



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

TEORES FOLIARES PARA INTERPRETAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PIMENTA LONGA

Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽¹⁾; Lucielio Manoel Silva⁽²⁾; Ezequiel de Brito Messias⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, BR 364, km 14, Caixa Postal 321. CEP: 69908-970. Rio Branco, AC. paulo@cpafac.embrapa.br. Bolsista CNPq; ⁽²⁾ Analista, Embrapa Acre, BR 364, km 14, Caixa Postal 321. CEP: 69908-970. Rio Branco, AC; ⁽³⁾ Estudante de Ciências Biológicas. Estagiário da Embrapa Acre, BR 364, km 14, Caixa Postal 321. CEP: 69908-970. Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) na obtenção das faixas de suficiência dos teores dos nutrientes em folhas de pimenta longa para interpretação do estado nutricional. Foram amostradas folhas de 163 acessos de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) do banco de germoplasma da Embrapa Acre, em novembro de 2010. Em cada amostra, foram determinados os teores dos nutrientes foliares e depois, obtiveram-se para o conjunto da população amostrada as normas CND (também denominadas de normas DRIS multivariadas). A seguir, cada acesso foi avaliado quanto ao equilíbrio nutricional pelo método CND, obtendo-se, para cada nutriente, o subconjunto de acessos nutricionalmente equilibrados com base na interpretação do potencial de resposta à adubação. Para cada subconjunto de plantas nutricionalmente equilibradas para um dado nutriente, obteve-se o intervalo de confiança a 95%, considerado este a faixa de suficiência. O método proposto mostrou-se de fácil aplicação e passível de ser utilizado para a obtenção das faixas de suficiência ou níveis críticos dos nutrientes em pimenta longa.

Palavras-Chave: diagnose foliar, nível crítico, DRIS, CND, *Piper hispidinervium*.

INTRODUÇÃO

O principal produto comercial do cultivo de pimenta longa é o safrol, cuja produção depende da produção de biomassa, do rendimento de óleo essencial por unidade de biomassa e do teor de safrol no óleo essencial.

Em condições naturais, a variabilidade do teor de safrol no óleo essencial é baixa, com coeficiente de variação de 2,6% (Miranda, 2001). No outro extremo, a produção de biomassa tem variado sob diferentes condições experimentais de 799 kg ha⁻¹ (Silva et al., 2001) a 7.153 kg ha⁻¹ (Figueiredo et al, 2001), sendo provavelmente, a disponibilidade de nutriente um dos fatores determinantes desta variabilidade, embora, estudos conduzidos até o momento não sejam conclusivos.

Sousa et al (2001) relatam resposta da cultura com maior desenvolvimento da biomassa em função da aplicação de fósforo, da aplicação de potássio apenas com calagem e, resposta de nitrogênio apenas na

ausência de calagem. Por sua vez, Wadt & Pacheco (2006) destacam que a adubação nitrogenada, em diferentes espaçamentos, não proporcionou maior produção de biomassa de pimenta longa.

Wadt (2008) sugere que a análise foliar deveria ser mais amplamente utilizada em programas de recomendação de adubação, embora, destaque que ensaios de calibração convencionais sejam onerosos e de difícil condução quando se utiliza o método do nível crítico ou das faixas de suficiência para a interpretação do estado nutricional.

Alternativas ao método do nível crítico tem sido o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), porém, exigindo sistemas computacionais mais complexos para sua utilização. O DRIS, com relações bivariadas, foi sido utilizado como uma ferramenta para a obtenção dos valores críticos dos nutrientes em arroz (Guindani et al, 2007).

Uma alternativa para obtenção dos valores críticos ou das faixas de suficiência tem sido o método da Chance Matemática, que aplica distribuições de probabilidades a dados obtidos de lavouras comerciais (Wadt et al., 1998; Kurihara, 2004; Urano et al., 2007), entretanto, necessitando da mensuração da produtividade das lavouras concomitantemente com a avaliação do estado nutricional.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) na obtenção das faixas de suficiência dos teores dos nutrientes em folhas de pimenta longa para interpretação do estado nutricional.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostrados 163 acessos de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) do banco de germoplasma da Embrapa Acre, em novembro de 2010. Estes acessos são originados de coletas realizadas nos últimos quinze anos em áreas agrícolas, no vale do Rio Acre, no sudoeste da Amazônia. Os acessos são cultivados em Argissolo Vermelho Amarelo. As plantas são adubadas anualmente com 72 kg ha⁻¹ de N, 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, na fonte de uréia, supertríplo e cloreto de potássio.

Em cada acesso, foram coletadas aproximadamente 20 folhas no terço mediano das plantas, em todas as posições cardiais, sempre coletando a primeira folha totalmente expandida. As folhas, após amostragem, foram secas em estufa de circulação forçada até peso constante, a 60° C, e depois de secas, trituradas em moinho.

As análises químicas das amostras foliares foram realizadas utilizando digestão nitroperclórica e sulfúrica. Após a digestão nitroperclórica, os extratos foram analisadas quanto à concentração total de cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu) por espectrofotometria de absorção atômica, potássio (K) por fotometria de chama e fósforo (P) por espectrofotometria de luz visível. O nitrogênio (N) total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl (Carmo, 2000). Os resultados foram expressos em g kg⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg e em mg kg⁻¹ para Zn, Fe, Mn e Cu.

Após determinação dos teores foliares em cada um destes acessos, todos os teores nutricionais foram ajustados para a mesma dimensão (dag kg⁻¹) e a seguir, calculou-se o valor R, dado pela diferença entre 100 e o somatório dos teores de todos os nutrientes ($R = 100 - (vN + vP + vK + vCa + vMg + vZn + vFe + vMn + vCu)$), onde R representa o conteúdo de matéria seca da amostra e outros nutrientes não avaliados e, vN, vP, vK, vCa, vMg, vZn, vFe, vMn e vCu, respectivamente, os teores de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu, expressos em dag kg⁻¹.

A seguir, calculou-se a média geométrica dos teores nutricionais em cada um dos acessos, pela seguinte expressão:

$$mGeo = (vN \times vP \times vK \times vCa \times vMg \times vZn \times vFe \times vMn \times vCu \times R)^{(1/10)}$$

O valor da relação multivariada para cada nutriente foi então determinado pela expressão:

$Zx = LN (vX/mGeo)$, onde Zx representa, cada um dos nutrientes avaliados expressos em dag kg⁻¹ (vN, vP, vK, vCa, vMg, vZn, vFe, vMn e vCu) e o valor R, obtendo-se assim as relações multivariadas para N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu, representadas por zN, zP, zK, zCa, zMg, zZn, zFe, zMn e zCu.

A seguir, determinou-se a média aritmética (mx) e o desvio padrão (dx) para cada uma das relações multivariadas.

O índice DRIS para a relação multivariada, ou índice CND, foi então calculado, para cada nutriente pela expressão:

$$I_X = (mX - mx)/dx$$

Onde, mX representa a relação multivariada para cada um dos nutrientes avaliados, em cada acesso; e mx e dx, respectivamente, a média e desvio padrão da respectiva relação multivariada.

O índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi obtido pelo somatório, em módulo, de todos índices DRIS multivariados dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu.

A seguir, para cada acesso, os índices DRIS multivariados foram classificados em cinco classes quanto ao Potencial de Resposta à Adubação (Wadt, 2005):

i) Equilíbrio nutricional = $|I_X| < IBNm$. Atribuiu-se o valor zero para esta condição;

ii) Alta probabilidade de insuficiência = $|I_X| > IBN$, $I_X < 0$ e I_X igual ao menor índice DRIS na amostra. Atribui-se o valor -2 para esta condição;

iii) Baixa probabilidade de insuficiência = $|I_X| > IBN$, $I_X < 0$ e I_X maior que o menor índice DRIS na amostra. Atribui-se o valor -1 para esta condição;

iv) Alta probabilidade de excesso = $|I_X| > IBNm$, $I_X > 0$ e I_X igual ao maior índice DRIS na amostra. Atribui-se o valor 2 para esta condição; e

v) Baixa probabilidade de excesso = $|I_X| > IBNm$, $I_X > 0$ e I_X menor que o maior índice DRIS na amostra. Atribui-se o valor 1 para esta condição.

As faixas de suficiência para os teores nutricionais dos nutrientes, expressos em g kg⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg e em mg kg⁻¹ para Zn, Fe, Mn e Cu, foram calculadas como sendo o intervalo de confiança a 95% para os acessos de pimenta longa nutricionalmente equilibrados, respectivamente, para N, P, K, Ca e Mg, Zn, Fe, Mn e Cu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adoção de relações multivariadas simplifica a obtenção das normas DRIS, já que para cada nutriente (Tabela 1) uma única norma foi obtida e independentemente do número de elementos avaliados, diferente do uso de relações bivariadas, onde o número de normas DRIS obtidas para cada nutriente é dado por “2 x (n-1)”, onde n corresponde ao número de nutrientes avaliados e considerando-se as funções nas formas direta e inversa.

A desvantagem das normas DRIS multivariadas é que seu valor tomado isoladamente tem pouca informação, o que não ocorre com as normas DRIS bivariadas, já que cada norma representa o valor ótimo e a respectiva variabilidade entre os teores de dois nutrientes. Entretanto, os cálculos para a obtenção dos índices DRIS multivariados (ou índices CND) podem ser realizados sem muita dificuldade em planilhas eletrônicas, dispensando o uso de softwares mais complexos.

Outra vantagem das normas DRIS multivariadas consiste na possibilidade de identificar rapidamente aqueles macronutrientes com maiores teores médios (N, K e Ca), que por estarem acima da média geométrica, apresentam valores positivos (Tabela 1). Para os micronutrientes, contudo, por serem expressos em g kg⁻¹, terão sempre valores negativos (abaixo da média geométrica).

Os teores médios, mínimo, máximo dos nutrientes na população avaliada confirmam serem N, K e Ca aqueles requeridos em maior concentração nos tecidos foliares (Tabela 2), sendo o K e o Ca aqueles macronutrientes com maiores coeficientes de variação para os teores foliares, como também com a maior amplitude para os teores foliares. Com relação aos micronutrientes, Mn e Cu foram aqueles que apresentaram maior coeficiente de variação.

Para os macronutrientes, estes valores, diferem dos teores foliares indicados por Viegas et al. (2004) para plantas em lavouras sadias e deficientes. O teor mínimo de N foi superior ao limite superior dos teores foliares para plantas consideradas sem deficiência de N, citado por Viegas et al. (2004) como sendo de 19,5 g kg⁻¹.

Para P, o valor máximo encontrado nas plantas avaliadas foi próximo ao limite superior para plantas deficientes, considerado como sendo de 2,9 g kg⁻¹ (Viegas

et al., 2004).

Há dois motivos para estas diferenças: a primeira trata-se da restrição de variabilidade dos materiais avaliados serem oriundos de banco de germoplasma, com as condições edáficas sendo relativamente uniformes; a segunda, trata-se das condições impostas às plantas no estudo de Viegas et al (2004), onde a omissão dos nutrientes pode ter criado condições extremas quanto a nutrição das plantas.

CONCLUSÕES

O método DRIS para relações multivariadas, conjugado ao critério do potencial de resposta à adubação, pode ser utilizado com alternativa para a determinação da faixa de suficiência ou níveis críticos dos nutrientes.

REFERÊNCIAS

- CARMO, C. A. F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M.F.C. 2000. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p.
- FIGUEIREDO, F. J. C.; ROCHA NETO, O. G. da; ALVES, S. de M.; SILVA, E. S. A. Freqüência de corte de plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) para fins de produção de biomassa, extração de óleo essencial e quantificação de safrol. In: Pimentel, F.A. & Rocha Neto, O. G. da. Workshop de encerramento do projeto Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir da Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.), 1.:2001, Rio Branco, AC. Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID. 2001. p. 57-63.
- GUINDANIM, R. H. P.; ANGHINONI, I.; NACHTIGALL, G.R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação.
- KURIHARA, C.H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 101p. (Tese de Doutorado)
- MIRANDA, E. M. de Caracterização e avaliação produtiva de uma população nativa de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) no seringal Cachoeira, AC. In: Pimentel, F.A. & Rocha Neto, O. G. da. Workshop de encerramento do projeto Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir da Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.), 1.:2001, Rio Branco, AC. Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID. 2001. p. 45-50.
- PARENT, L.E. & DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117 (2): 239-242, 1992.
- R. Bras. Ci. Solo, 33:109-118, 2009.
- SILVA, E. S. A.; ROCHA NETO, O. G. da; FIGUEIREDO, F. J.C. Crescimento e Produção de óleo essencial de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) sob diferentes condições de manejo, no município de Igarapé-Açu, PA. In: Pimentel, F.A. & Rocha Neto, O. G. da. Workshop de encerramento do projeto Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir da Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.), 1.:2001, Rio Branco, AC. Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID. 2001b. p. 90-95.
- SOUSA, M. de M. M.; LEDO, F. J. da S.; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. Pesq. agropec. bras., Brasília, 2001, vol. 36, p. 405-409.
- URANO, E. O. M., KURIHARA, C. H., MAEDA, S., VITORINO, A. C. T., GONÇALVES, M. C., MARCHETTI, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos Chance Matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.63-72, 2007.
- WADT, P. G. S. ; NOVAIS, R. F. de ; ALVAREZ V, V.H. ; FONSECA, S. ; BARROS, N. F. de . Valores de Referência Para Macronutrientes Em Eucalipto Obtidos Pelos Métodos Dris e Chance Matemática. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso), Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 685-692, 1998.
- WADT, P. G. S. ; PACHECO, E. P. . Efeito da adubação nitrogenada, em diferentes densidades de plantio, na produção de biomassa de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.).. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 6, p. 334-340, 2006.
- WADT, P. G. S. . Análise foliar para recomendação de adubação em culturas agrícolas. In: Prado; R.M.; Rozane, D.E.;Vale, D. W. do; Correia, M. A. R.; Souza, H. A. de. (Org.). Nutrição de plantas. Diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: Fundenesp, 2008, v. 1, p. 115-133.
- WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 227-234, 2005.
- VIEGAS, I. de J. M.; BRASIL, E.C.; FRAZÃO, D.A.C.; CONCEIÇÃO, H.E.O. Pimenta longa: nutrição, calagem e adubação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2004. 4p. (Circular Técnica, 34)

Tabela 1. Normas DRIS multivariadas para N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu, e valor R, em Pimenta Longa

Nutriente	média	desvio padrão
N	2,3249	0,1001
P	-0,5716	0,1333
K	1,2604	0,2841
Ca	0,9703	0,1794
Mg	-0,4150	0,1786
Zn	-1,9879	0,2034
Fe	-1,4108	0,1394
Mn	-1,5981	0,3412
Cu	-3,9866	0,4561
R (complemento para matéria seca)	5,4143	0,0921

Tabela 2. Teores médios, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e teores mínimo e máximo para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, em g kg⁻¹, e de Zn, Fe, Mn e Cu em mg kg⁻¹

Nutriente	Média	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio Padrão	CV
N	42,2	33,0	51,0	17,0	0,3	7,1
P	2,3	1,7	2,9	1,2	0,3	13,0
K	15,0	5,0	21,6	0,0	3,7	24,6
Ca	11,1	4,9	17,0	0,0	2,3	20,7
Mg	2,8	1,5	3,9	0,0	0,6	21,4
Zn	58	35	93	0	13	22,4
Fe	102	63	173	0	16	15,7
Mn	89	46	218	0	37	41,6
Cu	9	3	16	0	3	33,3

Tabela 3. Faixa de suficiência para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, em g kg⁻¹, e de Zn, Fe, Mn e Cu em mg kg⁻¹, obtidos neste trabalho com base nas lavouras consideradas nutricionalmente equilibradas, e publicados na literatura, para plantas sem e com deficiência reconhecida

Nutriente	Plantas Nutricionalmente Equilibrada	Viegas et al (2004) (sem deficiência)	Viegas et al. (2004) (deficientes)
N	41,5 a 42,6	16,7 a 19,5	8,5 a 9,5
P	2,3 a 2,4	6,4 a 7,7	2,3 a 2,8
K	14,7 a 15,6	20,0 a 25,5	8,0 a 9,4
Ca	10,7 a 11,3	14,9 a 16,7	9,3 a 10,6
Mg	2,7 a 2,9	7,5 a 9,0	1,7 a 2,0
Zn	56 a 59	-----	-----
Fe	100 a 105	-----	-----
Mn	78 a 85	-----	-----
Cu	9 a 10	-----	-----