© Embrapa 2004

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	21

Diagnóstico da Fertilidade do Solo e do Estado Nutricional de Pimenteira-do-Reino na Transamazônica, em Agricultura Familiar

Raimundo Freire de Oliveira¹

Pedro Celestino Filho¹

Serginande Lima Reis²

Resumo

Este diagnóstico objetivou verificar o nível da fertilidade dos solos e o estado nutricional das lavouras de pimenteira-do-reino da agricultura familiar na Transamazônica, através da análise de solo e da diagnose foliar, com a utilização do DRIS. Em pimentais de 1 a 5 anos, coletou-se em 2001, amostras de solo e de folhas, enquanto em 2002, somente amostras de folhas. Essas amostras foram tomadas em 15 plantas representativas de cada lavoura. No solo das lavouras, os teores de M.O., variaram de 19 a 38 g/dm³, a saturação por bases de 25,5% a 83,0%, o pH de 4,7 a 6,4 e o Al de 0 a 7 mmol_c/dm³. A variação para os teores de P foi de 2 a 17 mg/dm³ e, para o K, de 23 a 199 mg/dm³. De acordo com os níveis de fertilidade do solo para as culturas em geral, o fósforo é o nutriente mais limitante na maioria dos pimentais da agricultura familiar da Transamazônica, enquanto o estado nutricional das plantas indicou que o maior potencial de resposta à aplicação de nutrientes é para nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio.

Termos para indexação: Macronutrientes, micronutrientes, DRIS, *Piper nigrum* L.

¹Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA. E-mail: freire@cpatu.embrapa.br e celestin@cpatu.embrapa.br

²Agente de desenvolvimento do Laboratório Agroecológico da Transamazônica – Altamira, PA.

Diagnostic of Soil Fertility and of Nutritional State of Black Pepper (*Piper Nigrum* L.) Familiar Agriculture

Abstract

The objective of this diagnostic was to value the soil fertility level and the nutritional state in culture of Pepper nigrum in familiar agriculture of Tranzamazônica rout, by analyze of soil and leaves, using the DRIS technical. The samples were collect of 15 plants in the Pepper culture with age of 1 to 5 years old. In 2001 were collecting samples of soil and leaves and in 2002, were collect only leaf samples. The results of analyze showed variations in several parameters of soil: organic matter was 19.0 to 38.0 g/dm³; the basis saturation was 25.5% to 80.0%; pH was 4.7 to 6.4; Al was 0.0 to 7.0 mmol_c/dm³; P levels were 2.0 to 17.0 mg/dm³ and K levels were 23.0 to 199.0 mg/dm³. According to the fertility levels soil P is the more limitation to majority of the Pepper culture in familiar agriculture of Tranzamazônica rout, while the nutritional state of pepper plants showed potential reply to application of nitrogen, potassium, calcium and magnesium.

Index terms: macronutrients, micronutrients, DRIS, black pepper.

Introdução

Na região de influência da Rodovia Transamazônica, principalmente na área do Projeto Integrado de Colonização de Altamira e Itaituba (PIC Altamira e PIC Itaituba), a cultura da pimenta-do-reino passou a ser explorada comercialmente a partir de 1972, com a abertura da rodovia e o início do programa de colonização, implementado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). A contribuição da região à produção do Estado, no ano de 1991, chegou a atingir 17% do total de 50 mil toneladas.

O nível tecnológico verificado na região é bastante baixo, comprometendo a maior produtividade e, conseqüentemente, a renda dos agricultores plantadores da cultura na Transamazônica. Dentre os aspectos que contribuem para essa situação, ressaltam os relacionados à fertilidade dos solos e de ordem fitossanitária da cultura. Levantamento realizado por Laigneau (1998) mostrou que a média de produtividade de grãos de pimenta-do-reino nas áreas dos agricultores da Transamazônica era de 0,70 kg/pimenteira. Essa média parece não incluir pimentais estabelecidos em solo de alta fertilidade, como a Terra Roxa. Segundo esse levantamento, a Terra Roxa é classificada pelos produtores como “medianamente favorável” ao cultivo da pimenteira-do-reino, enquanto é considerada “muito favorável” para as culturas de cacau e de café.

Mais recentemente, através de um programa de produção de mudas herbáceas, muitos produtores da agricultura familiar passaram a cultivar essa piperácea na região da Transamazônica. Muito embora sejam encontrados produtores com três mil pimenteiras, em sua maioria, os cultivos têm menos de mil pés, que nem sempre são adubados ou recebem adubação sem critério técnico, resultando daí, baixo rendimento de grãos, notadamente em solos de baixa fertilidade natural.

Os solos da região situada ao longo da Rodovia Transamazônica, no Estado do Pará, começaram a ser estudados mesmo antes da construção da rodovia, no Município de Altamira (Falesi et al. 1967). Outro levantamento de solo foi efetuado no início da colonização oficial, promovido pelo Incra, na década de 70, através de Falesi (1972). Estes autores registram, na região, a presença de solos de baixa fertilidade, a exemplo do Latossolo Amarelo e solos considerados férteis, como a Terra Roxa Estruturada.

Sendo a pimenteira-do-reino uma cultura de elevada exigência nutricional (Kato, 1978; Veloso et al. 1998), e que apresenta alto grau de resposta à aplicação de fertilizantes (Chepote et al. 1986), torna-se imperativo o fornecimento de nutrientes de forma equilibrada para garantir crescimento vigoroso e produtividade elevada, quando o cultivo é feito em solos de baixa fertilidade natural.

A análise de solo e de tecido foliar é um importante instrumento para diagnosticar os desbalanços nutricionais das culturas em geral e auxiliar na tomada de decisão das medidas corretivas. Entre os métodos utilizados na diagnose nutricional das plantas, tem se destacado o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils (1971). A utilização desse método preconiza a existência das normas de referência para cada cultura. No Estado do Pará, as normas do DRIS para a pimenteira-do-reino foram geradas por Oliveira et al. (1998).

Este diagnóstico teve por objetivo verificar o nível da fertilidade dos solos e o estado nutricional das lavouras de pimenteira-do-reino da agricultura familiar na Transamazônica, através da análise de solo e da diagnose foliar, com a utilização do DRIS como ferramenta para orientar um programa de transferência de tecnologia aos agricultores, através de diferentes métodos adequados aos recursos e às dinâmicas presentes nas propriedades.

Este trabalho foi realizado no âmbito do convênio entre a Embrapa Amazônia Oriental e a Universidade Federal do Pará, com a participação do Centro Agropecuário-Núcleo de Estudos Integrados sobre Agricultura Familiar, do Laboratório Agroecológico da Transamazônica e da Casa Familiar Rural do Município de Pacajá. Trata-se de uma atividade incluída em um Projeto de P & D mais amplo, que visa ao desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Transamazônica e conta com financiamento parcial do Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia Agropecuária para o Brasil (Prodeta).

Material e Métodos

A área utilizada para este levantamento abrange vários trechos da Rodovia Transamazônica, de colonização mais recente, e localidades mais antigas, próximas à sede do Município de Altamira-Pará.

No primeiro caso, foram amostradas áreas de agricultores situadas nos Municípios de Pacajá, a leste, e distante cerca de 220 km de Altamira, e nos Municípios de Brasil Novo e Medicilândia, situados a oeste de Altamira. Existe nessas áreas uma grande variação de solo, desde os Latossolos Amarelos, de baixa fertilidade, à Terra Roxa Estruturada eutrófica, de alta fertilidade.

As localidades mais próximas do Município de Altamira, denominadas de Serrinha, Ramal São Francisco e Gleba Assurini, são áreas de colonização mais antigas, povoadas, de maneira geral, por agricultores locais, com utilização de baixos níveis tecnológicos na condução dos sistemas de produção, nos quais predominam culturas de subsistência, mais precisamente arroz e milho, e pecuária em seqüência.

Registre-se ainda, que dos municípios envolvidos, os de Altamira e Brasil Novo se caracterizam como áreas há bastante tempo exploradas com a cultura da pimenteira-do-reino.

O levantamento nutricional foi efetuado em 2001, coletando-se amostras de solo e de folhas no período de setembro a outubro e, em 2002, no período de abril a maio, ocasião em que foram coletadas somente amostras de folhas. Em 2001, foram coletadas amostras em 17 lavouras, enquanto que em 2002, somaram 16. Os pimentais amostrados tinham idade variando entre 1 e 5 anos. Não foi possível obter-se dados de produção dos pimentais.

A área de cada lavoura foi percorrida em ziguezague e tomou-se, ao acaso, 15 plantas para coleta de solo e de folhas. Na projeção da copa de cada pimenteira, foram retiradas 3 subamostras de solo, sendo uma em frente ao tronco e, as restantes, em cada lateral, coletadas na camada de 0–20 cm, com o auxílio de um trado de tubo. A mistura das amostras retiradas nas 15 plantas formou a amostra composta.

As amostras de folhas foram colhidas nas mesmas plantas selecionadas para a coleta de solo, retirando-se folhas fisiologicamente maduras e expostas à luz solar, nos quatro pontos cardeais, no terço médio da pimenteira, em ramos de produção (Waard, 1969).

As amostras de solo, após a secagem ao ar, foram peneiradas e analisadas para determinação de pH, Al, M.O., P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn, de acordo com a metodologia adotada pela Embrapa (1997).

As amostras de folhas, após a secagem a 65 °C, em estufa com circulação forçada de ar, foram moídas em moinho tipo “Wiley” e analisadas para a determinação de macro e micronutrientes, conforme metodologia citada por Sarruge & Haag (1974) e Malavolta et al. (1989).

Não foi encontrada na literatura nacional tabelas específicas referentes à interpretação da fertilidade do solo para a cultura da pimenta-do-reino. A interpretação dos resultados obtidos neste levantamento foi efetuada com base nos níveis apresentados por Alvarez V. et al. (1999) para culturas em geral.

Para a interpretação dos resultados das análises de tecido foliar, foram calculados os índices DRIS e o índice de balanço nutricional médio (IBNm), utilizando-se as normas de referência para a pimenteira-do-reino, estabelecidas por Oliveira et al. (1998). A classificação dos pimentais, conforme a probabilidade de resposta de cada nutriente à adubação, foi efetuada segundo as cinco classes citadas por Martinez et al. (1999).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são mostrados os resultados das análises das amostras de solo das 17 lavouras, referentes à argila, matéria orgânica, Al, H + Al, CTC, pH e saturação por bases. Observa-se que os teores de argila se situaram entre 80 g/kg (arenoso) e 540 g/kg (argiloso). A capacidade de troca de cátions (CTC) variou de 40,8 mmol_c/dm³ (baixo) a 94,1 mmol_c/dm³ (bom), enquanto na saturação por bases (V), a variação foi de 25,5% (baixo) a 83,0% (muito bom). O pH do solo das lavouras variou de 4,7 (acidez elevada) a 6,4 (acidez fraca), enquanto o Al ficou entre 0 mmol_c/dm³ (baixo) e 7 mmol_c/dm³ (médio). A variação do H + Al foi de 15 mmol_c/dm³ (baixo) a 55 mmol_c/dm³ (alto). Para a matéria orgânica, a variação foi de 19 g/dm³ (médio) a 38 g/dm³ (alto).

Os resultados referentes aos teores de macro e micronutrientes no solo se encontram na Tabela 2. Os teores de fósforo situaram-se entre 2 mg/dm³ (baixo) a 17 mg/dm³ (médio), enquanto os de potássio ficaram entre 31 mg/dm³ (baixo) a 199 mg/dm³ (alto). Para o cálcio, os teores variaram de 13 mmol_c/dm³ (baixo) a 52 mmol_c/dm³ (médio) e, para o magnésio, variaram de 4 mmol_c/dm³ (baixo) a 20 mmol_c/dm³ (alto). Os teores para S oscilaram entre 2,5 g/dm³ (baixo) e 23,6 g/dm³ (muito bom).

Tabela 1. Teores de argila, matéria orgânica, Al, H + Al, CTC, valores de pH e saturação por bases em amostras de solo (0 a 20 cm) coletadas em pimentais da agricultura familiar da Transamazônica. Setembro/2001.

Nº	Pimental	Argila	M.O.	pH	Al	H + Al	CTC	V
	Localização							
1	Km 338 – Sul	120	21	5,9	0	16	42,4	62,3
2		520	26	5,1	3	33	61,9	46,7
3	Km 332 – Norte	180	33	6,3	0	15	88,1	83,0
4	Km 332 – Norte	220	24	6,0	0	19	49,2	61,4
5	Vic. do Portel	540	38	4,9	5	55	94,1	41,6
6	Estrada Serrinha, km 12	280	31	4,7	4	52	69,8	25,5
7	Km 115 – Norte	140	19	5,3	2	26	45,9	43,4
8	Km 115 – Norte	180	21	6,4	0	16	60,1	73,4
9	Km 115 – Norte	140	19	5,1	3	26	48,6	46,5
10	Km 75 – Sul	160	24	6,1	0	17	54,9	69,0
11	Km 15 – Sul	200	24	5,0	3	45	64,9	30,7
12	Km 15 – Sul	80	19	5,7	0	18	40,8	55,9
13	Ramal do São Francisco	160	31	5,5	0	31	65,7	52,8
14	Ramal do São Francisco	180	24	5,3	2	28	52,1	46,3
15	Ramal do São Francisco	180	31	4,8	7	40	64,8	38,3
16	Ramal do São Francisco	180	26	5,2	2	33	58,4	43,5
17	Assurini	160	19	5,9	0	16	45,9	65,1

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes em amostras de solo (0 a 20 cm) coletadas em pimentais da agricultura familiar da Transamazônica. Setembro/2001.

Nº	Pimental Localização	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
		mg/dm ³		mmolc/dm ³		mg/dm ³					
1	Km 338 - Sul	7	55	20	5	3,7	0,3	138,0	61,5	0,5	3,2
2		2	113	18	8	14,0	0,7	120,0	57,6	2,0	4,5
3	Km 332 - Norte	3	43	52	20	2,5	0,4	96,4	158,0	0,9	6,3
4	Km 332 - Norte	11	125	20	7	5,2	0,3	135,0	172,0	1,2	7,0
5	Vic. do Portel	4	199	23	11	23,6	0,1	580,0	11,5	0,5	3,0
6	Estrada Serrinha, km 12	11	31	13	4	6,8	0,1	430,0	4,6	1,0	2,5
7	Km 115 - Norte	3	35	15	4	6,2	0,1	356,0	11,0	0,4	2,0
8	Km 115 - Norte	7	43	33	10	8,8	0,1	323,0	21,0	0,5	2,3
9	Km 115 - Norte	3	23	17	5	5,6	0,2	257,0	8,5	0,2	1,8
10	Km 75 - Sul	6	74	30	6	2,6	0,2	52,3	88,0	0,6	11,5
11	Km 15 - Sul	3	35	15	4	11,1	0,1	330,0	5,5	0,4	2,0
12	Km 15 - Sul	2	31	17	5	5,3	0,2	99,5	17,5	0,3	2,3
13	Ramal do São Francisco	17	66	23	11	13,2	0,2	257,0	12,0	0,3	3,8
14	Ramal do São Francisco	6	43	16	7	4,6	0,2	307,0	6,3	0,3	3,0
15	Ramal do São Francisco	13	31	18	6	6,2	0,2	398,0	5,0	0,3	2,7
16	Ramal do São Francisco	7	55	17	7	8,2	0,1	332,0	4,8	0,3	3,0
17	Assurini	10	74	22	6	5,0	0,2	126,0	84,0	0,5	3,4

Para os micronutrientes, os teores disponíveis no solo em mg/dm^3 , variaram para boro de 0,1 (muito baixo) a 0,7 (bom); para ferro de 52 (alto) a 580 (alto); para manganês de 4,6 (baixo) a 172 (alto); para cobre de 0,2 (muito baixo) a 2,0 (alto) e para zinco de 1,8 (bom) a 11,5 (alto).

A classificação dos pimentais, conforme os atributos de fertilidade do solo, se encontram na Tabela 3. Observa-se nessa tabela que a maior limitação na fertilidade dos solos nos pimentais diz respeito aos teores de fósforo disponível, que se encontram entre muito baixo ou baixo em 98% das lavouras. Nenhuma lavoura foi encontrada com nível de fósforo considerado bom ou muito bom, ao contrário do que observou-se com o potássio, cujo percentual de lavouras entre os níveis bom a muito bom é de 30%.

Em pimentais comerciais, onde é comum a prática da adubação química com misturas ricas em fósforo, normalmente as análises de solo revelam altos teores desse nutriente, em consequência do efeito residual (Oliveira & Cruz, 2001; Oliveira et al. 2002). Nesse levantamento, a maioria dos agricultores informou que não utiliza fertilizantes regularmente e, quando o fazem, aplicam quantidades modestas, insuficientes para aumentar de forma marcante os teores de fósforo no solo. Esse comportamento também foi observado entre produtores de café da agricultura familiar da Transamazônica, onde constatou-se que 62% das lavouras apresentaram-se com baixos teores de fósforo e de potássio, conforme dados de um levantamento efetuado por Oliveira et al. (2001).

Os percentuais de lavouras com cálcio e magnésio trocável na faixa de bom a muito bom foram de 18% e 24%, respectivamente, sendo que a maioria se encontra no nível médio. O enxofre se apresentou, pelos dados da análise de solo, como um dos nutrientes bem supridos nos pimentais, com 70% das áreas situadas entre as classes de bom a muito bom. Quanto à matéria orgânica e à CTC, a maioria dos pimentais está no nível médio, com 76% de ocorrência.

Com referência aos micronutrientes, o boro é o que se apresenta mais deficiente nos solos dos pimentais, com 88%, situado entre os níveis muito baixo a baixo. O cobre está, como o segundo micronutriente de menor suprimento, com 76% dos solos dos pimentais, entre os níveis muito baixo a baixo. Ao contrário desses dois nutrientes, o ferro, o zinco e o manganês se apresentam, na maioria das lavouras, com pelo menos 70% das ocorrências entre o nível bom a muito bom.

Tabela 3. Classificação dos pimentais da agricultura familiar da Transamazônica, conforme os atributos de fertilidade do solo, em levantamento de setembro/2001.

Classe de fertilidade	Ocorrência (%)															
	M.O.	pH	Al	H+Al	CTC	V	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Muito baixo	0	0	65	0	0	0	59	0	0	0	0	35	35	0	0	0
Baixo	24	53	29	41	12	18	29	35	0	17	12	53	41	0	18	0
Médio	76	-	6	47	76	47	12	35	82	59	18	6	18	0	12	0
Bom	0	29	-	12 **	12	29	0	18	12	18	35	6	0	0	23	18
Muito bom	0	18 *	-	0	0	6	0	12	6	6	35	0	6	100	47	82

*A interpretação deste atributo nesta classe deve ser muito alto; **A interpretação deste atributo nesta classe deve ser alto.

Os índices DRIS para macro e micronutrientes e o IBNm (média do somatório dos valores absolutos dos índices DRIS), referentes às amostragens efetuadas em 2001 e 2002 se encontram, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5, as quais apresentam dados de 12 lavouras que foram amostradas nos 2 anos, além de outras onde a coleta de folhas foi efetuada em apenas 1 dos anos.

Em função do sinal e do módulo do índice DRIS, comparado com o módulo do IBNm, cada nutriente pode ser enquadrado em cinco classes de probabilidade de resposta à aplicação desse nutriente, conforme citado por Martinez et al. (1999). Essas classes são as seguintes: 1) DRIS negativo de maior valor numérico – resposta positiva; 2) DRIS negativo de valor numérico maior que o IBNm - resposta positiva ou nula; 3) DRIS negativo ou positivo de valor numérico igual ou menor que o IBNm - resposta nula; 4) DRIS positivo de valor numérico maior que o IBNm - resposta negativa ou nula; 5) DRIS positivo de maior valor numérico - resposta negativa. A resposta negativa significa que o fornecimento de um determinado nutriente, que se encontra com altos teores na planta, apresenta probabilidade de prejudicar tanto o crescimento quanto a produção da cultura.

Na Tabela 6, encontra-se a classificação dos pimentais de acordo com a probabilidade de resposta à adubação para cada nutriente, segundo o diagnóstico do DRIS, nas 12 lavouras amostradas tanto em 2001, quanto em 2002. Observa-se que, em geral, existem variações entre os anos quanto aos percentuais de ocorrência para um mesmo nutriente em cada classe de resposta. Na classe de resposta positiva, na qual admite-se que as plantas estejam deficientes, observa-se que em 2001, o nutriente com maior percentual de resposta é o nitrogênio, seguido do potássio, do boro e do cálcio, estando os demais nutrientes com percentuais de 8% ou 0%. Ainda nessa mesma época, o nitrogênio apresenta percentual de ocorrência de quase 60% na classe de resposta positiva ou nula, na qual também pode estar ocorrendo deficiência desse nutriente. Vale ressaltar que o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais extraídos pelas pimenteiras (Kato, 1978).

No levantamento de 2002, o cálcio, o potássio e o magnésio aparecem com os maiores percentuais de ocorrência na classe de resposta positiva. O nitrogênio ainda pode estar deficiente em 25% dos pimentais, sendo este o percentual observado na classe de resposta positiva ou nula.

Tabela 4. Índices DRIS e índices (IBNm) de amostras de folhas de pimentais da agricultura familiar da Transamazônica. Setembro/2001.

Nº	Pimental Localização	Índices DRIS*											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	Km 338 – Sul	-27	18	-15	1	-16	13	-16	14	-2	13	17	13,8
2		-16	-10	16	-12	-11	-2	-5	6	-2	24	12	10,6
3	Km 332 – Norte	-20	19	4	5	-5	3	-5	-13	-2	7	7	8,2
4	Km 332 – Norte	-8	-1	6	1	-11	-1	-3	6	-7	14	4	5,6
5	Vic. do Portel	-7	2	13	-14	-5	8	-4	-2	-1	12	-2	6,4
6	Estrada da Serrinha, km 12	-10	8	-6	-7	1	-8	-7	8	-1	13	9	7,1
7	Km 115 – Norte	-19	1	-12	7	-5	30	-16	-2	-2	13	5	10,2
8	Km 115 – Norte	-8	-3	4	-7	-7	7	-10	12	-7	4	15	7,6
9	Km 115 – Norte	-19	8	-40	13	8	20	-20	2	-4	22	10	15,1
10	Km 75 – Sul	-10	11	2	6	-5	4	-11	-8	-2	4	9	6,6
11	Km 15 – Sul	-7	-6	-9	-4	-4	9	2	-4	6	11	6	6,2
12	Km 15 – Sul	-7	-5	-19	4	-13	8	-6	15	1	12	10	9,1
13	Ramal do São Francisco	-9	-3	-3	-2	-3	-9	9	14	-1	2	5	5,5
14	Ramal do São Francisco	-10	3	2	-11	0	9	-11	3	-1	-1	17	6,2
17	Assurini	-18	-13	-11	4	-2	-5	23	27	-7	-2	4	10,6
18	Assurini	-12	-13	8	-2	-4	-11	-2	14	2	1	19	8,0

* Probabilidade de resposta aos nutrientes: 1) DRIS negativo de maior valor numérico - resposta positiva; 2) DRIS negativo de valor numérico maior que o IBNm - resposta positiva ou nula; 3) DRIS negativo ou positivo de valor numérico igual ou menor que o IBNm - resposta nula; 4) DRIS positivo de valor numérico maior que o IBNm - resposta negativa ou nula; 5) DRIS positivo de maior valor numérico - resposta negativa.

Tabela 5. Índices DRIS e índices de balanço nutricional médio (IBNm) de amostras de folhas de pimentais da agricultura familiar da Transamazônica. Maio/2002.

Pimental		Índices DRIS*											IBNm
Nº	Localização	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
5	Vic. do Portel	3	8	7	-28	-10	9	1	1	-1	10	0	7,1
6	Estrada da Serrinha, km 12	30	0	-8	-25	-21	4	21	13	-4	6	-16	13,5
7	Km 115 – Norte	-6	5	-9	-12	-18	34	-6	-5	4	9	4	10,2
8	Km 115 – Norte	-8	3	-15	-10	-7	44	-7	-8	-1	6	3	10,2
9	Km 115 – Norte	-7	4	-37	-1	0	31	-8	6	0	10	2	9,6
10	Km 75 – Sul	-8	10	1	-7	-15	19	-9	4	1	0	4	7,1
11	Km 15 – Sul	0	3	-20	-14	-10	11	-1	9	8	7	7	8,2
12	Km 15 – Sul	4	-2	-9	-9	-11	18	-5	8	12	2	-8	8,0
13	Ramal do São Francisco	-3	2	-4	-3	-1	5	-5	12	-2	1	-2	3,6
14	Ramal do São Francisco	-9	0	0	-16	-1	-3	0	31	-3	-5	6	6,7
15	Ramal do São Francisco	-4	10	-14	-13	-3	38	-5	1	-6	-3	-1	8,9
16	Ramal do São Francisco	-4	0	-2	-26	-14	-2	3	57	-3	-5	-4	10,9
17	Assurini	-12	23	-4	-16	-12	2	-2	20	0	3	-2	8,7
18	Assurini	-4	13	-5	-24	-11	30	-10	5	-6	-2	14	11,3
19	Assurini	-13	3	7	1	-2	18	-12	1	-3	10	-10	7,3
20	Km 338 – Sul	-23	7	-4	-3	-27	15	-9	52	-7	1	-2	13,6

* Probabilidade de resposta aos nutrientes: 1) DRIS negativo de maior valor numérico - resposta positiva; 2) DRIS negativo de valor numérico maior que o IBNm - resposta positiva ou nula; 3) DRIS negativo ou positivo de valor numérico igual ou menor que o IBNm - resposta nula; 4) DRIS positivo de valor numérico maior que o IBNm - resposta negativa ou nula; 5) DRIS positivo de maior valor numérico - resposta negativa.

Tabela 6. Classificação dos pimentais da agricultura familiar da Transamazônica, conforme a probabilidade de resposta de cada nutriente à adubação, de acordo com o diagnóstico do DRIS, em levantamentos de setembro/2001 e maio/2002.

Classe de resposta	Ano	Ocorrência (%)										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Resposta positiva	2001	33	8	25	17	0	8	25	0	0	0	0
	2002	0	0	25	41	25	0	8	0	0	0	0
Resposta positiva ou nula	2001	58	8	17	0	8	17	17	8	0	0	0
	2002	25	0	17	25	33	0	8	0	0	0	8
Resposta nula	2001	8	67	50	83	92	33	41	41	100	50	50
	2002	67	67	58	33	41	25	75	66	92	83	83
Resposta negativa ou nula	2001	0	8	0	0	0	33	17	25	0	25	25
	2002	0	25	0	0	0	17	8	17	8	8	8
Resposta negativa	2001	0	8	8	0	0	8	0	25	0	25	25
	2002	8	8	0	0	0	58	0	17	0	8	0

Tem-se observado, na prática, que a utilização das normas de referência do DRIS para a pimenteira-do-reino, desenvolvidas por Oliveira et al. (1998), possibilita identificar carências nutricionais severas, mesmo quando as amostras foliares são coletadas fora do período ideal, que corresponde à fase de enchimento rápido dos grãos de pimenta. Deve ser considerado, entretanto, que essas normas foram estabelecidas a partir de amostras coletadas no período considerado ideal, estando mais adequadas para a interpretação do levantamento efetuado em maio de 2002.

Muito embora a maioria dos pimentais se encontrem nos níveis baixos ou muito baixos de fósforo no solo (Tabela 3), observa-se que é muito baixa a ocorrência de pimentais onde os índices DRIS estão nas classes onde pode estar ocorrendo deficiência para esse nutriente.

Normalmente, quando os níveis de concentração de nutrientes no solo estão ajustados para uma determinada cultura, verifica-se correlação positiva entre a disponibilidade dos nutrientes e o estado nutricional das plantas. Na Tabela 7, são mostrados os coeficientes de correlação entre os teores dos nutrientes no solo e os índices DRIS para os 2 anos de levantamento. Observa-se que o potássio é o único nutriente com correlação significativa nos 2 levantamentos, indicando boa relação entre o potássio no solo e o encontrado na planta, representado pelos índices DRIS. Essa relação pode ser bem evidenciada, comparando-se às lavouras de números 5 e 9, com o maior e o menor teor de potássio trocável no solo, 199 e 23 mg/dm³, respectivamente (Tabela 2). Os índices DRIS, para a lavoura 5, apresentam valores bem maiores nos 2 anos (13 e 7) em comparação com os da lavoura 9 (-40 e -37), como pode ser observado nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 7. Coeficientes de correlação (r) entre as concentrações de nutrientes no solo coletado em setembro de 2001 e os índices DRIS dos nutrientes correspondentes, referentes às amostras de folhas coletadas em setembro de 2001 e maio de 2002, em pimentais da agricultura familiar da Transamazônica.

Correlação		Coeficientes de correlação (r)	
		2001	2002
Fósforo disponível (Mehlich)	x Índice DRIS para P	-0,13 ^{NS}	0,14 ^{NS}
Potássio trocável	x Índice DRIS para K	0,61 *	0,62 *
Cálcio trocável	x Índice DRIS para Ca	-0,07 ^{NS}	0,23 ^{NS}
Magnésio trocável	x Índice DRIS para Mg	-0,17 ^{NS}	0,40 ^{NS}
Enxofre disponível	x Índice DRIS para S	-0,10 ^{NS}	-0,14 ^{NS}
Boro disponível	x Índice DRIS para B	0,19 ^{NS}	-0,40 ^{NS}
Cobre disponível	x Índice DRIS para Cu	-0,01 ^{NS}	-0,06 ^{NS}
Ferro disponível	x Índice DRIS para Fe	0,16 ^{NS}	-0,36 ^{NS}
Manganês disponível	x Índice DRIS para Mn	-0,57 ^{NS}	-0,30 ^{NS}
Zinco disponível	x Índice DRIS para Zn	0,00 ^{NS}	0,16 ^{NS}

* Significativo a 5%.

Conclusões

De acordo com os níveis de fertilidade do solo para as culturas em geral, o fósforo é o nutriente mais limitante na maioria dos pimentais da agricultura familiar da Transamazônica, enquanto o estado nutricional das plantas indicou que o maior potencial de resposta à aplicação de nutrientes é para nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio.

A baixa correlação entre os resultados analíticos de solo e o estado nutricional das pimenteiras apontam para a necessidade de estudos de calibração de análises, com vistas ao estabelecimento de tabelas de níveis de nutrientes no solo, específicas para essa cultura nas condições de solos da Região Amazônica.

Agradecimentos

Ao Assistente de Pesquisa Adellar Hoffman, do Núcleo de Apoio à Pesquisa e Transferência de Tecnologia da Transamazônica - Napt - Altamira, Pará, pela colaboração para a realização desta pesquisa. Aos agricultores envolvidos neste trabalho em parceria, que inclui os Municípios de Pacajá (Vicinas do Portel e km 338 Sul), Altamira (Ramal São Francisco, Serrinha e Gleba Assurini), Brasil Novo (Vicinal da 15) e Medicilândia (Vicinas da 75 Sul e 115 Norte).

A todos os agricultores e suas organizações (Sindicatos de Trabalhadores Rurais, Associação de Pequenos Agricultores, Movimento pelo Desenvolvimento da Transamazônica e Baixo Xingu, alunos das CFRs de Pacajá e Medicilândia, Arcafar), que aceitaram acompanhar e desenvolver o trabalho.

Ao Dr. Armando Kouzo Kato, "in memoriam", ex-pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, pelo pioneirismo e dedicação que sempre prestou aos trabalhos com a cultura da pimenta-do-reino, na Região da Transamazônica.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para custear as análises de solo e de tecido foliar.

Referências Bibliográficas

ALVAREZ V, V.H.; NOVAIS, R. F de.; BARROS, N. F de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análise de solo. In: RIBEIRO, C.A.; GUIMARÃES, G.T.P.; ALVAREZ V, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertility Society South African Journal**, v.1, p.1-30, 1971.

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. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

FALESI, I. C. **Solos da Rodovia Transamazônica**. Belém: IPEAN, 1972. 196p. (IPEAN. Boletim Técnico, 55).

FALESI, I.C.; CRUZ, E. de S.; SILVA, B.N.R. da; ARAÚJO, J. V.; SANTOS, H.G. dos; MAGALHÃES, J.C.A. J. de; CHIBA, M.; GUIMARÃES, G. de A.; LOPES, E.C.; SILVA, R.P. da. **Contribuição ao estudo dos solos de Altamira**: região fisiográfica do Xingu. Belém: IPEAN, 1967. 47 p. (IPEAN. Circular, 10).

KATO, A.K. **Teor e distribuição de N, P, K, Ca e Mg em pimenteiras-do-reino (*Piper nigrum L.*)**. 1978. 75 f.. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

LAIGNEAU, M. **Diagnóstico de situação: As lavouras de café, pimenta e cacau na zona leste da Transamazônica**. Belém: LAET, 1998. 47p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MARTINEZ, E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, C. A.; GUIMARÃES, G.T.P.; ALVAREZ V, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.

OLIVEIRA, R.F. de; CELESTINO FILHO, P.; PEREIRA, J.B.U.; FLOHIC, A. **Diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros na zona leste da Transamazônica, em agricultura familiar**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 93).

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. 22 p. (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; CRUZ, E. de S.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Efeito da adubação NPK na produtividade, nutrição e sanidade da pimenta-do-reino, em Castanhal, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 34 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

SARRUGE, J.R.; HAGG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

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, 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. (Communication, 58).

Embrapa

Amazônia Oriental

CGPE 4778

Patrocínio:



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

