



**Utilização do Sistema Integrado
de Diagnose e Recomendação (DRIS) na
Determinação do Estado Nutricional da
Pimenta-do-reino em Paragominas, PA**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Francisco Sérgio Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Angela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão – Chefe Geral

Jorge Alberto Gazel Yared – Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Antonio Carlos Paula Neves da Rocha – Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

Antonio Ronaldo Teixeira Jatene – Chefe Adjunto de Administração

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE
DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA
DETERMINAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL
DA PIMENTA-DO-REINO EM PARAGOMINAS, PA**

Raimundo Freire de Oliveira
Emmanuel de Souza Cruz
Aureliano Nogueira da Costa



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (091) 246-6653, 246-6333

Telex: (91) 1210

Fax: (091) 226-9845

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

Oriel Filgueira de Lemos

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Célia Maria Lopes Pereira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Edilson Carvalho Brasil – Embrapa-CPATU

Eurípedes Malavolta – CENA

Quirino A. de Carmello – ESALQ/USP

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Célia Maria Lopes Pereira

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Maria de Lourdes Reis Duarte (texto em inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S.; COSTA, A.N. da. **Utilização do Sistema Integrado de Diagnóstico 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).

1. Pimenta-do-reino – Nutrição – Análise – Brasil-Paragominas.
2. Nutrição vegetal. I. Cruz, E. de S., colab. II. Costa, A.N. da, colab.
III. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). IV. Título. V. Série.

CDD: 633.84098115

AGRADECIMENTOS

À Emater-PA, Escritório Local de Paragominas, e aos pipericultores desse município, pelo apoio dado à equipe durante a seleção dos pimentais e a coleta de dados. Ao empresário Sr. Hiroshi Okajima, em especial, pela deferência com que sempre tratou a equipe, hospedando-a, algumas vezes, em sua fazenda Agricultura Bandeirantes Ltda, em Paragominas. Ao empregado Emanuel Bernardo Oliveira Laranjeira, por ter participado na maioria das viagens, demonstrando perícia na condução dos veículos, bem como colaborando na coleta de dados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA DETERMINAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PIMENTA-DO-REINO EM PARAGOMINAS, PA

Raimundo Freire de Oliveira¹
Emmanuel de Souza Cruz¹
Aureliano Nogueira da Costa²

RESUMO: O município de Paragominas é um dos principais pólos de produção de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) do Estado do Pará. Na maioria das vezes, as lavouras são adubadas com base na experiência dos produtores e na expectativa dos preços do produto no mercado internacional. A aplicação de adubos é feita de forma localizada, aumentando a variação da concentração dos nutrientes no solo e diminuindo as chances de um bom diagnóstico da necessidade de fertilizantes através da análise química do solo. A diagnose foliar apresenta-se como uma alternativa para auxiliar no diagnóstico das necessidades nutricionais da cultura da pimenta-do-reino. Este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional dos pimentais em Paragominas, utilizando-se as normas de referência do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) formadas com amostras deste município e do município de Tomé-Açu. Nos anos de 1994 e 1995, foram selecionadas dez plantas, em cada pimental, para coletas de amostras de folha e de resultados de medidas de diâmetro, altura e produção das plantas. A amostragem foliar foi efetuada na parte mediana das pimenteiras, nos quatro pontos cardeais. De cada planta foram retiradas oito folhas fisiologicamente maduras da parte externa da copa, de ramos produtivos, da cultivar Cingapura. Essa amostragem foi efetuada em abril, na fase de crescimento rápido dos frutos. No tecido foliar foram feitas análises químicas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, e Mn. As amostras foram agrupadas em nove classes de produtividade. Para as médias dessas classes foram calculados os índices DRIS, o índice de balanço nutricional (IBN) e a ordem de limitação a excesso dos nutrientes. De acordo com o DRIS, o estado nu-

¹Eng.- Agr., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

²Eng.- Agr., Ph.D., EMCAPA. Caixa Postal 62, CEP 29900-970, Linhares, ES.

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA DETERMINAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PIMENTA-DO-REINO EM PARAGOMINAS, PA

Raimundo Freire de Oliveira¹
Emmanuel de Souza Cruz¹
Aureliano Nogueira da Costa²

RESUMO: O município de Paragominas é um dos principais pólos de produção de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) do Estado do Pará. Na maioria das vezes, as lavouras são adubadas com base na experiência dos produtores e na expectativa dos preços do produto no mercado internacional. A aplicação de adubos é feita de forma localizada, aumentando a variação da concentração dos nutrientes no solo e diminuindo as chances de um bom diagnóstico da necessidade de fertilizantes através da análise química do solo. A diagnose foliar apresenta-se como uma alternativa para auxiliar no diagnóstico das necessidades nutricionais da cultura da pimenta-do-reino. Este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional dos pimentais em Paragominas, utilizando-se as normas de referência do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) formadas com amostras deste município e do município de Tomé-Açu. Nos anos de 1994 e 1995, foram selecionadas dez plantas, em cada pimental, para coletas de amostras de folha e de resultados de medidas de diâmetro, altura e produção das plantas. A amostragem foliar foi efetuada na parte mediana das pimenteiras, nos quatro pontos cardeais. De cada planta foram retiradas oito folhas fisiologicamente maduras da parte externa da copa, de ramos produtivos, da cultivar Cingapura. Essa amostragem foi efetuada em abril, na fase de crescimento rápido dos frutos. No tecido foliar foram feitas análises químicas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, e Mn. As amostras foram agrupadas em nove classes de produtividade. Para as médias dessas classes foram calculados os índices DRIS, o índice de balanço nutricional (IBN) e a ordem de limitação a excesso dos nutrientes. De acordo com o DRIS, o estado nu-

¹Eng.- Agr., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

²Eng.- Agr., Ph.D., EMCAPA. Caixa Postal 62, CEP 29900-970, Linhares, ES.

tricional da grande maioria dos pimentais amostrados no município de Paragominas, no Estado do Pará, foi considerado bom, sem apresentar distúrbios marcantes, e com 70 % das amostras com alta produtividade, ou seja, superior de 3,0 kg de pimenta preta planta⁻¹. Os nutrientes com maior potencial de resposta à adubação foram P = Ca = S > N > K.

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

USE OF THE DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM FOR EVALUATING THE NUTRITIONAL STATUS OF BLACK PEPPER

ABSTRACT: The nutritional status of black pepper (*Piper nigrum* L.) was assessed by using the reference standard of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) in pepper plantations located in the municipality of Paragominas, with samples collected in Paragominas and Tomé-Açu. From 1994 to 1995, in each selected area, ten plants were chosen in order to record data on diameter, height and production. At about eight physiologically mature leaves were taken from the middle part of the foliage, considering the position of the four cardinal points. The sampling was taken from the outer fruitful branches, in April, during the stage of rapid growth of berries. After determining the content of N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn and Mn in leaf tissues, the samples were sorted in nine productivity classes and DRIS indices, nutritional balance index (NBI) and the order of their limitation and / or excess level recorded. According to DRIS, the nutritional status of the majority of pepper plants sampled in Paragominas was appointed as good, with no evident disturbances, and about 70% of samples showed high productivity, meaning that they produced over 3.0 kg plant⁻¹ of dry pepper. Considering the frequency of appearance until the third position in the limitation order or excess level, the nutrients with greater potential of response were P = Ca = S > N > K.

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

INTRODUÇÃO

O município de Paragominas é um dos principais pólos de produção de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) do Estado do Pará, onde se concentram grandes plantios, havendo lavouras com mais de 350 mil plantas. Na maioria das vezes, essas lavouras são adubadas, com base na experiência dos produtores e na expectativa dos preços do produto no mercado internacional.

A aplicação de adubos é feita de forma bastante localizada, favorecendo o aumento da variação da concentração dos nutrientes no solo e, conseqüentemente, diminuindo as chances de um bom diagnóstico da necessidade de fertilizantes através da análise química do solo. Ao contrário, a diagnose foliar se mostra como uma excelente alternativa para auxiliar no diagnóstico das necessidades nutricionais da cultura da pimenta-do-reino, como foi demonstrado por Sim (1974), em Sarawak. Este autor verificou que os teores foliares de N, K e Mg correlacionaram-se, significativamente, com a produção da pimenta-do-reino, o que não ocorreu com os resultados analíticos desses nutrientes no solo.

No caso do N no solo, muitas variáveis interferem na sua disponibilidade e dificultam a obtenção de alta correlação entre os teores e a produtividade das culturas. Esta constatação concorre para que a técnica de diagnose foliar seja utilizada como critério na determinação das necessidades de N em várias culturas perenes (Lantmann et al. 1985). Para a pimenta-do-reino essa técnica tem grande importância, já que o N é um dos nutrientes mais exigidos para o crescimento e produção (Kato, 1978).

A identificação dos desequilíbrios nutricionais é importante para os aspectos de produtividade e de sanidade da cultura. Yamada (1995), em revisão de literatura, citou várias pesquisas que comprovam a associação entre os desequilíbrios nutricionais e o aparecimento de doenças nas plantas. Pipericultores regionais também têm observado que adu-

bações nitrogenadas excessivas favorecem o aparecimento de doenças na pimenta-do-reino, como foi constatado por Nambiar et al. (1965).

Dentre os métodos utilizados na diagnose do estado nutricional das plantas, se destaca o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils(1971). O método tem por base o cálculo de um índice para cada nutriente, considerando-se a sua relação com os demais e comparando-se cada relação com as relações médias de uma população de referência. Essa população de referência deve ser constituída por plantas de alta produtividade. O DRIS estabelece que quanto maior for o afastamento do índice de um nutriente do valor zero, maior será a deficiência (valor negativo) ou o excesso (valor positivo). O somatório dos valores absolutos desses índices corresponde ao Índice de Balanço Nutricional (IBN). Quanto mais baixo for o valor do IBN, melhor será o estado nutricional de uma cultura (Leite, 1993; Costa, 1995).

O potencial do DRIS tem sido demonstrado por diversos autores que trabalharam com diferentes culturas. Entre os trabalhos desenvolvidos no Brasil estão os de Zambello Jr. (1981), com cana-de-açúcar; Bataglia & Santos (1990) e Domingues (1994), com seringueira; Leite (1993), com café; Costa (1995), com mamão; e Oliveira et al. (1997), com pimenta-do-reino.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional dos pimentais em Paragominas, utilizando-se as normas de referência do DRIS estabelecias com amostras deste município e do município de Tomé-Açu.

MATERIAL E MÉTODOS

No município paraense de Paragominas, nos anos de 1994 e 1995, foram selecionadas dez plantas, em cada pimental, para coleta de amostras de folha e medições de diâmetro, altura e produção. A amostragem foliar foi efetuada em abril, na fase de crescimento rápido dos frutos, retirando-se folhas da parte mediana das plantas, nos quatro pontos cardeais. De cada planta foram retiradas oito folhas fisiologicamente maduras de ramos produtivos, na parte externa da copa (Waard, 1969). Foram amostradas plantas da cultivar Cingapura, por ser a dominante nos pimentais da região do nordeste paraense.

Foram utilizadas plantas representativas quanto ao aspecto vegetativo, com copa desenvolvida até o topo do tutor, no formato aproximado de um cilindro. Em cada pimental foram registradas as medidas de diâmetro e de altura de planta, para determinação do volume médio da copa. A finalidade desse procedimento foi estabelecer a produtividade por volume de copa para minimizar o efeito da idade dos pimentais.

As produções em kg m^{-3} foram ajustadas para o volume médio de copa de pimenteiros de seis anos, com a finalidade de serem classificadas em alta ou baixa produtividade.

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 determinação de N, foi feita 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).

No município de Paragominas, a produtividade de 3 kg de pimenta preta por planta é considerada alta, de acordo com a maioria dos produtores. No total dos dois anos foram obtidos dados de 96 pimentais, sendo 74 classificados como de alta produtividade (≥ 3 kg de pimenta preta planta⁻¹) e 22 como de baixa produtividade (< 3 kg). As amostras de alta produtividade foram utilizadas para compor a população de referência, juntamente com mais 73 obtidas em levantamento semelhante realizado no município de Tomé-Açu. Para todas as amostras, foram calculadas as relações direta e inversa entre os nutrientes, combinados dois a dois, calculando-se a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de cada relação.

Com os resultados das análises químicas de amostras de folha coletadas em Paragominas, referentes às populações de alta e de baixa produtividade, foram estabelecidas nove classes com amplitude de 0,49 kg de pimenta seca. Para as médias destas classes, foram calculados os índices DRIS, o índice de balanço nutricional (IBN) e a ordem de limitação a excesso para cada nutriente. Os índices DRIS foram calculados utilizando-se uma equação que considera a média das relações diretas e inversas (Alvarez & Leite, 1992; Costa, 1995), mostrada a seguir:

$$\text{Índice A} = \frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{2(N-1)}$$

Nesta equação, N corresponde ao número de nutrientes envolvidos na análise. O cálculo das funções Z (A/B) foi efetuado utilizando-se a equação de Jones (1981), ou seja: $Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] \cdot K/S$, onde Z (A/B) = função da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada; A/B = valor da relação entre os nutrientes A e B, para a

amostra a ser diagnosticada; a/b = valor da média obtida para as relações A/B, oriundas da população de plantas de alta produtividade (norma de referência); K = valor constante (10); S = desvio-padrão dos valores da relação A/B na população de referência.

O cálculo do Índice de Balanço Nutricional foi efetuado pela equação $IBN = (\text{Índice A}) + (\text{Índice B}) + \dots + (\text{Índice N})$, ou seja, pelo somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, por área amostrada, como utilizado por Costa (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados de volume médio de copa e o número de quadras mensuradas, em função da idade dos pimentais, em Paragominas, nos anos de 1994 e 1995. Constata-se que os pimentais estão distribuídos na faixa etária de dois a dez anos, e a maioria se encontrava com seis anos.

TABELA 1. Volume médio de copa (m^3) em amostras de dez plantas e número de quadras amostradas de pimentais de várias idades, no município de Paragominas, PA (1994 e 1995).

Ano	Idades (anos)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1994	0,70(2)*	1,23(6)	1,49(3)	1,50(8)	1,74(10)	1,72(4)	1,52(3)	1,98(2)	-(0)
1995	0,96(2)	1,21(3)	1,44(8)	1,58(3)	1,59(16)	1,78(14)	1,71(7)	1,28(4)	1,74(2)
Média	0,83	1,22	1,46	1,53	1,66	1,75	1,62	1,63	-

(*) Nº de quadras amostradas

As análises de regressão entre a idade como variável independente (X) e o volume de copa, ou a produção por planta, como variável dependente (Y) apresentaram as equações e os coeficientes de determinação (R^2), mostrados nas Figs. 1 e 2. Nos dois casos a regressão foi significativa e ajustou-se a uma curva de modelo quadrático.

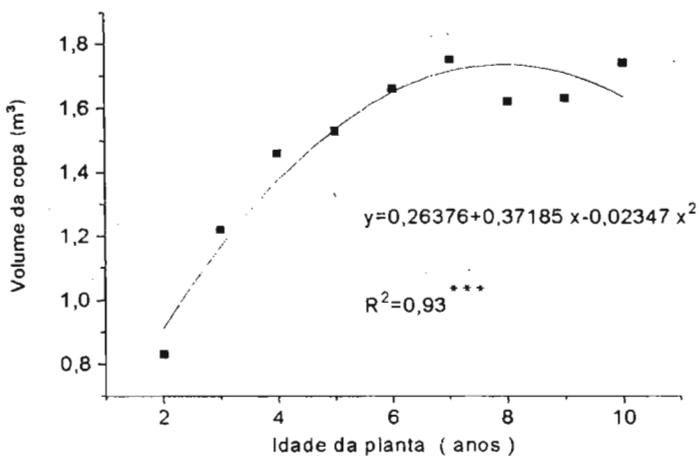


FIG. 1. Relação entre a idade e o volume da copa de plantas de pimenta-do-reino no município de Paragominas (1994 e 1995).

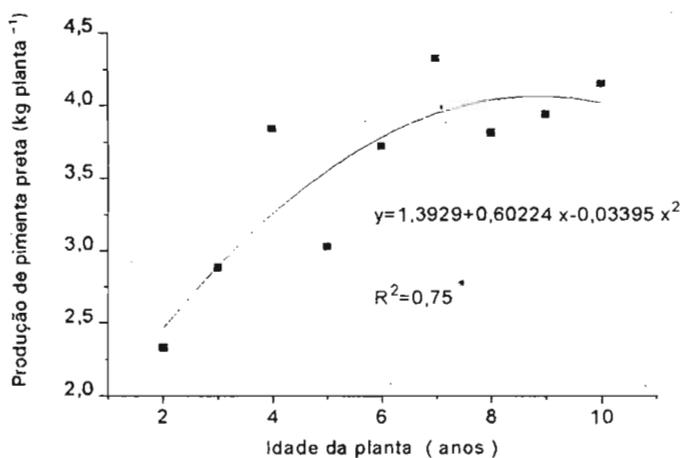


FIG. 2. Relação entre a idade e a produção de pimenta em pimentais do município de Paragominas (1994 e 1995).

Na Fig. 3 são mostrados a equação e o coeficiente de determinação (R^2) da análise de regressão entre o volume como variável independente (X) e a produção por planta, como variável dependente (Y). A análise mostrou um alto grau de associação entre a produção e o volume de copa das pimenteiras, ajustando-se a uma curva linear.

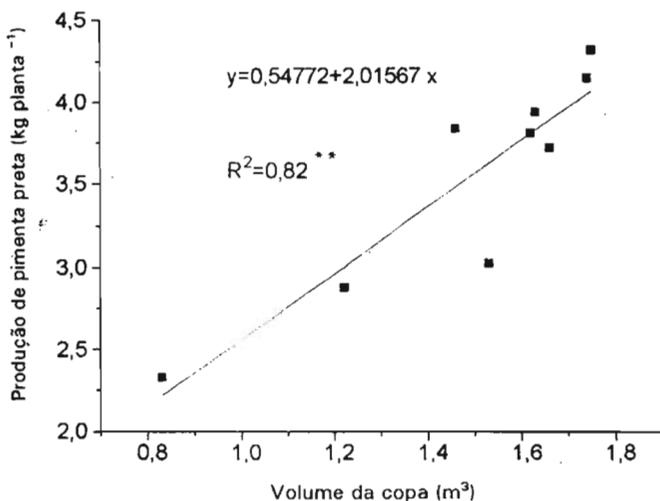


FIG. 3. Relação entre o volume da copa e a produção de pimenta em pimentais do município de Paragominas (1994 e 1995).

Os resultados dessas análises evidenciam que com o aumento da idade aumenta também o volume de copa e, conseqüentemente, a produção de pimenta por planta. Deste modo, para que pimenteiras de diferentes idades sejam classificadas de acordo com a produtividade, se torna necessário calcular a produtividade por unidade de volume e ajustá-la ao volume de pimenteiras adultas, considerando-se a equação da Fig. 3. Neste trabalho, as produções de pimenta preta

em kg m^{-3} , foram multiplicadas pelo fator $F = 1,523$ para ajustar as produções à idade de seis anos ($1,66\text{m}^3$), de pimenteiras adultas de maior frequência durante o levantamento.

O fator F resultou da relação entre a produção correspondente ao volume de $1,66\text{m}^3$ e a produção do volume de $1,0\text{m}^3$, ambas calculadas pela equação da Fig. 3.

As médias das produtividades e das concentrações de macro e de micronutrientes nas nove classes estabelecidas se encontram na Tabela 2.

As faixas críticas de concentrações de nutrientes em g kg^{-1} para a pimenta-do-reino nas condições da Malásia, segundo Waard (1969), são de 28,0 a 27,0 para N; 1,4 a 1,0 para P; 26,0 a 20,0 para K; 12,0 a 10,0 para Ca; e 3,0 a 2,0 para Mg. Comparando-se as concentrações obtidas em Paragominas (Tabela 2) com as informações de Waard, constatou-se que em todas as classes de produtividade o Ca e o Mg estão com valores acima da faixa crítica. Para o N, apenas a classe de menor produtividade está abaixo da faixa crítica. Quanto ao K, encontra-se abaixo da faixa crítica em oito das nove classes estudadas, inclusive naquelas com produtividade elevada.

O fato de classes de produtividade elevada estarem enquadradas como deficientes em K, de acordo com a faixa crítica de Waard, é uma incoerência e indica que essa faixa crítica não se mostra adequada para a pimenta-do-reino nas condições de Paragominas. Também não se mostra adequada para as condições do município de Tomé-Açu, onde classes com alta produtividade (Oliveira et al. 1997) se mostram deficientes quando comparadas com a faixa crítica mencionada.

Por outro lado, as limitações de uso da faixa crítica de Waard para K parecem se estenderem também às condições de cultivo de pimenta-do-reino no Estado do Espírito Santo. Nesse Estado, em levantamento efetuado por Milanez

et al. (1987), 88,2% dos 51 pimentais amostrados se apresentaram com teores de K na folha abaixo da faixa crítica de Waard. Esse resultado parece conflitante, considerando-se que o teor médio do nutriente no solo era de $1,6 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$, sendo pouco provável um percentual tão elevado de pimentais deficientes em K, nessas circunstâncias.

TABELA 2. Concentração média de nutrientes em folhas de pimenta-do-reino, no estágio de enchimento rápido dos frutos, obtida em nove classes de produtividade, no município de Paragominas, PA (1994 e 1995).

Produtividade			Nutrientes									
Classe	M*	n**	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
(kg planta ⁻¹)			(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)			
1,41-1,90	1,60	4	26,6	1,7	13,6	13,1	3,8	2,4	9	82	296	24
1,91-2,40	2,11	8	27,7	1,6	16,4	16,2	4,3	2,0	11	69	282	23
2,41-2,90	2,69	17	27,4	1,8	17,3	16,2	4,4	1,9	8	81	273	22
2,91-3,40	3,15	18	28,4	1,7	16,8	14,8	4,3	1,9	10	81	222	25
3,41-3,90	3,67	18	29,5	1,7	17,7	16,0	4,2	1,9	11	77	293	23
3,91-4,40	4,13	10	28,1	1,7	15,5	15,8	4,7	1,9	9	75	388	22
4,41-4,90	4,61	9	27,6	1,6	15,0	16,0	4,5	1,9	8	73	286	21
4,91-5,40	5,21	4	29,4	1,6	20,2	13,6	4,2	2,1	9	57	176	23
5,41-5,90	5,61	7	29,3	1,7	19,2	15,7	4,0	2,0	9	70	334	24

(*) Média.

(**) Número de observações por classe para a obtenção da média.

Na Tabela 3 se encontram os coeficientes de correlação entre a produção de pimenta preta e os índices DRIS e de produção de pimenta preta e as concentrações de nutrientes no tecido foliar, em nove classes de produtividade de pimenta.

TABELA 3. Coeficiente de correlação entre a produção de pimenta preta (kg planta⁻¹) e os índices DRIS, e de produção de pimenta preta e as concentrações de nutrientes no tecido foliar, em nove classes de produtividade de pimentais de Paragominas (1994 e 1995).

Coeficientes	Nutrientes									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu
PPP x Índice DRIS	0,83**	-0,18ns	0,69*	0,23ns	0,11ns	-0,27ns	-0,53ns	-0,25ns	-0,11ns	-0,27ns
PPP x CNTF	0,73*	-0,27ns	0,64ns	0,12ns	0,19ns	-0,36ns	-0,61ns	-0,19ns	-0,09ns	-0,28ns

PPP = Produção de pimenta preta; CNTF = Concentração de nutrientes no tecido foliar.

* e ** = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

ns = Não significativo.

A correlação entre a produção e o N foi significativa, tanto na associação com o índice DRIS quanto na associação com o teor foliar. No caso do K, a correlação foi significativa somente entre a produção e o índice DRIS. Esses resultados diferem dos encontrados por Nybe et al. (1989), em estudo conduzido em Kerala, na Índia, com plantas de pimenta-do-reino de diversas classes de produtividade. Esses autores encontraram correlação significativa entre a produtividade de pimenta e o teor foliar para P, K, Ca, Mg e S, mas não para N.

O coeficiente de correlação entre a produção de pimenta preta e o IBN apresentou o valor de - 0,52, não sendo significativo. Na maioria dos trabalhos utilizando o DRIS, as correlações entre o IBN e a produção apresentam coeficientes de correlação negativos, indicando que as produções tendem a diminuir à medida que os valores desses índices aumentam. Esse comportamento é esperado, uma vez que o IBN, sendo a soma dos índices DRIS, acumula as parcelas dos desequilíbrios nutricionais inerentes a cada nutriente e reflete, portanto, o estado nutricional geral da planta.

Nem sempre, entretanto, essas correlações são significativas. Um dos fatores que contribuem para que isso ocorra é que, às vezes, a planta pode apresentar um baixo IBN e mesmo assim apresentar baixa produtividade, em consequência de outros fatores não associados a distúrbios nutricionais. Creste (1996) encontrou correlação significativa entre o IBN e a produção de limão ($R = - 0,76$), o que não ocorreu em trabalho conduzido por Costa (1995), com a cultura do mamoeiro. Para a pimenta-do-reino, houve correlação significativa ($R = - 0,92$) entre a produção e o IBN, em trabalho conduzido por Oliveira et al. (1997). Bataglia & Santos (1998), mencionam ter encontrado boa correlação entre o IBN e a porcentagem de plantas de seringueira aptas à sangria aos 72 meses de idade.

Na Tabela 4 são apresentadas as equações e os coeficientes de determinação (R^2), da análise de regressão entre os teores dos nutrientes como variável independente (x) e os índices DRIS como variável dependente (Y), em nove classes de produtividade de pimentais de Paragominas.

TABELA 4. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2) entre os teores dos nutrientes no tecido foliar e os índices DRIS em nove classes de produtividade de pimentais de Paragominas (1994 e 1995).

Nutriente	Equação de regressão	R^2
N	$Y = 279,27 + 189,71x - 32,26x^2$	0,50 NS
P	$Y = 78,2 - 1160,0x + 4000,0x^2$	0,80 **
K	$Y = - 18,34 + 5,39x + 3,13x^2$	0,95 ***
Ca	$Y = 23,49 - 59,80x + 27,23x^2$	0,88 ***
Mg	$Y = 8,34 - 117,42 + 227,36x^2$	0,91 ***
S	$Y = - 47,40 + 242,59x - 99,68x^2$	0,91 ***
Fe	$Y = 23,02 + 0,34x - 1,32x^2$	0,96 ***
Zn	$Y = 2115,07 - 273,57x + 11,73x^2 - 0,17x^3$	0,81 **
Mn	$Y = 2,55 + 0,01x + 7,90x^2$	0,95 ***
Cu	$Y = 26,82 + 3,61x - 0,06x^2$	0,96 ***

Níveis de significância: *5%, **1%, ***0,1 e NS não-significativo.

Os valores de R^2 para K, Mg, S, Mn, Cu e Zn foram superiores a 0,90, indicando um alto grau de associação entre o teor do nutriente e o respectivo índice DRIS, evidenciando que os índices DRIS foram muito dependentes da concentração do elemento em estudo.

Para os demais nutrientes, o R^2 variou de 0,50 a 0,88, indicando a contribuição das relações dois a dois, entre os elementos, no processo de diagnose pelo DRIS. Essa contribuição foi bem maior no caso do N ($R^2 = 0,50$).

Na Tabela 5 são apresentados os índices DRIS para cada nutriente, os IBN e a ordem de deficiência a excesso, para as médias dos pimentais que compuseram cada uma das nove classes de produtividade de pimenta seca. Os dados da Tabela 5 evidenciam que na classe de menor produtividade ($1,60 \text{ kg planta}^{-1}$) foi onde ocorreu o maior valor de IBN (48), indicando um maior desequilíbrio nutricional. O Ca, com maior valor de índice DRIS (-9), situa-se como o mais limitante na ordem de deficiência a excesso, sendo seguido pelo K e o N. Na segunda classe de menor produtividade ($2,11 \text{ kg planta}^{-1}$), destacou-se o P como o mais limitante, seguido do S e do N.

Na avaliação do estado nutricional de qualquer cultura pelo método DRIS, normalmente os nutrientes que estão colocados até o terceiro lugar na ordem de deficiência a excesso são os que assumem maior importância para efeito de correção. Seguindo esse critério, constata-se que P, Ca e S, em 77,8% das vezes, aparecem ocupando uma das três primeiras posições na ordem de deficiência a excesso. Para N, K e Fe, os percentuais foram de 33,3%, 22,2% e 11,1%, respectivamente. Esses dados evidenciaram que, de um

modo geral, os nutrientes com maior potencial de resposta à adubação, considerando-se a frequência com que ocuparam até a terceira posição na ordem de deficiência a excesso, foram $P = Ca = S > N > K$.

No levantamento do estado nutricional de pimentais no município de Tomé-Açu, Oliveira et al. (1997) constataram que nas duas classes de menor produtividade, o nutriente mais limitante foi o N, tendo aparecido em 80% das vezes, no total das cinco classes estabelecidas, ocupando uma das três primeiras posições na ordem de deficiência a excesso.

Comparando-se os resultados dos levantamentos efetuados nos municípios de Paragominas e de Tomé-Açu, constata-se que a média de produtividade dos pimentais de Paragominas foi superior. Constata-se, ainda, que nas classes de menor produtividade em Tomé-Açu os valores do IBN foram maiores do que em Paragominas, indicando um maior desequilíbrio nutricional.

As normas de referência (média, desvio-padrão e coeficiente de variação), para as relações dos nutrientes, dois a dois, para as amostras de alta produtividade na época de crescimento rápido dos frutos, são mostradas na Tabela 6. Com essas informações foi possível calcular os índices DRIS para as diversas classes de produtividade, conforme constam na Tabela 5.

TABELA 5. Índices DRIS, índices de balanço nutricional (IBN) e ordem de deficiência a excesso para os nutrientes, em nove classes de produtividade de pimenta-do-reino, no município de Paragominas, PA (1994 e1995).

Produtividade		n**	Índices DRIS										IBN	Ordem de deficiência a excesso
Classe	M*		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn		
(kg planta ⁻¹)														
1,41-1,90	1,60	4	-3	-3	-6	-9	-3	5	1	4	9	5	48	Ca > K > N = P = Mg > Cu > Fe > S = Zn > Mn
1,91-2,40	2,11	8	-2	-6	-1	-2	0	-3	6	-1	7	2	30	P > S > N = Ca > K = Fe > Mg > Zn > Cu > Mn
2,41-2,90	2,69	17	-2	-1	1	-2	1	-6	-2	4	6	1	26	S > N = Ca = Cu > P > K = Mg = Zn > Fe > Mn
2,91-3,40	3,15	18	-1	-3	-1	-6	0	-5	4	3	4	5	32	Ca > S > P > N = K > Mg > Fe > Mn = Cu > Zn
3,41-3,90	3,67	18	-1	-4	0	-3	-2	-6	6	2	7	1	32	S > P > Ca > Mg > N > K > Zn > Fe > Cu > Mn
3,91-4,40	4,13	10	-1	-3	-2	-3	3	-5	1	2	7	1	28	S > P = Ca > K > N > Zn = Cu > Fe > Mg > Mn
4,41-4,90	4,61	9	0	-5	-2	-1	2	-3	-1	2	7	1	24	P > S > K > Ca = Cu > N > Zn > Mg = Fe > Mn
4,91-5,40	5,21	4	1	-4	6	-6	0	0	2	-4	2	3	28	Ca > P = Fe > Mg = S > N > Mn = Cu > Zn > K
5,41-5,90	5,61	7	-1	-4	3	-4	-3	-4	0	0	10	3	32	P = Ca = S > Mg > N > Fe = Cu > K = Zn > Mn

(*) Média

(**) Número de observações por classe para a obtenção da média.

TABELA 6. Normas do DRIS constituídas de média, desvio-padrão (S) e coeficiente de variação (CV), para os teores dos nutrientes e suas relações, dois a dois, em folhas de pimenta-do-reino da cultivar Cingapura, provenientes de pimentais de alta produtividade dos municípios de Tomé-Açu e de Paragominas, PA, na época do crescimento rápido dos frutos.

Nutriente e relação	Média	S	CV (%)
N (g kg ⁻¹)	26,57	3,03	11,42
P (g kg ⁻¹)	1,75	0,39	22,04
K (g kg ⁻¹)	15,83	3,92	24,78
Ca (g kg ⁻¹)	16,07	3,46	21,50
Mg (g kg ⁻¹)	4,04	1,08	26,77
S (g kg ⁻¹)	2,00	0,34	17,28
Fe (mg kg ⁻¹)	67,56	30,94	45,79
Zn (mg kg ⁻¹)	19,91	4,16	20,89
Mn (mg kg ⁻¹)	182,56	135,48	74,21
Cu (mg kg ⁻¹)	8,23	3,15	38,31
N/P	15,95	4,19	26,26
N/K	1,78	0,51	28,59
N/Ca	1,75	0,47	26,84
N/Mg	7,03	1,88	26,74
N/S	13,81	3,30	23,86
N/Fe	0,45	0,15	32,83
N/Zn	1,38	0,27	19,34
N/Mn	0,25	0,20	79,67
N/Cu	3,53	1,06	30,13
P/N	0,07	0,02	27,61
P/K	0,12	0,04	37,02
P/Ca	0,11	0,03	23,70
P/Mg	0,46	0,15	31,98
P/S	0,89	0,20	22,96
P/Fe	0,03	0,01	34,19
P/Zn	0,09	0,03	28,01
P/Mn	0,02	0,01	74,15
P/Cu	0,23	0,07	28,73

Continua...

TABELA 6. ...Continuação.

Nutriente e relação	Média	S	CV (%)
K/N	0,60	0,13	21,95
K/P	9,55	3,52	36,80
K/Ca	1,06	0,42	39,50
K/Mg	4,32	1,81	41,88
K/S	8,24	2,74	33,33
K/Fe	0,27	0,11	41,61
K/Zn	0,82	0,23	27,65
K/Mn	0,16	0,14	92,10
K/Cu	2,10	0,82	38,85
Ca/N	0,62	0,17	28,09
Ca/P	9,43	2,29	24,29
Ca/K	1,11	0,47	42,00
Ca/Mg	4,21	1,30	30,88
Ca/S	8,13	1,62	19,94
Ca/Fe	0,26	0,08	30,20
Ca/Zn	0,84	0,23	27,91
Ca/Mn	0,15	0,10	69,38
Ca/Cu	2,11	0,63	29,66
Mg/N	0,15	0,05	29,99
Mg/P	2,39	0,73	30,70
Mg/K	0,28	0,15	52,03
Mg/Ca	0,25	0,07	28,88
Mg/S	2,07	0,62	30,03
Mg/Fe	0,07	0,03	39,99
Mg/Zn	0,21	0,07	33,44
Mg/Mn	0,04	0,02	70,41
Mg/Cu	0,53	0,18	33,76
S/N	0,08	0,02	24,15
S/P	1,18	0,28	23,60
S/K	0,14	0,05	34,12
S/Ca	0,13	0,02	19,15
S/Mg	0,53	0,17	31,62
S/Fe	0,03	0,01	30,26
S/Zn	0,10	0,02	23,68
S/Mn	0,02	0,01	72,32
S/Cu	0,26	0,07	26,86

Continua...

TABELA 6. ...Continuação.

Nutriente e relação	Média	S	CV (%)
Fe/N	2,58	1,22	47,38
Fe/P	39,51	17,54	44,40
Fe/K	4,70	2,88	61,26
Fe/Ca	4,25	1,77	41,62
Fe/Mg	17,92	9,90	55,23
Fe/S	34,33	15,93	46,40
Fe/Zn	3,48	1,64	47,20
Fe/Mn	0,58	0,43	73,90
Fe/Cu	8,65	3,55	41,06
Zn/N	0,75	0,14	19,10
Zn/P	11,95	4,06	33,99
Zn/K	1,32	0,39	29,38
Zn/Ca	1,29	0,37	28,59
Zn/Mg	5,25	1,68	31,90
Zn/S	10,19	2,43	23,81
Zn/Fe	0,33	0,11	32,23
Zn/Mn	0,18	0,12	69,90
Zn/Cu	2,58	0,66	25,52
Mn/N	6,77	4,95	73,05
Mn/P	110,04	90,41	82,53
Mn/K	12,51	11,47	91,64
Mn/Ca	11,46	8,46	73,85
Mn/Mg	46,59	37,36	80,19
Mn/S	93,09	71,97	77,30
Mn/Fe	2,78	1,86	67,05
Mn/Zn	8,73	5,72	65,57
Mn/Cu	21,52	14,43	67,06
Cu/N	0,31	0,10	33,46
Cu/P	4,86	2,11	43,41
Cu/K	0,55	0,22	39,31
Cu/Ca	0,53	0,23	44,12
Cu/Mg	2,16	1,00	46,14
Cu/S	4,20	1,73	41,18
Cu/Fe	0,13	0,06	43,59
Cu/Zn	0,42	0,12	29,72
Cu/Mn	0,07	0,04	59,19

CONCLUSÕES

De acordo com o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), o estado nutricional da grande maioria dos pimentais amostrados no município de Paragominas, no Estado do Pará, foi considerado bom, sem apresentar distúrbios marcantes, e com 70 % das amostras com alta produtividade, ou seja, superior de 3,0 kg de pimenta preta planta⁻¹.

Os nutrientes com maior potencial de resposta à adubação, considerando-se a freqüência com que ocuparam até a terceira posição na ordem de deficiência a excesso, foram $P = Ca = S > N > K$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.H.; LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no sistema integrado de diagnose e recomendação - DRIS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1992. p. 86-187.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.339-44, 1990.
- 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.
- COSTA, A.N. da. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo**. Viçosa: UFV, 1995. 94p. Tese Doutorado.

- DOMINGUES, F. de A. **Nutrição mineral e crescimento de seringais em início de exploração no Estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 59p. Tese Mestrado.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications of Soil Science Plant Analysis**, v.12, n.5 p.785-94, 1981.
- KATO, A.K. **Teor e distribuição de N,P,K, Ca e Mg em pimentas-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. Piracicaba: 1978. 75p. Tese Mestrado.
- LANTMANN, A.F.; OLIVEIRA, E.L.; CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A. Adubação nitrogenada no Estado do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO. 16., 1984, Ilhéus, BA. **Anais**. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.19-46.
- CRESTE, J.E. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do limoeiro ciciliano**. Botucatu: UNESP, 1996. 120p. Tese de Doutorado.
- LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. Viçosa: UFV, 1993. 87p. Tese Doutorado.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MILANEZ, D.; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J. **Cultura da pimenta-do-reino**. Vitória: EMCAPA, 1987. 94p. (EMCAPA. Documentos, 33).
- NANBIAR, E.P.; NAIR, T.; MONEY, N.S. Preliminary studies on the incidence of wilt disease of pepper and it's relationship to nitrogen end base status of the soil. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.35, p.276-281, 1965.

- NYBE, E.V.; NAIR, P.C.S.; WAHID, P.A. Relationships of foliar nutrient levels with yield in black pepper (*Piper nigrum* L.). **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.66, p.345-49, 1989.
- 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.259-67. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89)
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SIM, E.S. A nutrient survey of black pepper small holdings in Sarawak. **Malaian Agricultural Journal**, v.49, p.365-80, 1974.
- 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. **A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças**. Piracicaba: Potafos, 1995. 12p. (Potafos. Informações Agronômicas, 72).
- ZAMBELLO Jr., E.; HAAG, H.P.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiros de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar. **Boletim Técnico. Planalsucar**, v.3, n.4, p.5-32, 1981.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (091) 276-9845 CEP 66017-970
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

A IMPRESSÃO DESTE TRABALHO FOI UMA CONTRIBUIÇÃO DA

AGRICULTURA BANDEIRANTES LTDA

MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ

