

PRODUÇÃO DO MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO¹

ARLENE MARIA GOMES OLIVEIRA² & RANULFO CORREA CALDAS²

RESUMO - A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma nutrição balanceada. Da mesma forma, sabe-se que uma planta nutrida adequadamente apresenta resistência às doenças e maior potencial para atingir alta produtividade. Porém, no Brasil, não se conhecem o comportamento e as exigências nutricionais das principais cultivares de mamoeiro. Esse estudo objetiva determinar as doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para o mamoeiro do grupo Solo, sob irrigação, para as condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (BA), no Recôncavo Baiano. O experimento foi instalado utilizando a cultivar Sunrise Solo. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com três repetições, quatro plantas úteis e bordadura dupla. Foi utilizada para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III, onde se definiram as doses para N (40; 240; 400; 560 e 760 kg/ha), P_2O_5 (20; 120; 200; 280 e 380 kg/ha) e K_2O (40; 240; 400; 560 e 760 kg/ha) e se obtiveram 15 tratamentos. O uso da adubação nitrogenada e potássica proporcionou aumento de produtividade. O ponto de máximo para produtividade foi estimado em 93,41 t/ha/ano de frutos de mamão no primeiro ano de colheita, nas doses máximas físicas de 347 e 360 kg/ha/ano de N e K_2O , respectivamente, para teores médios de potássio no solo. Os picos de colheita de mamão na região de Cruz das Almas, para os plantios estabelecidos no início das chuvas, ocorreram em agosto e setembro.

Termos para indexação: mamão, Sunrise Solo, *Carica papaya*, nutrição de planta, Bahia.

PAPAYA YIELD UNDER FERTILIZATION WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM

ABSTRACT - Good yields and quality of fruits are directly linked to a balanced nutrition. At the same way, a plant appropriately well nourished, is able to resist illnesses and has a better potential for reaching high yields. But, in Brazil, nobody knows the behavior and the nourishing requirements of its main varieties of papaya. This work has the objective of determining the nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) doses of maximum physical efficiency for the papaya 'Solo'. The experiment, under irrigation, using of 'Sunrise Solo', was carried out in a random block design, with three replications, following a Plan Puebla matrix with three factors, N (40, 240, 400, 560 e 760 kg/ha), P_2O_5 (20, 120, 200, 280 e 380 kg/ha) e K_2O (40, 240, 400, 560 e 760 kg/ha) and 15 treatments. Nitrogen and potassium determined the increase of yield. The maximum record of productivity of papaya fruits was estimated as 93,41 t/ha/years at the first year of crop, reached with 347 and 360 kg/ha/years of N and K_2O , respectively, for current found levels of potassium at the soils. The higher levels of papaya harvests at the region of Cruz das Almas, Bahia, for crops started at the beginning of the rain season, occurred in august and September.

Index terms: Sunrise Solo, *Carica papaya*, plant nutrition, Bahia.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), originário da América Central, é uma planta cultivada em regiões tropicais e subtropicais, estando disseminado praticamente em todo o território nacional, onde existem milhares de hectares propícios ao seu desenvolvimento. Por ser uma planta de crescimento rápido e contínuo, com floração e frutificação concomitantes e ininterruptas, necessita de adubações e suprimento de água constantes em todo o seu ciclo.

O mamoeiro apresenta exigências contínuas por nutrientes durante o primeiro ano, atingindo o máximo aos 12 meses. O nitrogênio (N) é o elemento requerido em maior quantidade, seguido em ordem decrescente por potássio (K) e cálcio (Ca) (Cunha & Haag, 1980). Em níveis baixos de potássio e fósforo no solo, as recomendações de adubação dos manuais estaduais para a cultura do mamão, nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Pernambuco, apresentam as seguintes faixas de recomendações, em g/planta, nos dois primeiros anos de cultivo: 180 a 400 de N; 90 a 300 de P_2O_5 ; 72 a 449 de K_2O . Estas diferenças nas doses recomendadas estão ligadas não só às diferenças edafoclimáticas, mas também às produtividades esperadas e condições de irrigação.

Gaillard (1972), em um ensaio exploratório na África com mamoeiros do grupo Solo, observou que a adubação com K é benéfica ao crescimento e rendimento da planta, de forma que a relação $K_2O:N$ de 1:1 parece ser a mais favorável, enquanto as doses dos elementos por planta não devem ultrapassar 300 g. A maior produção foi obtida com o tratamento 250 g de N e 250 g de K_2O /planta, enquanto as maiores doses com a mesma relação (500 g N e 500 g K_2O /planta) apresentaram efeito depressivo sobre o rendimento. Coelho et al. (2001) também observaram

que as doses físicas para as maiores produtividades apresentaram relação $K_2O:N$ de 1:1.

Awada & Long (1978), testando doses de N, P e K, observaram que o nível médio de N (686 kg/ha) em relação ao nível baixo (171 kg/ha) aumentou o número de frutos colhidos, tanto comercializáveis como deformados, e diminuiu o tamanho do fruto. Nos níveis de P_2O_5 testados (41; 185; 723 kg/ha), os autores observaram que o incremento de fósforo aumentou o número de frutos colhidos e deformados, mas não afetou o número de frutos comercializáveis. Nos níveis de K_2O estudados (399; 1160 kg/ha), não foram constatados efeitos na frutificação.

Luna & Caldas (1984), estudando a resposta do mamoeiro Solo a três doses de nitrogênio (0; 200; 400 kg/ha de N), fósforo (0; 80; 160 kg/ha de P_2O_5) e potássio (0; 60; 120 kg/ha de K_2O), observaram respostas significativas e positivas para nitrogênio e fósforo com relação, entre outros parâmetros, ao peso médio do fruto e produção. Porém, a exemplo de Awada & Long (1978), não verificaram efeito para o potássio, embora as dosagens estudadas tenham sido bem inferiores. A maior produção foi obtida com 200 kg de N e 160 kg de P_2O_5 por hectare. A análise de variância da produção indicou efeito linear e crescente com as doses aplicadas de nitrogênio e fósforo.

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma nutrição balanceada. Da mesma forma, sabe-se que uma planta nutrida adequadamente apresenta maior resistência às doenças e pode atingir seu potencial de produtividade. Porém, no Brasil, não se conhecem o comportamento e as exigências nutricionais das principais cultivares de mamoeiro.

Assim, este estudo objetiva determinar as doses de N, P e K para o mamoeiro do grupo Solo, para as condições edafoclimáticas de Cruz das Almas, representando a região do Recôncavo Baiano.

¹ (Trabalho 047/2003). Recebido: 20/04/2003. Aceito para publicação: 14/01/2004. Pesquisa desenvolvida pela cooperação técnico-científica entre Embrapa e Petrobras.

² Eng. Agrônomo, MSc, Pesquisador *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, Caixa Postal 83, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Tel. (075) 621.8000, E-mail arlene@cnpmf.embrapa.br e rcaldas@cnpmf.embrapa.br.

TABELA 1 - Variáveis de produção do mamoeiro ‘Sunrise Solo’ com seis e doze meses de colheita, em função de doses de N, P e K. Cruz das Almas-BA, 1997-1998.

Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Dias para colheita	Altura do 1º fruto (cm)	Seis meses de colheita			Doze meses de colheita		
						Peso médio do fruto (g)	Número de frutos por ha*	Produtividade t/ha	Peso médio dos frutos (g)	Número frutos por ha*	Produtividade t/ha
						-----kg/ha-----					
1	240	120	240	292	98	375	61900	23,58	423	175866	85,47
2	240	120	560	286	91	349	47725	16,48	429	138903	67,50
3	240	280	240	291	97	375	58413	22,34	430	162393	78,92
4	240	280	560	294	90	336	62985	21,31	415	175663	85,37
5	560	120	240	292	86	311	30807	9,87	398	121308	58,96
6	560	120	560	284	96	365	37437	13,78	404	141157	68,60
7	560	280	240	293	92	317	47077	15,24	390	153749	74,72
8	560	280	560	288	97	423	64472	27,41	452	204803	99,53
9	40	120	240	282	105	403	31893	12,91	442	105828	51,43
10	760	280	560	291	88	388	61385	23,59	438	202465	98,40
11	240	20	240	287	87	422	54127	23,05	435	150623	73,20
12	560	380	560	292	85	366	52355	19,33	426	167780	81,54
13	240	120	40	285	86	311	31607	10,25	415	129198	62,79
14	560	200	760	285	92	358	59785	21,61	408	165605	80,48
15	400	280	400	290	87	236	71045	13,8	370	128176	62,29
Média				289	92	356	51534	18	418	154901	75,28
Teste F	-	-	-	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**
C.V. (%)	-	-	-	1,8	8,8	13,1	18,5	32,3	7,4	9,4	18,2

*na análise estatística, os dados de número de frutos foram transformados em raiz quadrada.

** significativo a 1% de probabilidade (p<0,01); n.s.= não significativo a 5% de probabilidade (p>0,05).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 1996, no município de Cruz das Almas-BA, na área Experimental da Politeo, da Escola de Agronomia da UFBA. A precipitação pluviométrica anual é de 1.224 mm, a temperatura média de 23,8 °C e a umidade relativa do ar de 80% (EMBRAPA, 1993). Utilizou-se a cultivar Sunrise Solo, irrigada por microaspersores, em sistema de plantio de fileiras duplas, no espaçamento 3,60 x 1,80 x 1,80 m. A irrigação foi feita de acordo com os dados de precipitação (PP) e evaporação do tanque classe A que resultou na evapotranspiração potencial e, conseqüentemente, na evapotranspiração da cultura (ETc). Pelo balanço entre a ETc e PP, determinou-se a quantidade de água a aplicar na cultura em intervalos de três dias.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com três repetições, quatro plantas úteis e bordadura dupla. Para a composição dos tratamentos, foi utilizada a matriz experimental Plan Puebla III, utilizando-se como doses centrais da matriz as quantidades de 400; 200 e 400 kg/ha de N, K₂O e P₂O₅, respectivamente, de forma que foram obtidas cinco doses de N (40-240-400-560-760 kg/ha), P₂O₅ (20-120-200-280-380 kg/ha) e K₂O (40-240-400-560-760 kg/ha), perfazendo um total de 15 tratamentos. Antes da instalação dos experimentos, foram realizadas análises químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, que demonstraram os seguintes valores, respectivamente: pH água= 5,0 e 4,9; P (mg/dm³)= 1,0 e 1,5; K (cmol_c/dm³)= 0,20 e 0,13; Ca (cmol_c/dm³)= 1,05 e 1,25; Mg (cmol_c/dm³)= 0,6 e 0,4; Al (cmol_c/dm³)= 0,2 e 0,4; Na (cmol_c/dm³)= 0,26 e 0,04; H⁺ (cmol_c/dm³)= 2,22 e 2,13 e matéria orgânica (g/kg)= 16,2 e 13,3. Efetuaram-se ainda aração e gradagem a 20 cm, e subsolagem cruzada a 50 cm de profundidade. As fileiras de plantas foram localizadas nas linhas de subsolagem. A calagem foi efetuada, utilizando-se de calcário dolomítico e elevando a saturação por bases para 80%. Todas as covas receberam adubação com 30 g de FTE BR 12 (9,0% de Zn; 1,8% de B; 0,8% de Cu; 3,0% de Fe; 2,0% de Mn e 0,1% de Mo), que foi repetida no ano seguinte. Na cova, aplicaram-se ainda 20% do N; 60% do P₂O₅ e 20% do K₂O das doses de N (uréia), P (superfosfato simples) e K (cloreto de potássio) estudadas. As adubações em cobertura foram efetuadas mensalmente.

As colheitas foram realizadas, no verão, três vezes por semana, e, no inverno, uma vez por semana, durante um ano de colheita (fevereiro de 1997 a janeiro de 1998). Foram analisadas as seguintes variáveis: dias para iniciar a colheita; altura do primeiro fruto colhido; dados de produção (número, peso total e médio de frutos) aos 14 e 20 meses de idade, que correspondem aos primeiros seis meses e aos doze meses de colheita. Aplicaram-se aos dados análise de variância e modelos de superfície de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados de produção do mamoeiro, com 14 meses após o plantio, mostrou diferenças estatísticas, ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05), para a variável produção e peso médio do fruto. Não mostraram significância os parâmetros dias para iniciar a colheita, altura do primeiro fruto colhido e número de frutos/ha (Tabela 1), que apresentaram valores médios de 289 dias, 92cm e 51.534 frutos, respectivamente.

A produtividade variou de 9,87 a 27,41 t/ha e os frutos, em seis meses de colheita, apresentaram um peso médio de 236 a 423g. Marinho et al. (2001), em experimento irrigado com mamoeiro do grupo Solo testando diferentes doses de N, obtiveram, em cinco meses de colheita, produtividade superior às observadas (33,5 t/ha), porém o maior peso médio do fruto observado foi de 321g.

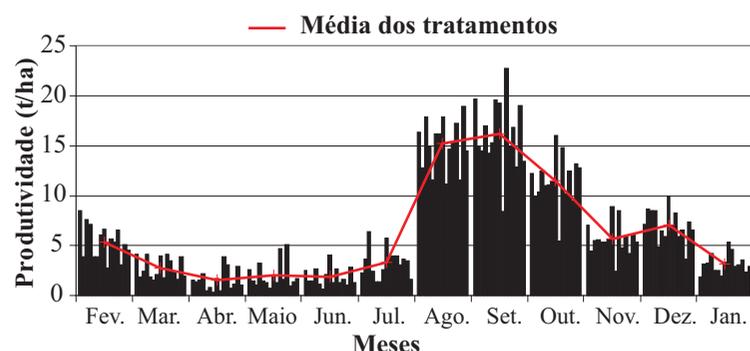
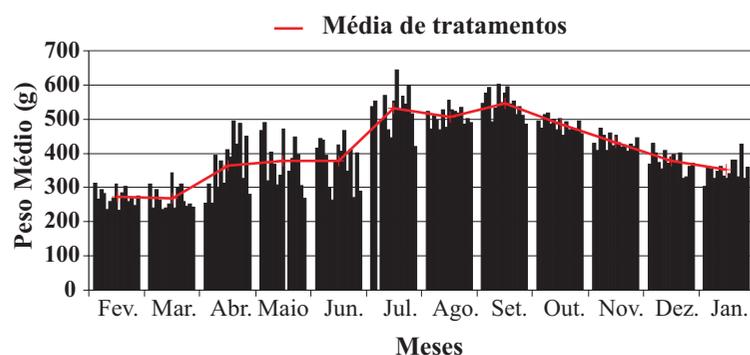
As produtividades observadas em um ano de colheita variaram de 51,43 a 99,53 t/ha, onde a maior produtividade foi demonstrada no tratamento com aplicação de 560; 280 e 560 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (Tabela 1). O peso médio dos frutos variou de 370 a 452g. Segundo Marin et al. (1995), esses pesos situam-se em frutos para o mercado interno, classificados entre as faixas dos Tipos 13 e 15. Quarenta por cento dos tratamentos apresentaram picos de produção no mês de agosto, enquanto, em 60%, os picos se situaram no mês de setembro, onde se observou o maior pico de colheita (22,77 t/ha) (Figura 1). O maior peso médio dos frutos foi observado no mês de julho (645g), enquanto o menor se apresentou em fevereiro (233g) (Figura 2). Em Cruz das Almas, a temperatura começa a diminuir a partir do mês de maio

TABELA 2 - Variáveis de produção do mamoeiro 'Sunrise Solo', em função de doses de nitrogênio e potássio, de seis meses e um ano de colheita, e estimativas dos modelos de superfícies de resposta para N e K₂O (K). Cruz das Almas-BA, 1997-1998.

Variável	Doses físicas (kg/ha/ano)		Sem NK	Ponto de máximo	R ²	Significância dos coeficientes					
	N	K ₂ O				interseção	N	K	N ²	K*N	K ²
Número de frutos aos doze meses*	345	352	237	+464	0,42	<0,01	0,022	0,068	0,016	n.s.	0,045
Produtividade seis meses (t/ha)	319	360	0	+26,17	0,39	n.s.	0,010	0,070	0,036	n.s.	0,050
Produtividade doze meses (t/ha)	347	360	15,89	+93,41	0,39	n.s.	0,036	0,090	0,022	n.s.	0,059
Modelos estimados											
Número de frutos aos doze meses*	$\hat{Y} = 237,39 + 0,740624N + 0,562385K - 0,001394N^2 - 0,001109K^2 + 0,000632KN$										
Produtividade seis meses (t/ha)	$\hat{Y} = -2,43 + 0,079319N + 0,088637K - 0,000185N^2 - 0,000171K^2 + 0,000107NK$										
Produtividade doze meses (t/ha)	$\hat{Y} = 15,89 + 0,247298N + 0,19K - 0,000483N^2 - 0,000384K^2 + 0,000242NK$										

ns= não significativo a 10% de probabilidade (p>0,10); *dados transformados em raiz quadrada.

(mínima de 20 °C e máxima de 26 °C, em 1997), de forma que diminui o processo de amadurecimento dos frutos de mamão, embora a planta continue a produzir novos frutos e a alimentar os que estão nos troncos. Os frutos colhidos no período frio apresentam-se com os maiores pesos médios. Quando aumenta a temperatura, a partir de setembro (mínima de 20 °C e máxima de 30 °C, em 1997), os frutos entram em processo de amadurecimento rápido, proporcionando maiores colheitas. No Norte do Espírito Santo, comportamento similar do peso médio do fruto foi observado por Marin et al. (1995).

**FIGURA 1** - Distribuição da colheita mensal de frutos de mamão, ao longo de um ano, iniciada em fevereiro de 1997, em Cruz das Almas-BA, nos quinze tratamentos.**FIGURA 2** - Distribuição do peso médio dos frutos de mamão, ao longo de um ano, iniciada em fevereiro de 1997, em Cruz das Almas-BA, nos quinze tratamentos.

Para o ajuste de modelos de superfícies de resposta para produtividade, foram utilizados os dados de seis meses e um ano de colheita. Quando se aplicou um modelo quadrático aos dados considerando, os três fatores, ou seja, N, P e K, observou-se estimativa de pontos acima dos observados, denotando que o ajuste não representava o comportamento da produção em função dos tratamentos. Quando foram ajustados os dados considerando apenas os dados de P com K e P com N, não se observou uma superfície onde pudesse ser

ajustado um modelo estatístico. Porém, a superfície ajustada utilizando as doses de N e K apresentou uma tendência a um ponto de máximo. Embora a dose de 280 kg de P₂O₅, no tratamento 8, tenha apresentado a maior produção, quando foram fixadas as doses de 120 e 280 kg/ha de P₂O₅ para ajustar a superfície N e K, observou-se um ponto de sela na maior dose. Desta forma, isolou-se o fator P, fixando-o na dose de 120 kg de P₂O₅/ha/ano e ajustaram-se superfícies de resposta apenas para os fatores N e K. O modelo quadrático de superfície de resposta, aplicado aos dados de produção, apresentou significância ao nível de 10% de probabilidade (p<0,10) (Tabela 2). Os parâmetros linear e quadrático para N e K foram significativos, enquanto não foi observada significância para a interação N*K.

O ponto de máximo estimado pelo modelo, aos seis meses de produção, foi de 26,17 t/ha para as doses físicas de 319 kg de N e 360 kg de K₂O por ha/ano (Tabela 2). Em um ano de colheita, o ponto de máximo estimado foi de 93,41 t/ha nas doses físicas de 347 kg de N e 360 kg de K₂O por ha/ano, o que corresponde a uma relação N:K₂O próxima a 1:1 (Tabela 2). A análise química do solo, antes do plantio e após 12 meses de cultivo, apresentou níveis de potássio acima de 0,18 cmol_d/dm³ na camada de 0-20cm, que são considerados médios (Tomé Jr., 1997 e Oliveira, 1999), excetuando-se o tratamento onde a aplicação anual era de 40 kg/ha/ano de K₂O (T13). Com 24 meses após o plantio, observaram-se níveis ainda considerados médios para a maioria dos tratamentos (=0,16 cmol_d/dm³), excetuando-se os tratamentos 5 e 13. Gaillard (1972) também observou melhores respostas na produção, no tratamento com relação N:K₂O de 1:1. Coelho et al. (2001), trabalhando com fertirrigação em mamoeiro Sunrise Solo, também obtiveram efeito quadrático para produção e doses físicas de 490 kg/ha/ano, tanto para N como K₂O (relação 1:1). Porém, Awada & Long (1978) e Luna & Caldas (1984) não observaram efeito das doses de K₂O testadas na produtividade do mamoeiro Solo, mas Awada & Long (1978) observaram efeito quadrático para doses de N, onde a produção máxima observada foi de 78,70 t/ha na dose de 686 kg de N/ha/ano. Ao contrário do observado neste experimento, Marinho et al. (2001) e Luna & Caldas (1984) observaram efeito linear para produção do Mamoeiro Solo nas doses de N estudadas.

Quanto às doses de P₂O₅ estudadas, observou-se que a matriz utilizada não permitiu o estabelecimento de uma superfície de resposta para o fósforo, sendo necessário o desenvolvimento de novos estudos para o estabelecimento da dose de máxima eficiência física para este nutriente.

CONCLUSÕES

Adubação nitrogenada e potássica proporcionaram aumentos de produtividade. O ponto de máximo para produtividade estimado foi de 93,41 t/ha/ano de frutos de mamão no primeiro ano de colheita, nas doses máximas físicas de 347 e 360 kg/ha/ano de N e K₂O, respectivamente, para teores médios de potássio no solo. Os picos de colheita de mamão, na região de Cruz das Almas, para os plantios estabelecidos no início

das chuvas, localizaram-se em agosto e setembro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWADA, M.; LONG, C. Relation of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole of Solo papaya. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.2, p.217-219, 1978.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.M.G.; SILVA, T.S.M.; SANTOS, D.B. Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação. **WORKSHOP DE FERTIRRIGAÇÃO, 2., 2001**, Piracicaba. p.78-87.
- CUNHA, R.J.P.; HAAG, H.P. Nutrição mineral do mamoeiro (Carica papaya L.). V. Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.37, p.631-668, 1980.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **Pesquisa e desenvolvimento**. Cruz das Almas-BA: 1993. 20p.
- GAILLARD, J.P. Approches sur la fertilisation du papayer solo au Cammeroun. **Fruits**, Paris, v.27, n.5, p.353-360, 1972.
- LUNA, J.V.U.; CALDAS, R.C. Adubação mineral em mamão (Carica papaya L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1983, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984. v.3, p.946-952.
- MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S.; FULLIN, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos 'Solo' e 'Formosa' no Estado do Espírito Santo**. 4. ed. rev. ampl. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).
- MARINHO, C.S.; OLIVEIRA, M.A.B. de; MONNERAT, P.H.; VIANNI, R.; MALDONADO, J.F. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.58, n.2, p.345-348, 2001.
- OLIVEIRA, A.M.G. Solo, Calagem e Adubação. In: SANCHES, N.F.; DANTAS, J.L.L. coords. **O cultivo do Mamão**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 9-16. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 34).
- TOMÉ Jr., J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba-RS: Agropecuária, 1997.247p.