



## TEORES DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS DE ALGODÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Ziany Neiva Brandão ([ziany@cnpa.embrapa.br](mailto:ziany@cnpa.embrapa.br)), Valdinei Sofiatti (Embrapa Algodão), Rosiane de Lourdes Silva de Lima, (CNPq/FAPESQ-PB-bolsista DCR), Gilvan Barbosa Ferreira (Embrapa Roraima), José da Cunha Medeiros (Embrapa Algodão), José Nilton Dantas Henrique (Embrapa Algodão), Bernardo Barbosa da Silva (UFCG), Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, (Embrapa Algodão).

**RESUMO** – Os teores de macronutrientes nas folhas, necessários para obtenção de boa produtividade e qualidade de fibras do algodoeiro, bem como sua variação nos diferentes estádios fenológicos, são pouco conhecidos. Para melhor entendimento da dinâmica de absorção de nutrientes e o desenvolvimento dessa fibrosa avaliaram-se teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de algodoeiro irrigado no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Apodi, RN, em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Os resultados indicaram que a concentração de nutrientes no tecido foliar do algodoeiro pode ser usada como referência para avaliação do estado nutricional do algodoeiro em diferentes fases fenológicas. Com exceção do Ca e Mg, os teores de macronutrientes são reduzidos gradualmente a partir do início do florescimento, com a translocação dos nutrientes foliares para as estruturas reprodutivas da planta. As concentrações foliares de K em folhas do algodoeiro tendem a aumentar com a idade da planta até a terceira semana após o florescimento.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, marcha de absorção de nutrientes, produtividade.

### INTRODUÇÃO

O algodoeiro irrigado é uma cultura que demanda grandes quantidades de nutrientes para expressar seu potencial produtivo. Estima-se que para produzir 1.000 kg/ha de algodão em caroço, são removidos do solo em média, cerca de 50 a 85 kg/ha de N, 12 a 26 kg/ha de  $P_2O_5$ , 43 a 88 kg/ha de  $K_2O$ , 29 a 47 kg/ha de CaO, 22 a 35 kg/ha de MgO e 4 a 8 kg/ha de S. Para os micronutrientes são exportados cerca de 16 a 27 g de B, 6 a 9 g de Cu, 7 a 20 g de Fe, 10 a 15 g de Mn, e 11 a 44 g de Zn. Assim, o conhecimento das quantidades de nutrientes absorvidos e exportados pelo algodoeiro,

associados à análise do solo, é uma ferramenta que permite estimar as doses de fertilizantes a serem aplicadas durante o ciclo da cultura (CARVALHO; FERREIRA, 2006).

O algodoeiro tem um padrão de absorção, onde mais de 50% da maioria dos nutrientes são absorvidos após o aparecimento do primeiro botão floral. De acordo com a literatura, o algodoeiro é uma planta de crescimento inicial lento, passando a desenvolver-se rapidamente a partir dos 25 a 30 dias após a emergência (DAE). Rosolem, (2001), cita que a marcha de absorção dos nutrientes pelo algodoeiro, segue o padrão de crescimento, aumentando consideravelmente a partir dos 30 dias da sementeira, coincidindo com a emissão dos primeiros botões florais, e alcançando uma absorção máxima diária na fase de florescimento entre 60 e 90 dias após a germinação, dependendo da cultivar. Nesse período as taxas de absorção de N, P, e K são cerca de 2,5 kg/ha/dia de N, ocorrendo por ocasião do enchimento dos frutos, e de 3,6 a 4,8 kg/ha/dia de  $K_2O$ , que pode ocorrer próximo ao pico do florescimento.

Algumas pesquisas indicam que a absorção de N, P e K se intensifica no estágio fenológico B1, que se caracteriza pelo aparecimento do primeiro botão floral visível, e no estágio fenológico B4, que se caracteriza pela presença de botão floral no quarto ramo frutífero. No florescimento, todos os nutrientes, e em especial o potássio, devem estar disponíveis para permitir a absorção pela planta. Nesse período, as taxas de absorção de N, P e K são altas, onde cerca de 2,5 a 3,6 kg/ha/dia de N são absorvidos durante o enchimento dos frutos e de 3,6 a 4,8 kg/ha/dia de  $K_2O$  no pico do florescimento (CARVALHO et al., 2007)

O conhecimento da variação dos teores de nutrientes nas folhas permite inferir sobre as exigências metabólicas da planta, fornecendo base para o entendimento dessas variações e suas implicações sobre seu comportamento no ecossistema (MARSCHNER et al.; 1996).

O monitoramento da variação dos teores foliares nos diferentes estádios fenológicos da planta permite estabelecer padrões para o manejo nutricional das mesmas, visando o alcance e manutenção de alta produtividade e qualidade do produto.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os teores foliares de macronutrientes em plantas do algodoeiro irrigado, cultivar BRS 187 8H, em diferentes estádios fenológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Apodi, Rio Grande do Norte, localizado na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião da Chapada do Apodi, cujas coordenadas são 5°37'19" S e 37°49'06" W.

O clima da região é caracterizado como tropical quente e semi-árido com predominância do tipo **Bsw'h'**, da classificação climática de Köppen, com a estação chuvosa se atrasando para o outono. Os solos da área experimental, em sua maioria, se apresentaram como Cambissolo Eutrófico. Os resultados da análise química do solo antes da correção e instalação do experimento são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Características químicas do solo, coletado em três profundidades, no campo experimental,

Profundidade (cm)	0-20	20-40	40-60
pH	6,20	6,10	6,20
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,83	0,63	0,53
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,47	2,14	1,82
P (mg kg <sup>-1</sup> )	23,69	20,92	20,92
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,69	0,54	0,40
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,00	5,80	6,50
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,40	2,90	2,50
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0,20	0,00	0,00
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	0,00
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	14,00	15,00	1,20
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	202,0	52,0	34,0
C (g kg <sup>-1</sup> )	2,27	1,39	1,39
MOS (g kg <sup>-1</sup> )	3,92	2,40	2,40
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11,40	12,01	11,74
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,92	9,87	9,93

localizado em Apodi, RN.

Adotou-se delineamento de blocos casualizados com três repetições e 2000 plantas/parcela. Os tratamentos foram constituídos por quatro estádios fenológicos do algodoeiro, definidos na literatura como B3, F3, C1 e C5 (MARUR; RUANO, 2001). As plantas foram cultivadas em regime de irrigação, utilizando-se o espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. As parcelas ocuparam uma área de 180 m<sup>2</sup>, onde a unidade experimental foi composta por 12 linhas com 15 metros de comprimento.

O cultivar utilizado foi a BRS 187 8H que é uma planta de ciclo médio, altamente produtiva e recomendada para o semi-árido (EMBRAPA, 2009). A fertilização das plantas foi realizada na linha de plantio aplicando-se, 180 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 40 kg.ha<sup>-1</sup> de K, 5,76 kg.ha<sup>-1</sup> de FTE e 2 kg.ha<sup>-1</sup> de B. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 da dose aplicada na semeadura e 2/3 da dose aos 40 DAE.

Foram colhidas folhas de algodoeiro aos, 40 DAE (estádio B<sub>3</sub>), 60 DAE (estádio F<sub>3</sub>), 80 DAE (estádio C<sub>1</sub>) e 100 DAE (C<sub>5</sub>), de 20 plantas diferentes, sendo a folha colhida da 5ª posição do caule principal, contada a partir do ápice.

As folhas foram identificadas, lavadas, acondicionadas em sacos de papel perfurados e secas em estufa com circulação de ar forçada a 65°C. Posteriormente, as amostras de folhas foram moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneira de malha de 20 mesh e acondicionadas em saquinhos de papel. As amostras vegetais foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para determinar as concentrações de P, K, Ca, Mg e S.

Para determinação do teor de N, as amostras foram submetidas a digestão sulfúrica. O N foi determinado pelo método colorimétrico de Nessler. O P pelo método da redução do fosfomolibdato, pela vitamina C, modificado por Braga e Defelipo (1974), e o K por fotometria de chama. O Ca e o Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHAR et al., 1963). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e regressão polinomial, calculados os valores de máximo e/ou mínimo e comparados aos valores de referência na literatura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

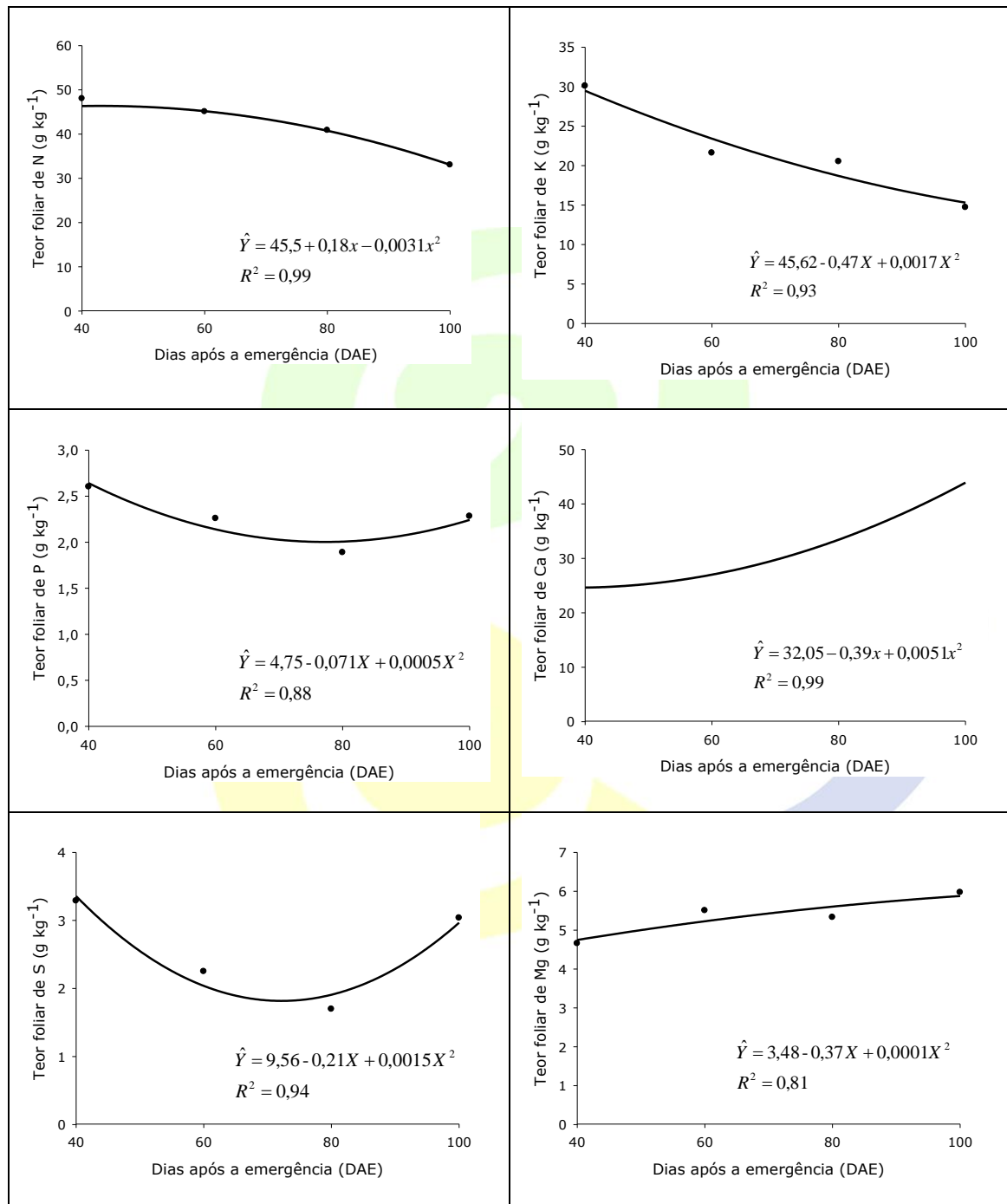
Os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S variaram significativamente, em função dos estádios fenológicos estudados. Foi observado efeito quadrático para todos os nutrientes, conforme apresentado na Figura 1.

O teor foliar de N variou de 28,9 a 51,3 g/kg. A maior concentração deste elemento foi observada no início do florescimento, caracterizado como estágio fenológico B<sub>1</sub>-B<sub>3</sub>, avaliado aos 40 DAE enquanto que o menor teor ocorreu no tecido foliar das plantas aos 100 DAE, onde as plantas se encontravam no início da abertura dos capulhos, caracterizado como estágio fenológico C<sub>5</sub>.

O teor de N, em função dos estádios fenológicos, seguiu o modelo polinomial quadrático obtendo-se a máxima concentração aos 43,7 dias. Os teores foliares desse nutriente encontram-se na faixa da suficiência observada por Yamada et al. (1999), considerados adequados para lavouras de algodão de alta produtividade, que é de (40-45 g/kg). O fornecimento desse nutriente em quantidades adequadas estimula o crescimento, o florescimento, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento, a resistência da fibra e o índice de micronaire (SILVA, 1999).

Quanto ao P, observou-se uma variação ampla dos teores foliares ao longo das épocas de avaliação (1,68-2,84 g/kg), constatando-se que o ponto de mínimo ocorreu aos 71 dias. Nesse período, as plantas encontravam-se em pleno florescimento e formação das primeiras maçãs, caracterizado como

o estádio F5 segundo a escala de escala de Marur e Ruano (2001). De acordo com a literatura, para lavouras de alta produtividade, no máximo florescimento são considerados teores adequados de P, da ordem de 2,5-4,0 (SILVA; RAIJ, 1996) e de 3,0-4,0 g/kg (MALAVOLTA, 2002).



**Figura 1.** Teores de nutrientes nas folhas do cultivar BRS 187 8H cultivado sob irrigação, em função de dias após a emergência das plantas.

O fósforo é um nutriente de alta demanda pelo algodoeiro, pois estimula o crescimento radicular, florescimento e desenvolvimento dos frutos. Ao contrário do N, que prolonga a fase vegetativa das plantas, o fósforo favorece a maturação dos capulhos, aumenta o rendimento e a qualidade da fibra (MOZAFFARI et. al., 2005).

Para o potássio, os teores foliares variaram de 12,6 a 47,35 g/kg entre as épocas de avaliação. É importante observar na Figura 1, que o algodoeiro acumulou altas concentrações de K em suas folhas antes do florescimento, ocorrendo redução significativa após esse período. É importante destacar que a concentração de potássio na folha é fortemente influenciada pela idade da folha amostrada e pelo estágio fisiológico da planta. Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com Rosolem, (2007), que afirma que as concentrações foliares de K em algodoeiro tendem a aumentar com a idade da planta até a terceira semana após o florescimento, após essa fase o requerimento de potássio é superior a capacidade de absorção pelas raízes, de modo que o teor foliar desse nutriente tende a diminuir devido a translocação das folhas para redistribuição nos frutos.

Os teores foliares desse nutriente encontram-se na faixa da suficiência observada por Yamada et al. (1999), por Malavolta (2002); e também por Silva e Raij (1996), considerados adequados para lavouras de algodão de alta produtividade no período de máximo florescimento.

Os teores foliares de cálcio e magnésio apresentaram pequenas variações ao longo das épocas de avaliação. Os teores de Ca variaram entre 22,34 e 50,05 g/kg, se ajustando ao modelo quadrático. A concentração foliar de Ca apresentou pequenas variações até 60 DAE, aumentando significativamente até o final do ciclo da cultura. O aumento da concentração foliar de cálcio pode ser explicado pela pouca mobilidade desse nutriente no tecido foliar e a não redistribuição para outros órgãos da planta (MENGEL; KIRKBY, 2001). Os teores de Ca observados nessa pesquisa encontram-se nas faixas adequada consideradas por Silva e Raij, (1996) que varia de 20 a 35 g/kg, teores observados no estágio de máximo florescimento, e por Yamada et al. (1999) e Malavolta, (2002) que são de 25 a 35 g/kg.

Com relação ao Mg, os teores foliares seguiram um modelo quadrático, variando de 4,03 a 6,57 g/kg, estando dentro da faixa de suficiência, de acordo com Silva e Raij, (1996) e Malavolta, (2002). Tanto o Mg quanto o Ca, apresentaram tendência de acúmulo no tecido foliar das plantas em função da idade das folhas. O aumento do magnésio no tecido foliar ocorreu provavelmente devido a baixa competição pelo potássio, uma vez que houve redução do K foliar durante o ciclo da cultura.

O enxofre apresentou consideráveis variações, exibindo comportamento quadrático similar ao observado para o fósforo, atingindo seu mínimo aos 70 DAE. O teor de S variou entre 1,69 a 3,35 g/kg, estando abaixo da faixa ótima estimada por Yamada, (1999), que é de 4 a 6 g/kg para lavouras de alta

produtividade no cerrado brasileiro. De acordo com a literatura, o algodoeiro extrai pequenas quantidades de enxofre do solo, que varia de 4 a 8 kg para cada tonelada de algodão em caroço produzida, dos quais cerca de 60% são exportados para formação da semente e da fibra (CARVALHO, 2007).

## CONCLUSÃO

A concentração de nutrientes no tecido foliar do algodoeiro pode ser usada como referência para avaliação do estado nutricional do algodoeiro em diferentes fases fenológicas.

Com exceção do Ca e Mg, os teores de macronutrientes são reduzidos gradualmente a partir do início do florescimento, com a translocação dos nutrientes foliares para as estruturas reprodutivas da planta.

As concentrações foliares de K em folhas do algodoeiro tendem a aumentar com a idade da planta até a terceira semana após o florescimento.

## CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

O conhecimento da concentração de nutrientes do tecido foliar na cultura do algodoeiro é uma ferramenta que pode ser usada como referência para mensurar o estado nutricional da planta em diferentes fases de crescimento, prevendo as necessidades de adubação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCHARD, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulphur in plant materials by digestion with nitric perchloric acid. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v. 29, p. 71-72, 1963.

BRAGA, J. N.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **Revista CERES**, Viçosa, v.21, n.113, p.73-85, 1974.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. 918 p.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B. **Calagem e Adubação do Algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2006. (Circular Técnica 92).

EMBRAPA Algodão. **Características da BRS 187 8H**. Disponível em: < <http://www.cnpa.embrapa.br/> > . 2009. Acesso em: 08 maio 2009.

FERREIRA, G. B.; SEVERINO, L. S.; SILVA FILHO J. L.; PEDROSA, M. B. et al. Aperfeiçoamento da tecnologia de manejo e adubação do algodoeiro no sudoeste da Bahia. In: SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B. (Coord.). **Resultados de pesquisa com a cultura do algodão no oeste e sudoeste da Bahia, safra 2003/2004**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 80-106 (Embrapa Algodão. Documentos, 133).

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes para algodão e soja**. Piracicaba: SENA: USP, 2002. 21p.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E. A.; CARMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v.47, p. 1255-1263, 1996.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 313-317, 2001.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

MOZAFFARI, M., OOSTERHUIS, D. M.; MCCONNELL, J. S.; SLATON, N. A.; GONIAS, E. D., BIBI, A. C.; EVANS, E. E., KENNEDY, C. **Effect of phosphorus fertilization on cotton yield and leaf reflectance in a representative silt loam**. Summaries of Arkansas Cotton Research 2005, p 69-73. (AAES Research Series, 543).

ROSOLEM C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. 918 p.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, n. 95, 2001. 17p. Encarte Técnico.

SILVA, N. M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: 1999. p. 57-92.

SILVA, N. M.; RAIJ, B. van. Fibrosas. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. N. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. Cap. 24, p.261-273. (Instituto Agrônomo, Boletim Técnico, 100).

YAMADA, T.; MALAVOLTA, E.; MARTINS, O. C.; ZANCANARO, L.; CASALE, H.; BAPTISTA, I. **Teores foliares de nutrientes observados em áreas de alta produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1999.