

# Faixas de Suficiência para Interpretação dos Teores de Nutrientes Foliares em Pimenta-longa (*Piper hispidinervum*) – Primeira Aproximação

## Introdução

Os vegetais necessitam de 16 elementos essenciais para atender suas exigências nutricionais e completar o ciclo de vida.

A literatura agrônômica tem indicado três ferramentas básicas para determinar a necessidade de adubação das culturas: a primeira seria a diagnose visual, a partir da caracterização dos sintomas visuais de desordem nutricional, específicos para cada nutriente. Entretanto, essa ferramenta se apresenta pouco precisa, sendo afetada por diversos fatores. As outras duas, mais tradicionais, seriam a análise química de solo e da folha, porém, a última ainda é pouca utilizada no Brasil, restrita à agricultura tecnificada.

Além disso, dos 16 elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, três são fornecidos abundantemente pela água e ar (C, H e O) e somente quatro são rotineiramente analisados quanto à sua disponibilidade pelo solo (P, K, Ca e Mg), e mesmo assim, Ca e Mg quase que exclusivamente para fins de correção da acidez do solo. Ainda que existam métodos analíticos para determinar a disponibilidade dos demais nutrientes via solo, não há critérios seguros para interpretação dessa disponibilidade de forma a orientar o manejo das adubações.

O uso da análise foliar como critério de diagnóstico para a avaliação do estado nutricional das plantas baseia-se na premissa da existência de relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os seus teores na planta, e aumentos ou decréscimos nas concentrações dos nutrientes se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (FAGERIA et al., 2009).

Por sua vez, para a interpretação da análise foliar, existem diferentes métodos, que consideram cada elemento isoladamente (como do Nível Crítico ou das Faixas de Suficiências) (MALAVOLTA et al., 1989), ou métodos baseados na relação entre os nutrientes, como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973) e a Diagnose da Composição Nutricional (CND) (PARENT; DAFIR, 1992).

Por se tratar de uma espécie ainda em processo de domesticação, são escassas as informações para a interpretação dos teores de nutrientes da pimenta-longa (SOUSA et al., 2001; VIEGAS et al., 2004; WADT; PACHECO, 2006). Silva et al. (2009) avaliaram o comportamento de plantas de pimenta-longa, em relação à presença de adubação combinada com aplicação ou ausência de irrigação, e observaram que a melhor disponibilidade hídrica favoreceu a disponibilidade de K nas plantas, refletindo-se pelo aumento do teor de K com o aumento da idade das plantas; entretanto, a adubação ou irrigação não afetou o teor de P nas folhas de pimenta-longa. Não há, contudo, definição de que as alterações ou não nos teores foram afetadas por efeitos de concentração da matéria seca, como por exemplo, a manutenção do teor de P ter sido resultante da combinação

61

Circular  
Técnica

Rio Branco, AC  
Fevereiro, 2012

### Autores

**Paulo Guilherme  
Salvador Wadt**

Engenheiro-agrônomo,  
D.Sc. em Solos e  
Nutrição de Plantas,  
pesquisador da  
Embrapa Acre,  
paulo.wadt  
@embrapa.br

**Lucieli Manoel da Silva**

Engenheiro-agrônomo,  
M.Sc. em Genética e  
Melhoramento  
de Plantas, analista da  
Embrapa Acre,  
lucelio.silva  
@embrapa.br

**Valdomiro Catani**

Químico,  
D.Sc. em Química,  
analista da  
Embrapa Acre,  
valdomiro.catani  
@embrapa.br

**Francisco Álvaro  
Viana Felisberto**

Biólogo,  
assistente da  
Embrapa Acre,  
francisco.felisberto  
@embrapa.br

de menor absorção desse nutriente e menor crescimento da biomassa foliar.

A ausência dessas informações dificulta o desenvolvimento de programas de adubação para a cultura, especialmente para nutrientes cuja disponibilidade no sistema solo-planta não pode ser inferida adequadamente pela avaliação da fertilidade do solo, como N, S, micronutrientes e mesmo Ca e Mg, o que aumenta a importância da análise foliar para a avaliação do estado nutricional da pimenta-longa.

Neste trabalho são apresentadas indicações para a amostragem foliar e primeira aproximação para critérios de interpretação dos teores dos nutrientes em folhas de plantas de pimenta-longa.

## Amostragem e análises químicas foliares

O primeiro passo para a avaliação do estado nutricional é a tomada de amostras foliares que possam indicar os teores adequados dos principais nutrientes. É importante conhecer três critérios básicos para realizar a correta amostragem, como o tipo de folha a ser coletada, época do ciclo da planta e o número de folhas suficientes para representar bem a gleba a ser diagnosticada.

Deve ser coletada a primeira folha totalmente expandida (Figura 1), localizada em ramo de altura média, no terço mediano das plantas, em todas as posições cardiais.

Fotos: Paulo Guilherme Salvador Wadt



Figura 1. Primeira folha totalmente expandida para coleta de amostra visando à diagnose do estado nutricional de pimenta-longa.

A época adequada é a que antecede o início da floração. Normalmente, em plantios no Estado do Acre, a floração ocorre de novembro a março e a colheita das folhas é feita de março a abril (final do período chuvoso). Nesse ciclo de produção, a época de amostragem mais indicada é no final de outubro ou início do mês de novembro.

Em cada gleba, devem-se amostrar aproximadamente 20 plantas, com 5 a 10 folhas por plantas (100 a 200 folhas/gleba). A gleba consiste de uma unidade de produção homogênea quanto às características de cor e profundidade do solo, relevo e posição na paisagem (áreas baixas ou elevadas) e condições de cultivo, como manejo cultural e ciclos de corte, espaçamento e densidade de plantio.

Após a coleta, as amostras foliares devem ser colocadas em sacos de papel e conduzidas ao laboratório, lavadas rapidamente em água destilada quando houver indícios de poeira ou contaminação por solo ou cinzas. Caso as amostras sejam coletadas em local de difícil acesso, impossibilitando sua entrada no laboratório em até 2 dias após a coleta, e se houver disponibilidade de água limpa, sem argila ou qualquer outro material em suspensão, pode-se fazer a lavagem das folhas em água corrente antes de sua secagem. Após a coleta ou lavagem, devem-se colocar as amostras para secar em saco de papel a pleno sol, antes de enviá-las ao laboratório.

No laboratório as amostras devem ser colocadas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 55 °C a 60 °C, até

que o peso fique constante, e depois de secas, trituradas em moinho. Após essa preparação, devem ser mantidas em sacos plásticos selados, para evitar que sejam contaminadas com umidade e desenvolvam fungos, até o momento da análise química. Nesse caso, é necessário determinar o fator de correção para a umidade de amostra em relação ao peso seco a 105 °C a 110 °C.

Nas amostras foliares devem ser determinados os teores 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, após extração em solução nitroperclórica. O nitrogênio (N) total deve ser determinado, após digestão sulfúrica, pelo método de Kjeldahl.

### Faixas de Suficiência para os teores dos nutrientes em amostras foliares de pimenta-longa

Os valores críticos sugeridos para a interpretação dos teores dos nutrientes em amostras foliares de pimenta-longa foram adaptados de Wadt et al. (2011a, b),

para plantas dessa espécie consideradas nutricionalmente equilibradas (Tabela 1). Esses valores críticos foram derivados do intervalo de confiança a 99% do teor dos nutrientes em plantas saudáveis e nutricionalmente equilibradas, obtidas de 163 acessos de pimenta-longa, do Banco de Germoplasma da Embrapa Acre, cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo e que receberam anualmente 72 kg ha<sup>-1</sup> de N, 45 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente, nas fontes de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. As plantas nutricionalmente equilibradas foram determinadas por meio do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (WADT et al., 2011a, b).

Os valores críticos obtidos possibilitam distinguir três faixas de suficiência: deficiência, adequada e de consumo de luxo.

A faixa de deficiência consiste dos teores considerados limitantes à produtividade, por estarem associados a plantas que apresentam insuficiência na disponibilidade do nutriente. Lavouras com teores de nutrientes na faixa de deficiência apresentam maior probabilidade de responderem ao fornecimento do respectivo elemento.

**Tabela 1.** Teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu considerados deficientes, adequados e em consumo de luxo (ou toxidez) em plantas de pimenta-longa.

Nutriente	Faixa de deficiência	Faixa adequada	Faixa de consumo de luxo/toxidez
	g kg <sup>-1</sup>		
N	< 41	41 a 43	> 43
P	< 2	2 a 3	> 3
K	< 14	14 a 16	> 16
Ca	< 10	10 a 12	> 12
Mg	< 2	2 a 3	> 3
	mg kg <sup>-1</sup>		
Zn	< 50	50 a 60	> 60
Fe	< 100	100 a 110	> 110
Mn	< 70	70 a 90	> 90
Cu	< 9	9 a 10	> 10

A faixa de consumo de luxo representa a classe de teores de nutrientes em que ocorre a condição de excesso, mas não necessariamente em situações de toxicidade. Para micronutrientes, a faixa de consumo de luxo é mais bem caracterizada como faixa de toxidez, dada a maior frequência de problemas nutricionais devido ao excesso do elemento na planta.

A faixa adequada corresponde ao intervalo de valores em que o nutriente deve apresentar a melhor situação quanto à disponibilidade do elemento. Inferior ao valor mínimo da faixa adequada representa o nível crítico, abaixo do qual espera-se maior resposta à adubação.

## Interpretação do estado nutricional das plantas

A interpretação do estado nutricional faz-se diretamente, comparando-se o teor de um dado nutriente na amostra foliar com o valor tabelado. Se o teor estiver na faixa de deficiência, o suprimento do elemento pode estar sendo

insuficiente. Assim, deve-se aumentar sua disponibilidade, pelo aumento da quantidade aplicada via adubação, por mudança na fonte de fertilizantes ou no manejo das adubações, como por exemplo, aplicações parceladas ou até mesmo por meio de adubações foliares.

Caso o teor esteja na faixa adequada, não é necessário corrigir as adubações. Por sua vez, se houver indicações de consumo de luxo, pode ser necessário reduzir a aplicação dos fertilizantes.

Uma alternativa para interpretar a análise foliar é a utilização do critério do desvio do ótimo percentual – DOP (MONTANÉS et al., 1995). Para esse critério, a concentração do nutriente na amostra foliar (T) é comparada com o limite inferior da faixa adequada ou nível crítico (NCr), por meio da expressão:

$$\text{DOP} = [(T \times 100)/\text{NCr}] - 100$$

Aplicando-se esse critério para todos os nutrientes, é possível obter desvios ponderados que permitem ordenar os elementos em função do grau de deficiência relativa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teores de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu de uma amostra de folha de pimenta-longa e teores críticos foliares (NCr), com respectivo cálculo do desvio do ótimo percentual (DOP).

Nutriente	Teor	NCr	DOP
	g kg <sup>-1</sup>		Adimensional
N	39	41	-4
P	3	2	50
K	18	14	28
Ca	9	10	-5
Mg	3	2	33
	mg kg <sup>-1</sup>		
Zn	70	50	41
Fe	91	100	-9
Mn	150	70	114
Cu	12	9	32



Para exemplificar, são considerados os teores nutricionais de uma amostra foliar de um acesso de pimenta-longa do Banco de Germoplasma da Embrapa Acre como sendo de 39 g kg<sup>-1</sup>, 3 g kg<sup>-1</sup>, 18 g kg<sup>-1</sup>, 10 g kg<sup>-1</sup> e 3 g kg<sup>-1</sup> para os nutrientes N, P, K, Ca e Mg, e de 70 mg kg<sup>-1</sup>, 91 mg kg<sup>-1</sup>, 150 mg kg<sup>-1</sup> e 12 mg kg<sup>-1</sup> para Zn, Fe, Mn e Cu, respectivamente.

Entre os macronutrientes, N deve ser interpretado como deficiente, K em consumo de luxo e P, Ca e Mg com teores adequados. Quanto aos micronutrientes, Zn, Mn e Cu estão com valores tóxicos ou altos e Fe com deficiência.

Se fosse realizada a interpretação pelo critério do DOP, os valores calculados para os nutrientes seriam -4, 50, 28, -5, 33, 41, -9, 114 e 32, respectivamente para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu. Portanto, Fe, Ca e N, nessa ordem, seriam considerados os nutrientes mais deficientes; P e K os macronutrientes em maior consumo de luxo; Mn, Zn e Cu, micronutrientes com maior risco de toxicidade.

## Conclusão

As faixas de suficiência para os teores de nutrientes foliares em pimenta-longa proporcionam rápida interpretação do estado nutricional dessa cultura, com possibilidades de orientação no manejo das adubações.

## Referências

- BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS):** a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 1044-1064, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MONTANÉS, L.; MONGE, E.; VAL, J.; SANZ, M. Interpretative possibilities of plant analysis by the DOP (Desviation from optimum percentage) index. **Acta Horticulturae**, Trento, v. 383, p. 165-190, 1995.
- PARENT, L. E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v. 117, n. 2, p. 239-242. 1992.
- SILVA, E. S. A.; SOUZA, C. M. A.; ROCHA NETO, O. G.; FIGUEIRÊDO, F. J. C. Parâmetros bioquímicos de plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.D.C) em diferentes condições de cultivo no município de Igarapé-Açu, PA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 51, p. 171-189, 2009.
- SOUSA, M. M. M.; LEDO, F. J. S.; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 405-409, mar. 2001.
- VIEGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. **Pimenta longa:** nutrição, calagem e adubação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 4 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 34).
- WADT, P. G. S.; SILVA, L. M.; CATANI, V.; MESSIAS, E. B.; OLIVEIRA, C. H. A. Definição de posição da folha de pimenta longa para avaliação do estado nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., Uberlândia, MG, 2011. **Solos nos biomas brasileiros:** sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. [Uberlândia]: SBCS: UFU, ICIAG, 2011a. 1 CD-ROM. 4 p.

WADT, P. G. S.; SILVA, L. M.; MESSIAS, E. B. Teores foliares para interpretação do estado nutricional de pimenta longa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., Uberlândia, MG, 2011. **Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais.** [Uberlândia]: SBCS: UFU, ICIAG, 2011b. 1 CD-ROM. 4 p.

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, n. 2, p. 334-340, 2006.

### Circular Técnica, 61



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Acre**

**Endereço:** Rodovia BR 364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho, Caixa Postal 321, Rio Branco, AC, CEP 69900-056

**Fone:** (68) 3212-3200

**Fax:** (68) 3212-3284

<http://www.cpafac.embrapa.br>

[sac@cpafac.embrapa.br](mailto:sac@cpafac.embrapa.br)

**1ª edição**

1ª impressão (2012): 200 exemplares

### Comitê de publicações

**Presidente:** Ernestino de Souza Gomes Guarino

**Secretária-Executiva:** Claudia Carvalho Sena

**Membros:** Clarissa Reschke da Cunha, Henrique José Borges de Araujo, José Tadeu de Souza Marinho, Maria de Jesus Barbosa Cavalcante, Maykel Franklin Lima Sales, Moacir Haverroth, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tatiana de Campos

### Expediente

**Supervisão editorial:** Claudia C. Sena/Suely M. Melo

**Revisão de texto:** Claudia C. Sena/Suely M. Melo

**Normalização bibliográfica:** Riquelma de S. de Jesus

**Tratamento das ilustrações:** Bruno Imbroisi

**Editoração eletrônica:** Bruno Imbroisi