



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS



ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CLONES DE BATATA-DOCE: COMPORTAMENTO AGRONÔMICO, BIOQUÍMICO E USO DO NUTRIENTE PELA PLANTA

ANTONIO ROSALVO DOS SANTOS NETO

2013



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



ANTONIO ROSALVO DOS SANTOS NETO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CLONES DE BATATA-DOCE:
COMPORTAMENTO AGRONÔMICO, BIOQUÍMICO E USO DO NUTRIENTE
PELA PLANTA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador

Prof. Dr. Tácio Oliveira da Silva

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2013

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237a Santos Neto, Antonio Rosalvo dos
Adubação nitrogenada em clones de batata-doce :
comportamento agrônômico, bioquímico e uso do nutriente pela
planta / Antonio Rosalvo dos Santos Neto ; orientador Tácio
Oliveira da Silva. – São Cristóvão, 2013.
72 f. : il.

Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) –Universidade
Federal de Sergipe, 2013.

1. Ipomoeas batatas. 2. Batata-doce - Produtividade. 3.
Fertilizantes nitrogenados. I. Silva, Tácio Oliveira, orient. II.
Título

CDU: 635.22:631.84

ANTONIO ROSALVO DOS SANTOS NETO


ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CLONES DE BATATA-DOCE:
COMPORTAMENTO AGRONÔMICO, BIOQUÍMICO E USO DO NUTRIENTE
PELA PLANTA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de "Mestre em Ciências".

APROVADA: em 28 de fevereiro de 2013


Prof. Dr. Arte Fitzgerald Blank
UFS


Prof. Dr. Joseane Oliveira da Silva
IFBA


Prof. Dr. Tácio Oliveira da Silva
UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE - BRASIL

*Ao meu irmão, Allisson Fonseca Oliveira (in
memorian), pelo grande exemplo de vida.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar vida e a oportunidade de cumprir esta meta.

Aos meus colegas de graduação, Adelson e Anderson.

Ao meu orientador Dr. Tácio Oliveira da Silva, pela paciência, incentivo e auxílio.

À equipe do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

À Capes, Fapitec e CNPq pelo apoio financeiro.

Ao professor Dr. Arie Fitzgerald Blank, por disponibilizar clones de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma da UFS.

Ao Mestre Manoel Antonio de Oliveira Neto pelo apoio na multiplicação das ramas e encaminhamento de todo o projeto.

Aos graduandos Diego e Rafael por estarem acompanhando e ajudando no cumprimento das atividades.

Ao Engenheiro Agrônomo do Campus Rural Thiago e demais funcionários Antônio, Gilson e Marcus.

Aos técnicos do Laboratório de análises do Departamento de Engenharia Agrônômica, Idamar e Raimundo, pelo apoio e acompanhamento na execução das metodologias.

Aos meus pais José Raymundo e Maria de Lourdes pelo apoio incondicional.

À minha avó Maria Neta e à minha irmã Alana, por estarem me incentivando.

E em especial a uma mulher extremamente importante em minha vida, a minha namorada Thaís, pela força, compreensão e apoio em todos os momentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA BATATA-DOCE.....	2
2.2 PRODUÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL.....	3
2.3 RECOMENDAÇÃO DE PLANTIO E ADUBAÇÃO	4
2.4 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL.....	7
2.5 NITROGÊNIO NO SISTEMA SOLO - PLANTA	9
2.6 ASSIMILAÇÃO DO NITROGÊNIO	10
2.7 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO.....	11
2.8 BATATA-DOCE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL	12
3. ARTIGO 1: PRODUTIVIDADE DE BIOMASSA DA PARTE AÉREA E RAÍZES TUBEROSAS EM CLONES DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA	14
RESUMO	15
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
4. ARTIGO 2: EFICIÊNCIA NUTRICIONAL E PRODUÇÃO DE BIOMASSA E RAÍZES TUBEROSAS DE CLONES DE BATATA-DOCE SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	33
RESUMO	34
SUMMARY.....	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	45
LITERATURA CITADA	46
5. ARTIGO 3: PRODUÇÃO DE RAÍZES TUBEROSAS, AMIDO E ETANOL EM CLONES DE BATATA-DOCE FERTILIZADOS COM NITROGÊNIO.....	49
RESUMO	50
ABSTRACT.....	50
INTRODUÇÃO	51

MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
6. CONCLUSÕES GERAIS	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

Página

ARTIGO 1: Produtividade de biomassa da parte aérea e raízes tuberosas em clones de batata-doce em função da adubação nitrogenada.

FIGURA 1. Produtividade total de raízes tuberosas (A), proteína bruta das raízes tuberosas (B), massa seca total de raízes tuberosas (C), massa seca total da parte aérea (D) em função de doses de N aplicadas no solo (Total yield of tuberous roots (A), crude protein of the tuberous roots (B), total dry mass of roots (C), total dry mass of shoots (D) as a function of N applied to the soil). São Cristóvão-SE, UFS, 2013. 26

ARTIGO 2: Eficiência nutricional e produção de biomassa e raízes tuberosas de clones de batata-doce sob adubação nitrogenada.

FIGURA 1. Massa seca total da parte aérea (y_1) e massa seca total de raízes tuberosas (y_2) em função de doses de N aplicadas no solo. São Cristóvão-SE, UFS, 2013. 45

LISTA DE TABELAS

Página

ARTIGO 1: Produtividade de biomassa da parte aérea e raízes tuberosas em clones de batata-doce em função da adubação nitrogenada.

TABELA 1. Produtividade total da parte aérea (PTPA), teor de nitrogênio da parte aérea (TNPA), teor de nitrogênio das raízes tuberosas (TNRT), proteína bruta da parte aérea (PBPA), acúmulo de nitrogênio da parte aérea (ANPA), acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas (ANRT) e índice de colheita (IC) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio (Total yield of shoots (TYS), nitrogen content of shoot (NCS), nitrogen content of roots (NCR), crude protein shoot (CPS), nitrogen accumulation shoot (NAS), accumulation of nitrogen in the roots (ANR) and harvest index (HI) of 3 clones of sweet potato subjected to nitrogen). São Cristóvão – SE, UFS, 2013.21

TABELA 2. Produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), massa seca total da parte aérea (MSTPA), massa seca total de raízes tuberosas (MSTRT), proteína bruta das raízes tuberosas (PBRT) em função dos clones de batata-doce (Total yield of tuberous roots (TYTR), total dry mass of shoots (TDMS), total dry mass of roots (TDMSR), crude protein of the tuberous roots (CPTR) as a function of sweet potato clones. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.....23

TABELA 3. Análise de correlação de Pearson para os caracteres produtividade da parte aérea (PROPA), produtividade das raízes tuberosas (PRORAI), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes tuberosas (MSRAI), massa seca total das raízes (MSTRAI), massa seca total da parte aérea (MSTPA), teor de nitrogênio na parte aérea (NPA), teor de nitrogênio nas raízes tuberosas (NRAI), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA), acúmulo de nitrogênio nas raízes tuberosas (ANRAI), índice de colheita (IC), avaliados em três clones de batata-doce submetidos a diferentes doses de nitrogênio (Pearson correlation analysis for the characters productivity shoot (PS), productivity of tuberous roots (PROTR), dry mass (DM), dry weight of roots (DWR), total dry mass of roots (TDMR) , total dry mass of shoots (TDMS), nitrogen content in shoot (NCS), nitrogen content in roots (NCR), nitrogen accumulation in the shoot (NAS), nitrogen accumulation in roots (NAR) , harvest index (HI), evaluated in three clones of sweet potato under different nitrogen rates). São Cristóvão – SE, UFS, 2013.29

ARTIGO 2: Eficiência nutricional e produção de biomassa e raízes tuberosas de clones de batata-doce sob adubação nitrogenada.

TABELA 1. Eficiência fisiológica (EF), eficiência na produção de raízes tuberosas (EPRT), eficiência de recuperação (ER), eficiência de utilização (EU), acúmulo de nitrogênio da parte aérea (ANPA) e acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas (ANRT) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão – SE, UFS, 2013.40

TABELA 2. Análise de correlação de Pearson para os caracteres eficiência fisiológica (EF), eficiência na produção de raízes (EPRT), eficiência de recuperação de nitrogênio (ER), eficiência de utilização de nitrogênio (EU), produtividade de raízes (PRAI) e produtividade das ramas (PRAM) avaliadas em três clones de batata-doce submetidos a diferentes doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.42

ARTIGO 3: Produção de raízes tuberosas, amido e etanol em clones de batata-doce fertilizados com nitrogênio.

TABELA 1. Produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), rendimento de amido (RA) e rendimento de etanol (RE) de três clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013. 55

TABELA 2. Teor de massa seca e teor de amido das raízes tuberosas em função de clones de batata-doce. São Cristóvão-SE, UFS, 2013. 58

RESUMO

SANTOS NETO, Antonio Rosalvo dos. **Adubação nitrogenada em clones de batata-doce: comportamento agrônômico, bioquímico e uso do nutriente pela planta.** São Cristóvão: UFS, 2013. 72 p.
(Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas).*

Devido à necessidade de definir uma dose de nitrogênio agrônômica e economicamente adequada para a cultura da batata-doce no estado de Sergipe. O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de raízes tuberosas, amido e etanol em clones de batata-doce, analisadas a partir de doses de nitrogênio. O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na Fazenda Experimental “Campus Rural da UFS”, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições, testando cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se como fonte de N a ureia (45% N), e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149). A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha. A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio, quantificando-se a produtividade total de biomassa e raízes, o teor de matéria seca das raízes, a massa seca total de biomassa e raízes, o teor de nitrogênio na biomassa e nas raízes, o teor de proteína bruta na biomassa e nas raízes, o acúmulo de nitrogênio na biomassa da parte aérea e nas raízes, o índice de colheita, a eficiência fisiológica, a eficiência na produção de raízes tuberosas, a eficiência de recuperação, a eficiência de utilização do nitrogênio, o teor de amido, o rendimento de amido e de etanol. Todos os clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional de produtividade de raízes tuberosas (11,84 Mg ha⁻¹). A produtividade da biomassa da parte aérea dos clones avaliados, respondem a níveis acima das doses de nitrogênio aplicadas no presente estudo. A dose de aproximadamente 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporciona rendimentos máximos de produtividade total de raízes tuberosas pelos clones de batata-doce. A eficiência fisiológica, de recuperação do nitrogênio aplicado, a de utilização do N e a eficiência de produção de raízes tuberosas diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas, para todos os clones de batata-doce avaliados, enquanto que, o acúmulo de N na parte aérea e nas raízes tuberosas dos clones IPB-075 e IPB-149 apresentaram incrementos significativos. A dose de 154 kg ha⁻¹ de N favorece a maior produção de massa seca total de raízes tuberosas nos clones de batata-doce. O clone de batata-doce IPB-149 proporcionou maior correlação entre o uso de nitrogênio e a produtividade de raízes. Com a dose entre 120 e 210 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia pode-se obter rendimentos máximos de amido e de etanol na cultura da batata-doce.

Palavras-chaves: *Ipomoea batatas*, doses de nitrogênio, produtividade.

*Comitê Orientador: Dr. Tácio Oliveira da Silva – UFS (Orientador); Dr. Arie Fitzgerald Blank – UFS; Dr^a Joseane Oliveira da Silva – IFBA

ABSTRACT

SANTOS NETO, Antonio Rosalvo dos. **Nitrogen in sweet potato clones: agronomic performance, biochemical and nutrient use by the plant.** São Cristóvão: UFS, 2013. 72 p. (Dissertation – Master Program in Agroecosystem).*

Due to the need to define a dose of nitrogen agronomic and economically suitable for the cultivation of sweet potato in the state of Sergipe. The aim of this study was to evaluate the root yield, starch and ethanol in sweet potato clones analyzed from nitrogen. The study was conducted between the months of March and August 2012 at the Experimental Farm "Campus Rural da UFS", located in the municipality of São Cristóvão, Sergipe, Brazil. We used a randomized complete block randomized in a 5x3 factorial design with three replications, testing five N rates (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹), using as a source of N as urea (45 % N), and three clones of sweet potato (Brazlândia Branca, IPB-075 and IPB-149). The commercial cultivar Brazlândia Branca was considered as a witness. The crop was harvested at 150 days after planting, by quantifying the total biomass productivity and roots, the dry matter content of the roots, the total dry mass and root biomass, nitrogen content in biomass and roots, the crude protein content in biomass and roots, the accumulation of nitrogen in the biomass of shoots and roots, harvest index, physiological efficiency, efficiency in production of tuberous roots, the recovery efficiency of the utilization efficiency nitrogen, starch content, the starch and yield of ethanol. All clones in this study reached values higher than the national average yield of root yield (11,84 Mg ha⁻¹). The productivity of the aboveground biomass of clones, respond to levels above the levels of nitrogen applied in the present study. A dose of approximately 130 kg ha⁻¹ nitrogen provides maximum yields of total productivity of the tuberous roots of sweet potato clones. The physiological efficiency of recovery of nitrogen applied to the N utilization and efficiency of storage root production decreased with increasing doses of N applied to all sweet potato clones evaluated, whereas the accumulation of N in shoots and tuberous roots of clones IPB-149 and IPB-075 showed significant increases. The dose of 154 kg ha⁻¹ N promotes greater production of total dry matter in storage roots of sweet potato clones. Clone sweet potato IPB-149 showed higher correlation between the use of nitrogen and root yield. With a dose between 120 and 210 kg ha⁻¹ of nitrogen as urea can obtain maximum yields of starch and ethanol in the culture of sweet potato.

Key-words: *Ipomoea batatas*, nitrogen, productivity.

*Guidance Committee: Dr. Tácio Oliveira da Silva – UFS (Orientador); Dr. Arie Fitzgerald Blank – UFS; Dr^a Joseane Oliveira da Silva - IFBA

1. INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce é fonte de energia, proteínas, vitaminas e minerais para a alimentação humana. As raízes também podem ser empregadas na alimentação animal in natura ou processadas (IEL, 2008) e a sua parte aérea pode representar mais uma opção alimentar importante para os rebanhos (Souza & Sandri, 1990). Além disto, pode ser utilizada na produção industrial de farinha, amido e álcool.

Em Sergipe, a área plantada fica em torno de 3390 ha e com um rendimento médio de 11063 kg ha⁻¹, semelhante ao rendimento médio nacional que é de 11846 kg ha⁻¹ (IBGE, 2010). O cultivo desta hortaliça é cada vez maior nas pequenas propriedades rurais do estado de Sergipe, por apresentar reduzido custo para implantação da cultura e bom rendimento, dependendo da procedência das ramas. Pode ser plantada em solos de baixa fertilidade e não é muito exigente em tratos culturais, caracterizando-a como cultura rústica. Esta rusticidade a torna foco na produção de agricultores de baixa renda que não podem investir em tecnologias ou assistência profissional.

O cultivo de hortaliças em pequena escala é geralmente uma atividade múltipla de produção agrícola, exercida com pouco uso de tecnologia e sem orientação profissional, obtendo-se índices de produtividade e a baixa qualidade dos produtos (Magalhães, 2007).

Numa produção agrícola, é necessário fornecer os nutrientes adequados para as plantas terem um bom desenvolvimento. Neste caso, é muito importante uma prévia análise de solo e consequente recomendação de adubação.

No entanto, no Estado de Sergipe não há uma recomendação de adubação para a cultura da batata-doce, sendo cultivada de forma rudimentar, sem se preocupar em suprir nutriente ao solo. Um destes nutrientes, e que pode ser considerado como um dos mais importantes para o ciclo da cultura é o nitrogênio. Que embora seja importante para a nutrição das hortaliças, pouco se conhece, sobre as quantidades necessárias para a obtenção de rendimentos satisfatórios para a batata-doce, principalmente no estado de Sergipe.

Portanto, este trabalho tem como objetivo o de avaliar as doses de nitrogênio que proporcionem a maior produtividade de biomassa da parte aérea e de raízes tuberosas e o efeito da fertilização com nitrogênio nos rendimentos de amido e etanol de clones de batata-doce no estado de Sergipe.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA BATATA-DOCE

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea que apresenta consistência herbácea e, embora seja perene, é cultivada como anual (Conceição et al., 2005). É considerada cultura rústica de fácil cultivo e tolerante à seca, possuindo alta importância social na região nordeste do Brasil na geração de emprego e renda (Oliveira et al., 2006). É originária da América Central e Sul, e agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies sendo que, dentre elas, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica (Coutinho, 2007).

É uma planta rastejante verde ou arroxeadada; chega a alcançar de 3 a 5 m de comprimento. Suas raízes são tuberosas e variam de forma, tamanho e coloração, conforme a cultivar e o meio ambiente em que são produzidas. Por ser uma planta natural de regiões quentes, essa cultura requer temperaturas elevadas durante todo o ciclo vegetativo (Lizandra, 2007).

O sistema radicular é amplo e complexo. Assim, é formado por raízes superficiais que se concentram até 10 cm de profundidade, originárias dos nós nas ramas. Também há uma raiz principal, que se aprofunda no solo, atingindo 90 cm, e raízes laterais. Essas raízes secundárias são ativas na absorção de nutrientes, sendo mais numerosas à maior profundidade, e algumas passam a acumular fotossintatos, tornando-se raízes tuberosas – a batata-doce. É por causa desse tipo de sistema radicular que a batata-doce é uma cultura olerácea altamente resistente à seca (Filgueira, 2007).

Embora vegete e produza ao longo do ano, há melhor desenvolvimento das raízes tuberosas em clima constantemente quente, com alta luminosidade, temperaturas noturnas amenas e fotoperíodo mais curto. Não tolera geadas ou frio prolongado. A época de plantio pode ser o ano todo, em regiões com inverno suave e, na primavera-verão, em regiões de altitude (Ramos, 2004).

Sabe-se que, durante o crescimento anual da planta, são identificadas três fases fisiológicas: a primeira em que predomina o desenvolvimento da parte aérea, embora aí sejam formadas as raízes absorventes e as aptas à tuberização; a segunda em que ocorre o crescimento radical (tuberização) e vegetativo e a terceira em que prevalece a tuberização (Queiroga et al., 2007).

Suas raízes podem ser empregadas na alimentação humana e animal, e sua parte aérea pode representar mais uma opção alimentar importante para os rebanhos (Souza & Sandri, 1990). Emprega-se na forma de raspa integral (picada e desidratada), farinha de raspas (raspa

moída), pellets (extrusão da farinha de raspas) e farelo de fécula (bagaço da extração do amido). Podem compor rações em misturas, inclusive com silagem. As raízes encontram boa aceitação por parte dos criadores de gado de corte, de leite, suínos, ovinos e aves (IEL, 2008).

A batata-doce serve como fonte de alimento energético, uma vez que suas raízes contêm importantes teores de vitaminas e de proteína (Santos et al., 2010). Rica em carboidratos e com quantidades razoáveis de vitamina A, C e algumas do complexo B (EMBRAPA, 2011). Na indústria, as raízes são utilizadas para fabricação de doces enlatados, xaropes, compotas, cervejas, e também processadas para extração de amido e álcool (Ramos, 2004). Também, de acordo com Roesler et al. (2008), a batata-doce tem utilização culinária doméstica ou serve como matéria-prima para processos industriais, na obtenção de farinhas, flocos e fécula.

Como fonte alternativa de bioenergia, a batata-doce apresenta uma ótima produção de biomassa para obtenção de álcool combustível, associada à rusticidade do plantio. Resultados preliminares têm demonstrado que um hectare de raiz de batata doce rende de 30 a 40 toneladas de biomassa (Castro et al., 2009).

As raízes constituem a fonte mais popular de energia, minerais e vitaminas (Queiroga et al., 2007). Possui dois tipos de raiz: a tuberosa, que constitui a principal parte de interesse comercial, e a raiz absorvente, responsável pela absorção de água e extração de nutrientes do solo (Echer et al., 2009).

2.2 PRODUÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL

A batata-doce é cultivada em 111 países, sendo que, aproximadamente, 90% da produção é obtida na Ásia, apenas 5% na África e 5% no restante do mundo. Apenas 2% da produção estão em países industrializados como os Estados Unidos e Japão (EMBRAPA, 2004). No Japão, a batata-doce é usada como matéria-prima para produção de amido comercial e amido para fabricar xaropes de glucose e frutose (Vieira, 2004).

É cultivada em locais de climas diversos como o das Cordilheiras dos Andes; em regiões de clima tropical, como o da Amazônia; temperado, como no do Rio Grande do Sul e até desértico, como o da costa do Pacífico (EMBRAPA, 2004).

Os grandes produtores de batata-doce são a China, Indonésia, Índia e o Japão e no continente latino-americano, composto por 20 países, o Brasil surge como o principal produtor (Cavalcante et al., 2009).

A China se destaca como o maior produtor mundial, com mais de 4,7 milhões de hectares cultivados com batata-doce, com produtividade média de 21,3 Mg ha⁻¹ de raízes. O continente africano se destaca como segundo grande produtor, porém com baixa

produtividade média de raízes em torno de 4,4 Mg ha⁻¹ (Figueiredo, 2010). No Brasil a área plantada de batata-doce equivale a 41999 hectares, a área colhida a 41802 ha, a quantidade produzida de 495182 megagramas e o rendimento médio de 11846 kg ha⁻¹ (IBGE, 2010).

Embora seja cultivada em todas as regiões do Brasil, está mais presente nas regiões Sul e Nordeste, notadamente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco e Paraíba (EMBRAPA, 2004). Neste último estado, a batata-doce é mais cultivada e difundida nas regiões próximas aos grandes centros consumidores, especialmente nas microrregiões do brejo e litoral paraibano (Oliveira et al., 2006). E em Sergipe, a cultura constitui uma importante fonte de renda para pequenos agricultores (RURAL CENTRO, 2009).

Segundo dados do ano de 2009 da Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Rural do estado de Sergipe, o município de Moita Bonita foi considerado o maior produtor de batata-doce do estado, responsável por cerca de 70% da produção agrícola. Estima-se que em relação à geração de emprego e renda atinge cerca de 40% da renda do município, isso porque, além da produção local ser muito grande, ali também é realizado o maior comércio do produto que segue para os estados de Pernambuco e da Bahia. Segundo a Cooperativa dos plantadores de batata local - COOPERAFES - estima-se a produção em torno de 7800 megagramas ano⁻¹ e comercializadas 15000 megagramas, as demais vindas dos municípios de Malhador, Itabaiana e Areia Branca.

2.3 RECOMENDAÇÃO DE PLANTIO E ADUBAÇÃO

É uma hortaliza tuberosa, que se adapta melhor a solos de textura média ou arenosa, leves, soltos, arejados e permeáveis sendo pouco exigente em tratamentos culturais e a sua propagação é exclusivamente pelo plantio de órgãos vegetativos, tais como: a própria batata-doce brotada; brotos destacados da batata; ramos velhos; coletadas em culturas; e ramos novos, obtidas em viveiros (Filgueira, 2007).

A produção de ramos é parte importante do processo produtivo, sendo assim a seleção de materiais com boa sanidade e produtividade favorecem o incremento da produtividade da cultura (Rós & Narita, 2011). As ramos novas são pedaços de hastes com 30-40 cm de comprimento e 8-10 entrenós, que correspondem ao mesmo número de folhas. Devem ser cortadas na véspera do plantio, para murcharem, evitando-se que se partam ao serem enterradas (Filgueira, 2007).

Os espaçamentos empregados no cultivo variam conforme a região, em função da cultivar, da finalidade da produção, da fertilidade natural do solo e da nutrição mineral (Oliveira et al., 2006).

O preparo do solo consiste na formação de leiras ou camalhões com 30 cm de altura, distanciadas de 80 cm. Utilizando-se para isto um sulcador com dois bicos. Em locais com solos arenosos, pode-se dispensar a aração, mas em solos argilosos é necessário fazer primeiramente uma aração para descompactar o solo e, em seguida, uma gradagem. O plantio consiste em enterrar parte da rama-semente ou da muda na leira de plantio. Faz-se um orifício com utilização de uma haste pontiaguda, denominada de “bengala”. Nesse orifício é depositada a base da rama, enterrando-a até a metade do seu comprimento e, com auxílio da mesma ferramenta, acomoda-se o solo ao redor da rama (EMBRAPA, 2004).

A fase crítica de disponibilidade de umidade no solo ocorre na primeira semana após o plantio, porque as ramas-semente não possuem ainda sistema radicular para explorar umidade contida em camadas inferiores do solo. Nesse período, é necessário realizar pelo menos duas irrigações, sendo a primeira logo após o plantio, visando promover o contato do solo com as ramas-sementes, favorecendo a manutenção da umidade do tecido vegetal (Figueiredo, 2010).

A determinação da época de colheita tem grande influência na produção vegetativa, na qualidade, produtividade de raízes e produção de fitomassa, sendo que seu manejo permite adequar a oferta à demanda (Queiroga et al., 2007).

Segundo Filgueira (2007) do plantio de ramas novas até a colheita decorrem 100-115 dias no caso de cultivares precoces e, para aquelas de ciclo tardio, 140-170 dias.

De acordo com a EMBRAPA (2008), para as condições de solos com alta capacidade de retenção de fósforo, como é a maioria dos solos da região dos cerrados, recomenda-se aplicar, pelo menos, fertilizantes fosfatados. Como recomendações gerais existem algumas propostas regionais da EMBRAPA (2008) quanto a recomendação de adubação mineral para batata-doce para o estado de Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, com base nos teores de fósforo e potássio encontrados no solo, resumidos no Quadro 1, e os limites de interpretação dos resultados de análises de solo para fósforo e potássio estão no Quadro 2.

QUADRO 1. Recomendação de adubação mineral para batata doce para alguns estados, com base nos teores de fósforo e potássio encontrados no solo.

Estado do Espírito Santo			
Fósforo	Potássio		
	Baixo	Médio	Alto
kg ha ⁻¹ de N – P ₂ O ₅ - K ₂ O			
Baixo	20-90-100	20-90-70	20-90-40
Médio	20-60-100	20-60-70	20-60-40
Alto	20-40-100	20-40-70	20-40-40
Estado de Minas Gerais			
Baixo	60-180-90	60-180-60	60-180-30
Médio	60-120-90	60-120-60	60-120-30
Alto	60-60-90	60-60-60	60-60-30
Estado de São Paulo			
Baixo	40-100-120	40-100-90	40-100-60
Médio	40-80-120	40-80-90	40-80-60
Alto	40-60-120	40-60-90	40-60-60

Fonte: EMBRAPA (2008)

QUADRO 2. Limites de interpretação do nível de fertilidade adotados pelos laboratórios de análise de solo.

Parâmetro Analisado	Baixo	Médio	Alto
Fósforo (mg/dm ³)			
Textura argilosa	< ou = 5	6-10	> 10
Textura média	< ou = 10	11-20	> 20
Textura arenosa	< ou = 20	21-30	> 30
Potássio (mg/dm ³)	< ou = 30	31-60	> 60

Fonte: EMBRAPA (2008)

De acordo com o Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia (1989), a adubação recomendada para a batata-doce é a seguinte:

QUADRO 3. Recomendação de adubação para a batata-doce para o estado da Bahia.

Nutrientes	No plantio	Em cobertura – após a brotação
		30 dias
Nitrogênio:	Mineral	N (kg ha ⁻¹)
	ou Orgânico	
Fósforo no solo – ppm P (Mehlich)	Até 6	30
	7 – 13	30
	14 - 20	-
		-
Potássio no solo – ppm K (Mehlich)	Até 6	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)
	7 – 13	
	14 - 20	
		K ₂ O (kg ha ⁻¹)
	Até 6	
	7 – 13	
	14 - 20	

Fonte: COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, SALVADOR - BA (1989)

De acordo com a EMBRAPA (2008) para evitar o excesso de nitrogênio, a aplicação de fertilizante nitrogenado só deve ser feita quando houver sintomas de deficiência do nutriente que é o amarelecimento das folhas, principalmente as mais velhas. Esta atenção deve ser dada antes que as plantas atinjam cerca de 45 dias, pois a partir desse período torna-se mais difícil realizar qualquer operação na lavoura, devido ao entrelaçamento das ramas.

Em relação ao potássio, a aplicação deve ser feita metade da dose no plantio e o restante aos 45 dias. Já quanto aos nutrientes cálcio e magnésio são geralmente supridos através da calagem com calcário dolomítico. E quanto aos micronutrientes, em solos com baixa fertilidade como é o caso dos solos da região dos cerrados, recomenda-se aplicar 10 a 20 kg ha⁻¹ de bórax, devendo se preocupar com a toxicidade deste fertilizante caso tenha sido usado em cultivos anteriores (EMBRAPA, 2008).

Para determinar a necessidade de adubação, deve-se proceder a calibração das análises de solo com os dados de produtividade das culturas, fixando os limites de respostas. Baseando-se nessa calibração, pode-se saber se há possibilidade de resposta a um dado nutriente em um determinado solo, e se a mesma será baixa, média ou alta (Fageria et al, 1999).

De acordo com consultas na literatura, só há recomendações de adubação para alguns Estados do Brasil, como São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, por exemplo. Não há no estado de Sergipe uma recomendação de adubação, confirmando a necessidade de pesquisas para definir doses de nutrientes que promovam a máxima produtividade para a cultura da batata-doce nesse estado.

2.4 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL

De acordo com Fageria (1999), a nutrição de plantas envolve transporte de nutrientes do solo para as raízes da planta, absorção pelas raízes, translocação dos sítios de absorção para várias partes da planta e, finalmente, utilização no crescimento e nos processos de desenvolvimento da planta. Segundo o autor, a nutrição de plantas é um processo bastante dinâmico que pode ser influenciado por fatores de solo, clima e planta.

Para se aumentar a eficiência nutricional é necessário se entender melhor o efeito desses fatores na absorção e na utilização de nutrientes pela planta (Fageria, 1998).

A batata-doce por possuir sistema radicular muito ramificado torna-se mais eficiente na absorção de nutrientes, fazendo com que a cultura possua alta capacidade de exploração da fertilidade do solo (Oliveira et al., 2006). Apesar da rusticidade, a batata-doce reage com o aumento de produção de raízes, quando há melhoria das condições físico-químicas do solo (Ramos, 2004).

Segundo Echer et al. (2009), por ter um elevado potencial produtivo, requer grande quantidade de nutrientes e que a absorção destes varia significativamente com o tempo. Ainda de acordo com Echer et al. (2009), o nitrogênio (N) é o nutriente mineral mais absorvido: N>K>Ca>Mg>P>S>Mn>B>Zn>Fe>Cu.

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 (Oliveira et al., 2006).

Quando a cultura é instalada em sequência a uma outra cultura que tenha recebido altas doses de fertilizantes, como é o caso da maioria das hortaliças, geralmente não são feitas adubações e nem correções de acidez. Entretanto, com base na análise do conteúdo mineral, a cultura extrai 60 a 113 kg de N; 20 a 45,7 kg de P₂O₅; 100 a 236 kg de K₂O; 31 a 35 kg de CaO e 11 a 13 kg de MgO, para uma produção de 13 a 15 Mg ha⁻¹. Para tanto, deve-se considerar que a extração de nutrientes depende da cultivar, das características químicas e físicas do solo, do clima e do ciclo da cultura (EMBRAPA, 2004).

À medida que o sistema radicular aumenta, há uma maior exploração de volume de solo, aumentando também a absorção de K, chegando a remover de 300 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O por meio da colheita das raízes tuberosas, para uma colheita de 30 Mg ha⁻¹ (Echer et al., 2009). A batata-doce possui sistema radicular ramificado, o que a torna eficiente na absorção de nutrientes, especialmente o fósforo (EMBRAPA, 2004).

Poucos estudos com a adubação nitrogenada têm sido encontrados na literatura, dentre os únicos incluem o de Oliveira et al. (2005) que afirmam que a batata-doce responde bem ao fornecimento de ureia onde superou a produtividade média nacional de raízes comerciais, atingindo o valor máximo estimado de 18,8 Mg ha⁻¹ no nível de 339 kg ha⁻¹ de ureia. Com a cultivar Rainha Branca, Alves et al. (2009), alcançou elevados valores de produtividade total de raízes de batata-doce, utilizando 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Com a adubação orgânica, Santos et al. (2010) verificaram que a aplicação de doses de cama-de-aviário, proporcionaram aumento da produção total de raízes graúdas e miúdas, obtendo uma produtividade máxima total de 18,03 Mg ha⁻¹ de raízes de batata-doce. As doses estimadas de 25,6 e 24,4 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de biofertilizante foram responsáveis pelas máximas produções total de raízes de 21,4 e 21,2 Mg ha⁻¹, respectivamente (Oliveira et al., 2007). A produção máxima total de raízes foi de 18,5 Mg ha⁻¹, com 32 Mg ha⁻¹ de esterco bovino (Santos et al., 2006).

A variedade Rainha Branca, adubada com 30 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, alcançou a mais elevada produtividade total de raízes (19 Mg ha⁻¹) quando parcelado 33% no plantio, 33% aos 30 e 33% aos 60 dias após o plantio (DAP). Porém, não diferiu significativamente do

parcelamento com 50% aos 30 e 50% aos 60 dias DAP, com produtividade de 15 Mg ha⁻¹ (Pereira Júnior et al., 2008).

Quanto a trabalhos com fósforo incluem o de Oliveira et al. (2006) constatando que a resposta da batata-doce pode ser explicada pela baixa disponibilidade inicial do fósforo no solo, acentuando o efeito deste elemento em solos de baixa fertilidade natural. Estudos com potássio, incluem Echer et al. (2009), em que obtiveram a maior produtividade com a combinação das doses em cobertura de 2 kg ha⁻¹ de B aliada à aplicação de 200 kg ha⁻¹ de K₂O e Brito et al. (2006), verificaram que em solos de textura arenosa onde apresenta baixa fertilidade a resposta ao K₂O é obtida quando se aplica altas doses de fertilizantes potássicos.

Nenhum desses estudos foram desenvolvidos no estado de Sergipe, o que corrobora a necessidade de realizações de estudos nesse Estado para fornecer informações aos produtores e viabilizar a atividade agrícola e econômica da cultura da batata-doce.

2.5 NITROGÊNIO NO SISTEMA SOLO - PLANTA

De acordo com Sobral et al. (2007), o nitrogênio está presente nas moléculas de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, clorofilas, betacianinas (provenientes do metabolismo secundário e pertencentes ao grupo dos compostos secundários nitrogenados); está envolvido no processo da fotossíntese, já que faz parte da molécula de clorofila.

O nitrogênio é o principal elemento para obtenção de alta produtividade de culturas. Sua deficiência pode ser ocasionada pelas baixas doses de aplicação e diminuição do teor de matéria orgânica do solo devido a cultivos sucessivos. Ocorrendo na planta a inibição da divisão celular e redução do crescimento da planta (Fageria, 1999).

Ainda, segundo Fageria (1999), a melhor maneira de escolher a dose adequada de fertilizantes nitrogenados é pela curva de resposta de uma cultura aos níveis de nitrogênio em uma região agroclimática determinada. E ainda relata que o nitrogênio é móvel no solo se houver umidade suficiente, então é recomendado ser aplicado em sulcos, perto do sistema radicular. A aplicação profunda é outra forma de aumentar a eficiência do nitrogênio, pois o fertilizante ficaria numa camada mais úmida do solo – existindo, desta maneira, maior fluxo até a superfície do sistema radicular e, por consequência, maior absorção.

A aplicação de nitrogênio de uma só vez no plantio pode causar perdas por lixiviação ou desnitrificação em solos inundados, o desenvolvimento das raízes não será suficiente e a planta não poderá absorvê-lo em quantidade necessária para todo o ciclo da cultura. Por isto, é recomendada a aplicação parcelada de nitrogênio (Fageria et al. 1999).

Dentre os exemplos de fertilizantes nitrogenados, a ureia – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, que apresenta 45% de nitrogênio (N) solúvel em água. No solo, o nitrogênio da ureia transforma-se em amônia (NH_3) gasosa e esta em nitrato (NO_3) (Malavolta et al., 2002).

De acordo com Alves et al., (2009), os parcelamentos do N, com a ureia, 50% no plantio e 50% aos 30 dias após o plantio (DAP), 50% aos 30 DAP e 50% aos 60 DAP e 33% no plantio, 33% aos 30 DAP e 33% aos 60 DAP propiciaram as mais elevadas produções de raízes comerciais por planta, sendo as menores produções obtidas quando a ureia foi fornecida em uma única vez, possivelmente pela ocorrência de lixiviação do nutriente.

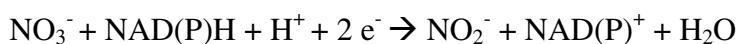
Ainda de acordo com Alves et al. (2009), a aplicação de N, independentemente da fonte, estimula mais o rendimento da batata-doce, quando uma parte é fornecida no plantio e o restante, em partes iguais, aos 30 e 60 dias após o plantio.

Embora, o nitrogênio seja importante para a nutrição das hortaliças, pouco se conhece sobre as quantidades necessárias para obtenção de rendimentos satisfatórios para a batata-doce.

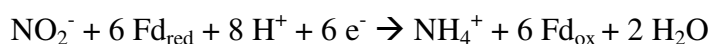
2.6 ASSIMILAÇÃO DO NITROGÊNIO

Segundo TAIZ & ZEIGER (2009), a fixação do nitrogênio pelas plantas envolvem as seguintes reações:

- As plantas assimilam a maioria do nitrato absorvido por suas raízes em compostos orgânicos nitrogenados. A enzima nitrato redutase catalisa esta reação:



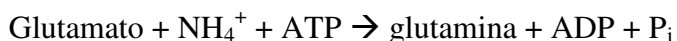
- As células vegetais transportam rapidamente o nitrito originado pela redução do nitrato do citosol para o interior dos cloroplastos nas folhas e dos plastídeos nas raízes. Nessas organelas, a enzima nitrito redutase reduz o nitrito a amônio de acordo com a seguinte reação geral:



Onde o Fd representa a ferredoxina e os símbolos subscritos red e ox significam formas reduzida e oxidada, respectivamente. A ferredoxina reduzida deriva do transporte de elétrons da fotossíntese nos cloroplastos e do NADPH gerado pela via da oxidação da pentose-fosfato nos tecidos não-clorofilados.

- As células vegetais evitam a toxicidade do amônio pela rápida conversão do amônio, gerado a partir da assimilação do nitrato ou da fotorrespiração. A conversão do amônio em aminoácidos requer duas enzimas: a glutamina sintetase (GS) e a glutamato sintase (conhecida como *glutamina: 2-oxo-glutarato aminotransferase*, ou GOGAT).

A Glutamina sintetase (GS) combina o amônio com o glutamato para formar glutamina:



A glutamato sintetase (GOGAT) transfere o grupo amida da glutamina para o 2-oxo-glutarato, produzindo duas moléculas de glutamato. As plantas possuem dois tipos de GOGAT: um recebe elétrons do NADPH que está localizado nos plastídios de tecidos não-fotossintéticos como raízes ou feixes vasculares de folhas em desenvolvimento, e o outro, elétrons da ferredoxina-dependente (Fd), encontrada nos cloroplastos e age no metabolismo fotorrespiratório do nitrogênio.

- A glutamato desidrogenase (GDH) catalisa uma reação reversível que sintetiza ou desamina o glutamato:



Uma vez assimilado em glutamina e glutamato, o nitrogênio é incorporado em outros aminoácidos por meio de reações de transaminação. As enzimas que catalisam tais reações são conhecidas como aminotransferases. Que são encontradas no citoplasma, nos cloroplastos, nas mitocôndrias, nos glioxissomos e nos peroxissomos.

- A asparagina, aminoácido que atua como um precursor de proteína, é um elemento-chave no transporte e no armazenamento do nitrogênio, devido à sua estabilidade e a alta razão nitrogênio:carbono (2N para 4 C da asparagina, contra 2 N para 5 C da glutamina e 1 N para 5 C do glutamato).

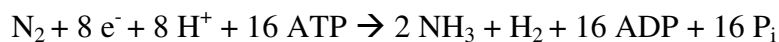
2.7 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Microrganismos do solo, conhecidos como diazotróficos, desempenham papel importante na fixação biológica de nitrogênio atmosférico. As bactérias dizotróficas podem promover o crescimento vegetal tanto pela fixação biológica do nitrogênio como pela produção de substâncias que auxiliam o crescimento radicular. Assim, as bactérias diazotróficas associativas são consideradas rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (RPCV); e assumem papel importante na interação com raízes de plantas e ciclagem de nutrientes, entre outros (Moreira et al., 2010).

Certas bactérias convertem o nitrogênio atmosférico em amônio. A maioria desses procariotos que fixam nitrogênio ocorre como microrganismos de vida livre no solo. Alguns deles, entretanto, formam associações simbióticas (“vivendo junto”) com plantas superiores em que o procarioto supre diretamente a planta com nitrogênio fixado em troca de outros nutrientes e carboidratos. O tipo mais comum de simbiose é entre membros da família Leguminosae e bactérias do solo chamadas coletivamente de rizóbios, que incluem

representantes do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Photorhizobium* (Epstein & Bloom, 2006).

De acordo com Epstein & Bloom (2006), a fixação biológica de nitrogênio é similar à industrial, já que produz amônia a partir de nitrogênio e hidrogênio moleculares. A reação completa é:



Terakado-Tonooka et al. (2012), avaliaram a possível contribuição de *Bradyrhizobium* na fixação de nitrogênio na batata-doce, sugerindo que isolados de bactérias diazotróficas usam metabólitos incluindo os ácidos carboxílicos em batata-doce para a fixação de N e que de acordo com o estudo a infecção e colonização em batata-doce, não foram aparentemente influenciados pela quantidade de nitrogênio aplicados.

2.8 BATATA-DOCE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL

No Brasil, os investimentos no campo da bioenergia começaram na década de 70, com a implantação do Programa Nacional do Álcool (ProÁlcool), voltado para a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Em 1975, o programa se consolida como alternativa capaz de diminuir a vulnerabilidade energética do país, dando início, assim, à revolução no setor dos biocombustíveis (IEL, 2008).

Nesse sentido, os biocombustíveis surgem como uma alternativa eficaz. São fontes de energia renováveis oriundas de produtos vegetais e animais (Pinheiro et al., 2010).

O etanol, originário da batata-doce e de outros produtos de elevada importância econômica para o país, poderá contribuir de forma substancial para atenuar os prejuízos dos gases de efeito estufa (Andrade et al., 2009).

A busca por novas matérias-primas para produção de etanol, assim como a tecnologia industrial utilizada para fontes amiláceas, já faz parte da agenda dos países detentores de alta tecnologia, como Alemanha, Dinamarca, Bélgica, Suécia, França e Estados Unidos, desde o final da década de 90 (IEL, 2008).

O Brasil é um país rico em plantas que acumulam amido e que apresentam potencialidade de virem a ser introduzidas como matérias-primas para extração de amido comercial, incrementando o setor agrícola e agregando valores às culturas de tuberosas amiláceas tropicais (Leonel et al., 2004).

De acordo com Silveira (2008), a cultivar de batata-doce denominada “Duda”, é considerada a mais produtiva para a indústria, em função de sua elevada produtividade (65 Mg ha⁻¹) e por combinar em um único genótipo elevado teor de matéria seca e produtividade, gerando uma produção em torno de 10467 litros de etanol por hectare.

Castro et al. (2011), com as cultivares de batata-doce Amanda e Carolina Vitória, verificaram que o uso do soro de queijo hidrolisado na produção de álcool de batata-doce, possibilitou um incremento de até 16,6 % na produção convencional de álcool por tonelada de raiz, resumidos em até 28,9 litros a mais de álcool por megagrama de raiz.

Pavlak et al. (2011), avaliando o balanço de massa da produção de etanol a partir do hidrolisado de batata-doce, utilizando três linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*, obteve maior média de produção com a linhagem PE-2 de 19.889,0 L ha⁻¹ de etanol.

Martins et al. (2012) a partir da produtividade, matéria seca e teor de amido de 50 clones de batata-doce, estimaram o rendimento em etanol (m³ ha⁻¹). De acordo com os resultados, em 5 grupos, obteve 7,63 m³ ha⁻¹, 6,05 m³ ha⁻¹, 3,51 a 4,82 m³ ha⁻¹, no primeiro, segundo e terceiro grupos, respectivamente. Já no quarto e quinto grupos, foram os que obtiveram menor rendimento.

3. ARTIGO 1

Submetido para: *Horticultura Brasileira*

PRODUTIVIDADE DE BIOMASSA DA PARTE AÉREA E RAÍZES TUBEROSAS EM CLONES DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA*

Antonio Rosalvo dos Santos Neto¹; Tácio Oliveira da Silva¹; Arie Fitzgerald Blank¹; Joseane Oliveira da Silva².

* Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas/UFS.

¹Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica; Avenida Marechal Rondon, s/n, Cidade Universitária prof. José Aloísio de Campos, Jardim Rosa Elze; 49100-000 - São Cristóvão, SE – Brasil; Telefone: (79) 21056929, 21056981; Fax: (79) 21056939, 21056494

URL da Homepage: www.ufs.br/dea

antonio.rosalvo@hotmail.com, taccios@hotmail.com, arie.blank@gmail.com

²Instituto Federal da Bahia, Campus Vitória da Conquista; Av. Amazonas, 3150; Zabelê; 45030-220 - Vitória da Conquista, BA – Brasil; Telefone: (77) 34262271; Fax: (77) 34262421

URL da Homepage: <http://www.ifba.edu.br>

joseaneoliveiras@yahoo.com.br

RESUMO

A necessidade de definir uma dose de nitrogênio agrônômica e economicamente adequada para a cultura da batata-doce no Estado de Sergipe constitui um desafio imediato. Objetivou-se neste estudo, avaliar doses satisfatórias de nitrogênio visando obter maior produtividade de biomassa da parte aérea e de raízes tuberosas, bem como o máximo rendimento econômico para a cultura da batata-doce. O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na Fazenda Experimental "Campus Rural da UFS", localizado no município de São Cristóvão, Sergipe. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x3, testando cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se, como fonte de N a ureia e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149), com três repetições. A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha. A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP). Todos os clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional de produtividade de raízes tuberosas (11,84 Mg ha⁻¹). A produtividade da biomassa da parte aérea dos clones avaliados, respondem a níveis acima das doses de nitrogênio aplicadas no presente estudo. A dose de aproximadamente 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporciona rendimentos máximos de produtividade total de raízes tuberosas pelos clones de batata-doce.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*; doses de nitrogênio; produção.

ABSTRACT

Productivity of aboveground biomass and tuberous roots in sweet potato clones in response to the nitrogen

The need to define a dose of nitrogen agronomic and economically suitable for the cultivation of sweet potato in the state of Sergipe is an immediate challenge. The objective of this study was to evaluate doses to obtain satisfactory nitrogen increased productivity of aboveground biomass and roots, as well as the maximum economic return to the culture of sweet potato. The study was conducted between March and August 2012, at the Research Farm "Rural Campus of the UFS", located in the municipality of São Cristóvão, Sergipe. We used a randomized block design, with treatments arranged in a 5x3 factorial design, testing five N rates (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹), using as a source of N urea and three clones of sweet potato (Brazlândia Branca, IPB-075 and IPB-149), with three replications. The commercial cultivar Brazlândia Branca was considered as control. Plants were harvested at 150 days after planting (DAP). All clones in this study reached values higher than the national average yield of root yield (11,84 Mg ha⁻¹). The productivity of the aboveground biomass of clones, respond to levels above the levels of nitrogen applied in the present study. A dose of approximately 130 kg ha⁻¹ of nitrogen provides maximum yields of total productivity of the tuberous roots of sweet potato clones.

Keywords: *Ipomoea batatas*; nitrogen levels; production.

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea que apresenta consistência herbácea e, embora seja perene, é cultivada como anual (Conceição *et al.*, 2005). É considerada cultura rústica de fácil cultivo e tolerante à seca, possuindo alta importância social na região nordeste do Brasil na geração de emprego e renda (Oliveira *et al.*, 2006a).

Com custo de produção baixo e apresentando bom valor nutritivo, é consumido principalmente por grupos sociais de menor renda (Miranda *et al.*, 1988). Suas raízes podem ser empregadas na alimentação humana e animal, e a sua parte aérea pode representar mais uma opção alimentar importante para os rebanhos (Souza & Sandri, 1990).

A China se destaca como o maior produtor mundial, com mais de 4,7 milhões de hectares cultivados, com produtividade média de 21,3 Mg ha⁻¹ de raízes. O continente africano se destaca como segundo grande produtor, porém com baixa produtividade média de raízes em torno de 4,4 Mg ha⁻¹ (Figueiredo, 2010).

No Brasil, a área plantada de batata-doce equivale a 41999 hectares, a área colhida a 41802 ha e o rendimento médio de 11,84 Mg ha⁻¹. Em Sergipe, a área plantada fica em torno de 3390 ha e com um rendimento médio de 11,06 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2010), semelhante ao rendimento médio nacional.

A batata-doce por possuir sistema radicular muito ramificado, torna-se mais eficiente na absorção de nutrientes, fazendo com que a cultura possua alta capacidade de exploração da fertilidade do solo (Oliveira *et al.*, 2006a).

Para determinar a necessidade de adubação, deve-se proceder a calibração das análises de solo com os dados de produtividade das culturas, fixando os limites de respostas. A partir desta calibração, pode-se saber se há possibilidade de resposta a um dado nutriente em um determinado solo, e se a mesma será baixa, média ou alta (Fageria *et al.*, 1999).

A melhoria das propriedades físico-químicas do solo por meio da utilização de fertilizantes minerais ou orgânicos está estreitamente ligada à obtenção da produtividade máxima econômica de uma cultura uma vez que a eficiência de um adubo é definida, pelos maiores acréscimos de produtividade de uma cultura por unidade de quantidade de adubo empregada (Pereira Júnior *et al.*, 2008).

Embora o nitrogênio seja importante para a nutrição das hortaliças, pouco se conhece sobre as quantidades necessárias para a obtenção de rendimentos satisfatórios para a batata-doce, principalmente no Estado de Sergipe. De acordo com consultas na literatura, existem recomendações de adubação para a cultura da batata-doce para alguns Estados do Brasil, como Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Bahia, por exemplo. Mas não há em Sergipe

uma recomendação de adubação, confirmando a necessidade de pesquisas para definir doses de nitrogênio que promovam a máxima produtividade para a sustentabilidade da cultura.

Com base nesses pressupostos, neste trabalho objetivou avaliar doses de nitrogênio, que proporcione a maior produtividade de biomassa da parte aérea e de raízes tuberosas, bem como obter rendimento máximo econômico para a cultura da batata-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na Fazenda Experimental “Campus Rural da UFS”, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil (10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude e altitude de 18 m acima do nível médio do mar). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro (Resende, 2009).

O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (Embrapa, 2006). Antes do preparo do solo e plantio da batata-doce, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, para a realização da análise química e física, de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1999) e resultaram em: pH (H₂O)= 5,4; Matéria Orgânica= 0,86 dag dm⁻³; Ca⁺² + Mg⁺²= 0,82 cmol_c dm⁻³; Ca⁺²= 0,39 cmol_c dm⁻³; Mg⁺²= 0,43 cmol_c dm⁻³; Al⁺³= 0,65 cmol_c dm⁻³; H+Al= 2,03 cmol_c dm⁻³; Na= 3,5 mg dm⁻³; K= 21,1 mg dm⁻³; P = 7,0 mg dm⁻³; SB = 0,89 cmol_c dm⁻³; CTC = 2,92 cmol_c dm⁻³; Areia = 738,2 g kg⁻¹; Argila = 54,6 g kg⁻¹; Silte = 207,2 g kg⁻¹; Classificação textural = Franco Arenoso.

A adubação de plantio constou da aplicação de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando 178 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 155 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, como fontes de P e K, respectivamente (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições, testando cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se, como fonte de N a ureia (45% N) e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149) oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de batata-doce da UFS. As ramas de batata-doce, obtidas do Banco Ativo de Germoplasma da UFS, contendo em média oito entrenós foram plantadas numa profundidade de aproximadamente 0,10 m nos leirões. As parcelas experimentais de 10,24 m² foram constituídas por cinco fileiras, espaçadas de 0,80 m e nove plantas por fileira espaçadas de 0,40 m. As 27 plantas das três fileiras centrais foram consideradas parcelas úteis.

Os três clones avaliados foram: Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149. O clone IPB-075 foi cedido pelo Prof. Dr. Wilson R. Maluf da UFLA e o clone IPB-149 originário do município de Moita Bonita-SE em que é considerado cultivar comercial no Estado de Sergipe, cujo nome popular é “Ourinho”. A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha entre os clones avaliados.

Antes da aplicação do plantio das ramas de batata-doce nos leirões, fez-se a aplicação das doses de nitrogênio, sendo que as doses de 30 kg ha⁻¹ foram aplicadas no plantio; as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹, aplicou-se 50% no plantio e o restante 30 dias após o plantio; e a dose de 240 kg ha⁻¹, aplicou-se um terço no plantio, um terço 30 dias após o plantio e a última parte 45 dias após o plantio. De acordo com a análise química do solo foi feita a calagem, com o uso do calcário dolomítico, para a correção da acidez e fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, aproximadamente 60 dias antes do plantio e da aplicação dos tratamentos. Para o preparo do solo, foram realizadas duas arações e duas gradagens. Os leirões de 0,40 m de altura foram confeccionados manualmente, com o auxílio de enxada.

Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão nos períodos de ausência de precipitação; capinas manuais foram realizadas quando necessário, para manter a cultura livre de competição com plantas daninhas; e amontoas, para proteger as raízes contra a incidência de luz e manter a formação dos leirões. Não foi necessário efetuar medidas fitossanitárias durante o ciclo vegetativo da batata-doce.

A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP), quantificando-se a produtividade total de biomassa e raízes que foi obtida através da pesagem das ramas e raízes colhidas nas parcelas de cada tratamento e os resultados expressos em Mg ha⁻¹, a massa seca total de biomassa e raízes (Mg ha⁻¹) foi obtida em amostras de aproximadamente 300 g de ramas e de raízes de cada parcela, pela secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, o teor de nitrogênio (g kg⁻¹) na biomassa e nas raízes, o teor de proteína bruta (%) na biomassa e nas raízes, o acúmulo de nitrogênio na biomassa da parte aérea e nas raízes tuberosas (kg ha⁻¹). O acúmulo de nitrogênio na biomassa e nas raízes tuberosas foi obtido através do produto entre a produção de massa seca e o teor de nitrogênio nas componentes. Também foi calculado o índice de colheita (IC), que consistiu da razão entre a massa seca das raízes tuberosas e a massa seca total da planta, incluindo biomassa da parte aérea e raízes tuberosas.

O teor de nitrogênio (N) extraído das raízes tuberosas da batata-doce, foi obtido de acordo com a metodologia descrita em Malavolta *et al.* (1997). Em que após coletados no momento da colheita, os materiais vegetais (ramas e raízes) foram lavados com água destilada e colocados para secar na estufa a 65 °C, até atingir a massa constante, onde se obteve a

massa seca das amostras. Em seguida, foram moídos em moinho tipo Wiley em peneira de 20 de mesh de abertura, para em seguida ser digerido com solução sulfúrica, formando extrato para serem analisados quimicamente pelo método semi-micro-Kjeldahl. O fator utilizado para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta foi de 6,25.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, para verificar a possibilidade da realização da análise de variância pelo teste F e de regressão polinomial. Dentro das doses de N foram testadas em cada característica avaliada, os modelos polinomiais, que melhor se ajustou as doses de nitrogênio, pelo teste F a 5% de probabilidade e do maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e para a avaliação dos clones de batata-doce, quando as médias foram significativas, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Banzatto e Kronka, 2006). As análises estatísticas dos dados foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). Também foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para determinar as correlações entre as produtividades, os acúmulos de nitrogênio nas componentes da planta e o índice de colheita, comparando os valores dos coeficientes de correlação (r^2), para determinar a eficiência das componentes avaliadas, usando o software estatístico SAEG 9.0 da Universidade Federal de Viçosa.

A partir do modelo polinomial obtido, foi possível calcular o efeito da dose de N aplicada no solo que proporcionou máxima produção econômica de raízes tuberosas. Porém, devido à diversidade de taxas de câmbio existentes, para 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 adubo (Raij, 1991). Para a variável, raiz tuberosa, foi utilizado o valor de R\$ 0,50 kg^{-1} de raízes e para o N, R\$ 1,50 kg^{-1} de ureia, segundo informação do mercado local. Desta forma, 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 do insumo e o quilograma de raízes foi igual a 3, porém, essa relação de preços pode variar a cada ano, conforme a demanda e a oferta.

A dose mais econômica (x') foi calculada pela equação, conforme (Raij, 1991):

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

Onde em uma determinada equação quadrática ($ax^2 + bx + c$), a_1 e a_2 seriam os valores dos coeficientes "b" e "a", respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis estudadas são observadas em ANEXO A, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados atestando o efeito significativo nas interações entre a variável produtividade total da parte aérea, teor de nitrogênio da parte aérea, teor de nitrogênio das raízes tuberosas, proteína bruta da parte aérea, acúmulo de nitrogênio da parte aérea, acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas e índice de colheita encontram-se na tabela 1.

Na variável produtividade total da parte aérea, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram ajuste linear de regressão, enquanto que o clone IPB-075 apresentou resposta cúbica em relação aos níveis de nitrogênio aplicados, constatando-se que os clones Brazlândia Branca e IPB-149 respondem a níveis de N acima das doses aplicadas neste estudo e o clone IPB-075 alcançou valores máximos em torno dos 45 Mg ha⁻¹ de produtividade total de ramas (Tabela 1).

Com os clones do banco de germoplasma da UFVJM, Viana *et al.* (2011), em Diamantina (MG), obtiveram aos 120 e 150 dias após o plantio produtividade de biomassa verde de 50,36 e 52,77 Mg ha⁻¹, respectivamente. Estes autores ressaltam que para a obtenção de maiores produtividades de matéria verde, as ramas devem ser colhidas até os 150 dias após o plantio. Figueiredo (2010), avaliou doze clones de batata-doce em Diamantina-MG, e, aos 163 dias após o plantio, obteve médias de produtividade de massa verde de 18,48 Mg ha⁻¹. Gonçalves Neto *et al.* (2011), no município de Ijaci, MG, adubando com 1.000 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 4-14-8 e dois meses após o plantio com adubação de cobertura de 1.000 kg ha⁻¹ de ureia, avaliaram 39 genótipos de batata-doce, aos 120 dias após o plantio obtiveram 78,58 Mg ha⁻¹ de produção média total da parte aérea fresca.

O teor de nitrogênio na parte aérea (Tabela 1) teve resposta cúbica de regressão entre os clones Brazlândia Branca e IPB-075 e resposta quadrática para o clone IPB-149. Este clone alcançou o valor máximo estimado de 6,70 g de nitrogênio por kg de matéria seca com a dose de 101 kg ha⁻¹ de N, enquanto que os demais clones tiveram teores variando de 8 a 12 g kg⁻¹ de N em torno dos 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado na forma de ureia.

O teor de nitrogênio nas raízes tuberosas teve resposta quadrática de regressão entre os clones avaliados. Os clones Brazlândia Branca e IPB-075 obtiveram valores máximos estimados de 7,76 e 8,71 g kg⁻¹ de N respondendo a doses acima das aplicadas no estudo. O clone IPB-149 com a dose de 68,29 kg ha⁻¹ de N alcançou valor máximo de 4,88 g de nitrogênio por kg de matéria seca (Tabela 1).

TABELA 1. Produtividade total da parte aérea (PTPA), teor de nitrogênio da parte aérea (TNPA), teor de nitrogênio das raízes tuberosas (TNRT), proteína bruta da parte aérea (PBPA), acúmulo de nitrogênio da parte aérea (ANPA), acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas (ANRT) e índice de colheita (IC) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio (Total yield of shoots (TYS), nitrogen content of shoot (NCS), nitrogen content of roots (NCR), crude protein shoot (CPS), nitrogen accumulation shoot (NAS), accumulation of nitrogen in the roots (ANR) and harvest index (HI) of 3 clones of sweet potato subjected to nitrogen). São Cristóvão – SE, UFS, 2013.

DOSES	CLONES						
	Brazlândia Branca						
	PTPA (Mg ha ⁻¹)	TNPA (g kg ⁻¹)	TNRT (g kg ⁻¹)	PBPA (%)	ANPA (kg ha ⁻¹)	ANRT (kg ha ⁻¹)	IC (%)
0	47,26	8,97	3,29	5,60	66,60	26,74	50,57
30	54,36	11,62	4,42	5,69	163,04	66,41	47,27
60	42,12	9,35	5,06	5,01	143,40	67,97	43,45
120	69,14	6,95	4,27	4,34	219,11	43,62	29,78
240	110,64	9,40	6,01	5,87	175,24	47,62	25,00
Equação	0,274769*x + 39,977	0,000004*x ³ - 0,001400*x ² +0,083440* x+ 9,292	- 0,000007* x ² - 0,010570*x + 3,772	0,000089*x ² - 0,021542*x +5,887	- 0,006080*x ² + 1,859843*x + 79,122	0,000053*x ³ - 0,019515* x ² + 1,699320*x + 27,937	0,000427* x ² - 0,218128* x+ 52,315
R ²	0,94	0,83	0,68	0,81	0,84	0,97	0,96
IPB-075							
	PTPA (Mg ha ⁻¹)	TNPA (g kg ⁻¹)	TNRT (g kg ⁻¹)	PBPA (%)	ANPA (kg ha ⁻¹)	ANRT (kg ha ⁻¹)	IC (%)
0	42,41	9,80	2,66	6,12	138,64	78,32	56,30
30	22,55	8,75	5,26	5,48	74,96	88,82	53,17
60	43,10	9,16	4,33	5,72	96,82	72,07	52,89
120	44,92	12,36	5,43	7,72	158,81	92,45	56,72
240	52,73	10,13	7,52	6,33	168,25	120,90	40,24
Equação	- 0,000015*x ³ + 0,005176* x ² - 0,341651*x + 38,989	- 0,000004*x ³ + 0,001216* x ² - 0,069504*x + 9,817	- 0,000024*x ² + 0,022667*x + 3,365	- 0,000002*x ³ + 0,000758* x ² - 0,043287*x +6,138	- 0,000099*x ³ + 0,035023*x ² - 2,550813*x + 134,688	0,000822* x ² - 0,026636*x + 80,332	-0,000450* x ² + 0,052909* x+ 53,995
R ²	0,58	0,99	0,82	0,99	0,95	0,87	0,86
IPB-149							
	PTPA (Mg ha ⁻¹)	TNPA (g kg ⁻¹)	TNRT (g kg ⁻¹)	PBPA (%)	ANPA (kg ha ⁻¹)	ANRT (kg ha ⁻¹)	IC (%)
0	15,72	9,68	5,39	6,06	48,69	57,59	67,52
30	18,62	10,27	5,40	6,42	77,02	64,17	66,32
60	21,81	7,99	5,54	4,99	58,83	92,34	61,39
120	26,27	5,81	4,82	3,63	35,60	125,45	71,90
240	44,43	14,76	10,66	9,22	219,57	166,00	46,64
Equação	0,118528*x + 14,704	0,000404*x ² - 0,081700*x + 10,871	0,000192* x ² - 0,026227*x + 5,784	0,000253* x ² - 0,051209*x +6,802	0,005898*x ² - 0,814384*x + 70,998	- 0,000916*x ² + 0,694997*x + 52,574	- 0,000728* x ² + 0,103891* x+ 64,543
R ²	0,98	0,88	0,95	0,88	0,91	0,98	0,77
CV	24,51	21,29	17,50	19,06	17,39	15,43	12,13

*Significativo a 5 % de probabilidade (Significant at 5% probability)

Nas variáveis proteína bruta da parte aérea e acúmulo de nitrogênio da parte aérea, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram ajustes quadráticos de regressão e o clone IPB-075 com resposta cúbica aos níveis de nitrogênio aplicados. Com a dose de 121 kg ha⁻¹ de nitrogênio, o clone Brazlândia Branca obteve o valor máximo estimado de 4,58 % de proteína bruta nas ramas, enquanto que o clone IPB-149 alcançou 4,21 % com a dose de 101 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Com o nível em torno dos 130 kg ha⁻¹ de N o clone IPB-075 alcançou teores variando de 5,48 a 7,72 % de proteína bruta na parte aérea. Com as doses de 152 e 69 kg ha⁻¹ de nitrogênio, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 obtiveram valores máximos estimados de 221,35 e 42,88 kg ha⁻¹ de N acumulados na parte aérea, respectivamente. E o clone IPB-075 alcançou valor máximo em torno dos 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio nas ramas com a dose próxima dos 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado na forma de ureia (Tabela 1).

Figueiredo (2010), avaliando doze clones de batata-doce em Diamantina-MG, aos 163 dias após o plantio obteve médias de proteína bruta nas silagens de ramas, entre 9,65 e 12,59 %, com média de 11,63%. Viana *et al.* (2011), avaliando oito clones de batata-doce, aos 150 dias após o plantio obteve valores médios de proteína bruta nas silagens de ramas entre 9,63 e 12,07 %, com média de 10,93 %.

Na variável acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas, os clones IPB-075 e IPB-149 tiveram ajustes quadráticos no modelo polinomial e o clone Brazlândia Branca com resposta cúbica aos níveis de nitrogênio aplicados. O valor máximo estimado de 80,11 kg ha⁻¹ de nitrogênio acumulado nas raízes foi obtido pelo clone IPB-075 com a dose de 16 kg ha⁻¹ de N, já o clone IPB-149 alcançou 184 kg ha⁻¹ de nitrogênio nas ramas ao nível de 379 kg ha⁻¹ de N. O clone Brazlândia Branca obteve acúmulo de nitrogênio variando de 26,75 a 67,97 kg ha⁻¹ de N na parte aérea com a dose de aproximadamente 125 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Vale ressaltar a maior aquisição de nitrogênio pelo clone IPB-075 que foi alcançado a doses baixas de nitrogênio em comparação aos demais clones.

Echer *et al.*, (2009), no Rancho Ebenezer, em Mundo Novo, Distrito de Montalvão, Presidente Prudente-SP, com a adubação de plantio de 250 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-30-10, avaliando a cultivar Canadense, obtiveram nas ramas, a extração de N de 85 kg ha⁻¹, aos 145 dias após o transplântio (DAT) e nas raízes tuberosas, com taxa de 129 kg ha⁻¹, com o maior período de absorção entre 115-145 DAT. O que evidencia a obtenção de valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

A variável índice de colheita teve resposta quadrática ao modelo polinomial entre os clones avaliados. Os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149 alcançaram valores máximos estimados de 24,45, 55,55 e 68,25% de índice de colheita com as doses de 255, 58 e

71 kg ha⁻¹ de nitrogênio fornecido na forma de ureia, respectivamente. O que evidencia que os clones IPB-075 e IPB-149 obtiveram índices maiores por meio de níveis menores de nitrogênio em relação à testemunha Brazlândia Branca (Brazlândia Branca).

Queiroga *et al.* (2007) avaliando três cultivares em Mossoró, adubados no sulco do plantio com 20 Mg ha⁻¹ de esterco bovino em três épocas de colheita (105, 130 e 155 dias após o plantio) obtiveram melhores resultados aos 155 dias após o plantio, com 64,31% de índice de colheita. Esses autores ainda relatam que este maior índice de colheita aos 155 dias após o plantio demonstra que nessa época o dreno metabólico preferencial foram as raízes tuberosas e não a parte aérea.

Moreira *et al.* (2011), avaliando oito cultivares de batata-doce em Mossoró, RN, adubadas no sulco do plantio com 15 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, aos 120 dias após o plantio obtiveram valores que variaram de 18,84% a 49,32% de índice de colheita. Segundo esses autores, as cultivares divergiram amplamente quanto a aptidão para produção de raízes comerciáveis e que os maiores valores podem ter sido atribuídos à maior translocação de fotoassimilados para as raízes.

Para a produtividade total de raízes tuberosas, o clone IPB-075 com um rendimento médio de 55,18 Mg ha⁻¹ de raízes tuberosas, foi significativamente superior aos clones IPB-149 e Brazlândia Branca, com aumentos de 38,08 e 82,66%, respectivamente (Tabela 2). Viana (2009), em Diamantina (MG), dos oito clones avaliados em dois ambientes de cultivo, os clones BD-45, BD-38 e BD-15 apresentaram as maiores produtividades, com valores de 51,04, 42,07 e 29,04 Mg ha⁻¹, respectivamente, aos 150 dias após o plantio.

TABELA 2. Produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), massa seca total da parte aérea (MSTPA), massa seca total de raízes tuberosas (MSTRT), proteína bruta das raízes tuberosas (PBRT) em função dos clones de batata-doce (Total yield of tuberous roots (TYTR), total dry mass of shoots (TDMS), total dry mass of roots (TDMSR), crude protein of the tuberous roots (CPTR) as a function of sweet potato clones. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

CLONES	PTRT (Mg ha ⁻¹)	MSTPA (Mg ha ⁻¹)	MSTRT (Mg ha ⁻¹)	PBRT (%)
Brazlândia Branca	30,210 c	18,367 a	9,671 c	3,180 a
IPB-075	55,182 a	14,510 a	15,003 a	3,155 a
IPB-149	39,963 b	8,115 b	12,994 b	4,013 a
CV(%)	20,42	37,78	12,27	27,69

*As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (Means followed by the same letter in the column do not differ significantly by the Tukey test at 5% of probability).

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que não houve interação entre doses de N e clones de batata-doce, por isso que não ocorreu desdobramento de uma variável dentro da outra e; as variáveis foram apresentadas e discutidas isoladamente. Constata-se que todos os

clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional que é de 11,84 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2010), o que corresponde a um aumento de 366,05, 237,50 e 155,15%, dos clones IPB-075, IPB-149 e Brazlândia Branca, respectivamente, em relação à média nacional (Tabela 2).

Andrade Júnior *et al.* (2012), avaliaram 12 clones de batata-doce em Diamantina-MG, adubando no plantio com 10 Mg ha⁻¹ de esterco de curral curtido, 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 45 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fontes o superfosfato simples, o cloreto de potássio e o sulfato de amônio, respectivamente. Realizando a colheita aos seis meses após o plantio, obtiveram dados de produtividade total de raízes tuberosas, de 32,9, 23,8 e 25,2 Mg ha⁻¹, dos clones BD-45, BD-42 e da cultivar Brazlândia Rosada, respectivamente.

Oliveira Neto (2012), com a formulação NPK 6-24-12, avaliou 31 clones de batata-doce nos municípios de São Cristóvão, Malhador e Canindé de São Francisco, do Estado de Sergipe, dentre eles os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149. Com a colheita aos 180 dias após o plantio, obtiveram valores de rendimento total de raízes variando de 27,83 a 43,01; 29,64 a 63,28; 18,41 a 32,78 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Martins *et al.* (2012) avaliaram 50 clones de batata-doce oriundos do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal do Tocantins, na Estação Experimental do Campus Universitário de Palmas da Universidade Federal do Tocantins (UFT), adubando no plantio com a dosagem de 105 kg ha⁻¹ de fósforo, 90 kg ha⁻¹ de potássio e 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio e com micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, sendo a colheita realizada em torno dos 7 meses após o plantio. Dos 50 clones avaliados as maiores médias foram representadas por dois clones, Duda (40,9 Mg ha⁻¹) e 22.19 (45,4 Mg ha⁻¹).

Gonçalves Neto *et al.* (2011), no município de Ijaci, MG, colhendo aos sete meses após o plantio, obteve média geral dos 39 genótipos avaliados de 29,51 Mg ha⁻¹ de produção total de raízes frescas. Com a cultivar Rainha Branca, adubando no plantio com 15 Mg ha⁻¹ de esterco bovino e 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura com ureia, parcelados 33%, 50% e 100%, colhendo aos 120 dias após o plantio, Alves *et al.* (2009), alcançou produtividade total entre 22,9 e 27,4 Mg ha⁻¹ de raízes tuberosas, com exceção da aplicação aos 100% no plantio e 100% aos 60 dias após o plantio (DAP) que tiveram os menores valores, variando entre 19,0 e 19,8 Mg ha⁻¹ de produtividade total raízes tuberosas. Cardoso *et al.* (2005), avaliando diversos clones em Vitória da Conquista, sem a utilização de calagem e adubação, com a colheita efetuada em torno dos 7 meses após o plantio, alcançaram as melhores médias de produtividade total de raízes tuberosas entre 20,2 e 28,5 Mg ha⁻¹.

Para a massa seca total da parte aérea, a cultivar Brazlândia Branca com 18,36 Mg ha⁻¹ e o clone IPB-075 com 14,51 Mg ha⁻¹ não diferiram estatisticamente, sendo

significativamente superiores em relação ao clone IPB-149, com incrementos de 126,33 e 78,80%, respectivamente. Já na variável massa seca total de raízes tuberosas, o clone IPB-075 com média de 15,0 Mg ha⁻¹, foi estatisticamente superior aos demais clones, correspondendo a um aumento de 15,46 e 55,13%, respectivamente, em relação aos clones IPB-149 e Brazlândia Branca (Tabela 2).

Roesler *et al.* (2008), no município de Marechal Cândido Rondon, estado do Paraná, adubando com 500 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 para solos férteis, utilizou quatro cultivares originárias da Embrapa-CNPQ, com duas épocas de colheita, aos 115 e 183 dias do plantio, a produção média de raízes tuberosas obtida, na segunda época de colheita, foi superior à primeira em 4,89 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Segundo esses autores a baixa produção na primeira época pode estar relacionada à precocidade da colheita. Ainda segundo Roesler *et al.* (2008) a cultivar Brazlândia Roxa apresentou a maior produção média de raízes tuberosas com valor de 8,04 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

Oliveira Neto (2012), com a formulação de NPK 6-24-12, dos 31 clones avaliados, os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149 obtiveram valores de massa seca total da parte aérea variando de 2,22 a 2,95; 2,45 a 2,97; 1,07 a 1,72 Mg ha⁻¹, respectivamente, com a colheita aos 180 dias após o plantio.

Figueiredo (2010), avaliando doze clones de batata-doce em Diamantina-MG, aos 163 dias após o plantio obteve médias de produtividade de massa seca das ramas de 3,96 Mg ha⁻¹. Viana *et al.* (2011), avaliaram oito clones de batata-doce e obtiveram produtividade de matéria seca de ramas, valores médios de 5,93 e 6,21 Mg ha⁻¹, aos 120 e 150 dias após o plantio, respectivamente. Gonçalves Neto *et al.* (2011), adubando com 1.000 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 4-14-8 e dois meses após o plantio com adubação de cobertura de 1.000 kg ha⁻¹ de ureia, avaliaram 39 genótipos de batata-doce e suas médias de matéria seca total da parte aérea e das raízes, aos sete meses após o plantio, foram de 12,23 Mg ha⁻¹ e 8,90 Mg ha⁻¹, respectivamente. Todos estes estudos alcançaram valores inferiores aos encontrados no presente estudo, possivelmente a utilização de níveis de nitrogênio pode ter favorecido essa maior produtividade de biomassa seca.

Na variável proteína bruta das raízes tuberosas os clones não diferiram estatisticamente, alcançando valores entre 3,15 e 4,04 % (Tabela 2). Silva (2010), avaliando o teor médio de proteínas da farinha das cultivares de batata-doce, Brazlândia Branca e Brazlândia Rosa, obteve 3,14 e 6,62 %, respectivamente. Viana (2009), avaliando oito clones em diferentes ambientes de plantio, aos 150 dias após o plantio obteve teores médios de proteína bruta nas raízes de 3,76 e 3,97 %.

A produtividade total de raízes tuberosas teve ajuste quadrático de regressão, alcançando valor máximo estimado de 50222 kg ha⁻¹ com a dose de 132 kg ha⁻¹ de N, o que representa um incremento de 48,56% na produção (Figura 1). Acima de 132 kg ha⁻¹ de N verifica-se uma redução na produtividade de raízes tuberosas, fato este observado por Oliveira *et al.* (2005), em que houve redução na produção de raízes comerciais da cultivar Rainha Branca, nos níveis acima de 339 kg ha⁻¹ de ureia, aos 120 dias após o plantio. Segundo esses autores o excesso do nitrogênio foi prejudicial à formação de raízes comerciais na batata-doce.

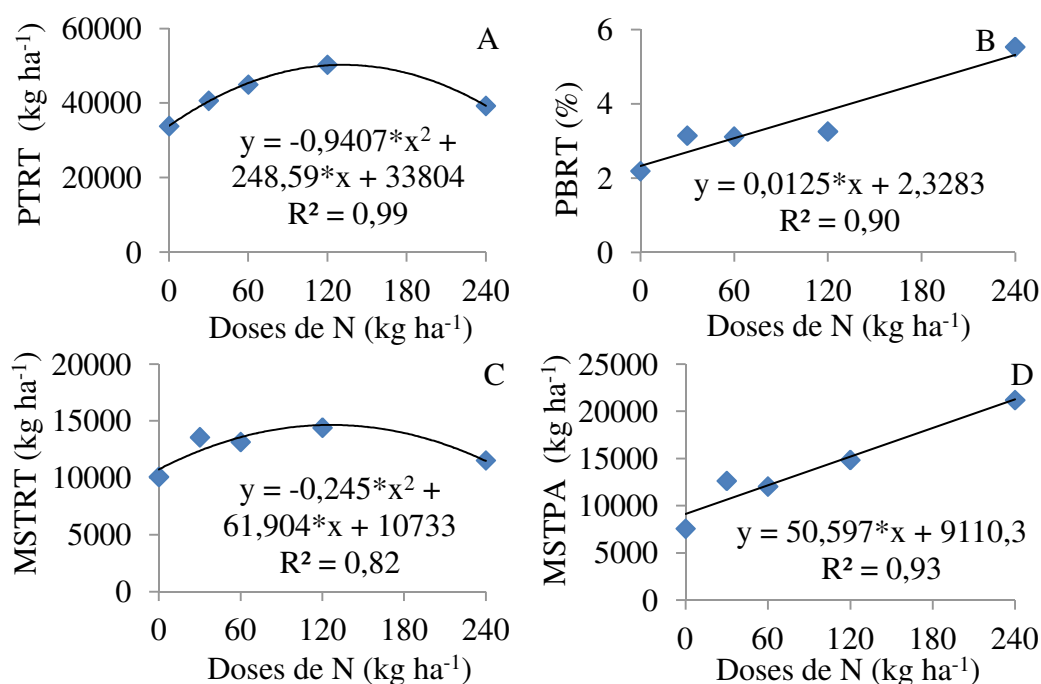


FIGURA 1. Produtividade total de raízes tuberosas (A), proteína bruta das raízes tuberosas (B), massa seca total de raízes tuberosas (C), massa seca total da parte aérea (D) em função de doses de N aplicadas no solo (Total yield of tuberosous roots (A), crude protein of the tuberosous roots (B), total dry mass of roots (C), total dry mass of shoots (D) as a function of N applied to the soil). São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

Oliveira *et al.* (2006b), na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB, com a aplicação de 20 Mg ha⁻¹ de esterco bovino no plantio e adubação em cobertura com ureia, em doses de N de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, colhendo em torno dos 5 meses após o plantio, obteve produtividade máxima total de raízes de 23524 kg ha⁻¹ com a dose máxima correspondente a 200 kg ha⁻¹ de N. No presente estudo conseguiu-se uma maior produtividade de raízes tuberosas com doses inferiores as aplicadas no estudo de Oliveira *et al.* (2006b).

A dose mais econômica de N aplicada no solo para a produtividade total de raízes (Figura 1) foi de 130 kg ha⁻¹, para a relação de equivalência igual a 3, resultando num rendimento estimado de 50350 kg ha⁻¹ de raízes, e o aumento de produção proporcionado por esta dose de N foi de 16546 kg ha⁻¹, equivalente a um aumento na produção de 48,95 %.

As variáveis produtividade total de raízes tuberosas (PTRT) e matéria seca total de raízes tuberosas (MSTRT) apresentaram um comportamento quadrático e a proteína bruta das raízes tuberosas (PBRT) e matéria seca total da parte aérea (MSTPA), um comportamento linear, observando nesse comportamento que estas variáveis respondem a níveis de nitrogênio acima das doses aplicadas neste estudo (Figura 1).

A MSTRT alcançou um valor máximo estimado de 14643 kg ha⁻¹ com a dose de 126 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 1C), enquanto a produtividade total das raízes tuberosas (PTRT) apresentou um valor máximo de 50228 kg ha⁻¹, para uma dose de 132,13 kg ha⁻¹ de N (Figura 1A).

Verifica-se que houve uma correlação positiva entre as variáveis produtividade de raízes tuberosas (PRORAI) e produtividade da parte aérea (PROPA). Ocorreu uma correlação significativa negativa entre a massa seca das raízes tuberosas (MSRAI) e produtividade de raízes, ou seja, com o aumento na massa seca das raízes tuberosas, houve uma redução na produtividade das raízes (Tabela 3).

O acúmulo de N na parte aérea (ANPA) e a produtividade da parte aérea (PROPA), apresentaram coeficiente de correlação de 0,8601^{***}, evidenciando ser um excelente material vegetal a ser utilizado como fonte de proteína para ser servido aos animais ruminantes. O índice de colheita (IC) se correlacionou de forma significativa (0,8316^{***}), com a produtividade da parte aérea, ou seja, quando se aumenta a produtividade de ramas, tende a aumentar o IC (Tabela 3).

O acúmulo de N nas raízes e o IC se correlacionaram de forma significativa com a produtividade de raízes (PRORAI), com índices correspondentes a 0,506^{***} e 0,422^{***}, respectivamente. Apesar de ser uma correlação baixa, a mesma foi altamente significativa ao nível de 1% de probabilidade. Observou-se correlações significativas entre teor de nitrogênio na parte aérea (NPA) e teor de nitrogênio nas raízes tuberosas (NRAI) com a variável massa seca total da parte aérea (MSTPA), evidenciando que a translocação de N na planta vai influenciar no teor e acúmulo desse nutriente nas componentes da planta ao longo do ciclo vegetativo (Tabela 3). Fato comprovado pelo baixo teor de N nas raízes tuberosas e pelo maior teor de N nas ramas dos clones de batata doce (Tabela 2).

Pode-se observar pelos dados da Tabela 1 que os valores de nitrogênio retirados pelas raízes tuberosas é menor que os valores dos teores e acúmulos de N encontrados nas ramas

(parte aérea). Essa característica pode ser importante na utilização das ramas como cobertura do solo para recuperar parte do nitrogênio que foi exportado pelas raízes viabilizando assim, a conservação do solo. Além disto, pode-se utilizar as ramas como fonte alternativa na alimentação animal.

De acordo com o estudo, a produtividade da biomassa da parte aérea dos clones avaliados, respondem a níveis acima das doses de nitrogênio aplicadas e a dose econômica de aproximadamente 130 kg ha^{-1} de nitrogênio, proporciona rendimentos máximos de produtividade total de raízes tuberosas pelos clones de batata-doce.

TABELA 3. Análise de correlação de Pearson para os caracteres produtividade da parte aérea (PROPA), produtividade das raízes tuberosas (PRORAI), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes tuberosas (MSRAI), massa seca total das raízes (MSTRAI), massa seca total da parte aérea (MSTPA), teor de nitrogênio na parte aérea (NPA), teor de nitrogênio nas raízes tuberosas (NRAI), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA), acúmulo de nitrogênio nas raízes tuberosas (ANRAI), índice de colheita (IC), avaliados em três clones de batata-doce submetidos a diferentes doses de nitrogênio (Pearson correlation analysis for the characters productivity shoot (PS), productivity of tuberous roots (PROTR), dry mass (DM), dry weight of roots (DWR), total dry mass of roots (TDMR) , total dry mass of shoots (TDMS), nitrogen content in shoot (NCS), nitrogen content in roots (NCR), nitrogen accumulation in the shoot (NAS), nitrogen accumulation in roots (NAR) , harvest index (HI), evaluated in three clones of sweet potato under different nitrogen rates). São Cristóvão – SE, UFS, 2013.

	PROPA (Mg ha ⁻¹)	PRORAI (Mg ha ⁻¹)	MSPA (Mg ha ⁻¹)	MSRAI (Mg ha ⁻¹)	MSTRAI (Mg ha ⁻¹)	MSTPA (Mg ha ⁻¹)	NRPA (g kg ⁻¹)	NRAI (g kg ⁻¹)	ANPA (kg ha ⁻¹)	ANRAI (kg ha ⁻¹)	IC (%)
PROPA	1										
PRORAI	0,8939	1									
MSPA	0,0180	-0,071	1								
MSRAI	0,0896	-0,572***	0,0017	1							
MSTRAI	0,0584	0,9390***	-0,053	-0,258**	1						
MSTPA	0,9593***	0,0436	0,2243	-0,054	0,032	1					
NPA	-0,0982	0,1089	0,1027	-0,023	0,108	-0,028	1				
NRAI	0,1706	-0,0875	0,1527	-0,032	0,089	0,222*	0,355***	1			
ANPA	0,8601***	0,1088	0,2261	-0,068	0,096	0,9046***	0,322**	0,397***	1		
ANRAI	0,099	0,5060***	0,056	-0,169	0,551***	0,111	0,379***	0,750***	0,3079**	1	
IC	0,8316***	0,4222***	0,0234	0,2094	-0,417***	0,8153***	-0,141	0,2404*	0,707***	-0,1456	1

, ** e * significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste T (, ** and * significant at 1, 5 and 10% probability by T test)

CONCLUSÃO

Todos os clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional de produtividade de raízes tuberosas.

A produtividade da biomassa da parte aérea dos clones avaliados, respondem a níveis acima das doses de nitrogênio aplicadas no presente estudo.

A dose econômica de aproximadamente 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporciona rendimentos máximos de produtividade total de raízes tuberosas pelos clones de batata-doce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. P. de; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. N. P. de; CARDOSO, E. de A.; MATOS, B. F. 2009. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 1554-1559.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, C. de R. 2012. Características produtivas e qualitativas de ramos e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira* 30: 584-589.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S.N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. 2005. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. *Horticultura Brasileira* 23: 911-914.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. 2006. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP. 237p.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. 1989. *Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia*. Salvador, 176 p.

CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. 2005. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM) cultivares abóbora e da costa. *Revista Brasileira de Agrociência* 11: 273-278.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. 2009. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. *Horticultura Brasileira* 27: 176-182.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EmbrapaSPI, Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro. 306p.

- FAGERIA, N. K.; STONE L. F.; SANTOS A. B. 1999. *Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.* 294 p.
- FERREIRA, D.F. *Sisvar: a computer statistical analysis system.* 2011. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 1039-1042.
- FIGUEIREDO, J. A. 2010. *Seleção de clones de batata-doce com potencial de utilização na alimentação humana e animal.* Diamantina - UFVJM. 54 p (Tese Mestrado).
- GONÇALVES NETO, C. A.; MALUF, R. W.; GOMES, A. A. L.; GONÇALVES R. J.; SILVA, V. F.; LASMAR, A. 2011. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 1513-1520.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. *Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes.* Rio de Janeiro 37: 1-91.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.* Piracicaba: POTAFOS. 238 p.
- MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, W. P. de. 2012. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. *Revista Ciência Agronômica* 43: 691-697.
- MIRANDA, J. E. C. de; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. S. 1988. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Revista Brasileira de Genética* 11: 881-892.
- MOREIRA, J. N.; QUEIROGA, R. C. F. de; SOUSA JÚNIOR, A. J. de L.; SANTOS, M. A. dos. 2011. Caracteres morfofisiológicos e produtivos de cultivares de batata-doce, em Mossoró, RN. *Revista Verde* 6: 161 – 167.
- OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S. 2005. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. *Horticultura Brasileira* 23: 925-928.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N.; Oliveira, A. N. P. 2006a. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 611-617.
- OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. 2006b. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. *Horticultura Brasileira* 24: 279-282.
- OLIVEIRA NETO, M. A. 2012. *Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe.* São Cristóvão - UFS. 56 p (Tese Mestrado)
- PEREIRA JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. P.; GAMA, J. S. N.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. da S. 2008. Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. *Revista Verde* 3: 12-16.

QUEIROGA R. C. F de; SANTOS M. A. dos; MENEZES M. A. de; VIEIRA C. P. G.; SILVA M. da C. 2007. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira* 25: 371-374.

RAIJ, B.V. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres. 343 p.

RESENDE, S. C. 2009. *Sistemas de manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos tabuleiros costeiros sergipano*. São Cristóvão – UFS. 114 p (Tese Mestrado).

ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. 2008. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy* 30: 117-122.

SAEG. Sistema para análises estatísticas, Versão 9.0. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2005. Software.

SILVA, R. G. V. 2010. *Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação*. Itapetinga - UESB. 71 p (Tese Mestrado).

SOUZA, A. B. de; SANDRI, T. 1990. Avaliação preliminar de introduções de batata doce a parâmetros agronômicos e a aspectos comerciais e culinárias. *Semina: Ciências Agrárias* 11: 15-19.

VIANA, D. J. S. 2009. *Produção e qualidade de raízes, ramos e silagem de ramos de clones de batata-doce em diferentes locais e épocas de colheita*. Diamantina - UFVJM. 69 p (Tese Mestrado).

VIANA, D. J. S.; JÚNIOR, V. C. de A.; RIBEIRO, K. G.; PINTO, N. A. V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A.; LEMOS, V. T.; PEDROSA, C. E.; AZEVEDO, A. M. 2011. Potencial de silagens de ramos de batata-doce para alimentação animal. *Ciência Rural* 41: 1466-1471.

4. ARTIGO 2

Submetido para: *Revista Brasileira de Ciência do Solo*

Eficiência nutricional e produção de biomassa e raízes tuberosas de clones de batata-doce sob adubação nitrogenada ⁽¹⁾

Antonio Rosalvo dos Santos Neto⁽²⁾; Tácio Oliveira da Silva⁽²⁾; Arie Fitzgerald Blank⁽²⁾; Joseane Oliveira da Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas/UFS

⁽²⁾Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica; Avenida Marechal Rondon, s/n, Cidade Universitária prof. José Aloísio de Campos, Jardim Rosa Elze; 49100-000 - São Cristóvão, SE – Brasil; Telefone: (79) 21056929, 21056981; Fax: (79) 21056939, 21056494

URL da Homepage: www.ufs.br/dea

antonio.rosalvo@hotmail.com, taccios@hotmail.com, arie.blank@gmail.com

⁽³⁾Instituto Federal da Bahia, Campus Vitória da Conquista; Av. Amazonas, 3150; Zabelê; 45030-220 - Vitória da Conquista, BA – Brasil; Telefone: (77) 34262271; Fax: (77) 34262421

URL da Homepage: <http://www.ifba.edu.br>

joseaneoliveiras@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou neste estudo, avaliar a eficiência no uso de nitrogênio e seu aproveitamento pela batata-doce, por meio de diversos índices. O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na área experimental do Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe – UFS. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x3, constando de cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se, como fonte de N a ureia (45% N) e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149), com três repetições. A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha. A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP). Avaliou-se neste estudo a massa seca total da parte aérea, massa seca total de raízes tuberosas, acúmulo de nitrogênio da parte aérea, acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas, eficiência fisiológica, eficiência na produção de raízes tuberosas, eficiência de recuperação e eficiência de utilização de nitrogênio pelos clones de batata-doce pelo modelo polinomial e pela correlação de Pearson entre essas variáveis avaliadas. A eficiência fisiológica, de recuperação do nitrogênio aplicado, a de utilização do N e a eficiência de produção de raízes tuberosas diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas, para todos os clones de batata-doce avaliados, enquanto que, o acúmulo de N na parte aérea e nas raízes tuberosas dos clones IPB-075 e IPB-149 apresentaram incrementos significativos. A dose de 154 kg ha⁻¹ de N favorece a maior produção de massa seca total de raízes tuberosas nos clones de batata-doce. O clone de batata-doce IPB-149 proporcionou maior correlação entre o uso de nitrogênio e a produtividade de raízes.

Termos de indexação: *Ipomoea batatas*; nitrogênio; produtividade; Tabuleiros Costeiros.

SUMMARY: *NITROGEN EFFICIENCY IN BIOMASS PRODUCTION AND STORAGE ROOTS OF SWEET POTATO CLONES FERTILIZED WITH NITROGEN*

This study aimed to evaluate the efficiency in the use of nitrogen and their utilization by the sweet potato, by means of various indices. The work was conducted between March and August 2012, in the experimental area of the Campus of the Universidade Federal de Sergipe - UFS. We used a randomized complete block design with treatments arranged in a 5x3 factorial design, consisting of five N rates (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹), using as a source of N as urea (45% N) and three clones of sweet potato (Brazlândia Branca, IPB-075 and IPB-149) with three replications. The commercial cultivar Brazlândia Branca was considered as a witness. The crop was harvested at 150 days after planting (DAP). Evaluated in this study the total dry mass of shoots, total dry weight of tuberous roots, accumulation of nitrogen in air, nitrogen accumulation tuberous roots, physiological efficiency, efficiency in storage root production, efficiency and recovery efficiency nitrogen utilization by sweet potato clones by polynomial model and the Pearson correlation between these variables. The physiological efficiency of recovery of nitrogen applied to the N utilization and efficiency of storage root production decreased with increasing doses of N applied to all sweet potato clones evaluated, whereas the accumulation of N in shoots and tuberous roots of clones IPB-075 and IPB-149 showed significant increases. The dose of 154 kg ha⁻¹ N promotes greater production of total dry matter in storage roots of sweet potato clones. Clone sweet potato IPB-149 showed higher correlation between the use of nitrogen and root yield.

Index terms: *Ipomoea batatas*; nitrogen, productivity, Coastal Tablelands.

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea que apresenta consistência herbácea e, embora seja perene, é cultivada como anual (Conceição et al., 2005). Os grandes produtores de batata-doce são a China, Indonésia, Índia e o Japão e no continente Latino-americano, composto por 20 países, o Brasil surge como o principal produtor (Cavalcante et al., 2009).

No Brasil, a área plantada equivale a 41999 hectares, a área colhida a 41802 ha e o rendimento médio de 11846 kg ha⁻¹. No Nordeste do Brasil, a área plantada equivale a 19527 hectares, a área colhida a 19445 ha e o rendimento médio de 9209 kg ha⁻¹. Em Sergipe, a área plantada fica em torno de 3390 ha e com um rendimento médio de 11063 kg ha⁻¹ (IBGE, 2010).

Suas raízes podem ser empregadas na alimentação humana e animal, e a sua parte aérea pode representar mais uma opção alimentar importante para os rebanhos (Souza & Sandri, 1990). Além de, ultimamente ser uma das fontes promissoras para a produção de biocombustíveis.

Por possuir sistema radicular muito ramificado torna-se mais eficiente na absorção de nutrientes, fazendo com que a cultura possua alta capacidade de exploração dos nutrientes presentes no solo (Oliveira et al., 2006). Apesar da rusticidade, a batata-doce reage com o aumento de produção de raízes, quando há melhoria das condições físico-químicas do solo (Ramos, 2004).

Essa melhoria das propriedades físico-químicas do solo por meio da utilização de fertilizantes minerais ou orgânicos está estreitamente ligado à obtenção da produtividade máxima econômica de uma cultura uma vez que a eficiência de um adubo é definida pelos maiores acréscimos de produtividade de uma cultura por unidade de quantidade de adubo empregada (Pereira Júnior et al., 2008).

Para se ter um elevado potencial produtivo, é necessário ter grande quantidade de nutrientes e que a absorção destes varie significativamente com o tempo. O nitrogênio (N) é um destes nutrientes minerais mais absorvidos, como pode ser notado na sequência: N>K>Ca>Mg>P>S>Mn>B>Zn>Fe>Cu (Echer et al., 2009).

Na agricultura moderna, 30% do custo total de produção são provindas do uso dos fertilizantes. O aumento da produtividade com a adubação depende de outros fatores, do uso de cultivares. A eficiência nutricional é aquela obtida sob nível de nutriente adequado em que a produtividade máxima foi obtida (Fageria, 1998).

Embora o nitrogênio seja importante para a nutrição das hortaliças (Filgueira, 2003), nada se conhece sobre as quantidades necessárias para a obtenção de rendimentos satisfatórios para a batata-doce para o Estado de Sergipe, nem mesmo quais os clones mais promissores a resposta da adubação nitrogenada. Na região Nordeste, com foco no estado de Sergipe o presente estudo é pioneiro no estudo da eficiência do uso do nitrogênio na cultura da batata-doce.

Apesar de existirem outros estudos em outras regiões do país, Foloni et al. (2013) na região sudeste em um Argissolo Vermelho distroférico, afirmam que a máxima produtividade da batata-doce foi alcançada com a adubação combinada de 100 kg ha⁻¹ de N, juntamente com 120 kg K₂O ha⁻¹. Existem outros estudos, envolvendo outras culturas, avaliando o uso de nitrogênio e o aproveitamento de N pelos índices de eficiências, como o de Boldieri et al. (2010), com a cultura arroz em terras altas; com a cultura do feijão (Furtini et al., 2006; Sant'ana et al., 2011). Independente da cultura a ser explorada, a melhoria da eficiência do uso de N é desejável para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (Sant'ana et al., 2011). A partir destes aspectos, objetivou neste estudo, avaliar a eficiência no uso e aproveitamento do nitrogênio pela batata-doce sob adubação nitrogenada, por meio de diversos índices.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na área experimental do Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica - DEA, da Universidade Federal de Sergipe - UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, cujas coordenadas geográficas são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude, com altitude de 18 m acima do nível médio do mar. A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro (Resende, 2009).

O solo da área foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (Embrapa, 2006). Antes do preparo do solo e plantio da batata-doce, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, para a caracterização dos atributos químicos e físicos do solo, de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1999) e resultaram em: pH (H₂O)= 5,4; Matéria Orgânica= 0,86 dag dm⁻³; Ca⁺² + Mg⁺²= 0,82 cmolc dm⁻³; Ca⁺²= 0,39 cmolc dm⁻³; Mg⁺²= 0,43 cmolc dm⁻³; Al⁺³= 0,65 cmolc dm⁻³; H+Al= 2,03 cmolc dm⁻³; Na= 3,5 mg dm⁻³; K= 21,1 mg

dm^{-3} ; $\text{P} = 7,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{SB} = 0,89 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 2,92 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Areia} = 738,2 \text{ g kg}^{-1}$; $\text{Argila} = 54,6 \text{ g kg}^{-1}$; $\text{Silte} = 207,2 \text{ g kg}^{-1}$; Classificação textural = Franco Arenoso.

A adubação de plantio constou da aplicação de 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 e de 90 kg ha^{-1} de K_2O , utilizando 178 kg ha^{-1} de superfosfato triplo e 155 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, como fontes de P e K, respectivamente (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5×3 , constando de cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha^{-1}), empregando-se, como fonte de N a ureia (45% N) e três clones de batata-doce, com três repetições. As ramas de batata-doce foram cortadas com um dia de antecedência ao plantio, contendo em média oito entrenós que foram enterradas pela base, com auxílio de uma enxada pequena, numa profundidade aproximada de 0,10 m nos leirões. As parcelas experimentais continham uma área de $10,24 \text{ m}^2$, com cinco fileiras espaçadas de 0,80 m e nove plantas por fileiras espaçadas de 0,40 m, sendo utilizadas as três fileiras centrais como úteis, totalizando 27 plantas, com área útil de $5,12 \text{ m}^2$.

Os três clones avaliados foram: Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149. O clone IPB-075 foi cedido pelo Prof. Dr. Wilson R. Maluf da UFLA e o clone IPB-149 originário do município de Moita Bonita-SE em que é considerado cultivar comercial no Estado de Sergipe, cujo nome popular é “Ourinho”. A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha entre os clones avaliados.

De acordo com a análise química do solo foi feita a calagem, com o uso do calcário dolomítico, para a correção da acidez e fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, aproximadamente 60 dias antes do plantio e da aplicação dos tratamentos. Para o preparo do solo, foram realizadas duas arações e duas gradagens. Os leirões de 0,40 m de altura foram confeccionados com o auxílio de enxadas manuais. Antes do plantio das ramas de batata-doce nos leirões, fez-se a aplicação das doses de nitrogênio, sendo que a de 30 kg ha^{-1} foram aplicadas no plantio; as doses de 60 e 120 kg ha^{-1} , aplicou-se 50% no plantio e o restante 30 dias após o plantio e a dose de 240 kg ha^{-1} , procedeu-se da seguinte forma, aplicou-se um terço no plantio, um terço 30 dias após o plantio e a última parte 45 dias após o plantio, para melhor aproveitamento do nutriente pelas plantas.

Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão nos períodos de ausência de precipitação; capinas foram realizadas, com auxílio de enxada manual, para manter a cultura livre de competição com plantas daninhas; e amontoas, para proteger as raízes contra a incidência de luz e manter a formação dos leirões. Não foi necessário efetuar medidas fitossanitárias durante o ciclo vegetativo da batata-doce.

A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP), quantificando-se a massa seca total de biomassa e raízes (Mg ha^{-1}). No momento da colheita foi obtida subamostras de aproximadamente 300 g de ramas e de raízes de cada parcela, para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, a partir destes valores obteve os valores de produtividade de massa seca da parte aérea e das raízes tuberosas. O acúmulo de nitrogênio na biomassa da parte aérea e nas raízes tuberosas (kg ha^{-1}), o qual foi obtido pelo produto entre a produção de massa seca e o teor de nitrogênio nas componentes. E por fim foram calculadas as eficiências fisiológica, na produção de raízes tuberosas, de recuperação e de utilização do nutriente, expressas em kg kg^{-1} , conforme descrita abaixo.

O teor de nitrogênio (N) extraído nas componentes parte aérea e raízes tuberosas da batata-doce, foi obtido de acordo com a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). Em que após coletados no momento da colheita, os materiais vegetais foram lavados com água destilada e colocados para secar na estufa a 65°C por um período de 72 horas, até atingir a massa constante, onde se obteve o peso seco das amostras. Em seguida, foram moídos em moinho tipo Wiley em peneira de 20 de mesh de abertura, para em seguida ser digerido com solução sulfúrica, formando extrato para serem analisados quimicamente, o nitrogênio pelo método semi-micro-Kjeldahl.

Fageria (1998) relata que em geral, a eficiência pode expressar a relação entre a produção obtida e insumos aplicados; isto significa que a eficiência nutricional é a quantidade de matéria seca produzida por unidade de nutriente aplicado, e que segundo Maranville et al. (1980); Siddiqi & Glass (1981); Craswell & Godwin (1984) e Fageria (1992) a eficiência nutricional pode ser expressa e calculada de diversas maneiras. Dentre elas pode ser a partir da:

Eficiência fisiológica: é a produção biológica obtida por unidade de nutriente acumulado. Às vezes, esta eficiência é também chamada eficiência biológica e pode ser calculado diminuindo a quantidade da produção total de matéria seca em kg com adubação pela produção total de matéria seca em kg, sem adubação, este valor é dividido pela diminuição da acumulação de nutriente com adubação, em kg, pela acumulação de nutriente sem adubação, em kg, totalizando um valor em kg.kg^{-1} .

Eficiência na produção de raízes tuberosas: é a produção de raízes tuberosas obtida por unidade de nutriente acumulado e pode ser calculada pela diminuição da produção de raízes tuberosas em kg, com adubação pela produção de raízes tuberosas em kg, sem adubação, o valor obtido é dividido pela subtração da acumulação de nutriente na parte aérea e raízes tuberosas em kg, com adubação com a acumulação de nutriente na parte aérea e raízes tuberosas em kg, sem adubação, o valor total será em kg.kg^{-1} .

Eficiência de recuperação: é a quantidade de nutriente acumulado por unidade de nutriente aplicado; a eficiência de recuperação de nutriente pode ser calculada diminuindo a acumulação de nutriente em kg, com adubação, pela acumulação de nutriente em kg, sem adubação, dividindo este valor pela quantidade do nutriente aplicado, em kg, obtendo em kg.kg^{-1} .

Eficiência de utilização: a eficiência fisiológica e a eficiência de recuperação podem ser combinadas para se calcular a eficiência da utilização de nutriente, que é dada em kg.kg^{-1} multiplicando a eficiência fisiológica pela eficiência de recuperação.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, para verificar a possibilidade de realização da análise de variância pelo teste F e, em seguida, as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de média, Tukey a 5% de probabilidade. Dentro das doses de N foram testadas em cada característica avaliada, os modelos polinomiais, pela análise de regressão, verificou qual melhor modelo polinomial se ajustou as doses de nitrogênio, pelo teste F a 5% de probabilidade e do maior valor do coeficiente de determinação (R^2) (Banzatto e Kronka, 2006). As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). Também foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para determinar as correlações entre as produtividades, os acúmulos de nitrogênio nas componentes da planta e o índice de colheita, comparando os valores dos coeficientes de correlação (r^2), para determinar a eficiência das componentes avaliadas, usando o software estatístico SAEG 9.0 da Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis estudadas são observadas em ANEXO A, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados atestando o efeito significativo nas interações entre a variável eficiência fisiológica, eficiência na produção de raízes tuberosas, eficiência de recuperação, eficiência de utilização, acúmulo de nitrogênio da parte aérea e acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas encontram-se na tabela 1.

TABELA 1. Eficiência fisiológica (EF), eficiência na produção de raízes tuberosas (EPRT), eficiência de recuperação (ER), eficiência de utilização (EU), acúmulo de nitrogênio da parte aérea (ANPA) e acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas (ANRT) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão – SE, UFS, 2013.

DOSES	CLONES					
	Brazilândia Branca					
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	ANPA (Kg ha ⁻¹)	ANRT (Kg ha ⁻¹)
30	149,59	133,99	3,46	531,21	163,04	66,41
60	270,76	833,88	0,89	190,81	143,40	67,97
120	139,04	171,11	1,60	250,07	219,11	43,62
240	86,50	50,48	0,87	66,73	175,24	47,62
Equação	0,000376*x ³ -	0,002084*x ³ -	0,000091*x ² -	0,010384*x ² -	-	0,000053*x ³ -
	0,148305*x ² +	0,819690*x ² +	0,033370*x ² +	4,564475*x ² +	0,006080*x ² +	0,019515*x ² +
	15,0153*x-177,52	83,969592*x-1703,65	3,72	574,62	1,859843*x+79,12	1,699320*x+27,94
	R²	1,00	1,00	0,52	0,70	0,84
IPB-075						
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	ANPA (Kg ha ⁻¹)	ANRT (Kg ha ⁻¹)
30	774,04	1115,09	1,29	362,93	74,96	88,83
60	35,89	1186,714	0,62	92,93	96,83	72,07
120	94,69	182,95	0,66	67,37	158,82	92,45
240	38,42	-16,33	0,49	30,82	168,26	120,91
Equação	0,001392*x ³ +	-	0,000031*x ² -	1,174354*x ² +	0,000099*x ³ +	0,000822*x ² -
	0,576600*x ² -	5,990645*x ² +	0,011340*x ² +	270,63	0,035023*x ² -	0,026636*x ² +
	67,729148*x+2324,56	1291,06	1,45		2,550813*x+134,69	80,33
	R²	1,00	0,79	0,71	0,51	0,95
IPB-149						
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	ANPA (Kg ha ⁻¹)	ANRT (Kg ha ⁻¹)
30	87,54	235,00	1,06	84,67	77,02	64,17
60	98,09	126,12	1,39	134,61	58,84	92,34
120	108,99	219,52	0,74	103,72	35,60	125,45
240	47,15	48,97	0,90	59,05	219,57	166,00
Equação	-0,003553*x ² +	-0,004582*x ² +	0,000001*x ³ -	-0,003241*x ² +	0,005898*x ² -	-
	0,772795*x ² +	0,572698*x ² +	0,000552*x ² +	0,678497*x ² +	0,814384*x ² +	0,000916*x ² +
	66,45	180,60	0,051242*x ² +	81,17	70,99	0,694997*x ² +
	R²	0,99	0,63	1,00	0,69	0,91
CV	44,47	22,54	60,38	27,35	17,39	15,43

*Significativo a 5 % de probabilidade

A eficiência fisiológica teve resposta cúbica ao modelo polinomial entre os clones Brazlândia Branca e IPB-075 e resposta quadrática para o clone IPB-149, apesar de ocorrer uma redução dos seus valores com o aumento das doses de N aplicadas (Tabela 1). Com a dose máxima em torno dos 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio, o clone Brazlândia Branca alcançou eficiência fisiológica (EF) próxima de 87 kg de matéria seca total por kg de nitrogênio acumulado. Ao nível máximo de aproximadamente 138 kg ha⁻¹ de N, o clone IPB-075 obteve valor de cerca de 300 kg kg⁻¹ para a eficiência fisiológica (EF). O clone IPB-149 obteve resposta polinomial quadrática às doses de nitrogênio aplicadas, para uma eficiência fisiológica máxima de 108 kg kg⁻¹ com a dose máxima de 108 kg ha⁻¹ de N. Observa-se que os clones atingiram máxima eficiência fisiológica nas doses entre 100 e 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 1). Para o clone IPB 052 a eficiência fisiológica (EF) teve uma correlação positiva com a produtividade das raízes tuberosas (Tabela 2).

Na variável eficiência na produção de raízes tuberosas, os clones Brazlândia Branca, IPB-149 e IPB-075 tiveram ajustes de regressão cúbica, quadrática e linear aos níveis de nitrogênio aplicados, respectivamente. Apesar dos valores diminuírem para todos os clones de batata-doce com o incremento das doses de N aplicadas, o clone IPB-149 obteve 198 kg de raízes tuberosas por kg de nitrogênio acumulado com as doses de 62 kg ha⁻¹ de N. O clone Brazlândia Branca alcançou máxima eficiência com a dose de aproximadamente 131 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 1). No entanto, verificou-se uma correlação negativa entre as variáveis EPRT e a produtividade de ramas (PRAM), evidenciando que quando a planta produz mais raízes tuberosas, ocorre uma diminuição na produtividade de biomassa da parte aérea (Tabela 2).

Na variável eficiência de utilização (EU), os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram ajustes quadráticos no modelo polinomial e o clone IPB-075 obteve uma resposta linear aos níveis de nitrogênio aplicados. Os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram máximas eficiências com as doses de 219 e 104 kg ha⁻¹ de nitrogênio obtendo 73 e 116 kg kg⁻¹ de eficiência de utilização do nitrogênio, respectivamente (Tabela 1). O clone IPB-075 apresentou uma correlação negativa entre a produtividade de ramas (PRAM), porém, para EU houve uma correlação positiva entre as variáveis produtividade de ramas e produtividade de raízes (Tabela 2), evidenciando que a maior parte do N absorvido pela planta do clone IPB-075 é direcionado para a produtividade de raízes.

TABELA 2. Análise de correlação de Pearson para os caracteres eficiência fisiológica (EF), eficiência na produção de raízes (EPRT), eficiência de recuperação de nitrogênio (ER), eficiência de utilização de nitrogênio (EU), produtividade de raízes (PRAI) e produtividade das ramas (PRAM) avaliadas em três clones de batata-doce submetidos a diferentes doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

Brazlândia Branca						
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	PRAI (Mg ha ⁻¹)	PRAM (Mg ha ⁻¹)
PRAM	-0,3457	-0,5048**	-0,0323	-0,2613	-0,1707	1
PRAI	0,3590	0,3295	0,1427	0,2613	1	
EU	-0,0424	-0,1457	0,8784	1		
ER	-0,3450	-0,2970	1			
EPRT	0,6634***	1				
EF	1					
IPB-075						
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	PRAI (Mg ha ⁻¹)	PRAM (Mg ha ⁻¹)
PRAM	-0,3134	-0,2843	0,2576	-0,4099*	0,4376*	1
PRAI	-0,0976	0,0446	0,1748	-0,0357	1	
EU	0,9323***	0,6516**	0,4984**	1		
ER	0,6898***	0,3458	1			
EPRT	0,4939*	1				
EF	1					
IPB-149						
	EF (kg kg ⁻¹)	EPRT (kg kg ⁻¹)	ER (kg kg ⁻¹)	EU (kg kg ⁻¹)	PRAI (Mg ha ⁻¹)	PRAM (Mg ha ⁻¹)
PRAM	-0,0457	-0,3699	0,2578	-0,0154	0,6516**	1
PRAI	0,5207**	0,1899	0,1036	0,4344*	1	
EU	0,7885***	0,1204	0,4899**	1		
ER	0,0234	-0,1353	1			
EPRT	0,4953*	1				
EF	1					

***, ** e * significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste T.

O clone IPB-075 tanto na eficiência na produção de raízes tuberosas (EPRT) quanto na eficiência de utilização do nitrogênio (EU) responde a níveis de N acima das doses aplicadas neste estudo, pois apresentou um ajuste para o modelo polinomial linear (Tabela 1). No entanto, esse clone de batata-doce apresentou uma correlação negativa entre as variáveis produtividade de ramos e a eficiência de utilização de N (EU), porém, apresentou apresentando uma correlação positiva entre as variáveis produtividade de raízes e produtividade de ramos (Tabela 2). Dessa forma, possivelmente a maior parte do nitrogênio absorvido pelas plantas do clone IPB-075 foi convertido para a produtividade de raízes tuberosas.

Entre as doses de 60 e 131 kg ha⁻¹ de N, pode-se atingir máxima eficiência de produção de raízes tuberosas entre as cultivares Brazlândia Branca e Ourinho (IPB-149), bem como máxima eficiência de utilização de nitrogênio entre as doses de 100 a 220 kg ha⁻¹ de nitrogênio entre essas cultivares (Tabela 1).

Na variável eficiência de recuperação, os clones Brazlândia Branca e IPB-075 apresentaram comportamento quadrático ao modelo polinomial, com máxima eficiência de recuperação do nitrogênio com as doses de 183,35, 182,90 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Já o clone IPB-149 apresentou comportamento cúbico ao modelo polinomial, alcançando níveis máximos em torno dos 184 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 1). Vale ressaltar que todos os clones obtiveram máxima eficiência de recuperação com a dose de aproximadamente 180 kg ha⁻¹ de N (Tabela 1). Corroborando esses resultados, o clone de batata-doce IPB-075 apresentou uma correlação positiva entre as variáveis eficiência de utilização (EU) e recuperação (ER) de N pelas plantas (Tabela 2).

Na variável acúmulo de nitrogênio da parte aérea, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram ajustes quadráticos ao modelo polinomial e o clone IPB-075 apresentou resposta cúbica ao modelo polinomial em função dos níveis de nitrogênio aplicados. Com as doses de 152 e 69 kg ha⁻¹ de nitrogênio, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 obtiveram valores máximos estimados de 221,35 e 42,88 kg ha⁻¹ de N acumulados na parte aérea, respectivamente. E o clone IPB-075 alcançou valor máximo em torno dos 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio nas ramos com a dose próxima dos 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado na forma de ureia (Tabela 1).

No entanto, para o acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas, os clones IPB-075 e IPB-149 tiveram ajustes quadráticos no modelo polinomial e o clone Brazlândia Branca com resposta cúbica aos níveis de nitrogênio aplicados. O clone Brazlândia Branca obteve acúmulo de nitrogênio variando de 26,75 a 67,97 kg ha⁻¹ de N na parte aérea com a dose de aproximadamente 125 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O valor máximo estimado de 80,11 kg ha⁻¹ de

nitrogênio acumulado nas raízes foi obtido pelo clone IPB-075 com a dose de 16 kg ha⁻¹ de N, já o clone IPB-149 acumulou 184 kg ha⁻¹ de nitrogênio nas raízes tuberosas com a dose máxima de 379 kg ha⁻¹ de N (Tabela 1). No clone IPB-149 verificou-se uma correlação positiva entre as variáveis, eficiência fisiológica e a produção de raízes tuberosas, e a eficiência fisiológica e a eficiência de utilização.

Para comprovar a alta eficiência no uso do N pelo clone IPB-149 verificou-se correlação positiva entre as variáveis EF e a EPRT, simultaneamente, entre as variáveis EU e ER. Também se verificou correlação positiva entre as variáveis PRAM e PRAI (Tabela 2). No entanto, pode-se ~~que~~ observar que o clone IPB-149 é altamente eficiente no uso de nitrogênio e na conversão do N absorvido em produção de ramas e raízes tuberosas.

Vale ressaltar a maior aquisição de nitrogênio pelo clone IPB-075 que foi alcançada a doses baixas de nitrogênio em comparação aos demais clones (Tabela 1), implicando na maior eficiência de utilização de N por esse clone, ou possivelmente, esse clone poderá ter fixado nitrogênio por simbiose com bactérias. Terakado-Tonooka et al. (2012), avaliaram a possível contribuição de *Bradyrhizobium* na fixação de nitrogênio na batata-doce, sugerindo que isolados de bactérias diazotróficas usam metabólitos incluindo os ácidos carboxílicos em batata-doce para a fixação de N e que de acordo com o estudo a infecção e colonização em batata-doce, não foram aparentemente influenciados pela quantidade de nitrogênio aplicados. Por outro lado, na Tabela 2, verificou-se uma correlação positiva entre as variáveis, eficiência fisiológica e a eficiência de utilização, de recuperação e eficiência na produção de raízes tuberosas, o que significa que o clone IPB 075, consegue converter o mínimo de N absorvido em maior produtividade de raízes tuberosas, o que não deixa de ser uma informação interessante, para confirmar esse clone de batata-doce como promissor em produção de raízes tuberosas, corroborando com a correlação positiva verificada entre os índices de utilização de N (EU) e a eficiência na produção de raízes tuberosas por esse clone de batata-doce (Tabela 2).

Echer et al., (2009), no Rancho Ebenezer, em Mundo Novo, Distrito de Montalvão, Presidente Prudente-SP, utilizando adubação de plantio de 250 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-30-10 e, avaliando a cultivar Canadense, obtiveram nas ramas, a extração de N de 85 kg ha⁻¹, aos 145 dias após o transplantio (DAT) e nas raízes tuberosas, com a dose de 129 kg ha⁻¹ de N, com o maior período de absorção entre 115-145 DAT. O que evidencia a obtenção de valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

A variável massa seca total da parte aérea teve um comportamento linear crescente ao modelo polinomial, respondendo a níveis de nitrogênio acima das doses de N aplicadas neste estudo. Já a massa seca de raízes tuberosas teve uma resposta quadrática ao modelo

polinomial, alcançando um valor máximo estimado de 15,52 Mg ha⁻¹ com a dose de 154 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado na forma de ureia (Figura 1).

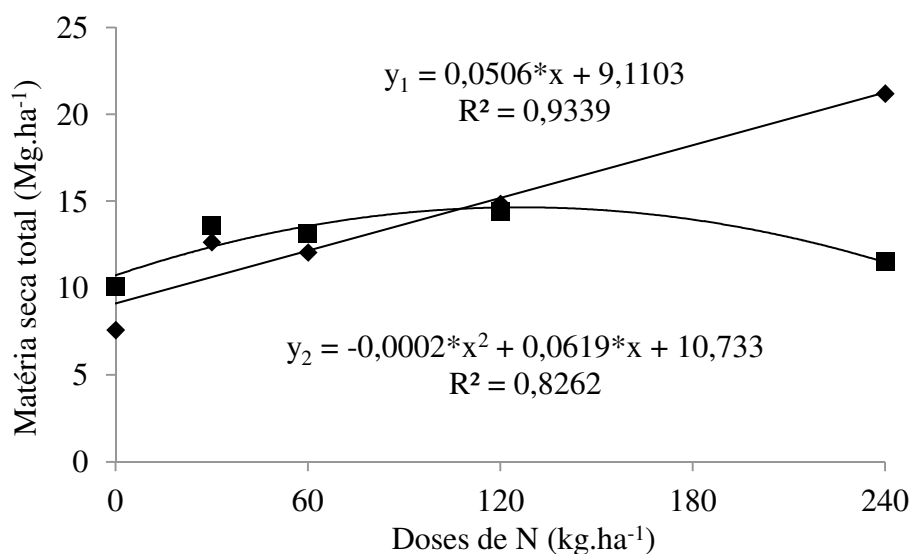


FIGURA 1. Massa seca total da parte aérea (y_1) e massa seca total de raízes tuberosas (y_2) em função de doses de N aplicadas no solo. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

Gonçalves Neto *et al.* (2011), adubando com 1.000 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 4-14-8 e dois meses após o plantio com adubação de cobertura de 1.000 kg ha⁻¹ de ureia, avaliaram 39 genótipos de batata-doce e suas médias de matéria seca total da parte aérea e das raízes, aos sete meses após o plantio, foram de 12,23 Mg ha⁻¹ e 8,90 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Roesler *et al.* (2008), no estado do Paraná, adubando com 500 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 para solos férteis, a cultivar Brazlândia Roxa apresentou a maior produção média de raízes tuberosas com 8,04 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Oliveira Neto (2012), com a formulação de NPK 6-24-12, dos 31 clones avaliados, os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149 obtiveram valores de massa seca total da parte aérea variando de 2,22 a 2,95; 2,45 a 2,97; 1,07 a 1,72 Mg ha⁻¹, respectivamente, com a colheita aos 180 dias após o plantio.

Com a batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), Cardoso *et al.* (2007), avaliando 5 épocas de aplicação de adubação de nitrogênio e potássio, utilizando o adubo 4-14-8 e o superfosfato simples na primeira aplicação para todos os tratamentos, concluíram que o teor de massa seca dos tubérculos de batata não foram afetados significativamente pelas doses e parcelamentos da adubação nitrogenada e potássica.

De acordo com Baligar *et al.* (2001), fatores como radiação solar, precipitação, temperatura, doenças, insetos, alelopatia e micro-organismos tem uma grande influência sobre

o uso eficiente dos nutrientes pelas plantas. Já Fageria (1998), ressalta que mesmo que a melhor eficiência nutricional seja obtida sob nível de nutriente adequado em que a produtividade máxima foi obtida, deve-se tomar cuidado na interpretação de resultados de eficiência nutricional.

O que configura que a eficiência de determinado nutriente não é por si só o elemento responsável pelo maior rendimento, uma vez que há influências externas e internas na interação entre as plantas e o meio ambiente.

CONCLUSÕES

1. A eficiência fisiológica, de recuperação do nitrogênio aplicado, a de utilização do N e a eficiência de produção de raízes tuberosas diminuiu com o aumento das doses de N aplicadas, para todos os clones de batata-doce avaliados, enquanto que, o acúmulo de N na parte aérea e nas raízes tuberosas dos clones IPB-075 e IPB-149 apresentaram incrementos.

2. O clone de batata-doce IPB-149 foi o mais eficiente na conversão do N absorvido em N acumulado nas raízes tuberosas, apesar de que apresenta um comportamento inverso, quando se trata do acúmulo de N nas ramas.

3. As doses de 60 a 131 kg ha⁻¹ proporcionam a máxima eficiência de produção de raízes tuberosas entre as cultivares Brazlândia Branca e Ourinho (IPB-149), bem como, eficiência de utilização do nutriente entre as doses de 100 a 220 kg ha⁻¹ de nitrogênio entre essas cultivares.

4. A dose de 154 kg ha⁻¹ de N favorece a maior produção de massa seca total de raízes tuberosas nos clones de batata-doce.

5. O clone de batata-doce IPB-149 proporcionou maior correlação entre o uso de nitrogênio e a produtividade de raízes.

LITERATURA CITADA

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. Nutrient use efficiency in plants. *Communic. in S. Sci. and P. Analysis*, 32: 921-950, 2001.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BOLDIERI, F.M.; CAZETA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas. *R. Ceres*, 57: 421-428, 2010.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. *Ciênc. agrotecnologia*, 31: 1729-1736, 2007.

CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G. ; PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. *Act. Scient. Agronomy*, 31:421-426, 2009.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. 2. ed. rev. aum. Salvador, 1989, 176 p.

CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM) cultivares abóbora e da costa. *R. Bras. de Agrociência*, 11:273-278, 2005.

CRASWELL, E.T.; GODWIN, D.C. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. In: TINKER, P.B.; LAUCHI, A., ed. *Adv. in pl. nutrition*, 1:1-55, 1984.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. *Hortic. Brasileira*, 27:176-182, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EmbrapaSPI, Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAGERIA, N.K. *Maximizing crop yields*. New York: Marcel Dekker, 1992. 274p.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *R. Bras. de Eng. Agríc. e Ambiental*, 2:6-16, 1998.

FERREIRA, D.F. *Sisvar: a computer statistical analysis system*. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35: 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FOLONI, J.S.S.; CORTE, A.J.; CORTE, J.R.N.; ECHER, F.R.; TIRITAN, C.S. Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. *Semina*, 34: 117-126, 2013.

FURTINI, I.V.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. *Ciênc. Rural*, 36: 1696-1700, 2006.

GONÇALVES NETO, C. A.; MALUF, R. W.; GOMES, A. A. L.; GONÇALVES R. J.; SILVA, V. F.; LASMAR, A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. *Pesq. Agropec. Brasileira*, 46: 1513-1520, 2011.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro, 37: 1-91, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 238 p.
- MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M. Nitrogen efficiency in grain sorghum. *Journ. of Pl. Nutrition*, 2:577-589, 1980.
- MIRANDA, J. E. C. de; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Rev. Bras. Genética*, 11: 881-892, 1988.
- OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. *Hortic. Brasileira*, 24:279-282, 2006.
- OLIVEIRA NETO, M. A. Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe. São Cristóvão, SE, 2012. 56 f.. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.
- PEREIRA JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. P.; GAMA, J. S. N.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. da S. Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. *R. Verde*, 3:12-16, 2008.
- RAMOS, R. F. Comparações produtiva, econômica e energética de sistemas convencional, orgânico e biodinâmico de cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas*). Botucatu, SP, 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP.
- RESENDE, S. C. Sistemas de manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos tabuleiros costeiros sergipano. São Cristóvão, SE, 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.
- ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. *Act. Sci. Agronomy*, 30: 117-122, 2008.
- SAEG. Sistema para análises estatísticas, Versão 9.0. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2005. Software.
- SANT'ANA, E.V.P.; SANTOS, A.B.; SILVEIRA, P.M. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. *R. Bras. de Eng. Agríc. e Ambiental*, 15: 458-462, 2011.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journ. of Pl. Nutrition*, 4:289-302, 1981.
- SOUZA, A. B. de; SANDRI, T. Avaliação preliminar de introduções de batata doce a parâmetros agronômicos e a aspectos comerciais e culinárias. *Semina*, 11:15-19, 1990.
- TERAKADO-TONOOKA, J.; FUJIHARA, S.; OHWAKI, Y. Possible contribution of *Bradyrhizbium* on nitrogen fixation in sweet potatoes. *Plant and soil*. 2012.

5. ARTIGO 3

Submetido para: *Industrial Crops and Products*

PRODUÇÃO DE RAÍZES TUBEROSAS, AMIDO E ETANOL EM CLONES DE BATATA-DOCE FERTILIZADOS COM NITROGÊNIO*

Antonio Rosalvo dos Santos Neto¹; Tácio Oliveira da Silva¹; Arie Fitzgerald Blank¹; Joseane Oliveira da Silva².

*Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas/UFS.

¹Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica; Avenida Marechal Rondon, s/n, Cidade Universitária prof. José Aloísio de Campos, Jardim Rosa Ele; 49100-000 - São Cristóvão, SE – Brasil; Telefone: (79) 21056929, 21056981; Fax: (79) 21056939, 21056494

URL da Homepage: www.ufs.br/dea

antonio.rosalvo@hotmail.com, taccios@hotmail.com, arie.blank@gmail.com

²Instituto Federal da Bahia, Campus Vitória da Conquista; Av. Amazonas, 3150; Zabelê; 45030-220 - Vitória da Conquista, BA – Brasil; Telefone: (77) 34262271; Fax: (77) 34262421

URL da Homepage: <http://www.ifba.edu.br>

joseaneoliveiras@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar a contribuição da fertilização nitrogenada na produtividade de raízes tuberosas, teor de amido e rendimento de etanol em clones de batata-doce. O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições, testando cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se como fonte de N a ureia (45% N), e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149). A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha. A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP). As doses de 112 e 171 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia favorecem os rendimentos máximos de produtividade de raízes tuberosas. E com a dose de 120 e 210 kg ha⁻¹ de N, obtêm rendimentos máximos de amido e de etanol pelos clones de batata doce. Nas condições do presente estudo, os clones de batata-doce mostraram-se aptos a serem recomendados para utilização em outros estudos e, em área de agricultores, visando a produção de raízes tuberosas e teor de amido.

Palavras-chaves: *Ipomoea batatas*, adubação nitrogenada, produtividade.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the contribution of nitrogen fertilization on root yield, starch content and ethanol yield of sweet potato clones. The study was conducted between March and August 2012, at the Experimental Farm of the Federal University of Sergipe, located in the municipality of São Cristóvão, Sergipe, Brazil. We used a randomized block randomized in a 5x3 factorial design with three replications, testing five N rates (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹), using as a source of N urea (45 % N), and three clones of sweet potato (Brazlândia Branca; IPB-075 and IPB-149). The commercial cultivar Brazlândia Branca was considered as a witness. Plants were harvested at 150 days after planting (DAP). Doses of 112 and 171 kg ha⁻¹ of nitrogen as urea favor the maximum yields of root yield. And with dose de 120 and 210 kg ha⁻¹ N, obtain maximum yields of starch and ethanol by clones of sweet potato. Under the conditions of this study, clones of sweet potato showed themselves capable of being recommended for use in other studies, and area farmers, aiming at the production of roots and starch content.

Keywords: *Ipomoea batatas*, nitrogen, productivity.

INTRODUÇÃO

A busca por novas matérias-primas para produção de etanol, assim como a tecnologia industrial utilizada para fontes amiláceas, já faz parte da agenda dos países detentores de alta tecnologia, como Alemanha, Dinamarca, Bélgica, Suécia, França e Estados Unidos, desde o final da década de 90 (IEL, 2008).

Um dos desafios do Brasil é aumentar a oferta de álcool combustível e buscar novas fontes e, ou métodos para produção de álcool (Curvelo-Santana et al., 2010). Segundo Reguly (1998), dentre as matérias-primas para a produção de álcool, o milho (*Zea mays* L.) e a mandioca (*Manihot* sp.) alcançam rendimento em torno de 330 a 380 L tonelada⁻¹ e 142 a 250 L tonelada⁻¹, respectivamente, já o melão da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) atinge 300 a 380 L tonelada⁻¹ de produção de álcool.

Com a expansão das fontes de energia renováveis e biomassas, a cultura da batata-doce, por apresentar rusticidade, fácil manejo e diversidade genética, pode ser uma alternativa para os combustíveis provenientes do petróleo (Oliveira Neto, 2012). O etanol, obtido a partir de batata-doce e de outros produtos de elevada importância econômica para o Brasil, poderá contribuir de forma substancial para atenuar os prejuízos dos gases de efeito estufa (Andrade et al., 2009).

O etanol é produzido de biomassa contendo açúcares, amido ou material celulósico (Pavlak et al., 2007). O amido é considerado o principal componente da raiz da batata-doce, seu teor nas raízes podem variar, entre outros aspectos, em função da adubação (Oliveira et al., 2005).

Um dos nutrientes minerais mais absorvidos pela cultura da batata-doce é o nitrogênio (Echer et al., 2009). Ele está presente nas moléculas de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas, betacianinas; e já que faz parte da molécula de clorofila, está envolvido no processo da fotossíntese (Sobral et al., 2007). Entretanto, apesar da sua importância para a nutrição das hortaliças, pouco se conhece sobre as quantidades necessárias para a obtenção de rendimentos satisfatórios para a batata-doce, principalmente no estado de Sergipe.

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho, foi avaliar a contribuição da fertilização com nitrogênio na produtividade de raízes tuberosas, teor amido e rendimento de etanol em clones de batata-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido, entre os meses de março e agosto de 2012, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Sergipe (UFS) localizado no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil (10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude e altitude de 18 m acima do nível médio do mar). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro (Resende, 2009).

O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (Embrapa, 2006). Antes do preparo do solo e plantio da batata-doce, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, para a caracterização química e física, de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1999), que resultaram em: pH (H₂O) = 5,4; Matéria Orgânica = 0,86 dag dm⁻³; Ca⁺² + Mg⁺² = 0,82 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² = 0,39 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,43 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,65 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,03 cmol_c dm⁻³; Na = 3,5 mg dm⁻³; K = 21,1 mg dm⁻³; P = 7,0 mg dm⁻³; SB = 0,89 cmol_c dm⁻³; CTC = 2,92 cmol_c dm⁻³; Areia = 738,2 g kg⁻¹; Argila = 54,6 g kg⁻¹; Silte = 207,2 g kg⁻¹; Classificação textural = Franco Arenoso.

A adubação de plantio constou da aplicação de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando 178 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 155 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, como fontes de P e K, respectivamente (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições, testando cinco doses de N (0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹), empregando-se, como fonte de N a ureia (45% N) e três clones de batata-doce (Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149). As ramas de batata-doce, obtidas do Banco Ativo de Germoplasma da UFS, contendo em média oito entrenós foram plantadas numa profundidade de aproximadamente 0,10 m nos leirões (0,40 m). As parcelas experimentais de 10,24 m² foram constituídas por cinco fileiras, espaçadas de 0,80 m e nove plantas por fileira espaçadas de 0,40 m. As 27 plantas das três fileiras centrais foram consideradas parcelas úteis (5,12 m²).

Os três clones avaliados foram: Brazlândia Branca; IPB-075 e IPB-149. O clone IPB-075 foi cedido pelo Prof. Dr. Wilson R. Maluf da UFLA e o clone IPB-149 originário do município de Moita Bonita-SE em que é considerado cultivar comercial no Estado de Sergipe, cujo nome popular é “Ourinho”. A cultivar comercial Brazlândia Branca foi considerada como testemunha entre os clones avaliados.

Para o preparo do solo, foram realizadas duas arações e duas gradagens. Os leirões de 0,40 m de altura foram confeccionados manualmente, com o auxílio de enxada. Antes do

momento do plantio das ramas de batata-doce nos leirões, fez-se a aplicação das doses de nitrogênio, sendo que as doses de 30 kg ha⁻¹ foram aplicadas na sua totalidade no plantio; as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹, aplicou-se 50% no plantio e o restante 30 dias após o plantio; e a dose de 240 kg ha⁻¹, aplicou-se um terço no plantio, um terço 30 dias após o plantio e a última parte 45 dias após o plantio. De acordo com a análise química do solo foi feita a prática da calagem, com o uso do calcário dolomítico (85% PRNT), para a correção da acidez e fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, aproximadamente 60 dias antes do plantio e da aplicação dos tratamentos. Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão; capinas manuais foram realizadas quando necessário, para manter a cultura livre de competição com plantas daninhas; e amontoas, para proteger as raízes contra a incidência de luz e manter a formação dos leirões. Não foi necessário efetuar medidas fitossanitárias durante o ciclo vegetativo da batata-doce.

A colheita foi realizada aos 150 dias após o plantio (DAP), quantificando-se a produtividade total de raízes tuberosas, que foi obtida através da pesagem das raízes colhidas nas parcelas experimentais de cada tratamento e os resultados transformados de kg parcela⁻¹ e expressos em Mg ha⁻¹. Também foi determinados os teores de matéria seca das raízes tuberosas (%), de amido (%) das raízes tuberosas, o rendimento de amido (Mg ha⁻¹) e o rendimento em etanol (m³ ha⁻¹). O rendimento em etanol foi estimado a partir da produtividade de raízes tuberosas, o teor de matéria seca e o teor de amido dos clones avaliados, de acordo com o procedimento realizado por Martins et al. (2012). Para a determinação do teor de amido foi utilizado o método de Lane-Eynon (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Para o teor de matéria seca das raízes tuberosas foram amostrados cerca de 300 gramas de raízes de cada parcela experimental, que foram trituradas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir o peso constante.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, para verificar a possibilidade de realização da análise de variância pelo teste F, em seguida, o teste de média, usando o teste de Tukey (P<0,05) e análise de regressão polinomial. Para a variável quantitativa, como as doses de N foram testadas em cada característica avaliada, os modelos polinomiais, que melhor se ajustou as doses de nitrogênio, pelo teste F a 5% de probabilidade e pelo maior valor do coeficiente de determinação (R²); e para a variável qualitativas, como os clones de batata-doce, quando as médias foram significativas, utilizou-se o teste de média, Tukey a 5% de probabilidade (Banzatto e Kronka, 2006). As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis estudadas são observadas no ANEXO A, ao nível de 5% de probabilidade. Observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) na interação doses x clones de batata-doce sobre a produtividade total das raízes tuberosas, rendimento de amido e rendimento de etanol (Tabela 1). Bem como efeito significativo entre clones, nas variáveis teor de massa seca de raízes e teor de amido (Tabela 2).

De acordo com a Tabela 1, todos os clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional que é de $11,84 \text{ Mg ha}^{-1}$ (IBGE, 2010). Para a produção total de raízes tuberosas, os clones Brazlândia Branca e IPB-149 tiveram ajustes ao modelo quadrático de regressão, alcançando produtividade máxima de raízes tuberosas de $37,41$ e $47,89 \text{ Mg ha}^{-1}$ com as doses máximas de $130,80$ e $171,68 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, respectivamente. A produtividade de raízes tuberosas nos clones Brazlândia Branca e IPB-149 variaram de $17,98$ a $37,10 \text{ Mg ha}^{-1}$ e de $33,63$ a $48,05 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Tabela 1). Já o clone IPB-075 com resposta cúbica de regressão obteve máxima produtividade de aproximadamente 54 Mg ha^{-1} com dose em torno de 112 kg ha^{-1} de nitrogênio, sendo que as produtividades variaram de $48,83$ a $59,52 \text{ Mg ha}^{-1}$ de raízes tuberosas (Tabela 1). Com isso, evidencia que com a dose máxima entre 112 e 171 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia proporcionou rendimentos máximos de produtividade de raízes tuberosas.

Oliveira et al. (2006), em Areia-PB, com a aplicação de 20 Mg ha^{-1} de esterco bovino no plantio e adubação em cobertura com ureia, em doses de N de $0, 50, 100, 150$ e 200 kg ha^{-1} , a produtividade máxima total de raízes foi de 23524 kg ha^{-1} obtida na dose máxima de 200 kg ha^{-1} de N. O presente estudo conseguiu uma maior produtividade de raízes tuberosas com doses inferiores as aplicadas no estudo de Oliveira et al. (2006).

Em Diamantina-MG, Andrade Júnior et al. (2012), avaliaram 12 clones de batata-doce, adubando no plantio com 10 Mg ha^{-1} de esterco de curral curtido, 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 45 kg ha^{-1} de K_2O e 30 kg ha^{-1} de N, utilizando como fontes, o superfosfato simples, o cloreto de potássio e o sulfato de amônio, respectivamente. Esses autores realizando a colheita aos seis meses após o plantio obtiveram dados de produtividade total de raízes tuberosas, de $32,9, 23,8$ e $25,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, dos clones BD-45, BD-42 e da cultivar Brazlândia Rosada, respectivamente. Em outro estudo, Viana (2011), também em Diamantina (MG), obteve valores de $10,99$ e $21,72 \text{ Mg ha}^{-1}$ para as médias de produtividade total de raízes, em dois ambientes de cultivo.

TABELA 1. Produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), rendimento de amido (RA) e rendimento de etanol (RE) de três clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

DOSES		CLONES		
Brazlândia Branca				
		PTRT (Mg ha ⁻¹)	RA (Mg ha ⁻¹)	RE (m ³ ha ⁻¹)
0		17,980	4,348	3,130
30		27,633	6,838	4,923
60		31,370	7,177	5,167
120		37,106	8,956	6,448
240		24,400	5,116	3,684
Equação		- 0,001096* x ² + 0,286733*x+ 18,663	-0,000278*x ² + 0,069323*x+ 4,501	- 0,000200*x ² + 0,049912*x+ 3,241
R²		0,98	0,95	0,95
IPB-075				
		PTRT (Mg ha ⁻¹)	RA (Mg ha ⁻¹)	RE (m ³ ha ⁻¹)
0		59,526	11,641	8,381
30		51,756	10,294	7,411
60		50,293	9,302	6,697
120		56,150	10,293	7,411
240		48,830	9,078	6,536
Equação		-0,000013*x ³ + 0,004395*x ² - 0,373453*x+ 59,481	0,000045*x ² - 0,018755*x+ 11,120	0,000032*x ² - 0,013503*x+ 8,007
R²		0,99	0,58	0,58
IPB-149				
		PTRT (Mg ha ⁻¹)	RA (Mg ha ⁻¹)	RE (m ³ ha ⁻¹)
0		30,176	7,590	5,464
30		33,630	8,474	6,101
60		37,956	9,823	7,072
120		48,050	11,367	8,184
240		44,533	10,145	7,304
Equação		- 0,000651*x ² + 0,223525*x+ 28,707	- 0,000168*x ² + 0,051966*x+ 7,369	- 0,000121*x ² + 0,037416*x+ 5,306
R²		0,95	0,97	0,97
CV		11,73	15,18	15,18

*Significativo a 5 % de probabilidade

Oliveira Neto (2012), com a formulação NPK 6-24-12, avaliou 31 clones de batata-doce nos municípios de São Cristóvão, Malhador e Canindé de São Francisco, do Estado de Sergipe, dentre eles os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149, que obtiveram valores de rendimento total de raízes variando de 27,83 a 43,01; 29,64 a 63,28; 18,41 a 32,78 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Martins et al. (2012) avaliaram 50 clones de batata-doce oriundos do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal do Tocantins, na Estação Experimental do Campus Universitário de Palmas da Universidade Federal do Tocantins (UFT), adubando no plantio com a dosagem de 105 kg ha⁻¹ de fósforo, 90 kg ha⁻¹ de potássio e 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, resultou que dos 50 clones avaliados as maiores médias de produtividades de raízes tuberosas foram representadas por dois clones, Duda (40,9 Mg ha⁻¹) e 22,19 (45,4 Mg ha⁻¹).

Gonçalves Neto et al. (2011), no município de Ijaci, MG, obteve produtividade média de raízes tuberosas no geral dos 39 genótipos avaliados de 29,51 Mg ha⁻¹ de raízes frescas. Com a cultivar Rainha Branca, Alves et al. (2009), adubando no plantio com 15 Mg ha⁻¹ de esterco bovino e 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura com ureia, parcelados 33%, 50% e 100%, alcançou produtividade total entre 22,9 e 27,4 Mg ha⁻¹ de raízes tuberosas, com exceção da aplicação aos 100% no plantio e 100% aos 60 dias após o plantio (DAP) que tiveram os menores valores de produtividades, variando entre 19,0 e 19,8 Mg ha⁻¹ de produtividade total raízes tuberosas. Cardoso et al. (2005), avaliando diversos clones em Vitória da Conquista, sem a utilização de calagem e adubação, alcançaram as melhores médias de produtividade total de raízes tuberosas entre 20,2 e 28,5 Mg ha⁻¹.

No rendimento de amido, os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149 tiveram comportamento quadrático de regressão as doses de nitrogênio aplicadas, alcançando rendimento máximo de amido de 8,82, 9,16 e 11,39 Mg ha⁻¹ com as doses de 124,68, 208,39 e 154,66 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Tabela 1). No rendimento de etanol, os clones Brazlândia Branca, IPB-075 e IPB-149 tiveram resposta quadrática de regressão as doses de nitrogênio aplicadas, alcançando rendimento máximo de etanol de 6,35, 6,58 e 8,19 m³ ha⁻¹ com as doses de 124,78, 210,98 e 154,61 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Tabela 1). Constatando-se que entre as doses de 120 e 210 kg ha⁻¹ de N, rendimentos máximos de etanol podem ser alcançados na cultura da batata-doce fertilizada com nitrogênio no estado de Sergipe.

Martins et al., (2012), dentre os 50 clones avaliados, 4 clones se destacaram dentro do melhor grupo composto por mais da metade dos clones do estudo, em que obtiveram entre 5,90 e 10,41 Mg ha⁻¹ de rendimento de amido. Esses autores afirmaram que, a partir da

produtividade, matéria seca e teor de amido de 50 clones de batata-doce, estimaram o rendimento em etanol ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$). De acordo com os resultados, em 5 grupos, obteve $7,63 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, $6,05 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, $3,51$ a $4,82 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, no primeiro, segundo e terceiro grupos, respectivamente. Já no quarto e quinto grupos, foram os que obtiveram menor rendimento entre $0,64$ e $3,33 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Castro et al. (2011) selecionaram cultivares para o processo de produção de etanol, Amanda e Carolina Vitória, elas apresentaram 176,2 e 183,82 litros de etanol por tonelada de raiz, respectivamente. Esses autores ainda verificaram que com a utilização do soro de queijo hidrolisado, a cultivar Amanda e Carolina Vitória obtiveram 204,4 e 213,45 litros de etanol por tonelada de raiz. Os autores constataram que com o uso do soro de queijo hidrolisado na produção de álcool de batata-doce, ocorreu um incremento de até 16,6 % na produção convencional de álcool por tonelada de raiz, resumidos em até 28,9 litros a mais de álcool por tonelada de raiz.

Pavlak et al. (2011), compararam o rendimento e a eficiência do processo fermentativo do mosto hidrolisado de batata-doce utilizando três linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*, as linhagens industriais (JP-1 e PE-2) e a linhagem de panificação (Fleischmann), para a produção de etanol utilizando batata-doce como matéria-prima. A cultivar de batata-doce escolhida foi a denominada “Duda”, esta cultivar de acordo com Silveira (2008) é considerada a mais produtiva para a indústria, em função de sua elevada produtividade (65 Mg ha^{-1}) e por combinar em um único genótipo elevado teor de matéria seca e produtividade, gerando uma produção em torno de 10.467 litros de etanol por hectare.

De acordo com os resultados das análises de Pavlak et al. (2011), o balanço de massa da produção de etanol a partir do hidrolisado de batata-doce obteve maior média de produção com a linhagem PE-2 de 19.889 L ha^{-1} de etanol. Esses autores ainda ressaltam que a viabilidade, o rendimento e a eficiência do processo fermentativo do estudo foram promissores para a produção de etanol, utilizando batata-doce como matéria-prima.

No teor de massa seca das raízes tuberosas, a cultivar Brazlândia Branca e o clone IPB-149, não diferiram estatisticamente, com incrementos de 21,29 e 20,43%, respectivamente, em relação ao clone IPB-075 (Tabela 2).

Os valores do teor de massa seca nas raízes foram superiores para os clones Brazlândia Branca e IPB-149, com valores correspondentes a 35,31 e 35,05%, respectivamente (Tabela 2). Em outro estudo, Martins et al. (2012), dos 50 clones avaliados, obtiveram percentual de matéria seca das raízes variando entre 24,53 a 39,13%.

Andrade Júnior et al. (2012), avaliando 12 clones de batata-doce em Diamantina-MG, com a colheita aos seis meses após o plantio, verificaram que os teores de matéria seca variaram de 26,3 a 28,8%.

TABELA 2. Teor de massa seca e teor de amido das raízes tuberosas em função de clones de batata-doce. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

CLONES	MASSA SECA (%)	AMIDO (%)
Brazlândia Branca	35,310 a	66,578 b
IPB-075	29,111 b	65,145 b
IPB-149	35,057 a	70,066 b
CV(%)	8,83	4,55

*As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade

Na variável teor de amido, o clone IPB-149 foi significativamente superior, em relação aos clones IPB-075 e Brazlândia Branca, em 7,55 e 5,23%, respectivamente. O teor de amido obtido pelo clone IPB-149 foi de 70,06%. A fécula da cultivar de batata-doce 'Rosinha do verdum' avaliada por Andrade et al. (2002), obteve 72,64% de amido. Leonel et al. (2004), no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT) /UNESP/Botucatu-SP, com a fécula da variedade de batata-doce CNPH 001 obteve 82,35 % de amido. Castro et al. (2011) selecionaram cultivares para o processo de produção de etanol, Amanda e Carolina Vitória, elas apresentaram teores de amido de 64,60 e 70,10%, respectivamente. Dentro desse contexto, os teores de amido alcançados pelos clones de batata-doce, no presente estudo adubados com N, estão dentro dos valores obtidos em outras pesquisas, podendo afirmar o potencial dos clones neste estudo para a produção de amido.

De acordo com Leonel e Cereda (2002), as amiláceas com elevados teores de matéria seca, a tornam matérias-primas importantes para a extração de amido. Gonçalves Neto et al. (2011), relatam que maiores teores de matéria seca e produção de biomassa podem proporcionar maior rendimento para produção de álcool. Assim, pode-se destacar o clone IPB-149 que obteve um dos melhores teores de matéria seca e a maior média do teor de amido (Tabela 2).

CONCLUSÃO

As doses de 112 e 171 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia favorecem os rendimentos máximos de produtividade de raízes tuberosas. E com a dose de 120 e 210 kg ha⁻¹ de N, obtêm rendimentos máximos de amido e de etanol pelos clones de batata doce.

Nas condições do presente estudo, os clones de batata-doce mostraram-se aptos a serem recomendados para utilização em outros estudos e, em área de agricultores, visando a produção de raízes tuberosas e teor de amido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. P. de; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. N. P. de; CARDOSO, E. de A.; MATOS, B. F., 2009. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciência e Agrotecnologia*. 33, 1554-1559.

ANDRADE, R. L. P. de; MARTINS, J. F. P., 2002. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22, 249-253.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, C. de R., 2012. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira*. 30, 584-589.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N., 2006. Experimentação agrícola. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S.N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M., 2005. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. *Horticultura Brasileira*. 23, 911-914.

CASTRO, I. P. M. de; ALVIM, T. da C.; SANTANA, W. R. de; CARVALHO, V. D. P. de; SILVEIRA, M. A. da., 2011. Efeito da adição de soro de queijo no processo de obtenção de etanol a partir de batata-doce. *Ciência e Agrotecnologia*. 35,980-986.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO., 1989. Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. 2. ed. rev. aum. Salvador.

CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. Otimização da produção de álcool de mandioca. 2010. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 30,613-617.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E.; SANTOS D.H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata-doce. 2009. *Horticultura Brasileira*. 27,171-175.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA., 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EmbrapaSPI, Embrapa-CNPS.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA., 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. 2011. *Ciência e Agrotecnologia*. 35: 1039-1042.

GONÇALVES NETO, C. A.; MALUF, R. W.; GOMES, A. A. L.; GONÇALVES R. J.; SILVA, V. F.; LASMAR, A., 2011. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 46, 1513-1520.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2010. Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro. 37, 1-91.

IEL- NÚCLEO CENTRAL – Instituto Euvaldo Lodi. 2008. Núcleo Central. Álcool combustível (Série Indústria em perspectiva) / IEL. Núcleo Central. – Brasília : IEL/NC, 163 p.

Instituto Adolfo Lutz., 2005. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Brasília (DF): ANVISA.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. 2002. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22,65-69.

LEONEL, M.; GARCIA, A. C. D. B.; REIS, M. M., 2004. Caracterização físico-química e microscópica de amidos de batata-doce, biri, mandioca e taioba e propriedades de expansão após modificação fotoquímica. *Brazilian Journal of Food Technology*. 7, 129-137.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, W. P. de. 2012. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*. 43, 691-697.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S., 2005. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. *Horticultura Brasileira*. 23, 925-928.

OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A., 2006. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. *Horticultura Brasileira*. 24, 279-282.

OLIVEIRA NETO, M. A., 2012. Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe. São Cristóvão, SE56 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.

PAVLAK, M. C. de M.; ZUNIGA, A. D.; LIMA, T. L. A.; ARÉVALO-PINEDO, A.; CARREIRO, S. C.; FLEURY, C. S.; SILVA, D. L., 2007. Aproveitamento da Farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. *Evidência*. 7, 7-24.

PAVLAK, M. C. de M.; ABREU-LIMA, T. L. de; CARREIRO, S. C; PAULILLO, S. C. de L., 2011. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. *Química Nova*. 34, 82-86.

REGULY, J. C. Biotecnologia dos processos fermentativos: fermentações industriais e biomassa celular. Pelotas: Editora Universitária, 1998. 224 p.

RESENDE, S. C., 2009. Sistemas de manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos tabuleiros costeiros sergipano. São Cristóvão, SE. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.

SILVEIRA, M. A., coord., 2008. Boletim Técnico – UFT, Palmas, Brasil.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2007, 251 p.

VIANA, D. J. S.; JÚNIOR, V. C. de A.; RIBEIRO, K. G.; PINTO, N. A. V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A.; LEMOS, V. T.; PEDROSA, C. E.; AZEVEDO, A. M., 2011. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. *Ciência Rural*. 41, 1466-1471.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Todos os clones avaliados neste estudo alcançaram valores superiores ao rendimento médio nacional de produtividade de raízes tuberosas.

A produtividade da biomassa da parte aérea dos clones avaliados, respondem a níveis acima das doses de nitrogênio aplicadas no presente estudo.

A dose econômica de aproximadamente 130 kg ha^{-1} de nitrogênio proporciona rendimentos máximos de produtividade total de raízes tuberosas pelos clones de batata-doce.

A eficiência fisiológica, de recuperação do nitrogênio aplicado, a de utilização do N e a eficiência de produção de raízes tuberosas diminuiu com o aumento das doses de N aplicadas, para todos os clones de batata-doce avaliados, enquanto que, o acúmulo de N na parte aérea e nas raízes tuberosas dos clones IPB-075 e IPB-149 apresentaram incrementos.

O clone de batata-doce IPB-149 foi o mais eficiente na conversão do N absorvido em N acumulado nas raízes tuberosas, apesar de que apresenta um comportamento inverso, quando se trata do acúmulo de N nas ramas.

As doses de 60 a 131 kg ha^{-1} proporcionam a máxima eficiência de produção de raízes tuberosas entre as cultivares Brazlândia Branca e Ourinho (IPB-149), bem como, eficiência de utilização do nutriente entre as doses de 100 a 220 kg ha^{-1} de nitrogênio entre essas cultivares.

A dose de 154 kg ha^{-1} de N favorece a maior produção de massa seca total de raízes tuberosas nos clones de batata-doce.

O clone de batata-doce IPB-149 proporcionou maior correlação entre o uso de nitrogênio e a produtividade de raízes.

Com a dose entre 120 e 210 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia pode-se obter rendimentos máximos de amido e de etanol na cultura da batata-doce.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. U.; OLIVEIRA A. P.; ALVES E. U.; OLIVEIRA A. N. P.; CARDOSO E. A.; MATOS B. F. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1554-1559, nov./dez., 2009.

ANDRADE, E. T. de; CARVALHO, S. R. G. de; SOUZA, L. F. de. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. **ENGEVISTA**, V. 11, n. 2, p. 127-136, dezembro, 2009.

ANDRADE, R. L. P. de; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 249-253, set.-dez., 2002.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, C. de R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 584-589, out.-dez. 2012.

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. Nutrient use efficiency in plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. Volume 32, Issue 7-8, p. 921-950, 2001.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BOLDIERI, F. M.; CAZETA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.3, p.421-428, 2010.

BRITO, C. H.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELES, C. S. M.; SANTOS, J. F.; NÓBREGA, J. P. R. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, jul.-set, 320-323, 2006.

CASTRO, I. P. M. de; ALVIM, T. da C.; SANTANA, W. R. de; CARVALHO, V. D. P. de; SILVEIRA, M. A. da. Efeito da adição de soro de queijo no processo de obtenção de etanol a partir de batata-doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 980-986, set./out., 2011.

CASTRO, L. A. S.; EMYGDIO, B. M. Batata-doce para produção de biocombustível. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/BatataDoce/index.htm>. Acesso em: 1 out. 2011.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S.N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.911-914, out-dez 2005.

CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G. ; PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 421-426, 2009.

CRASWELL, E.T.; GODWIN, D.C. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. In: TINKER, P.B.; LAUCHI, A., ed. **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger, 1984. p.1-55.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2. ed. rev. aum. Salvador, 1989, 176 p.

CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM) cultivares abóbora e da costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 273-278, jul-set, 2005.

COUTINHO, A. P. C. **Produção e caracterização de maltodextrinas a partir de amidos de mandioca e batata-doce**. Botucatu, SP, 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, UNESP.

CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. Otimização da produção de álcool de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 613-617, jul.-set. 2010.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n.2, abr.-jun, p. 176-182, 2009.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E.; SANTOS D.H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, abr.-jun, p. 171-175, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EmbrapaSPI, Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Batata-Doce. Disponível em: < http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/dicas/batata_doce.htm>. Acesso em: 11 set. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Batata-doce (*Ipomoea batatas*). Jun. 2008. Disponível em: < http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/nutricao_adubacao.html>. Acesso em: 02 out. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultura da Batata Doce. Dez. 2004. Disponível em: < <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/index.htm>>. Acesso em: 17 set. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultura da batata doce. Dez. 2004. Disponível em: < <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/Plantio.htm>>. Acesso em: 02 out. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Londrina: Ed. Planta, 2006. Cap. 7, p. 173-174.

FAGERIA, N.K. **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. 274p.

FAGERIA, N. K.; STONE L. F.; SANTOS A. B. Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 1999, 294 p.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FERREIRA, D.S. SISVAR: versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2011. Software.

FIGUEIREDO, J. A. **Seleção de clones de batata-doce com potencial de utilização na alimentação humana e animal**. Diamantina, MG. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças - 3. Ed. rev. e ampl.** Viçosa, MG : **Ed. UFV**, 2007. Cap.21, p. 371-377.

FOLONI, J.S.S.; CORTE, A.J.; CORTE, J.R.N.; ECHER, F.R.; TIRITAN, C.S. Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.1, p.117-126, 2013.

FURTINI, I.V.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, 1696-1700, 2006.

GONÇALVES NETO, C. A.; MALUF, R. W.; GOMES, A. A. L.; GONÇALVES R. J.; SILVA, V. F.; LASMAR, A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1513-1520, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes**. Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-91, 2010.

IEL- NÚCLEO CENTRAL – Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Central. Álcool combustível (Série Indústria em perspectiva) / **IEL. Núcleo Central**. – Brasília : IEL/NC, 163 p. 2008.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Brasília (DF): ANVISA, 2005. 1018p.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 65-69, jan.-abr., 2002.

- LEONEL, M.; GARCIA, A. C. D. B.; REIS, M. M. Caracterização físico-química e microscópica de amidos de batata-doce, biri, mandioca e taioba e propriedades de expansão após modificação fotoquímica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 129-137, jul./dez. 2004.
- LIZANDRA, B. A. **Produção de destilado alcoólico a partir de mosto fermentado de batata-doce**. Botucatu, SP, 2009. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP.
- MAGALHÃES, K. A. B. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas – TO**. Palmas, TO, 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, UFT.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES F.; ALCARDE J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., ver. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M. Nitrogen efficiency in grain sorghum. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.2, p.577-589, 1980.
- MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, W. P. de. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 691-697, out-dez, 2012.
- MIRANDA, J. E. C. de; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n.4, p.881-892, 1988.
- MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, K. da; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.
- MOREIRA, J. N.; QUEIROGA, R. C. F. de; SOUSA JÚNIOR, A. J. de L.; SANTOS, M. A. dos. Caracteres morfofisiológicos e produtivos de cultivares de batata-doce, em Mossoró, RN. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 161 – 167, janeiro/março, 2011.
- OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p. 925-928, out-dez 2005.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N.; OLIVEIRA, A. N. P. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 611-617, jul./ago., 2006.
- OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, jul.-set, p. 279-282, 2006.

OLIVEIRA, A. P. de; BARBOSA, A. H. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. N. P. de. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1722-1728, nov./dez., 2007.

OLIVEIRA NETO, M. A. **Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe**. São Cristóvão, SE, 2012. 56 f.. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.

PAVLAK, M. C. de M.; ZUNIGA, A. D.; LIMA, T. L. A.; ARÉVALO-PINEDO, A.; CARREIRO, S. C.; FLEURY, C. S.; SILVA, D. L. Aproveitamento da Farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2007.

PAVLAK, M. C. de M.; ABREU-LIMA, T. L. de; CARREIRO, S. C; PAULILLO, S. C. de L. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, vol. 34, n. 1, p. 82-86, 2011.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. P.; GAMA, J. S. N.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. da S. Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. **Revista Verde**, Mossoró- RN, v. 3, n. 3, p. 12-16, julho/setembro, 2008.

PINHEIRO, J. C.; GOUDARD, N.R.; BARBOSA, N. da S. G. Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 1, p. 349-357, 2010.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, jul.-set, p. 371-374, 2007.

Raij, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba. Ceres, 1991. 343 p.

RAMOS, R. F. **Comparações produtiva, econômica e energética de sistemas convencional, orgânico e biodinâmico de cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Botucatu, SP. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP.

REGULY, J. C. **Biotecnologia dos processos fermentativos: fermentações industriais e biomassa celular**. Pelotas: Editora Universitária, 1998. 224 p.

RESENDE, S. C. **Sistemas de manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos tabuleiros costeiros sergipano**. São Cristóvão, SE. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, UFS.

ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.

RÓS, A. B.; NARITA, N. Produção de mudas de batata-doce a partir de poucas plantas matrizes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.85-59, 2011.

RURAL CENTRO. A produção de batata doce. Postado em: 21 dez. 2009. Disponível em: < <http://www.ruralcentro.com.br/noticias/17025/a-producao-de-batata-doce> >. Acesso em: 01 out 2011.

SAEG. Sistema para análises estatísticas, Versão 9.0. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2005. Software.

SANT'ANA, E.V.P.; SANTOS, A.B.; SILVEIRA, P.M. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.458-462, 2011.

SANTOS, J. F.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 663-666, 2010.

SANTOS, J. F. dos; OLIVEIRA, A. P. de; ALVES, A. U.; BRITO, C. H. de; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 103-106, jan.- mar. 2006.

SANTOS, J. F.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 663-666, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL. Notícias: Batata Doce é motivo de festa em Moita Bonita, em 25 nov. 2009. Disponível em: < <http://www.sagri.se.gov.br/modules/news/article.php?storyid=323> >. Acesso em: 01 out. 2011.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, p.289-302, 1981.

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. Itapetinga, BA. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB.

SILVEIRA, M. A., coord.; **Boletim Técnico** – UFT, Palmas, Brasil, 2008.

SILVEIRA, L. R.; SOUZA, R. C.; CHIESA, V. B.; TAVARES I. B.; ROSA W. S.; MOMENTÉ V. G.; SILVEIRA M. A. Determinação do teor de amido em clones de batata-doce de polpa alaranjada. Disponível em: < http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0586.pdf >. Acesso em: 12 out 2011.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2007, 251 p.

SOUZA, A. B. de; SANDRI, T. Avaliação preliminar de introduções de batata doce a parâmetros agrônômicos e a aspectos comerciais e culinárias. **Semina**, v. 11, n. 1, p.15-19, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2009. Cap.12, p. 316-331.

VIANA, D. J. S. **Produção e qualidade de raízes, ramas e silagem de ramas de clones de batata-doce em diferentes locais e épocas de colheita**. Diamantina, MG, 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM.

VIANA, D. J. S.; JÚNIOR, V. C. de A.; RIBEIRO, K. G.; PINTO, N. A. V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A.; LEMOS, V. T.; PEDROSA, C. E.; AZEVEDO, A. M. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1466-1471, ago, 2011.

VIEIRA, F. do C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. Piracicaba, SP, 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP.

ANEXOS

ARTIGO 1: Produtividade de biomassa da parte aérea e raízes tuberosas em clones de batata-doce em função da adubação nitrogenada.

ANEXO A. Resumo da análise de variância para as variáveis produtividade total da parte aérea (PTPA), produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), matéria seca total de raízes tuberosas (MSTRT), matéria seca total da parte aérea (MSTPA), teor de nitrogênio da parte aérea (TNPA), teor de nitrogênio das raízes tuberosas (TNRT), proteína bruta da parte aérea (PBPA), proteína bruta das raízes tuberosas (PBRT), acúmulo de nitrogênio da parte aérea (ANPA), acúmulo de nitrogênio das raízes tuberosas (ANRT) e índice de colheita (IC), de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio (Summary of analysis of variance for the variables total productivity shoot (TPS), total yield of tuberous roots (TYTR), dry matter content in the storage roots (DMCSRT), total dry matter of roots (TDMR), total dry matter shoot (TDMS), nitrogen content of shoot (NCS), nitrogen content of roots (NCR), crude protein shoot (CPS), crude protein of the tuberous roots (CPTR), accumulation of nitrogen in aerial (ANA), nitrogen accumulation of roots (NAR) and harvest index (HI), 3 clones of sweet potato subjected to nitrogen). São Cristóvão – SE, UFS, 2013.

QM												
FV	GL	PTPA	PTRT	MSTRT	MSTPA	TNPA	TNRT	PBPA	PBRT	ANPA	ANRT	IC
DOSES (D)	4	2118,59 ^{ns}	345,64*	26832217,90*	222058666,31*	13,07 ^{ns}	23,25 ^{ns}	5,44 ^{ns}	13,88*	15172,05 ^{ns}	3959,94 ^{ns}	596,52 ^{ns}
CLONES (C)	2	5877,85 ^{ns}	2375,84*	108773834,02*	402222156,48*	2,30 ^{ns}	12,48 ^{ns}	3,92 ^{ns}	3,58*	16336,70 ^{ns}	10698,04 ^{ns}	2081,41 ^{ns}
D x C	8	465,62*	102,37 ^{ns}	4565432,14 ^{ns}	44623666,34 ^{ns}	17,05*	3,36*	5,45*	0,54 ^{ns}	7999,35*	2045,83*	100,95*
BL	2	82,77	62,47	4150813,66	36083197,44	0,30	0,56	0,23	1,09	55,21	87,96	158,06
ERRO	28	114,91	72,81	2374942,38	26652880,59	4,23	0,87	1,25	0,91	457,51	155,14	38,70
TOTAL	44											
CV (%)		24,51	20,42	12,27	37,78	21,29	17,50	19,06	27,69	17,39	15,43	12,13
Média Geral		43,74	41,78	12556,57	13664,43	9,67	5,34	5,88	3,44	122,97	80,70	51,28

*Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns} não significativo.

(*Significant at the 5% probability

^{ns} not significant)

ARTIGO 2: Eficiência nutricional e produção de biomassa e raízes tuberosas de clones de batata-doce sob adubação nitrogenada.

ANEXO A. Resumo da análise de variância para as variáveis eficiência fisiológica (EF), eficiência na produção de raízes tuberosas (EPRT), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

FV	GL	QM				
		EF	EPRT	ER	EU	
DOSES (D)	3	133812,76 ^{ns}	850374,39 ^{ns}	2,50 ^{ns}	119969,85 ^{ns}	
CLONES (C)	2	67788,42 ^{ns}	666308,17 ^{ns}	2,86 ^{ns}	869997,66 ^{ns}	
D x C	6	137559,16*	362927,03*	1,29*	33985,13*	
BL	2	2412,34	21728,57	0,27	9512,89	
ERRO	22	5120,10	6486,06	0,49	2026,58	
TOTAL	35					
CV (%)		44,47	22,54	60,38	27,35	
Média Geral		160,89	357,29	1,16	164,57	

*Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns} não significativo

ARTIGO 3: Produção de raízes tuberosas, amido e etanol em clones de batata-doce fertilizados com nitrogênio.

ANEXO A. Resumo da análise de variância para as variáveis produtividade total de raízes tuberosas (PTRT), teor de matéria seca das raízes (TMSR), teor de amido (TA) , rendimento de amido (RA) e rendimento de etanol (RE) de 3 clones de batata-doce submetidos a doses de nitrogênio. São Cristóvão-SE, UFS, 2013.

FV	GL	QM				
		PTRT	TMSR	TA	RA	RE
DOSES (D)	2	164,867 ^{ns}	7,808 ^{ns}	22,474 ^{ns}	7,534 ^{ns}	3,905 ^{ns}
CLONES (C)	2	2473,532 ^{ns}	184,605 ^{ns}	96,107 ^{ns}	56,439 ^{ns}	29,258 ^{ns}
D x C	4	107,254*	2,386*	5,598*	5,977*	3,098*
BL	8	35,265	3,039	18,071	0,643	0,333
ERRO	28	21,967	8,573	9,352	1,743	0,903
TOTAL	44					
CV (%)		11,73	8,83	4,55	15,18	15,18
Média Geral		39,95	33,15	67,26	8,69	6,26

*Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns} não significativo