

Amostragem e diagnose foliar

Carlos Alberto Costa Veloso

Sônia Maria Botelho

Ismael de Jesus Matos Viégas

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues

A análise de solo é insuficiente para garantir um acompanhamento adequado do estado nutricional das plantas. A existência no solo de um nutriente, mesmo que supostamente em quantidades disponíveis suficientes, não garante o suprimento das plantas, visto que muitos fatores podem influir na absorção.

Assim, a análise química de folhas é uma das melhores técnicas disponíveis para avaliar o estado nutricional de plantas e para orientar programas de adubação, junto com as informações advindas da análise de solo. O princípio da diagnose foliar é comparar a concentração de nutrientes nas folhas com valores padrões correspondentes a variedades e/ou espécies análogas de alta produtividade e de bom desenvolvimento vegetativo (Malavolta et al., 1997).

Diagnose foliar

É um método de avaliação do estado nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. A diagnose foliar procura associar e relacionar os teores foliares e a produção das culturas.

Quatro são as etapas que devem ser cumpridas em um programa que utiliza a diagnose foliar na avaliação do estado nutricional das plantas:

- 1) Coleta de amostra de folhas.
- 2) Preparo da amostra.
- 3) Análise química de tecido vegetal.
- 4) Interpretação dos resultados.

Coleta e amostragem foliar

A coleta é a etapa mais crítica, pois os nutrientes não existem nas diversas partes da planta em quantidades iguais, variando de acordo com diversos fatores, dentre os quais a idade da planta e a variedade considerada. Os resultados da análise foliar somente serão eficientes se a amostragem for bem feita e representativa da lavoura.

Quanto ao órgão da planta, em geral, é analisada a folha recém-madura, mas, em algumas culturas, podem ser analisadas porções do caule ou de ramos. Na folha, a análise pode ser feita nela inteira, somente na lâmina ou somente no pecíolo. Quando se analisa a lâmina, às vezes a nervura principal é excluída, como acontece na diagnose foliar para cana-de-açúcar, dendezeiro e coqueiro. Em culturas perenes, como cafeeiro e citros, a composição da folha pode ser modificada pela presença ou ausência de frutos nos ramos. Em geral, as folhas recém-maduras são os órgãos da planta que melhor refletem o estado nutricional da cultura, razão pela qual são os mais indicados como amostra.

Como a composição de diferentes partes das plantas difere e o estágio de crescimento pode influir na concentração de nutrientes, há necessidade não só de estabelecer as partes das plantas que devem ser amostradas, mas também a melhor época para realizar a coleta do material. Por causa dessas variações, a amostragem deve ser realizada de acordo com as recomendações indicadas para o sucesso da diagnose foliar (Tabela 1).

Tabela 1. Recomendações de amostragem para diagnose foliar de algumas culturas.

Cultura	Época	Tipo de folha	Nº de planta por hectare
Abacateiro	Meio do período chuvoso, 3 e 4 meses após a brotação	Folhas de ramos frutíferos, quatro folhas por árvore nos quatro quadrantes a meia altura da planta	20
Abacaxizeiro	Meio do período chuvoso	Quarta folha a partir do ápice da planta, folha "D", recém-madura, em um ângulo de 45°	25
Aceroleira	Início do florescimento	Folhas recém-maduras, retiradas de ramos frutíferos a meia altura nos quatro quadrantes	50
Algodoeiro herbáceo	Início do florescimento	Limbo de folhas maduras próximas das maçãs	30
Algodoeiro arbóreo	Início do florescimento	Folhas recém-maduras	30
Arrozeiro	Meio do perfilhamento	Folha Y (posição ocupada em relação à folha mais nova desenrolada acima)	50
Bananeira	Meio do período chuvoso	Folha III (abaixo e oposta às flores); porção mediana (10 cm de largura) clorofilada	50
Cacaueiro	Meio do período chuvoso	Terceira folha a partir da ponta, lançamento recém-maduro, plantas a meia sombra	25
Cafeeiro	Meio do período chuvoso	Terceiro e quarto pares de folhas, a partir da ponta, ramos a meia altura e produtivos	30
Cajueiro	Florescimento	Folhas recém-maduras, na parte mediana de ramos do ano nos quatro quadrantes	30
Cana-de-açúcar	Seis meses após a germinação para cana-planta ou 4 meses após o corte para cana-soca	Folha +3, na região de inserção da bainha do colmo. Utilizar os 20 cm centrais da folha, eliminando-se a nervura central	30
Cenoura	Início do florescimento	Nervura principal de folhas recém-maduras	40
Citros	Meio do período chuvoso	Folhas de ciclo do inverno, de ramos frutíferos, frutos com 2 cm a 4 cm de diâmetro, terceira ou quarta folha a partir do fruto nos quatro quadrantes	25

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultura	Época	Tipo de folha	Nº de planta por hectare
Coqueiro	Meio do período chuvoso	Coletar três folíolos de cada lado da parte central da folha 14, em plantas adultas, ou na folha 9 em plantas jovens	15
Cupuaçuzeiro	Meio do período chuvoso	Terceira folha a partir da ponta, lançamento recém-maduro plantas a meia sombra	25
Dendezeiro	Final do período chuvoso	Folíolos na folha 17 em plantas adultas ou na folha 9 em plantas jovens, retirando três folíolos de cada lado na parte central da folha, em um total de 100 a 150 folíolos	20
Eucalipto	Meio do período chuvoso	Folhas recém-maduras, ramos primários	20
Feijoeiro	Início do florescimento	Primeira folha madura a partir da ponta do ramo	30
Goiabeira	Meio do período chuvoso ou 1 mês após terminar o crescimento de ramos	Quarto par, retirados de ramos terminais sem frutos nos quatro quadrantes	30
Guaranazeiro	Meio do período chuvoso	Folhas recém-maduras, retirados de ramos a meia altura nos quatro quadrantes	25
Gramíneas	Meio do período chuvoso	Folhas recém-maduras ou toda a parte aérea	30
Leguminosas	Florescimento	Folhas retiradas de todas as posições na parte aérea	30
Mamoeiro	Florescimento	Folha "F" na axila com primeira flor completamente expandida	20
Mandioca	Três a quatro meses de idade	Primeira folha recém-madura a partir do ápice da haste	30
Maracujazeiro	Final do período chuvoso, florescimento	Quarta folha a partir da ponta dos ramos medianos	25
Melancia	Primeiro fruto	Pecíolo da sexta folha a partir da ponta	30
Melão	Floração ou primeiro fruto	Pecíolo da sexta folha a partir da ponta	30
Milho	Aparecimento da inflorescência feminina (cabelo)	Folha oposta e abaixo da espiga, retirando-se o terço central (30 cm)	30
Pepino	Primeiro fruto	Pecíolo da sexta folha a partir da ponta	40
Pimenteira-do-reino	Meio do período chuvoso	Primeira folha madura, com pecíolo, a partir do broto terminal dos ramos de frutificação, localizados na parte média da planta, nos quatro quadrantes	30
Pimentão	Primeiros frutos	Pecíolo da sexta folha a partir da ponta	40
Pinus	Meio do período chuvoso	Folhas recém-maduras de ramos primários	20
Pupunheira	Meio do período chuvoso	Coletar folíolos do quinto central de folhas mediana, 2 a 3 meses antes do corte	30
Repolho	Formação da cabeça	Nervura principal da folha envolvente	30
Seringueira	Meio do período chuvoso	Quatro folhas recém-maduras à sombra, na base do terço superior da copa, nos quatro quadrantes	20

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultura	Época	Tipo de folha	Nº de planta por hectare
Soja	Florescimento pleno	Coletar os trifólios terceira ou quarta folha com pecíolo a partir do ápice da haste central	30
Sorgo	Emborrachamento ou 9 semanas	Folhas +4, a partir do ápice na posição mediana da planta, eliminando-se a nervura central	30
Tomateiro	Florescimento pleno ou primeiros frutos	Primeira folha sem pecíolo abaixo do segundo cacho floral	40

Fonte: Adaptado de Malavolta et al. (1997) e Raji (1991).

Procedimentos da coleta de amostra de material vegetal (Malavolta et al., 1997):

- 1) Divida a lavoura em talhões homogêneos, conforme a distribuição e o cultivo estabelecido na propriedade, se possível, que apresente uniformidade, em idade, variedade, espaçamento, solo e manejo da lavoura.
- 2) Em cada talhão, caminhando em zigue-zague, retire a folha indicada conforme a cultura desejada.
- 3) Faça a coleta entre 7h e 11h, de preferência quando não tenha chovido nas últimas 24 horas.
- 4) Em cada talhão, colete folhas de pelo menos 25 plantas e misture para formar uma amostra composta para enviar para o laboratório. Para culturas perenes, retirar quatro folhas por planta nos quatro quadrantes da planta, amostrando a meia altura da planta.
- 5) Coloque todas as amostras em sacos de papel bem limpos. Nunca coloque a amostra em saco usado ou sujo.
- 6) Identifique as amostras colocando uma etiqueta correspondente ao talhão.
- 7) Envie as amostras imediatamente para o laboratório. Caso isto não seja possível, coloque em isopor com capacidade de, aproximadamente, 50 L, contendo uma lâmpada de 150 W, durante 72 horas, para realizar a pré-secagem.
- 8) Nunca faça amostragem após uma adubação foliar ou pulverização; colete as amostras após um período de 30 dias, evitando o efeito de resíduos de fertilizantes.
- 9) Envie as amostras em sacos de papel, evitando que o material demore mais de 48 dias entre a coleta e o processamento no laboratório.

Análise química de planta

A análise foliar consiste em avaliar a planta usada como solução extratora do solo. Os resultados das análises de folhas ou materiais vegetais mostram os teores

totais dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), que são expressos no laboratório em gramas por quilo (g/kg), e dos micronutrientes boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), em miligramas por quilo (mg/kg).

Teores e interpretação dos resultados

Nos resultados da análise de tecido vegetal, é usado grama por quilo (g/kg) ou decagrama por quilo (dag/kg), para os macronutrientes, ao invés de porcentagem (%). Porcentagem é igual a decagrama por quilo, mas é dez vezes maior que grama por quilo. Já para micronutrientes, é usado miligrama por quilo (mg/kg) em vez de partes por milhão (ppm), sendo os valores equivalentes em ambas as unidades. Nas Tabelas 2 e 3, são apresentadas as faixas de teores adequados de macro e micronutrientes para algumas culturas.

Tabela 2. Faixa de teores adequados de macronutrientes para algumas culturas.

Cultura	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	(g/kg)					
Abacateiro	16,0-20,0	0,8-2,5	7,0-20,0	10,0-30,0	2,5-8,0	2,0-6,0
Abacaxizeiro	15,0-17,0	0,8-1,2	22,0-30,0	8,0-12,0	3,0-4,0	2,0-3,0
Aceroleira	20,0-24,0	0,8-1,2	15,0-20,0	15,0-25,0	1,5-2,5	4,0-6,0
Algodoeiro herbáceo	35,0-40,0	2,0-2,5	14,0-16,0	30,0-40,0	4,0-5,0	2,0-3,0
Algodoeiro arbóreo	26,0-33,0	2,0-3,0	24,0-27,0	15,0-38,0	18,0-23,0	6,0-12,0
Arrozeiro	27,0-35,0	1,8-3,0	13,0-30,0	2,5-10,0	1,5-5,0	1,4-3,0
Bananeira	27,0-36,0	1,8-2,7	35,0-54,0	3,0-12,0	3,0-6,0	2,5-8,0
Cacaueiro	20,0-25,0	1,8-2,5	13,0-23,0	8,0-12,0	3,0-7,0	1,6-2,0
Cafeeiro	26,0-32,0	1,2-2,0	18,0-25,0	10,0-15,0	3,0-5,0	1,5-2,0
Cajueiro	20,0	2,1	17,0	2,0	1,0	1,5
Cana-de-açúcar	18,0-25,0	1,5-3,0	10,0-16,0	2,0-8,0	1,0-3,0	1,5-3,0
Capim-colonião	15,0-25,0	1,0-3,0	15,0-30,0	3,0-8,0	1,5-5,0	1,0-3,0
Capim-napier	15,0-25,0	1,0-3,0	15,0-30,0	3,0-8,0	1,5-4,0	1,0-3,0
Capim-gordura	12,0-22,0	1,0-3,0	12,0-30,0	3,0-7,0	1,5-4,0	0,8-2,5
Capim Brizantha	13,0-20,0	0,8-3,0	12,0-30,0	3,0-6,0	1,5-4,0	0,8-2,5
Cenoura	20,0-30,0	2,0-4,0	40,0-60,0	25,0-35,0	4,0-7,0	4,0-8,0
Citros	23,0-27,0	1,2-1,6	10,0-15,0	35,0-45,0	2,5-4,0	2,0-3,0
Coqueiro - folha 14	22,0	1,2	14,0	-	2,0	1,5
Dendezeiro - folha 17	24,0-28,0	1,5-1,8	9,0-12,0	5,0-7,5	2,5-4,0	2,5-3,5
Eucalipto	14,0-16,0	1,0-1,2	10,0-12,0	8,0-12,0	4,0-5,0	1,5-2,0
Feijão-caupi	18,0-22,0	1,2-1,5	30,0-35,0	50,0-55,0	5,0-8,0	1,5-2,0
Feijão-comum (<i>Phaseolus</i>)	30,0-50,0	2,0-3,0	20,0-25,0	15,0-20,0	4,0-7,0	5,0-10,0
Goiabeira	22,0-26,0	1,5-1,9	17,0-20,0	11,0-15,0	2,5-3,5	3,0-3,5

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Cultura	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	(g/kg)					
Guaranazeiro	45,0-50,0	3,0-4,0	10,0-15,0	3,0-5,0	2,0-3,0	1,5-2,0
Girassol	33,0-35,0	4,0-7,0	20,0-24,0	17,0-22,0	9,0-11,0	5,0-7,0
Mamoeiro - limbo	45,0-50,0	5,0-7,0	25,0-30,0	20,0-22,0	10,0	4,0-6,0
Mangueira	12,0-14,0	1,0-1,5	6,5-10,0	28,0-40,0	2,5-5,0	0,9-1,8
Mandioca	51,0-58,0	3,0-5,0	13,0-20,0	7,5-8,5	2,9-3,1	2,6-3,0
Maracujazeiro	40,0-50,0	4,0-5,0	35,0-45,0	15,0-20,0	3,0-4,0	3,0-4,0
Melancia	25,0-50,0	3,0-7,0	25,0-40,0	25,0-50,0	5,0-12,0	2,0-3,0
Melão	25,0-50,0	3,0-7,0	25,0-40,0	25,0-50,0	5,0-12,0	2,0-3,0
Milho	27,0-35,0	2,0-4,0	17,0-35,0	2,5-8,0	1,5-5,0	1,5-3,0
Pepino	45,0-60,0	3,0-12,0	35,0-50,0	15,0-35,0	3,0-10,0	4,0-7,0
Pimenteira-do-reino	34,7	3,2	19,5	17,6	5,8	2,8
Pimentão	30,0-60,0	3,0-7,0	40,0-60,0	10,0-35,0	3,0-12,0	-
Pinus	12,0-13,0	1,4-1,6	10,0-11,0	3,0-5,0	1,5-2,0	1,4-1,6
Pupunheira	35,0	2,0	11,0	4,0	3,0	2,0
Repolho	30,0-50,0	4,0-7,0	30,0-50,0	15,0-30,0	4,0-7,0	3,0-7,0
Seringueira	26,0-35,0	1,6-2,3	10,0-14,0	7,6- 8,2	1,7-2,4	1,8-2,6
Soja	45,0-55,0	2,6-5,0	17,0-25,0	4,0-2,0	3,0-10,0	2,5
Sorgo	25,0-35,0	2,0-4,0	14,0-25,0	2,5-6,0	1,5-5,0	1,5-3,0
Tomateiro	40,0-60,0	4,0-8,0	30,0-50,0	14,0-40,0	4,0-8,0	3,0-10,0

Fontes: Magat (1991), Raji (1991), Raji et al. (1996), Malavolta et al. (1997), Veloso et al. (1998a) e Fairhurst e Hardet (2003).

Tabela 3. Faixa de teores adequados de micronutrientes para algumas culturas.

Cultura	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Molibdênio	Zinco
	(mg/kg)					
Abacateiro	50,0-100,0	5,0-15,0	50,0-200,0	30,0-100,0	0,05-1,0	30,0-100,0
Abacaxizeiro	20,0-40,0	5,0-10,0	100,0-200,0	50,0-200,0	-	5,0-15,0
Aceroleira	25,0-100,0	5,0-15,0	50,0-100,0	15,0-50,0	-	30,0-50,0
Algodoeiro herbáceo	20,0-30,0	30,0-40,0	60,0-80,0	20,0-40,0	1,0-2,0	10,0-15,0
Arrozeiro	4,0-25,0	3,0-25,0	70,0-200,0	70,0-400,0	0,1-0,3	10,0-50,0
Bananeira	10,0-25,0	6,0-30,0	80,0-360,0	200,0-2.000,0	-	20,0-50,0
Cacaueiro	30,0-40,0	10,0-15,0	150,0-200,0	150,0-200,0	0,5-1,0	50,0-70,0
Cafeeiro	50,0-80,0	10,0-20,0	50,0-200,0	50,0-200,0	0,1-2,0	10,0-20,0
Cana-de-açúcar	15,0-50,0	8,0-10,0	200,0-500,0	100,0-250,0	0,15-0,30	25,0-50,0
Capim-colonião	10,0-30,0	4,0-14,0	50,0-200,0	40,0-200,0	-	20,0-50,0
Capim-napier	10,0-25,0	4,0-17,0	50,0-200,0	40,0-200,0	-	20,0-50,0
Capim Brizantha	10,0-25,0	4,0-12,0	50,0-250,0	40,0-250,0	-	20,0-50,0
Capim-gordura	10,0-25,0	4,0-12,0	50,0-250,0	40,0-250,0	-	20,0-50,0

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Cultura	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Molibdênio	Zinco
	(mg/kg)					
Cenoura	30,0-80,0	5,0-15,0	60,0-300,0	60,0-200,0	0,5-1,5	25,0-100,0
Citros	36,0-100,0	4,0-10,0	50,0-120,0	35,0-300,0	0,1-1,0	25,0-100,0
Coqueiro	10,0	5,0	40,0	100,0	-	15,0
Dendzeiro	15,0-25,0	5,0-8,0	50,0-250,0	50,0	0,1-0,6	12,0-18,0
Eucalipto	40,0-50,0	8,0-10,0	150,0-200,0	100,0-600,0	0,5-1,0	40,0-60,0
Feijão-caupi	150,0-200,0	5,0-7,0	700,0-900,0	400,0-425,0	0,2-0,3	40,0-50,0
Goiabeira	20,0-25,0	10,0-40,0	50,0-150,0	180,0-250,0	-	25,0-35,0
Girassol	35,0-100,0	25,0-100,0	80,0-120,0	10,0-20,0	-	30,0-80,0
Mamoeiro - limbo	20,0-30,0	4,0-10,0	25,0-100,0	20,0-150,0	-	15,0-40,0
Mangueira	70,0-100,0	>10,0	>50,0	>50,0	-	30,0-50,0
Mandioca	30,0-60,0	6,0-10,0	120,0-140,0	50,0-120,0	-	30,0-60,0
Maracujazeiro	40,0-100,0	10,0-15,0	120,0-200,0	40,0-250,0	1,0-1,2	25,0-60,0
Melancia	30,0-80,0	10,0-15,0	50,0-300,0	50,0-250,0	-	20,0-60,0
Melão	30,0-80,0	10,0-15,0	50,0-300,0	50,0-250,0	-	20,0-100,0
Milho	10,0-25,0	6,0-20,0	30,0-250,0	20,0-200,0	0,1-0,2	15,0-100,0
Pepino	25,0-60,0	7,0-20,0	50,0-300,0	50,0-300,0	0,8-1,3	25,0-100,0
Pimenteira-do-reino	34,0	11,0	261,0	100,0	-	53,0
Pimentão	30,0-100,0	8,0-20,0	50,0-300,0	30,0-250,0	-	30,0-100,0
Pinus	20,0-30,0	5,0-8,0	50,0-100,0	200,0-300,0	0,10-0,30	34,0-40,0
Pupunheira	30,0	9,0	126,0	142,0	-	23,0
Repolho	25,0-75,0	8,0-20,0	40,0-200,0	35,0-200,0	0,5-0,8	30,0-100,0
Seringueira	20,0-70,0	10,0-15,0	70,0-90,0	15,0-40,0	1,5-2,0	20,0-30,0
Soja	21,0-55,0	10,0-30,0	50,0-350,0	20,0-100,0	1,0-5,0	20,0-50,0
Sorgo	4,0-20,0	5,0-20,0	65,0-100,0	10,0-190,0	0,1-0,3	15,0-50,0
Tomateiro	30,0-100,0	5,0-15,0	100,0-300,0	50,0-250,0	0,4-0,8	30,0-100,0

Fontes: Magat (1991), Raji (1991), Raji et al. (1996), Malavolta et al. (1997), Veloso et al. (1998b) e Fairhurst e Hardet (2003).

Os limites de interpretação para a diagnose foliar basearam-se na literatura existente das fontes citadas. As tabelas de interpretação visam servir de subsídio para o acompanhamento dos resultados da adubação. A diagnose foliar é usada para avaliar se as adubações estão sendo adequadas e pode ser usada para alterar as rotinas de adubação.

Referências

FAIRHURST, T. H.; HARDTER, R. (Ed.). **Oil palm**: management for large and sustainable yields. Singapore: PPI: PPIC: IPL, 2003. 384 p.

MAGAT, S. S. Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analyses. **Philippine Journal of Coconut Studies**, v. 16, n. 2, p. 25-29, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (IAC. Boletim técnico, 100).

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J. G. de. Diagnose de deficiências de macronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1889-1896, 1998a.

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J. G. de. Deficiências de micronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1883-1888, 1998b.