

## SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM ABACAXIZEIRO 'IMPERIAL'<sup>1</sup>

MARIA JOSÉ MOTA RAMOS<sup>2</sup>, PEDRO HENRIQUE MONNERAT<sup>3</sup>,  
ALMY JÚNIOR CORDEIRO DE CARVALHO<sup>4</sup>, JOÃO LUIZ DE ARRUDA PINTO<sup>5</sup>,  
JOSÉ ACCÁCIO DA SILVA<sup>6</sup>

**RESUMO-** O objetivo deste trabalho foi caracterizar os sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e de boro no abacaxizeiro 'Imperial', e associá-los à diagnose foliar. Os tratamentos: Completo, - N, - P, - K, - Ca, - Mg, - S e - B foram aplicados como soluções nutritivas, em vasos plásticos com 14 kg de areia de praia purificada e uma muda de abacaxi, como unidade experimental. O delineamento foi em blocos casualizados completos, com seis repetições. Os sintomas visuais de deficiência nutricional foram fotografados e descritos durante todo o processo de crescimento e desenvolvimento das plantas. Avaliaram-se, também, as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S e B na folha 'D', aos cinco, sete, nove e 12 meses após o plantio. A deficiência de N causou amarelecimento das folhas da planta e da coroa dos frutos e descoramento da polpa do fruto; a de P, folhas novas vermelho-arroxeadas e frutos com a casca avermelhada; a de K, necrose do ápice das folhas mais velhas e escurecimento da polpa do fruto; a de Mg, necrose na base das folhas da coroa do fruto, e na deficiência de B, frutos com cortiça e rachadura nos frutinhos e entre eles. Apesar dos baixos teores foliares de S e de Ca, na época da colheita dos frutos, não foram observados sintomas visuais de deficiência nos frutos. Os teores foliares no início dos sintomas de deficiência e na época da colheita dos frutos foram, respectivamente: N = 8,7 e 6,8; P = 0,70 e 0,32; K = 11,6 e 3,2; Mg = 0,73 e 0,54 g kg<sup>-1</sup>, e B = 5,8 e 5,5 mg kg<sup>-1</sup>.

**Termos para indexação:** Ananas comosus- var.comosus, deficiência mineral, composição mineral, solução nutritiva.

### VISUAL SYMPTOMS OF MACRONUTRIENTS AND BORON DEFICIENCY IN 'IMPERIAL' PINEAPPLE

**ABSTRACT -** The objective of this study was to characterize the visual symptoms of macronutrients and boron deficiencies in the pineapple 'Imperial', and involve them in the foliar diagnosis. The full treatment, - N, - P - K, - Ca, - Mg, - and S - B was applied as nutrient solutions in plastic pots with 14 kg of purified sand beach and a seedling of pineapple, as an experimental unit. The design was a randomized complete block with six replicates. The visual symptoms of nutritional deficiency were photographed and described during the process of growth and development of plants. Also, it was evaluated the leaf concentrations of N, P, K, Ca, Mg, S and B in the leaf 'D' for five, seven, nine and 12 months after planting. The deficiency of N caused the yellowing of the plant leaves in the crown of the fruits and pale flesh of the fruit; and P, new reddish-purple leaves and fruits with a reddish bark; the one of K, necrosis of the tip of the oldest leaves and browning of the fruit pulp; and the one of Mg, necrosis of leaves at the base of the crown of the fruit, and in the deficiency of B, fruits with cork and crack. Despite the low leaf levels of S and Ca, at the time of harvest fruits, it was not observed visual symptoms of deficiency in the fruit. The leaf levels at the beginning of symptoms and disability at the time of fruits harvest were, respectively: N = 8.7 and 6.8, P = 0.70, and 0.32, K = 11.6 and 3.2; Mg = 0.73 and 0.54 g kg<sup>-1</sup> and B = 5.8 and 5.5 mg kg<sup>-1</sup>.

**Index terms:** *Ananas comosus*, mineral disability, mineral composition, nutrient solution.

<sup>1</sup>(Trabalho 050-08). Recebido em: 04-03-2008. Aceito para publicação: 08-10-2008. Parte da tese de Doutorado em Produção Vegetal, UENF/RJ, do primeiro autor.

<sup>2</sup>Pesquisadora EMPAER/MT, Rua 2, S/N, Av. CPA, Cuiabá-MT, Fone: (65) 36131721. majumota@ig.com.br

<sup>3</sup>Professor Titular UENF/CCTA/LFIT. monnerat@uenf.br

<sup>4</sup>Professor Associado UENF/CCTA/LFIT. almy@uenf.br

<sup>5</sup>Estudante de agronomia, UENF/CCTA/LFIT. joaoluiz0@hotmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro químico, UENF/CCTA/LFIT. jaccacio@uenf.br

## INTRODUÇÃO

Quando um nutriente está em deficiência, a planta expressa esse desequilíbrio por sintomas visuais que se manifestam, principalmente, por meio de alterações foliares, como na coloração, no tamanho e outras, uma vez que este é o órgão da planta em plena atividade fisiológica e bioquímica. Além das folhas, alguns sintomas podem ocorrer nos frutos e reduzir não só a produtividade como também o valor comercial.

Os sintomas visuais de deficiências minerais em folhas e em frutos variam entre as espécies vegetais, podendo variar, também, entre cultivares de uma mesma espécie. Em abacaxizeiro, a cultivar Smooth Cayenne, a mais plantada no mundo, é a que apresenta mais descrições de sintomas de deficiências minerais. A cultivar Pérola é a mais plantada no Brasil, para consumo *in natura*, mas pouco se conhece sobre os sintomas de deficiências minerais.

Alguns sintomas de deficiências de macronutrientes e micronutrientes em abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' foram descritos por Carvalho et al. (1994), Paula et al. (1998) e Souza (1999). Siebeneichler (2002) descreveu os sintomas de deficiência de boro em folhas e frutos de abacaxizeiro 'Pérola'.

A 'Imperial' é um híbrido entre 'Perolera' e 'Smooth Cayenne', resistente à fusariose, cujo cultivo está em expansão, mas pouco se conhece sobre suas exigências nutricionais.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os sintomas visuais de deficiência dos macronutrientes e do boro em abacaxizeiro 'Imperial' e associá-los com a diagnose foliar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em casa de vegetação do Setor de Nutrição Mineral de Plantas da UENF, em Campos dos Goytacazes-RJ, no dia 19 de dezembro de 2003, utilizando-se de mudas do abacaxizeiro cv. Imperial produzidas a partir de cultura de tecidos no Campo de Biotecnologia Vegetal Ltda., Unidade Biofábrica/EMBRAPA-CNPMF. O experimento constou de oito tratamentos (Completo, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B), distribuídos em blocos casualizados completos, com seis repetições. A unidade experimental constou de um vaso plástico contendo 14 kg de areia de praia previamente purificada, contendo uma muda de abacaxizeiro. A purificação consistiu na embebição da areia com

ácido clorídrico diluído em água na proporção de 1:4 durante cerca de quatro horas, em recipiente plástico de 60 litros e de posterior lavagem com água pura até que o pH se estabilizasse em valor próximo de 5, seguida de lavagem final com água desionizada. As mudas tinham tamanho médio de 6 cm e, após o plantio, receberam 500 ml de água desionizada a cada dois dias, durante 15 dias, quando novas raízes começaram a ser emitidas (Cunha & Cabral, 1999). Todos os vasos passaram, então, a receber, três vezes por semana, 500 ml da solução completa, que apresentava a seguinte composição, em mg L<sup>-1</sup>: N(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)=112; N(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)=3,5; P=7,74; K=156,4; Ca=80; Mg=24,3; S=32;0; Cl=1,77; Mn=0,55; Zn=0,13; Cu=0,03; Mo=0,06; B=0,27; Fe=2,23 e com pH=5,5. Após 50 dias de aplicação da solução completa ou 65 dias após o transplante, induziu-se a deficiência de boro, subtraindo-o dos vasos que receberam esse tratamento. Os demais tratamentos continuaram a receber a solução completa até 105 dias após o transplante quando, então, se reduziu a concentração dos macronutrientes a 10% da solução completa. Aos 150 dias após o transplante, os tratamentos -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S tiveram seus respectivos nutrientes totalmente subtraídos da solução. Aos 240 dias após o transplante, o tratamento -N voltou a receber solução nutritiva com 10% de N da solução completa, por 12 vezes, para evitar que as plantas ficassem impedidas de frutificar, futuramente. Os volumes de solução nutritiva aplicados variaram com o porte das plantas, sendo 500 ml até 150 dias após o plantio; 700 ml, de 150 até 330 dias e 1 L até a colheita, aplicados três vezes por semana.

Todas as plantas foram induzidas ao florescimento aos oito meses após o plantio, quando as folhas 'D', no tratamento da solução nutritiva completa, atingiram em média 63,4 cm de comprimento e com um número total de folhas de 55. Aplicaram-se, na roseta foliar, por planta, 50 ml da solução de Etefom a 0,024 %, uréia 2% e de hidróxido de cálcio 0,035% (Cunha, 1999).

Os frutos foram colhidos com, aproximadamente, 75% da área da casca amarela, e a colheita iniciou-se em 24-01-2005 e estendeu-se até 19-02-2005. Fez-se a diagnose visual dos sintomas de deficiência nutricional durante todo o período de desenvolvimento das plantas, observando-as *in loco* e fotografando-as para melhor caracterizar os sintomas. Foram avaliadas as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, e B, aos cinco, sete, nove e 12 meses após o plantio, na folha 'D' inteira, conforme metodologia de Malavolta et al. (1997), modificada por Monnerat S/D.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos com indução de deficiência foram comparadas com as do tratamento completo pelo teste de Dunnett a 5%. Os sintomas de deficiência que surgiram durante o desenvolvimento das plantas foram anotados, fotografados e descritos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Nitrogênio

Os primeiros sintomas visuais de deficiência de N apareceram aos 26 dias após a redução da concentração dos macronutrientes a 10% da solução completa. Inicialmente, as folhas apresentaram coloração verde-amarelada com maior intensidade nas mais velhas. A concentração de N, aos cinco meses após o plantio, era de 8,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1), valor considerado por Malézieux & Bartholomew (2003) limítrofe para o crescimento de novos tecidos. Na seqüência, aos seis meses após o plantio, as folhas apresentaram amarelecimento progressivo de maneira generalizada, e na base das folhas observou-se coloração alaranjada. No sétimo mês, o ápice das folhas mais velhas começou a secar e, aos nove, este sintoma intensificou-se (Figura 1A). Batista et al. (2003) também observaram, em gravioleira, manifestação de sintomas de deficiência de N logo após o início da omissão deste nutriente em solução nutritiva.

As plantas sob deficiência de N produziram frutos menores, com clorose nas folhas da coroa (Figura 1B) e descoloramento da polpa, em comparação aos frutos do tratamento completo. O teor de N na matéria seca da folha 'D', na época da colheita, era de apenas 6,8 g kg<sup>-1</sup>, enquanto nas plantas do tratamento completo este valor era de 13,4 g kg<sup>-1</sup>.

### Fósforo

Aproximadamente aos sete meses após o plantio, plantas sob deficiência de fósforo apresentaram amarelecimento nas folhas mais novas. Aos nove meses, as folhas mais novas e as medianas apresentaram, na parte central do limbo, coloração vermelho-arroxeadas com os bordos verdes bem pronunciados. Na colheita, os frutos apresentaram a casca avermelhada em contraste com a coloração amarelo-alaranjada dos frutos do tratamento completo (Figuras 1 C e D) e a concentração foliar de P era de 0,32 g kg<sup>-1</sup>, muito inferior ao valor encontrado no completo (1,04 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 1). Sintomas similares nos frutos foram relatados por Carvalho et al. (1994), Paula et al. (1998) e Souza (1999).

### Potássio

Os primeiros sintomas de deficiência de potássio, quais sejam, folhas de menor tamanho e mais estreitas, ocorreram aos sete meses após o plantio, quando a concentração foliar de K era de 11,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). Aos onze meses, observou-se avermelhamento nas folhas mais velhas (medianas). Aos 12 meses após o plantio, plantas sob deficiência de K apresentaram o ápice das folhas mais velhas amarronzado e necrosado e tendência ao tombamento do fruto, que fica mais exposto à queima solar.

Na polpa dos frutos, foram observadas manchas escuras, correspondentes aos sintomas de escurecimento interno (Figura 1 E). Nesta fase, a concentração foliar de K era de apenas 3,2 g kg<sup>-1</sup>, portanto cerca de sete vezes inferior à concentração de K do tratamento completo. Soares et al. (2005) reportaram efeito positivo da aplicação de K ao solo, em pré-colheita, sob a forma de KCl, sobre a redução da incidência do escurecimento interno em frutos de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'.

### Cálcio

Os sintomas não foram aparentes ou observados, a despeito de os teores foliares terem sido muito baixos (Tabela 1).

### Magnésio

Na fase da colheita dos frutos, ocorreu amarelecimento, seguido de necrose na base das folhas da planta e da coroa do fruto (Figura 1F). Não foram encontrados na literatura relatos sobre este último sintoma em abacaxizeiro com deficiência de Mg. Segundo Taiz & Zeiger (2004), um sintoma adicional da deficiência de magnésio pode ser a abscisão foliar prematura. Com base na sintomatologia anteriormente citada, parece que o avanço da deficiência poderá levar a essa abscisão. Fontes (2001) mencionou que plantas deficientes em Mg podem apresentar, nas folhas velhas, áreas amareladas e necrosadas, de coloração marrom.

### Enxofre

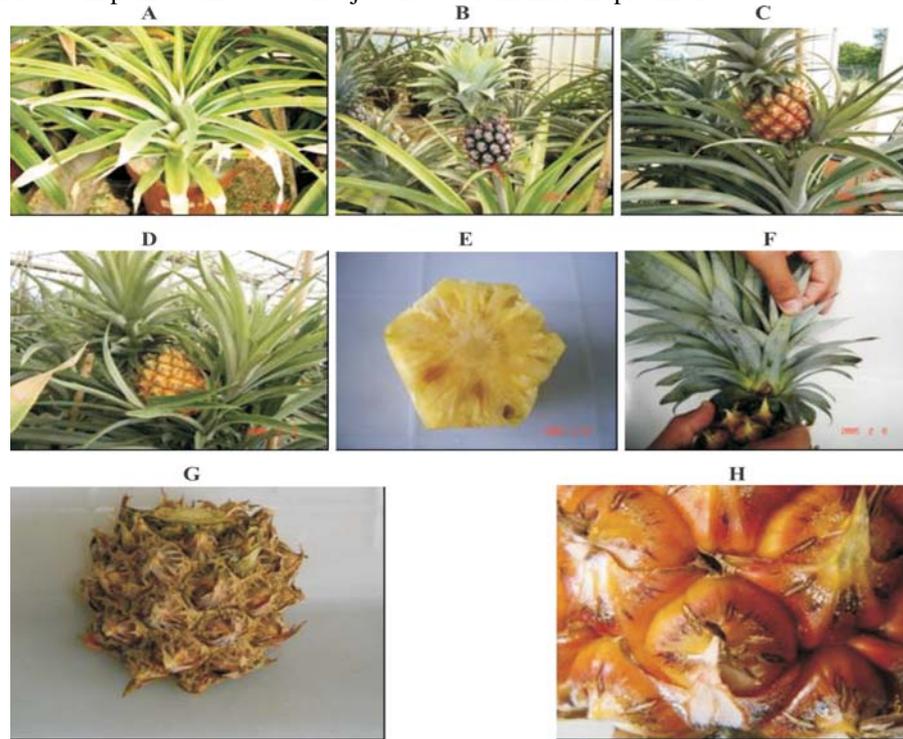
Não foram observados sintomas de deficiência de enxofre nas folhas e nos frutos do abacaxizeiro 'Imperial', apesar de os teores desse nutriente na folha 'D' terem sido muito inferiores aos do tratamento completo (Tabela 1). Aos nove meses, o teor era de apenas 0,45 g kg<sup>-1</sup> no tratamento -S, enquanto no tratamento completo era de 1,45 g kg<sup>-1</sup>. Este resultado sugere que o abacaxizeiro 'Imperial' seja pouco exigente em enxofre.

### Boro

Aos 12 meses após o plantio, a deficiência de boro causou a deformação da folha da muda tipo filhote da planta-mãe que ficou com aspecto de dente de serra na sua margem. Não foi encontrado relato

similar na literatura. Os sintomas de deficiência de B nos frutos caracterizaram-se pela deformação na folha da coroa, a formação de excrescência cortiçosa e de rachaduras entre frutinhos (Figuras 1G e H). Sintomas similares foram também observados por Siebeneichler (2002), mas somente na planta-soca e na fase reprodutiva da cv. Pérola. É provável que o aparecimento desses sintomas em frutos do primeiro ciclo seja devido à indução de deficiência desse elemento iniciado em plantas ainda bastante jovens.

Malézieux & Bartholomew (2003) também mencionaram que os frutos do abacaxizeiro, em desenvolvimento, com deficiência de boro, apresentam pequenas rachaduras entre os frutinhos. A má-formação dos frutos pode ser o resultado de deformação ou senescência prematura da parede celular (Dell & Huang, 1997). Esse efeito na morfologia do fruto é decorrente da ação do B na estruturação da parede celular e na funcionalidade da membrana plasmática.



**FIGURA 1-** Sintomas de deficiência nutricional do abacaxizeiro cv. Imperial. A e B: de N; C: de P; D: completo; E: de K; F: de Mg; G e H: de B. Fotografia de Maria José Mota Ramos.

**TABELA 1** – Concentração foliar de nutrientes no abacaxizeiro ‘Imperial’ nos tratamentos completo e com indução de deficiência de diversos nutrientes. UENF, Campos dos Goytacazes- RJ.

Nutriente (g kg <sup>-1</sup> )	Tratamento	Épocas Meses após o plantio				CV (%)
		Cinco	Sete	Novo	Doze	
Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -N	13,3	14,8	14,8	13,4	8,13
		8,7-	6,6-	9,7-	6,8-	
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -P	1,30	1,37	1,23	1,04	11,3
		0,97-	0,70-	0,67-	0,32-	
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -K	21,6	23,0	20,0	23,8	9,05
		13,8-	11,6-	11,6-	3,2-	
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -Ca	4,30	4,40	4,37	7,59	15,6
		2,30-	1,30-	0,91-	1,72-	
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -Mg	2,10	2,30	2,26	3,57	12,0
		1,30-	0,90-	0,73-	0,54-	
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )	Completo -S	1,80	1,54	1,45	1,63	16,2
		1,20-	0,56-	0,45-	0,54-	
Boro (mg kg <sup>-1</sup> )	Completo -B	21,2	20,0	18,4	30,5	11,5
		8,5-	5,6-	5,8-	5,5-	

Em cada coluna e para cada nutriente, médias seguidas por - são significativamente menores que a do tratamento completo, pelo teste de Dunnett, a 5%.

## CONCLUSÕES

1-O abacaxizeiro 'Imperial' sob deficiência de N apresenta clorose generalizada e necrose no ápice das folhas mais velhas e fruto com clorose nas folhas da coroa e branqueamento na polpa.

2-O abacaxizeiro 'Imperial' com deficiência de P apresenta, na porção mediana das folhas mais novas, uma coloração vermelho-arroxeadada, com os bordos verdes bem pronunciados, e frutos com a casca avermelhada.

3-Na deficiência de K, o ápice das folhas mais velhas do abacaxizeiro 'Imperial' ficou bronzeado e necrosado, e a polpa dos frutos com escurecimento interno.

4-O abacaxizeiro 'Imperial' deficiente em Mg apresenta clorose seguida de necrose na base das folhas da planta e da coroa do fruto.

Apesar dos baixos teores foliares de Ca e S, não foram observados sintomas visuais de deficiência nas folhas e nos frutos do abacaxizeiro 'Imperial'.

5-A deficiência de boro no abacaxizeiro 'Imperial' causou o fendilhamento em forma de 'V' nas margens das folhas das mudas tipo filhote, e o fruto apresentou excrescências cortiçosas e rachaduras nos frutinhos e entre eles.

6-Os teores foliares na fase inicial do aparecimento dos sintomas de deficiência e na época da colheita dos frutos foram, respectivamente: N = 8,7 e 6,8; P = 0,70 e 0,32; K = 11,6 e 3,2; Mg = 0,73 e 0,54 g kg<sup>-1</sup> e B = 5,8 e 5,5 mg kg<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, M.M.F.; VIÉGAS, I. de J.M.; FRAZÃO, D.A.C.; TOMAZ, M.A.A. ; SILVA, R. de C. L. da. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 315-318, 2003.
- CARVALHO, J.G. de; OLIVEIRA Jr., J.P.; PAULA, M.B. de; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n. 180, p. 52-55, 1994.
- CUNHA, G.A.P. da. Florescimento e uso de fitoreguladores. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (Org.). **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 229-251.
- CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (Org.). **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 17-51.
- DEL, B.; HUANG, L. Physiological response of plants to low boron. **Plants and Soil**, Dordrecht, v.193, p.103-120, 1997.
- FONTES, P.C.R. Diagnóstico do estado nutricional pelo método visual. In: FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2001. cap. 8, p.63-86.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas-princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.). **The pineapple, botany, production and uses**. Honolulu: CABI Publishing, 2003. cap 7, p.143-165.
- PAULA, M.B. de; MESQUITA, H.A.; NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n. 195, p. 33-39, 1998.
- SIEBENEICHLER, S.C. **O boro na cultura do abacaxizeiro 'Pérola' no norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 75 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2002.
- SOARES, A.G.; TRUGO L.C.; BOTREL, N.; SOUZA, L.F. da S. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 35, p.201-207, 2005.
- SOUZA, L.F. da S. Exigências edáficas e nutricionais. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (Org.). **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 67-82.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.95-113.