

Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar

Ademar P de Oliveira; Mácio F de Moura; Dijauma H Nogueira; Nielson G Chagas; Maria do Socorro S Braz; Márcia Roseane T de Oliveira; José A Barbosa

UFPB-CCA, C. Postal 02, 58397-000 Areia-PB; E-mail: ademar@cca.ufpb.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar doses e formas de aplicação de nitrogênio (solo e via foliar) na cultura da batata-doce, cultivar Rainha Branca instalou-se um experimento em condições de campo no período de julho a novembro/2003, no Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em Areia, em um NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico. O delineamento experimental constou de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, compreendendo cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação (solo e via foliar), em quatro repetições. Utilizaram-se parcelas úteis com 28 plantas espaçadas de 0,80x0,30 m. As produtividades total e não-comercial de raízes aumentaram linearmente com elevação das doses de N aplicadas no solo, ocorrendo aumento de aproximadamente 45,52 e 12,64 kg ha⁻¹, respectivamente a cada quilograma de N adicionado. A produtividade de raízes comerciais em função das doses de N aplicadas no solo, atingiu valor máximo estimado de 19155 kg ha⁻¹ com o emprego da dose de 154 kg ha⁻¹ de N, enquanto que as produtividades total, comercial e não-comercial de raízes não foram influenciadas significativamente pelas doses de N aplicadas via foliar, com médias de 13800, 12600 e 1200 kg ha⁻¹, respectivamente. A dose mais econômica de N aplicada no solo para a produção de raízes comerciais foi de 144 kg ha⁻¹, com rendimento estimado de 19123 kg ha⁻¹ de raízes. O nitrogênio fornecido no solo foi mais eficiente para a batata-doce expressar sua capacidade máxima de rendimento de raízes comerciais, com incremento de 6555 kg ha⁻¹, em relação a sua aplicação via foliar.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, adubação nitrogenada, adubação foliar, produção de raízes.

ABSTRACT

Yield of sweet potato roots in function of nitrogen levels applied in soil and foliating

With the objective of evaluating the levels and application forms of nitrogen (soil and leaves) in the sweet potato Rainha Branca cv. an experiment was carried out from July to November/2003, in the Centro of Ciências Agrárias from Universidade Federal of Paraíba, Areia, Brazil, in Quartz Psamment soil. The experimental design was randomized blocks, in a factorial scheme 5x2, with five levels of N (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹), two applications forms (soil and by foliating), in four replications. The plots with 28 plants, spaced at 0.80x0.30cm. The total and uncommercial yield of roots increased linearly in function of the levels of N applied in the soil, corresponding approximately to 45.52 and 12.64 kg ha⁻¹, respectively to each kilogram of N. The commercial yield in function of the N levels applied in the soil, reached the maximum value of 19255 kg ha⁻¹ with 154 kg ha⁻¹ of N. The total, commercial and uncommercial roots yields obtained in function of the N levels applied to the leaves did not suffer significant changes with rates of 13800, 12600 and 1200 kg ha⁻¹, respectively. The most economical N level applied in the soil related to commercial roots yield was 144 kg ha⁻¹, with roots estimated yield of 19123 kg ha⁻¹. The nitrogen supplied in the soil was more efficient for the sweet potato to express its maximum commercial roots yield, with increment of 6555 kg ha⁻¹, when compared to the leaves application.

Keywords: *Ipomoea batatas*, nitrogenous fertilization, foliating fertilization, root production.

(Recebido para publicação em 09 de dezembro de 2004; aceito em 27 de julho de 2006)

A batata-doce é uma planta de grande importância econômico-social, participando no suprimento de calorías, vitaminas e minerais na alimentação humana. As raízes apresentam Ca, K e teor de carboidratos variando entre 25% e 30%, dos quais 98% são facilmente digeríveis (Clark & Moyer, 1988). É a quarta hortaliça mais consumida no Brasil. Além de ser rústica, de fácil manutenção, apresenta boa resistência contra seca e ampla adaptação, sendo cultivada em praticamente todos os estados brasileiros (Miranda, 2003).

No Brasil, a batata-doce é muito popular, sendo cultivada em todas as regiões, principalmente no Sul e Nor-

deste. Nesta última, assume importância social, principalmente por se constituir em uma fonte de alimento energético, e contribuir na geração de emprego e renda, garantindo a fixação do homem à terra.

No estado da Paraíba, a batata-doce é mais cultivada e difundida nas regiões próximas aos grandes centros consumidores, especialmente nas microrregiões do brejo e litoral paraibano, sendo considerado o maior produtor nordestino, e o quarto em escala nacional (Soares *et al.*, 2002). Contudo, apesar deste destaque, é paradoxalmente um dos estados que possui uma das mais baixas produtividades média (6,8 t ha⁻¹), sendo a fal-

ta de um programa de nutrição mineral para a cultura, um dos principais fatores responsáveis por este fato (Silva *et al.*, 2002).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (Filgueira, 2000). Seu fornecimento via adubação funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, a partir da mineralização de matéria orgânica, geralmente baixos em relação às necessidades das plantas (Malavolta, 1990).

Em várias hortaliças, o nitrogênio desempenha papel fundamental no crescimento e no rendimento dos produtos colhidos (Wiedenfled & Braverman, 1991; Albrechts & Chandler, 1993; Pei-

xoto *et al.*, 1996; Carnicelli *et al.*, 2000; Resende & Souza, 2000; Santos *et al.*, 2001). Na batata-doce, a utilização do nitrogênio merece atenção especial. Em solos com alta disponibilidade desse elemento ocorre um intenso crescimento da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas. Contudo, as diferentes variedades de batata-doce respondem de modo distinto à aplicação de nitrogênio. Enquanto umas apresentam desenvolvimento de raízes, outras apresentam desenvolvimento vegetativo exuberante (Chaves & Pereira, 1985). O ideal é acompanhar o crescimento da cultura e aplicar o fertilizante nitrogenado quando começar o aparecimento de sintomas de deficiência do nutriente (Silva *et al.*, 2002), caracterizada inicialmente por clorose nas folhas mais velhas, seguido das mais novas, nas quais, com a evolução da deficiência, surgem manchas necróticas internervais, podendo ocorrer abscisão das folhas (Chaves & Pereira, 1985).

Embora o nitrogênio seja um importante nutriente para as hortaliças (Filgueira, 2000), pouco se conhece, ainda, a respeito das quantidades a serem utilizadas, que permitam a obtenção de rendimentos satisfatórios na cultura da batata-doce. As poucas informações a respeito do seu emprego nessa hortaliça indicam que sua aplicação deve ser fracionada, sendo aplicado 1/3 no plantio, e o restante em 30 a 45 dias em cobertura, sendo recomendado para solos de alta, média e baixa fertilidade o emprego de, respectivamente, 100, 60 e 30 kg ha⁻¹ de N, (Embrapa, 1995).

A adubação nas hortaliças pode representar de 20 a 30% dos custos de produção (Trani & Raij, 1996), e considerando a necessidade de se definir uma dose de nitrogênio capaz de proporcionar rendimento máximo para a cultura da batata-doce, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o comportamento dessa hortaliça submetida a diferentes doses de N, aplicadas no solo e via foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba,

em Areia-PB, entre julho e novembro de 2003 (datas do plantio à colheita), no delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, constando de cinco doses de N (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹), empregando-se uréia como fonte, e duas formas de aplicação (no solo e via foliar) e quatro repetições. O solo da área foi classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico de textura franca (Embrapa, 1999). As análises químicas na camada de 0-20cm, foram realizadas conforme Embrapa (1997), e resultou em: pH (H₂O)= 6,5; P= 36,8 mg dm⁻³; K= 120 mg dm⁻³; Al⁺³= 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca⁺²= 2,6 cmol_c dm⁻³; Mg⁺²= 0,6 mol_c dm⁻³; CTC= 6,7 cmol_c dm⁻³; V%= 85 e matéria orgânica= 8,11 g dm⁻³.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com recomendações do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba (Embrapa, 1997), e constou da aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, 200 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 68 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Na adubação de cobertura, aplicaram-se as doses de N, definidas no delineamento experimental, diretamente no solo (em círculo ao redor das plantas) e via foliar (10 g de N L⁻¹ de água). Na aplicação do N no solo, foram fornecidos por parcela 0; 60,5; 121; 242; 302 e 484 g de uréia, conforme a distribuição dos tratamentos, sendo 50% aos 30 e o restante, 60 dias após o plantio. Na aplicação do N via foliar, foram realizadas duas pulverizações com auxílio de pulverizador costal, com capacidade de 20 litros, nos mesmos períodos de aplicação no solo e nas mesmas doses, sendo diluídas na proporção de 10 g de N L⁻¹ de água, com volume de calda de 5 litros por parcela.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e confecção de leirões. No plantio, foram utilizadas duas ramas por cova da cultivar Rainha Branca, retiradas de plantio jovem, cortadas um dia de antecedência para facilitar o manejo, e seccionadas em pedaços de aproximadamente 0,40 m de comprimento, contendo em média oito entrenós e enterradas pela base, com auxílio de um pequeno gancho, numa profundidade

aproximada de 0,10 m. As parcelas mediram 11,04 m², e continham quatro fileiras espaçadas de 0,80 m e quatorze plantas por fileiras espaçadas de 0,30 m, sendo utilizadas as duas fileiras centrais como úteis, totalizando 28 plantas, com área de 6,72 m².

Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão convencional nos períodos de ausência de precipitação, com turno de rega de três dias; capinas manuais com auxílio de enxadas com o objetivo de manter a cultura livre da competição por plantas daninhas; amontoas para proteger as raízes contra raios solares e manter a formação dos leirões. Não foram efetuadas aplicações de defensivos em decorrência da ausência de pragas e/ou de doenças.

Foram obtidos dados de produtividade total, comercial e não-comercial de raízes. A produtividade total correspondeu ao peso de todas as raízes, enquanto que as produtividades comercial e não-comercial corresponderam ao peso das raízes classificadas. Foram consideradas comerciais aquelas de formato uniforme, lisas com peso igual ou superior a 80 g, e não-comerciais as que estavam fora deste padrão (Embrapa, 1995).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, utilizando-se o “software” SAEG (2000), com desdobramento da soma de quadrado da interação (doses e formas de aplicação), independente de sua significância. Dentro de cada forma de aplicação, foram testados diversos modelos polinomiais para os efeitos de doses de N. O critério para escolha do modelo foi a significância pelo teste F a 5% de probabilidade e que este apresentasse o maior valor de coeficiente de determinação (R²).

A partir da equação de segundo grau ajustada, calculou-se a dose de N aplicada no solo que proporcionou produção máxima econômica de raízes comerciais. Entretanto, a fim de atenuar os problemas de variação cambial, para a forma de aplicação de N que permitiu o cálculo da dose mais econômica, trabalhou-se com uma relação de troca ao invés de moeda corrente, igualando-se a derivada segunda à relação entre preços do produto e do insumo (Raij, 1991;

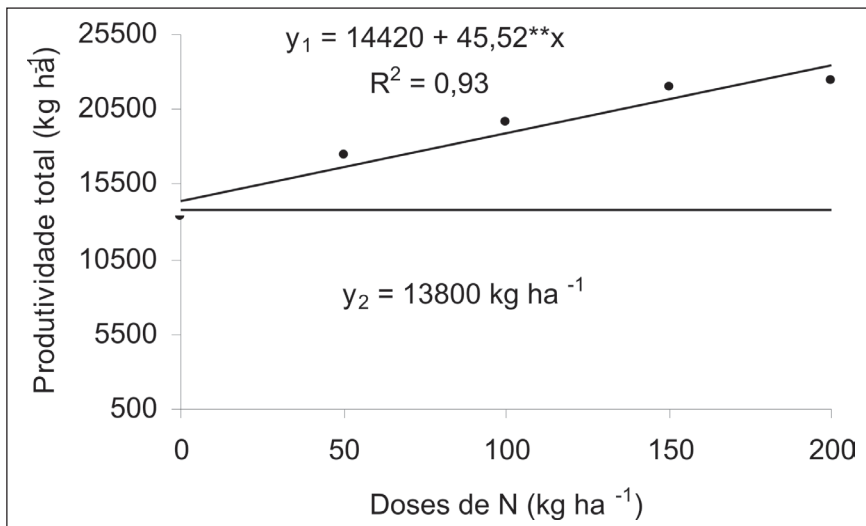


Figura 1. Produtividade total de raízes de batata-doce em função de doses de N aplicadas no solo (y_1) e via foliar (y_2). Areia, UFPB, 2004.

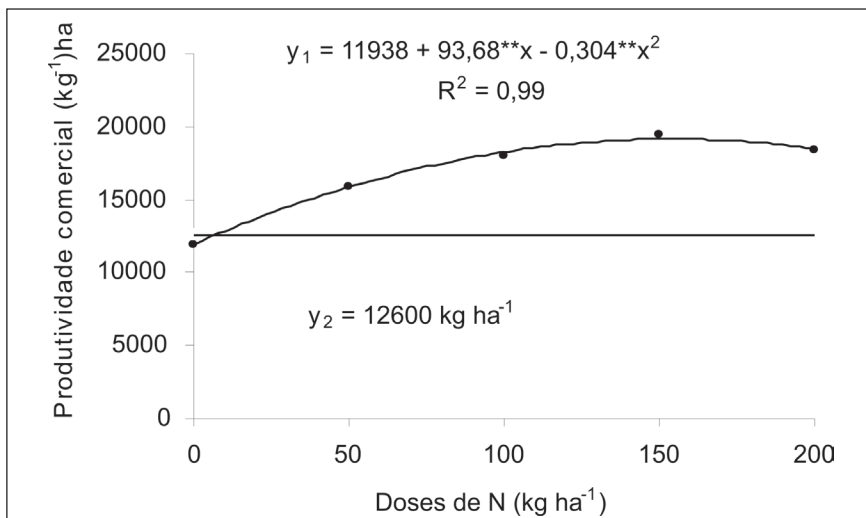


Figura 2. Produtividade comercial de raízes de batata-doce, em função de doses de N aplicadas no solo (y_1) e via foliar (y_2). Areia, UFPB, 2004.

Natale *et al.*, 1996), vigentes em Areia-PB, em novembro de 2003, buscando-se assim dados mais estáveis. Neste estudo, os valores utilizados para as variáveis raízes comerciais e N, foram, respectivamente: R\$ 0,50 kg⁻¹ de raízes, R\$ 3,0 kg⁻¹ de uréia. Dessa maneira, a 'moeda' utilizada nos cálculos da dose econômica de N, foi a própria raiz de batata-doce. Assim, a relação de equivalência entre o quilograma de uréia e o quilograma de raízes foi igual a 6 ressaltando, porém, que o preço do quilograma de raízes correspondeu ao utilizado pelo produtor e, que essa relação de preços pode variar a cada ano, conforme a demanda e a oferta. A fórmula obtida

para o cálculo da dose de máxima eficiência econômica de N foi: Dose de N = 93,68 - relação de equivalência/2(-0,303), onde a relação de equivalência, é a relação entre os preços do insumo e do produto. A receita prevista, devido a aplicação do N, pode ser calculada pelo aumento de produção proporcionada pela dose econômica, custo do fertilizante e pela receita obtida, igualando-se a derivada primeira a zero.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das doses de N aplicadas no solo ($P < 0,005$) sobre as produtividades total, comercial e não-

comercial de raízes (Figuras 1, 2 e 3). No desdobramento das interações, as médias da produtividade total e não-comercial ajustaram-se ao modelo linear, enquanto que a produtividade comercial de raízes, ao modelo quadrático de regressão, em função das doses de N aplicadas no solo. A aplicação via foliar de N não teve efeito significativo sobre a produtividade total, comercial e não-comercial de raízes.

As produtividades total e não-comercial de raízes aumentaram linearmente com elevação das doses de N aplicadas no solo, ocorrendo aumento de aproximadamente 45,25 e 12,6 kg ha⁻¹, respectivamente para cada quilograma de N adicionado, com valores máximos de 23524 e 3490 kg ha⁻¹ obtidos na dose máxima de N (200 kg ha⁻¹).

A produtividade de raízes comerciais em função das doses de N aplicadas no solo, atingiu valor máximo estimado de 19155 kg ha⁻¹ com a dose de 154 kg ha⁻¹ de N, enquanto que a produtividade média obtida em função das doses de N aplicadas via foliar, foi de 12600 kg ha⁻¹ (Figura 2).

O nitrogênio fornecido no solo foi mais eficiente para a batata-doce expressar sua capacidade máxima de rendimento de raízes comerciais, com incremento de 6555 kg ha⁻¹, em relação a sua aplicação via foliar. Este fato pode ser atribuído a redução na sua perda, porque a volatilização de amônia proveniente da uréia pode ser reduzida, se o fertilizante for incorporado no solo, seguido de irrigação (Ribeiro, 1996). O manejo adequado deste nutriente também é essencial para maximizar a produção, sendo seu fornecimento no solo a forma mais eficientemente aproveitada pelas plantas (Azam *et al.*, 1985). No feijão-caupi, Oliveira *et al.* (2003), observaram aumento de produtividade, quando o nitrogênio foi fornecido diretamente no solo. A ausência de resposta da batata-doce ao nitrogênio aplicado via foliar, possivelmente esteja relacionado com a maior volatilização desse nutriente (Ribeiro, 1996).

A produtividade média nacional de raízes comerciais em batata-doce é de 10 t ha⁻¹ (Embrapa, 1995). Portanto, a produtividade máxima de raízes comerciais obtida em função do nitrogênio

aplicado no solo, foi superior a média nacional em 9,15 t ha⁻¹, enquanto que para o nitrogênio fornecido via foliar este incremento foi de 3,58 t ha⁻¹.

A redução na produtividade de raízes comerciais verificada nas doses acima de 154 kg ha⁻¹ de N aplicadas no solo, pode indicar que, seu excesso foi prejudicial à formação de raízes comerciais na batata-doce, possivelmente em função da elevada produção de massa verde e formação de raízes adventícias (Embrapa, 1995). Também, pode ter ocorrido efeito tóxico do amônio e da baixa taxa de nitrificação ou devido ao efeito indireto do amônio, reduzindo a absorção de K⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, pela batata-doce (Carnicelli et al., 2000). Em várias hortaliças, Huett (1989) verificou redução de produtividade, em função de doses elevadas de N.

A dose mais econômica de N aplicada no solo para a produção de raízes comerciais foi de 144 kg ha⁻¹, para a relação de equivalência igual a 6, resultando num rendimento estimado de 19123 kg ha⁻¹ de raízes, e o aumento de produção proporcionado por esta dose de N foi de 7186 kg ha⁻¹. Deduzindo-se o custo de aquisição de 144 kg de nitrogênio, equivalente a 320 kg de uréia (640 kg de raízes comerciais), obteve-se um receita prevista de 6546 kg ha⁻¹ de raízes, para o N aplicado no solo. A dose mais econômica de N esteve próxima daquela responsável pelo rendimento máximo, e sob o ponto de vista de rendimento proporcionou rendimento de raízes acima da média nacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos agentes em Agropecuária Francisco de Castro Azevedo, José Barbosa de Souza, Francisco Soares de Brito e Francisco Silva do Nascimento e ao diarista Genival Gomes da Silva, que viabilizaram a execução dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ALBREGTS EE; CHANDLER CK. 1993. Slow release fertilizer rates for strawberry fruit production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 106: 187-189.

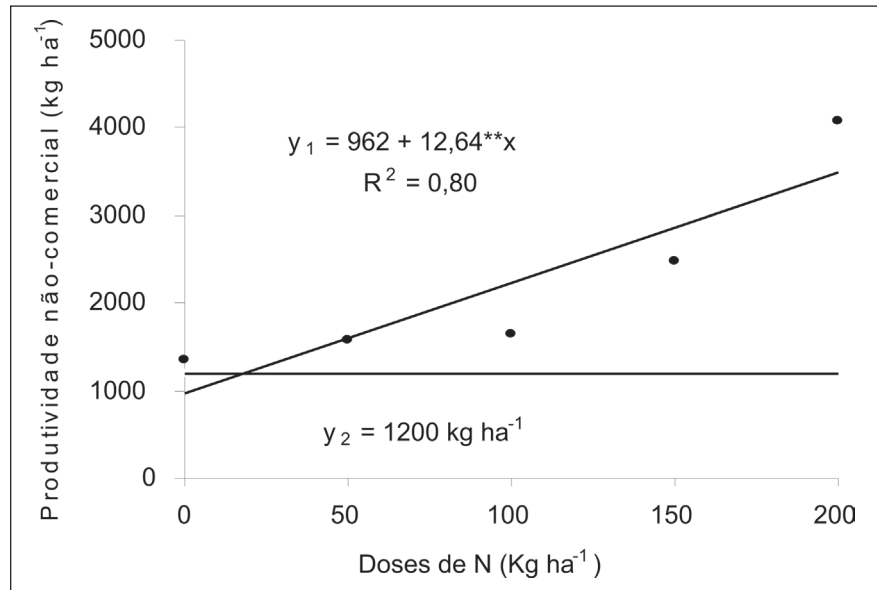


Figura 3. Produtividade não-comercial de raízes de batata-doce, em função de doses de N aplicadas no solo (y_1) e via foliar (y_2). Areia, UFPB, 2004.

AZAM F; MALIK KA; SAJJAD MI. 1985. Transformations in soil and availability to plants of N 15 applied as organic fertilizer and legumes residues. *Plant and Soil* 86: 3-13.

ARAÚJO CJH; PEREIRA PRG; FONTES PCR; CAMARGOS MI. 2000. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. *Horticultura Brasileira* 18: 808-810.

CHAVES LHG; PEREIRA HHG. 1985. *Nutrição e adubação de tubérculos*. Campinas: Fundação Cargill, 97p.

CLARK CA; MOYER JW. 1988. *Compendium of sweet potato diseases*. Saint Paul: APS Press. 74p.

EMBRAPA. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412p.

EMBRAPA. 1995. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. *Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas)*. Instruções técnicas do CNPH 7, 3ª edição, Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. 8p.

EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: Atual. 212p. (Documentos 1).

EMBRAPA. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: SPI-EMBRAPA. 412p.

FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa. 402p.

HUETT DO. 1989. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. *Acta Horticulture* 247: 205-209.

MALAVOLTA E. 1990. Pesquisa com nitrogênio no Brasil—passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, 1. *Anais...* Itaguaí: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. p. 89-177.

MIRANDA JEC. 2003. *Batata-doce*. Disponível em <http://www.cnpq.embrapa.br/cultivares/batata-doce>. Acessado em 03 de julho 2003.

NATALE W; COUTINHO ELM; BOARETTO A; PEREIRA FM. 1996. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. *Horticultura Brasileira* 14: 196-199.

OLIVEIRA AP; SILVA VRF; ARRUDA FP; NASCIMENTO IS; ALVES AU. 2003. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira* 21: 77-80.

PEIXOTO JR; GARCIA CAP; MARTINS JF. 1996. Produtividade de batata cv. Achat em função de doses de NPK e B. *Horticultura Brasileira* 14: 232-235.

RAIJ B. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres-Potafos. 343p.

RESENDE GM; SOUZA RJ. 2000. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. *Horticultura Brasileira* 18: 759-760.

RIBEIRO AC. 1996. Como evitar a perda do nitrogênio de adubos por volatilização. *Boletim informativo da SBCS* 21: 43-46.

SAEG-Sistema para análise estatística, versão 8.0. 2000. Viçosa: Fundação Artur Bernardes.

SANTOS PR; PEREIRA AS; FREIRE CJS. 2001. Cultivar e adubação NPK na produção de tomate salada. *Horticultura Brasileira* 19: 35.

SILVA JBC; LOPES CA; MAGALHÃES JS. 2002. *Cultura da batata-doce*. In: CERADA MP. *Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americano*, V. 2, São Paulo, Fundação Cargill. p. 449-503.

SOARES KT; MELO AS; MATIAS EC. 2002. *A cultura da batata-doce (Ipomoea batatas)*. João Pessoa: EMEPA-PB. 26p. (EMEPA-PB. Documento, 41).

TRANI PE; RAIJ B. 1996. Hortaliças. In: RAIJ VB; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. 1996. *Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC. p. 157-185.

WIEDENFELD R; BRAVERMAN M. 1991. Fertilizer nitrogen sources for vegetable production. *Subtropical Plant Science* 44: 33.