

Produção de batata-doce e teor de amido nas raízes em função de doses de P_2O_5

Ademar Pereira de Oliveira*, José Elenilson Luna da Silva, Walter Esfrain Pereira e Luciano José das Neves Barbosa

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Cx. Postal 02, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ademar@cca.ufpb.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar a influência da adubação fosfatada sobre a produção e sobre o teor de amido na batata-doce, cv. Rainha Branca, conduziu-se um experimento no período de fevereiro a julho/2003 em um Neossolo Regolítico Psamítico típico, textura areia-franca, na Universidade Federal da Paraíba, em Areia, Estado da Paraíba. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos, correspondendo às doses de P_2O_5 (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹), em quatro repetições. As maiores produções total e comercial de raízes de batata-doce, em função das doses de P_2O_5 , foram de 23,5 e 18,9 t ha⁻¹, alcançadas com 259 e 231 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , respectivamente, enquanto a dose econômica para a produção de raízes comerciais foi 194 kg ha⁻¹ de P_2O_5 . A dose econômica compreendeu a mais de 80% daquela responsável pela produção máxima, constituindo um indicativo da viabilidade econômica do emprego de fósforo no cultivo da batata-doce. A dose de P_2O_5 com a qual se obtiveram a máxima produção de raízes comerciais e o retorno econômico correlaciona-se, respectivamente, com 23 e 20 mg dm⁻³ de P no solo disponível pelo extrator de Melich 1. A dose de 293 kg ha⁻¹ foi responsável pelo máximo teor de amido nas raízes comerciais da batata-doce (15,7%).

Palavras-chave: *Ipomoea*, batatas, adubação fosfatada, rendimento, qualidade de raízes.

ABSTRACT. Sweet potato yield and starch substance in roots according to the levels of P_2O_5 . Aiming to evaluate the influence of the phosphate fertilization on the sweet potato (*Rainha Branca*) yield and its starch substance, a trial was carried out from February to July 2003 in a Quartz psamment soil, at the *Universidade Federal da Paraíba, Areia*, state of Paraíba, Brazil. The experimental design was randomized blocks with five treatments with doses of P_2O_5 (0, 100, 200, 300 and 400 kg ha⁻¹), in four replications. The highest sweet potato roots yields, total and commercial, due to the levels of P_2O_5 , were 23.5 and 18.9 t ha⁻¹, and they were reached with 259 and 231 kg ha⁻¹ of P_2O_5 , respectively, while the economical level to the commercial roots yield was 194 kg ha⁻¹ of P_2O_5 . The economical level included more than 80% of the highest yield and its occurrence indicates the economical viability of phosphorus application on the sweet potato cultivation. The P_2O_5 level which promoted the maximum commercial roots yield and economical yield is correlated, respectively, with 23 and 20 mg dm⁻³ of available P by Melich 1 extractor. The level of 293 kg ha⁻¹ of P_2O_5 brought about the maximum starch substance (15.7%) in the commercial roots of sweet potato.

Key words: *Ipomoea*. potatoes, phosphate fertilization, yield, roots quality.

Introdução

A batata-doce é uma hortaliça de importância social, econômica e alimentar, principalmente para as regiões mais pobres do planeta, onde se constitui uma das mais importantes fontes de alimento. Possui raízes tuberosas comestíveis e destaca-se das demais culturas por apresentar alto rendimento por hectare e por possuir elevado valor calórico (carboidratos), além de conter ferro, cálcio e fósforo e de ser rica em

vitaminas A, B e C (Miranda, 2003).

No Brasil, é muito popular, sendo cultivada em todas as regiões do País. Na região Nordeste, assume alta importância social, principalmente por constituir-se em uma fonte de alimento energético e por contribuir na geração de emprego e de renda, garantindo a fixação do homem no campo, sendo o estado da Paraíba o maior produtor nordestino e o quarto em nível nacional. Contudo, paradoxalmente, possui uma das menores produtividades (Silva *et al.*, 2002), em virtude da falta de tecnologia, de

informações e de conhecimentos adequados de vários fatores de produção como nutrição mineral, sistema de plantio, espaçamento, controle de pragas e de doenças, dentre outros. A nutrição mineral, quando utilizada corretamente, pode proporcionar melhoria na produtividade (Malavolta, 1987).

A resposta à adubação pela batata-doce depende das condições do solo. Ao ser cultivada em solos com fertilidade natural de média a alta, geralmente não há resposta à adubação; mas, em solos pouco férteis, o uso de fertilizantes minerais e orgânicos proporciona incrementos significativos na produtividade (Monteiro *et al.*, 1997).

A batata-doce é bastante eficiente na absorção do fósforo, porém, devido à deficiência comum dos solos brasileiros nesse nutriente, é necessário aplicar maiores quantidades do elemento na forma prontamente disponível e em época adequada (Embrapa, 1995). Quando aplicado corretamente, o fósforo é o nutriente que pode ocasionar melhores respostas na batata-doce. No entanto os experimentos realizados no Centro Sul mostram que a reação da cultura à adubação fosfatada tem sido muito variada, mas sempre positiva (Filgueira, 2000). Nesse sentido, Sousa (1990), Fontes e Fontes (1991), Mendonça e Peixoto (1991) e Silva (1998) obtiveram aumentos significativos sobre a produção de raízes comerciais de batata-doce, em função da aplicação de fósforo.

A nutrição equilibrada, tanto em macro como em micronutrientes, aumenta a produção e melhora a qualidade do produto em vários aspectos (Malavolta, 1987). No inhame, o conteúdo de amido pode variar em virtude da fertilização (Kayode, 1985; Oliveira *et al.*, 2001). Na mandioca, Perim *et al.* (1983) observaram aumento do teor de amido em decorrência da adubação fosfatada em mandioca. Na batata-doce, o fósforo pode influenciar a acumulação de amido nas raízes e melhorar em características importantes como tamanho, teor de açúcar, textura e propriedades para o armazenamento (Chaves e Pereira, 1985; Monteiro *et al.*, 1997).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da adubação fosfatada sobre o rendimento e sobre o teor de amido nas raízes da batata-doce.

Material e métodos

O trabalho foi realizado em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia, Estado da Paraíba, entre fevereiro e julho/2003 (datas do plantio e da colheita, respectivamente), em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos correspondendo às doses de P_2O_5 (0; 100; 200; 300 e 400 kg ha⁻¹), em quatro repetições. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico, Psamítico típico (Embrapa, 1999), textura

franca-arenosa, com relevo local suave ondulado e regional forte ondulado e fase floresta subperenifolia (Brasil, 1972), cujas análises química e física, na camada de 0-20 cm, resultaram pH (H₂O) = 5,4, P = 3,7 mg dm⁻³, K = 53,08 mg dm⁻³, Al⁺³ = 0,00 cmol_c dm⁻³, Ca⁺² = 2,45 cmol_c dm⁻³, Mg⁺² = 0,70 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica = 15,83 g dm⁻³, areia grossa = 672 g kg⁻¹, areia fina = 125 g kg⁻¹, silte = 126 g kg⁻¹, argila = 77 g kg⁻¹ e densidade do solo = 1,28 g cm⁻³.

A adubação seguiu as recomendações do Laboratório de Química e Fertilidade de Solo da Universidade Federal da Paraíba e consistiu da aplicação das doses de P_2O_5 , de 10 t ha⁻¹ de esterco bovino e de 30 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio. Em cobertura, foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O aos 30 dias após o plantio e 20 kg ha⁻¹ de N aos 60 dias. A adubação de plantio foi feita a 15 cm de profundidade em sulco contínuo, aberto no topo dos leirões. Os adubos de cobertura foram distribuídos em linha na lateral dos leirões, posteriormente cobertos com solo. Como fontes de P_2O_5 , N e K₂O, foram empregados o superfosfato triplo, o sulfato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente.

O solo foi preparado por meio de roço, de aração, de gradagem e de confecções de leirões com auxílio de enxadas com aproximadamente 30 cm de altura. No plantio, foram utilizadas duas ramas/cova de aproximadamente 40 cm, contendo, em média, oito entrenós da variedade Rainha Branca, retiradas de plantio jovem. As ramas foram enterradas pela base com auxílio de um pequeno gancho até a profundidade de 10 cm a 12 cm, espaçadas de 0,80 m x 0,30 m.

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 enxada com o objetivo de manter a cultura livre de competição com plantas daninhas, amontoas para proteger as raízes contra a incidência de luz e manter a formação dos leirões. Não foram efetuadas aplicações de defensivos em decorrência da ausência de pragas ou de doenças.

A colheita foi realizada aos 120 dias após o plantio, obtendo-se, assim, os dados de produção total e comercial de raízes. A produção comercial correspondeu ao peso das raízes de formato uniforme, lisas com peso igual ou superior a 80 g, conforme Embrapa (1995). Amostras de 500 g de raízes comerciais de cada tratamento foram transportadas para o Laboratório de Bioquímica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, para avaliação do teor de amido, conforme metodologia descrita por Lanara (1981). Ao final da colheita, efetuou-se a amostragem do solo (0 - 20 cm de profundidade), coletando-se dez amostras simples,

ao acaso, por parcela, para se determinarem as concentrações de P no solo – disponível pelo extrator Mehlich I, em função das doses de P₂O₅.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, em que foram testados diversos modelos polinomiais para os efeitos de doses de P₂O₅, adotando-se, como critério para escolha do modelo, a significância dos coeficientes pelo teste F até 5% de probabilidade e o valor de coeficiente de determinação (R²).

Também foi determinada a dose mais econômica de P₂O₅ para a produção de raízes comerciais, conforme Raij (1991) e Natale *et al.* (1996). A “moeda” utilizada nos cálculos foi a própria raiz, considerando-se a seguinte relação de equivalência: quilograma de P₂O₅/quilograma de raízes igual a 5,2. Os valores utilizados, em nível de produtor para kg de raízes e de P₂O₅ vigentes no comércio de Areia, Estado da Paraíba, em 2003, foram R\$ 0,50 e R\$ 2,60, respectivamente. A dose mais econômica foi calculada baseada na derivada da equação de regressão entre a produção de raízes comerciais e as doses de P₂O₅ por meio da relação de $dy/dx = a_1 + 2a_2 x$. A dose mais econômica (x') foi, então, calculada por:

$$x' = a_1 - \text{relação de equivalência} \\ 2 (-a_2)$$

A receita prevista foi calculada pela diferença entre o aumento de produção (3.600 kg ha⁻¹) e o custo do P₂O₅ (1.008 kg ha⁻¹ de raízes comerciais), que resultou em 2.662 kg ha⁻¹ de raízes comerciais.

Resultados e discussão

As produções total e comercial de raízes, o teor de amido nas raízes e o resíduo de P no solo após a colheita foram influenciados (Teste F P < 0,05) pelas doses de P₂O₅.

As máximas produções total e comercial de raízes, em função das doses de P₂O₅, estimadas por derivadas, foram 23,5 e 18,9 t ha⁻¹, alcançadas com 259 e 231 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 1). A produção comercial de raízes superou a produtividade média da batata-doce do estado da Paraíba, estimada em 6,8 t ha⁻¹ por Silva *et al.* (2002), e a média nacional estabelecida em 10 t ha⁻¹, conforme Soares *et al.* (2002).

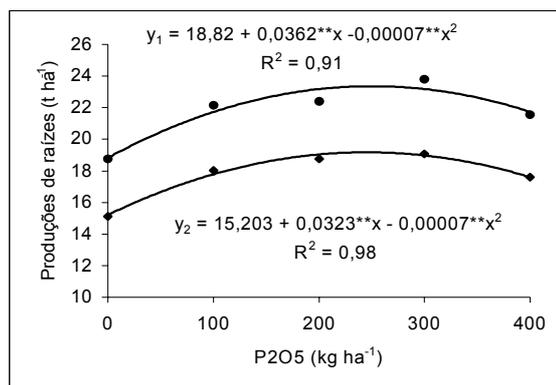


Figura 1. Produção total (y₁) e comercial (y₂) de raízes de batata-doce, em função de doses de P₂O₅. Areia-PB, CCA-UFPB, 2004.

A resposta da batata-doce ao P₂O₅ pode ser explicada pela baixa disponibilidade inicial de fósforo no solo (3,7 mg dm⁻³). Isso porque os efeitos das adubações fosfatadas sobre as culturas são especialmente acentuados em solos de baixa fertilidade (Peixoto e Miranda, 1984; Raij, 1991). Em solos com baixa disponibilidade desse nutriente, Souza (1990), Mendonça e Peixoto (1991) e Bezerra *et al.* (1994) obtiveram incrementos na produção de raízes comerciais na batata-doce em função do emprego de P₂O₅.

O fornecimento de doses adequadas de fósforo estimula o desenvolvimento radicular, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas e, em geral, incrementa a produção nas culturas (Raij, 1991). Assim, é provável que, durante o crescimento e o desenvolvimento das plantas, as doses de P₂O₅ responsáveis pelas máximas produções, juntamente com os nutrientes adicionados ao solo, supriram, de forma equilibrada, as necessidades nutricionais da batata-doce.

As estabilizações e as quedas das produções total e comercial, nas doses acima daquelas responsáveis pelas produções máximas, provavelmente ocorreram devido à deficiência de zinco, induzida pela alta concentração de fósforo (Adriano *et al.*, 1971; Olsen, 1972; Seno *et al.*, 1996) e pela elevação da salinidade e toxidez proporcionada pelas altas concentrações do adubo fosfatado, reduzindo o crescimento das raízes (Peryea, 1990). Também, provavelmente, essas doses propiciaram desequilíbrios nutricionais na lavoura, isso porque, segundo Primavesi (1990), o maior rendimento não depende da maior adubação, mas do melhor equilíbrio entre todos os elementos nutritivos. A dose mais econômica de P₂O₅ foi 194 kg ha⁻¹, correspondendo a 84% da dose responsável pela produção comercial máxima, o que demonstra que a batata-doce responde economicamente ao emprego de P₂O₅. Conforme Lobato (1982), a melhor eficiência econômica para fósforo encontra-se entre 80% e 95%

da produção máxima. A dose mais econômica de P_2O_5 , portanto, ficou abaixo daquela responsável pela produção máxima de raízes comerciais e é bem menor do que os 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 recomendados por Filgueira (2000) para solos de fertilidade baixa, nas regiões Sul e Sudeste.

A dose de P_2O_5 responsável pela máxima produção comercial de raízes correlacionou-se com 23 mg dm^{-3} de P – disponível pelo extrator Mehlich 1 – e aquela responsável pelo maior retorno econômico com 20 mg dm^{-3} (Figura 2). Portanto, a probabilidade de ocorrência de resposta da batata-doce à adubação fosfatada, em solos semelhantes ao do presente estudo, será minimizada quando os teores de P – disponível for superior a 20 mg dm^{-3} . O baixo teor inicial de fósforo no solo, possivelmente, tenha sido um forte aliado na elevação de forma linear no resíduo de P – disponível, após o plantio (Novais e Smyth, 1999).

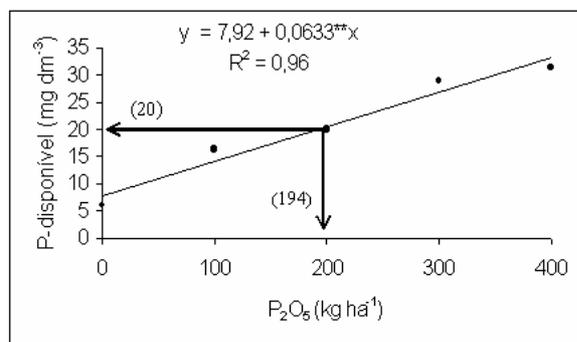


Figura 2. Teores de P no solo – disponível (Mehlich - 1), em função das doses de P_2O_5 aplicadas para o estabelecimento da batata-doce e das suas relações com a produção máxima e a dose econômica. Areia-PB, CCA-UFPB, 2004.

Por meio da derivada da equação do percentual de amido, em função das doses de P_2O_5 , calculou-se a dose de 293 kg ha^{-1} de P_2O_5 como aquela responsável pelo teor máximo de amido na raiz da batata-doce, 15,7% (Figura 3). Esse percentual situa-se dentro dos valores de referência para a espécie, 13,4% - 29,2% (Embrapa, 1995) e supera o teor mínimo tolerado, em 2,3%, indicando a influência do fósforo na formação e na acumulação do amido na batata-doce. O amido é sintetizado a partir da triose fosfato via frutose-1,6-bifosfato, sendo o fósforo elemento indispensável nesse processo (Taiz e Zeiger, 2004). Em raízes de mandioca, Perim et al. (1983) verificaram aumento no teor de amido em decorrência de doses de P_2O_5 , variando de 50 a 400 kg ha^{-1} em um solo de cerrado.

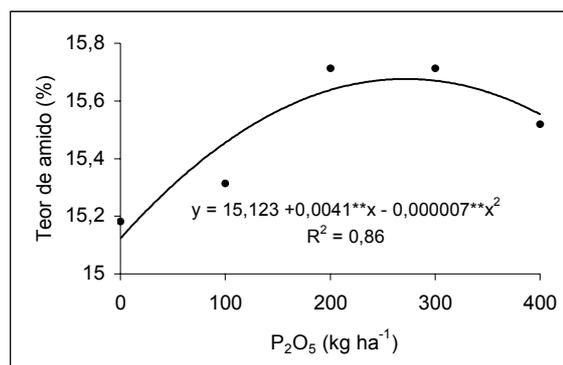


Figura 3. Teor de amido em raízes comerciais de batata-doce, em função de doses de P_2O_5 . Areia, Estado da Paraíba, CCA-UFPB, 2004.

Referências

- ADRIANO, D.C. et al. Phosphorus-iron and phosphorus zinc relationships in corn seedlings as affected by mineral nutrition. *Agron. J.*, Madison, v. 63, p. 36-39, 1971.
- BEZERRA, I.L. et al. Efeito do gesso associado a adubação mineral e adubação orgânica na produção da batata-doce. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, 1994, Petrolina. *Anais...* Petrolina, PE: SBCE/Embrapa-CPATSA, 1994. p. 444.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado da Paraíba*. Rio de Janeiro: MA/Contap/Usaio/Sudene, 1972, 670 p. (Boletim técnico, 15).
- CHAVES, L.H.G.; PEREIRA, H.H.G. *Nutrição e adubação de tubérculos*. Campinas: Cargill, 1985.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. *Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam)*. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, 1995. (Embrapa-CNP. Instruções Técnicas, 7).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: Editora UFV, 2000.
- FONTES, P.C.R.; FONTES, R.R. Efeito da aplicação de fósforo no solo e nas folhas sobre a produtividade da batata. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 38, n. 216, p. 159-169, 1991.
- KAYODE, G. O. Effects of NPK fertilizers on tuber yield, starch content and dry matter accumulation of white guinea yam (*Dioscorea rotundata*) in a forest allisof of south Western Nigeria. *Exp. Agric.*, Ibadan, v. 21, n. 4, p. 389-393, 1985.
- LANARA. *Métodos analíticos oficiais para controle de produto de origem animal e seus ingredientes, II: métodos físicos e químicos*. (Laboratório Nacional de Referência Animal, Lanara), Brasília, 1981.
- LOBATO, E. *Adubação fosfatada em solos da Região*

- Centro-Oeste*. In: OLIVEIRA, A.J. de. et al. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília: Embrapa-DID, 1982. 209 p. (Embrapa-DID. Documento, 21).
- MALAVOLTA, E. *Manual de adubação e calagem das principais culturas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987, 496 p.
- MENDONÇA, A.T.C.; PEIXOTO, N. Efeitos do espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata-doce. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 9, n. 2, p. 80-82, 1991.
- MIRANDA, J.E.C. *Batata-doce*. Disponível em <<http://www.cnpq.br/cultivares/batata-doce.Htm>> Acesso em 03 de julho 2003.
- MONTEIRO, F.A. et al. *Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas*. In: ABEAS. Curso de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Abras-Esalq, 1997, mod. 11.
- NATALE, W. et al. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 14, n. 2, p. 196-199, 1996.
- NOVAIS, R.F. de.; SMYTH, T.J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, DPS, 1999.
- OLIVEIRA, A.P. et al. Produtividade de inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 144-147, 2001.
- OLSEN, S.R. Micronutrients interactions. In: MORTVEDT, J.J. et al. *Micronutrientes in agriculture*. Madison: *Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 1972, p. 243-264.
- PEIXOTO, N.; MIRANDA, J.E.C de. *A cultura da batata-doce em Goiás*. Goiânia, Emgopa – DDI, 1984. 24 p. (Circular Técnico, 07).
- PERIM, S. et al. Efeito de níveis de fósforo no rendimento de mandioca em solo sob vegetação de cerrados. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v. 2, n. 1, p. 25-30, 1983.
- PERYEA, F.J. Phosphate – Fertilizer - induced salt toxicity of newly planted apple trees. *Soil Sci Soc. Am. J.*, Madison, v. 54, n. 6, p. 1778-1783, 1990.
- PRIMAVERSI, A. *Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais*. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1990.
- RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba. Editora Ceres, 1991.
- SENO, S. et al. Modo de aplicação e doses de fósforo na cultura do alho (*Allium sativum* L.), cv Roxo Pérola de Caçador. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v. 5, n. 1, p. 63-71, 1996.
- SILVA, G. B. da. *Resposta de duas cultivares de batatinha (Solanum tuberosum L.) a aplicação de NPK em um regossolo da microrregião de Esperança-PB*. 1998. Dissertação (Mestrado)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1998.
- SILVA, J.B.C. da et al. *Cultura da batata-doce*. In: CEREDA, M.P. *Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas*, Campinas: Cargill, 2002, v. 2, p. 449-503.
- SOARES, K.T. et al. *A Cultura da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam)*. João Pessoa: Emepa-PB, 2002. 26 p. il. (Emepa – PB. Documentos, 41).
- SOUSA, P.S. de. *Nutrição mineral e adubação da batata-doce (Ipomoea batatas Lam)*. 1990. Monografia (Graduação em Agronomia)–Centro de Ciências Agrárias-Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1990.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Received on September 21, 2004.

Accepted on October 20, 2005.