



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE
DOSES DE NITROGÊNIO, ESPAÇAMENTOS E NÚMERO DE RAMAS
POR COVA.**

ANNE KATHERINE DE HOLANDA BEZERRA ROSADO

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE
DOSES DE NITROGÊNIO, ESPAÇAMENTOS E NÚMERO DE RAMAS
POR COVA.**

ANNE KATHERINE DE HOLANDA BEZERRA ROSADO

Sob a Orientação do Professor

Ademar Pereira de Oliveira

Tese submetida como
requisito para obtenção do
grau de **Doutor em
Agronomia**, no Programa de
Pós-Graduação em
Agronomia.

Areia, PB

Outubro de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

R788c Rosado, Anne Katherine de Holanda Bezerra.

Crescimento e produção de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos e número de ramos por cova / Anne Katherine de Holanda Bezerra Rosado. - Areia: UFPB/CCA, 2016.

xvi, 76.f. : il.

*Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.
Bibliografia.*

Orientador: Ademar Pereira de Oliveira.

1. Batata-doce 2. Nutrição mineral 3. Adubação I. Oliveira, Ademar Pereira de II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 635.22(043.2)

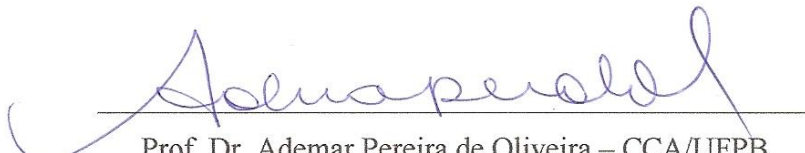
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

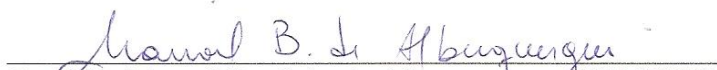
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


**TÍTULO: CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE
DOSES DE NITROGÊNIO, ESPAÇAMENTOS E NÚMERO DE RAMAS POR COVA.**

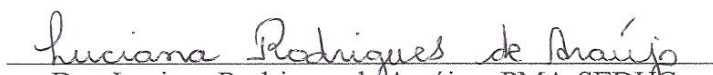
AUTORA: ANNE KATHERINE DE HOLANDA BEZERRA ROSADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira – CCA/UFPB
Orientador


Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque – CCA/UFPB
Co-Orientador


Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias – CCA/UFPB
Examinador


Dra. Luciana Rodrigues de Araújo – PMA-SEDUC
Examinadora

Data da realização: 11 de outubro de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador

**“Eu vos dou um novo mandamento:
amais-vos uns aos outros, como eu
vos amei” (Jo 13, 34).**

AGRADECIMENTOS

À Deus que em sua humilde paixão nos guia. Todos os dias O agradeço pela vida, pelas escolhas que me ajudou a fazer e agora mais uma vez, pelo cumprimento dessa etapa.

Aos meus pais, Antônia das Dores de Holanda Bezerra e Ezequiel Escolástico Bezerra, pela dedicação à nossa família, por nos manter sempre unidos e pelo incentivo diário. Deus não poderia ter me dado presente maior.

Ao meu melhor amigo e indescritível amor, Beto.

Às minhas queridas irmãs, Anne, Karenina, Ticiane, Priscila, Salícia e meu gêmeo Thiago. Nosso maior aprendizado não advém de instituição alguma, mas sim do convívio em nossa casa.

Aos meus sobrinhos Clarisse, Ezequiel, Felipe, Beatriz, Rodrigo e Maria Antônia pela alegria e a manutenção do carinho mesmo à distância. Aos meus tios, primos e aos cunhados Erismar, Sérgio, Pedro, Hysaac e Luana pela constante preocupação e apoio.

Meus sogros-pais Mary e Betinho, meus cunhados Roberto, Cristina, minha sobrinha Maria Laura e demais familiares que sempre se interessaram pelo curso.

Ao professor e orientador Ademar Pereira de Oliveira pela elaboração do projeto, pelos ensinamentos e orientação durante essa jornada, dedicação, paciência e credibilidade na realização deste trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de desenvolver mais uma etapa da minha qualificação profissional e a certeza que estenderei meus conhecimentos ao pequeno produtor.

Aos demais professores da instituição e externos que contribuíram para minha formação em especial a Napoleão Beltrão (*in memoriam*), Manoel Bandeira, Flávio Pereira de Oliveira, Edna Ursulino, Luciana Cordeiro, Silvanda Silva, Walter Esfain, José Félix, José Espínola, Bruno de Oliveira Dias, Paulo Linhares, Rui Sales e Betinho Rosado.

Aos amigos colaboradores da UFPB. Eliane, Rosana, Jandira, Glorinha, Adriana, Churú, Vavá, Jó e Fan pela ajuda e condução do experimento.

Aos amigos e amigas de curso Ovídio Paulo, Luciana Menino, Robério, Thalita, Élica, Nêmora, Itacy e aos demais colegas da Pós-Graduação.

Os meus agradecimentos também aos amigos de convívio diário Léa, Camilo, Heider, Petrus, Ykesaky, Pollyana Soares, Paulo Brito, Edinho e aos queridos Alinne e Paulo, Gracinha e Alinne Batista que sempre me incentivaram e trouxeram palavras de conforto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
A cultura da batata-doce.....	3
Espaçamento e número de plantas.....	4
Nitrogênio.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	11
Massa verde da parte aérea planta ⁻¹	11
Massa seca da parte aérea planta ⁻¹	11
Índice SPAD.....	11
Área foliar.....	11
Índice de área foliar.....	11
Massa média de raízes comerciais.....	12
Produção de raízes comerciais planta ⁻¹	12
Produtividades total e comercial de raízes.....	12
Teor de N, P e K foliar.....	12
Teor de amido.....	12
Análises estatística	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
Massa verde e seca da parte aérea planta ⁻¹	14
Massa verde da parte aérea planta ⁻¹	18
Massa seca da parte aérea planta ⁻¹	20
Índice SPAD, área foliar e índice de área foliar.....	22
Índice SPAD.....	22
Área foliar	25
Índice de área foliar	27

Massa média de raízes comerciais, produção de raízes planta ⁻¹ , produtividade total e comercial de raízes.	29
Massa média das raízes comerciais.....	31
Produção de raízes comerciais planta ⁻¹	33
Produtividades total e comercial de raízes.....	35
Teores de N, P e K foliar.....	38
Teor de amido.....	44
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climáticos da área experimental durante o período do experimento no ano de 2014. CCA-UFPB. Areia-PB.....	8
Tabela 2. Atributos químicos e físicos do solo na profundidade de 0-20 cm. CCA-UFPB. Areia-PB, 2016.....	9
Tabela 3. Resumo das análises de variância para massa verde (MV) e massa seca (MS) da parte aérea planta ⁻¹ na batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas, períodos de avaliação e número de ramas por cova, Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.	15
Tabela 4. Resumo das análises de variância para as variáveis de índice SPAD, área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF) da parte aérea planta ⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, número de ramas por cova, e aos períodos de avaliação. Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.....	21
Tabela 5. Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis massa média de raízes comerciais por planta (MRC), produção por planta (PP), produção total (PT), e produção comercial (PC), de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, e número de ramas por cova. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016....	30
Tabela 6. Resumo das análises de variância e regressão para teores foliares de N, P e K em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas e número de ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	39
Tabela 7. Resumo das análises de variância e regressão para o teor de amido em raízes comerciais de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	45

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Massa verde da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função das doses de nitrogênio, uma planta por cova e aos 25, 50, 75 e 100 DAP, Areia-PB, CCA-UFPB, 2016..... 16
- Figura 2.** Massa verde da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, duas ramas por cova, espaçamento aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016..... 17
- Figura 3.** Massa seca da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, duas ramas por cova aos 25, 50, 75 e 100 (DAP), Areia-PB, CCA-UFPB, 2016..... 18
- Figura 4.** Massa seca da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, duas ramas por cova e aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016..... 19
- Figura 5.** Índice SPAD em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio aos 25, 50, 75 e 100 DAP com uma rama por cova. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016..... 23
- Figura 6.** Índice SPAD em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, e espaçamento entre plantas com duas ramas por cova. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio, P=Períodos de avaliação e I= Idade da planta. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016..... 24
- Figura 7.** Área foliar de batata-doce em função das doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016..... 26

Figura 8. Índice de área foliar de plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) dias após o plantio. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016.....	28
Figura 9. Massa média de raízes comerciais de raízes de batata-doce adubada com doses de nitrogênio e com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	32
Figura 10. Produção de raízes por planta de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	30
Figura 11. Produção de raízes por planta de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	30
Figura 12. Produtividade total de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	36
Figura 13. Produtividade total de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com duas ramas por cova. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	37
Figura 14. Produtividade comercial de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas e uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	37
Figura 15. Produtividade comercial de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com duas ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	38
Figura 16. Teor de N foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	40

Figura 17. Teor de P foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamentos entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	42
Figura 18. Teor de P foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas com duas ramas por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016	42
Figura 19. Teor de K foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA- UFPB, 2016.....	43
Figura 20. Teor de K foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, com duas ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	44
Figura 21. Teor de amido em raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	46
Figura 22. Teor de amido em raízes comerciais de batata-doce em função do espaçamento entre plantas cultivadas com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.....	47

ROSADO, A. K. H. B. **Crescimento e produção de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos e número de plantas por cova.** 2016. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Na região nordeste, a batata-doce tem grande importância social por ser uma fonte de nutrição humana, além de colaborar com a geração de emprego e renda, mesmo assim, sua produtividade ainda é baixa quando comparada à média nacional. Com o objetivo de avaliar o crescimento e produção da batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos e número de ramos por cova, instalou-se um experimento em campo no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB sob o Neossolo Regolítico, Psamítico. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, foram testados 15 tratamentos formados por cinco doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), combinado fatorialmente com três espaçamentos entre plantas (0,30; 0,40 e 0,50 m), e nas subparcelas, diferentes números de plantas (uma e duas ramos cova). Foram avaliados massa verde e seca da parte aérea planta⁻¹, índice SPAD, área foliar, índice de área foliar, massa média das raízes comerciais, produção de raízes comerciais planta⁻¹, produtividades total e comercial de raízes nas raízes, teores de N, P e K foliar e teor de amido das raízes. A produtividade total atingiu o máximo de 49 t ha⁻¹, no espaçamento de 0,30 m com uma rama por cova na dose 168 kg ha⁻¹, para a produção comercial seu valor máximo de 33,9 t ha⁻¹ foi alcançado com uma rama cova e 144 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Todas as características de crescimento da batata-doce foram alteradas pela adubação nitrogenada, espaçamentos entre plantas e número de ramos por cova.

Palavras-chaves: Nutrição mineral. Fisiologia. Densidade populacional. Rendimento.

ROSADO, A. K. H. B. Growth and yield of sweet potatoes as a function of nitrogen rates, spacing and number of plants per pit. 2016. 76 f. Thesis (PhD in Agronomy). Postgraduate Program in Agronomy. Area of concentration: Tropical Agriculture. Federal University of Paraiba.

ABSTRACT

In the northeastern region, sweet potatoes have great social importance as a source of human nutrition, in addition to collaborating with the generation of employment and income, yet their productivity is still low when compared to the national average. In order to evaluate the growth and production of sweet potatoes as a function of nitrogen doses, spacings and number of branches per pit, a field experiment was set up at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, Areia, PB, Brazil. The Regolítico, Psamítico. The experimental design was of randomized blocks in subdivided plots with four replications. In the plots, 15 treatments consisting of five nitrogen doses (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹), combined with three plant spacings (0.30, 0.40 and 0.50 m), and in the subplots, different numbers of plants (one and two branches). Green and dry mass of shoot-1, SPAD index, leaf area, leaf area index, average commercial root mass, commercial root-plant yield, total and commercial rootstock yield, N, Leaf P and K and starch content of the roots. The total productivity reached a maximum of 49 t ha⁻¹, at a spacing of 0.30 m with one branch per pit at the dose 168 kg ha⁻¹, for commercial production its maximum value of 33.9 t ha⁻¹ was reached With one branch limb and 144 kg ha⁻¹ of nitrogen. All growth characteristics of sweet potato were altered by nitrogen fertilization, spacings between plants and number of branches per pit.

Keywords: Mineral nutrition. Physiology. Population density. Yield.

1. INTRODUÇÃO

A *Ipomoea batatas* é uma espécie dicotiledônea pertencente à família das Convolvuláceas, que agrupam aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, no entanto, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica. O caule ou rama possui hábito de crescimento determinado, de constituição herbácea, verde ou arroxeadado, pode ser segmentado e utilizado como rama-semente para formação de lavoura, a qual tem capacidade de emitir raízes em tempo relativamente curto, três a cinco dias, dependendo da temperatura e idade da rama (SILVA et al., 2008).

É cultivada em praticamente todo o território nacional sendo a sétima hortaliça mais importante dentre as culturas alimentícias (CIP, 2006), e podendo ser utilizada para consumo humano, alimento animal e nas indústrias sucroalcooleira, tecido, celulose, cosmética e adesivos (CARDOSO et al., 2005). Contudo, apesar de apresentar fundamental importância social e econômica, principalmente nas regiões mais pobres do país, onde predominam a agricultura familiar, ainda é pouco valorizada (RITSCHER et al., 2007).

Na região Nordeste, a batata-doce tem grande importância social por ser uma fonte de nutrição humana, além de colaborar com a geração de emprego e renda, mesmo assim, conforme IBGE (2012), sua produtividade ainda é baixa ($9,2 \text{ t ha}^{-1}$) quando comparada à média nacional, 12 t ha^{-1} . Aspectos relacionados principalmente com a falta de programas de nutrição, ausência de tecnologia adequada e pouca valorização da espécie são responsáveis por essa situação (OLIVEIRA et al. 2007).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2008), seu fornecimento via adubação funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, a partir da mineralização de matéria orgânica, geralmente baixo em relação às necessidades das plantas. O nutriente responsável pelo crescimento vegetativo das plantas, influencia o índice de área foliar e a produção de gemas vegetativas (MALAVOLTA, 2006). De acordo com Echer et al. (2009), o nitrogênio é o nutriente mais absorvido, tanto pelas folhas e ramos quanto pelas raízes de batata-doce. Quando fornecido em grande quantidade, favorece a produção vegetativa em detrimento da produção de raízes tuberosas (HARTEMINK et al., 2000; SILVA et al., 2002), deste modo, é fundamental a determinação de uma oferta adequada deste nutriente para que não haja prejuízo econômico e produtivo.

Outra forma de promover a produção satisfatória da batata-doce é o espaçamento, densidade e número de ramos, isso porque a população ideal de plantas a ser empregada é aquela suficiente para atingir o índice de área foliar ótimo para interceptar o máximo de

radiação solar útil à fotossíntese e, ao mesmo tempo, maximizar a fração da matéria seca disponível para os frutos. Nesse sentido, a população de plantas atua na penetração da radiação solar, no equilíbrio entre crescimento das partes vegetativas e dos frutos (SILVA, 2004; OLIVEIRA et al., 2010), e afetam de modo marcante o seu desenvolvimento. Quando o número de plantas por unidade de área aumenta, atinge-se um ponto no qual as plantas competem por fatores essenciais de crescimento, como nutrientes, luz e água (OLIVEIRA et al. 2010)

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a produção da batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos e número de plantas por cova.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura da batata-doce

A batata-doce é uma hortaliça originária das Américas Central e do Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatán, no México, até a Colômbia. Relatos de seu uso remontam de mais de dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no Vale de Chilca Canyon, no Peru e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central. É um alimento importante na dieta humana e para a indústria, nas formas de farinha, amido e doces. Possui na sua composição alto teor de vitaminas do grupo A, complexo B e sais minerais como cálcio, ferro e fósforo (OLIVEIRA et al., 2013), e foi difundida para a Europa através dos portugueses e espanhóis, dispersando-se posteriormente para os demais continentes, sendo, atualmente, cultivadas nas zonas tropicais, subtropicais e temperadas (CASTRO et al., 2009).

Possui dois tipos de raízes, a de reserva ou tuberosa, que constitui a principal parte de interesse comercial, e a raiz absorvente responsável pela absorção de água e extração de nutrientes do solo. As raízes tuberosas se formam desde o início do desenvolvimento da planta, sendo facilmente identificadas pela maior espessura, pela pouca presença de raízes secundárias e por se originarem dos nós (SILVA et al., 2008)

Com relação à importância econômica, a batata-doce é a sexta hortaliça mais importante em termos de produção global depois do arroz, trigo, batata, milho e a mandioca (GRACE et al., 2014; SHIH et al., 2009), sendo cultivada em mais de 111 países (SENANAYAKE et al., 2013). Países em desenvolvimento produzem e consomem quase toda a batata-doce do mundo, e sua produção mundial em 2009 foi de 102,7 milhões de toneladas, cultivadas em uma área 8,0 milhões de hectares, o que proporcionou uma produtividade média de 12,8 t ha⁻¹ (FAO, 2015), sendo a China o maior produtor mundial atingindo 85 milhões de toneladas anualmente (FELTRAN e FABRI, 2010).

No Brasil, a produção de batata-doce em 2013 foi de 479,25 toneladas, com maior concentração no estado do Rio Grande do Sul, 32% (FAOSTAT, 2015). Na região Nordeste, os estados mais produtores são Paraíba, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Alagoas, responsáveis por 40% da área plantada no país, sendo parte da sua produção destinada ao próprio consumo, e o excedente comercializado em mercados locais ou nos estados vizinhos (PEREIRA et al., 2003). No estado da Paraíba, essa hortaliça é mais

cultivada e difundida, porém possui uma das mais baixas produtividades, em torno de 6,8 t ha⁻¹, provavelmente pela falta de um programa adequado de nutrição mineral e orgânica para a cultura (OLIVEIRA et al., 2007).

A cultura da batata-doce se mostra uma atividade de considerável retorno financeiro devido à simplicidade de cultivo e dispêndios operacionais que em alguns aspectos não exige a mesma sofisticação e grande avanço tecnológico para seu desenvolvimento, onde estudos sobre os seus custos de produção e rentabilidade, a cultura se mostrou lucrativa com a proporção de R\$ 9.540, 87 por hectare de cultivo, em três ciclos da cultura (MELO, 2009). Outro aspecto importante é a sua qualidade, uma vez que possui na sua composição elementos de interesse nutricional como alto teor de vitaminas do grupo A, complexo B e sais minerais como cálcio, ferro e fósforo (OLIVEIRA et al., 2013).

O amido é considerado o principal componente da raiz da batata-doce, seguido dos açúcares mais simples, sacarose, glicose, frutose e maltose (OLIVEIRA et al., 2005). Na indústria de alimentos é utilizado para melhorar as propriedades funcionais, sendo empregados em sopas, molhos de carne, formador de gel em balas e pudins, estabilizante em molhos de salada, na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis. No entanto, seus teores de amido podem variar, entre outros aspectos, em função da adubação (OLIVEIRA et al., 2007).

Espaçamento e número de plantas

A densidade de plantio calculada através do espaçamento e número de planta, são considerados os principais fatores que influenciam diretamente os componentes de produção. Quando os números de plantas aumentam por unidade de área as plantas começam a competir por alguns dos fatores essenciais de crescimento, como nutrientes, água e luz sendo denominado ponto de competição (CARVALHO et al., 2001) De maneira geral, as plantas possuem considerável grau de capacidade de competição e, na medida em que se aumenta o espaço disponível, aumentam o desenvolvimento e a produção de cada planta individualmente, no entanto o aumento na densidade de plantio é uma estratégia muito comum para buscar aumento na produtividade, (CORRÊA et al., 2011).

O plantio em uma distância ideal pode fazer com que a planta suporte melhor as adversidades climáticas e problemas como pragas ou doenças. Além disso, a técnica, quando bem utilizada, promove ainda o equilíbrio nutricional das plantas, o que faz com que ocorra uma produção maior por hectare e maior lucro. Quando existe uma distância grande entre as

plantas, ocorre a sobrecarga de produção e desequilíbrio nutricional, devido ao excesso de produção por planta (SERA, 2015).

Na batata-doce, o espaçamento entre plantas exerce maior efeito na produção e massa média de raízes do que o espaçamento entre linhas. Espaçamentos maiores aumentam a produção por planta, com maior peso médio e menor gasto de ramas para o plantio, e espaçamentos menores aumentam a produção por unidade de área, mas reduzem a massa média de raízes (SILVA, 2004).

Os espaçamentos empregados no cultivo da batata-doce variam conforme a região, cultivar, ciclo, finalidade da produção, fertilidade natural do solo e nutrição mineral. Nesse sentido alguns autores relatam diversos espaçamentos para essa espécie. Soares et al. (2002) recomendam de 0,80 a 1 m entre linhas e 0,25 a 0,40 m entre plantas, mas enfatizam que para solos muito férteis devem ser usados espaçamentos menores, isto é, maiores densidades de plantio e Agridata (2002) indica o espaçamento de 0,80 x 0,40 m, contudo, na região de Areia, PB é usual o espaçamento de 0,80 x 0,30 m (OLIVEIRA et al., 2013).

Em relação ao número de plantas, é possível utilizar uma ou duas ramas por cova, enterrando-se dois nós, ou com uma rama maior distribuída em forma de círculo e enterrada a 5,0 cm de profundidade, isso porque o número de ramas na cova pode complementar os fatores ambientais que influenciam no rendimento das culturas (SULNMAN et al. 2001). No entanto, na região Nordeste, ocorre divergência quanto ao número de ramas por cova a ser usado, embora seja mais comum o emprego de uma rama (EMBRAPA, 1995). Oliveira et al. (2006 a) analisando o número de ramas por cova nessa hortaliça verificou que a maior produtividade comercial de raízes foi obtida com duas ramas por cova.

Nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela maioria das culturas, uma vez que estimula a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, e participa da absorção iônica, fotossíntese e respiração (MALAVOLTA et al., 2006). Além disso, atua no crescimento da parte aérea, estimula um crescimento mais vigoroso e prolonga o período vegetativo por estar envolvido no metabolismo vegetal, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila e outras enzimas, controlando o desenvolvimento das plantas (GHORBANI et al., 2008).

A exigência desse elemento pelas plantas é consequência da sua função estrutural, por que ela faz parte da molécula de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas,

sendo ainda ativador de muitas enzimas. O vegetal também depende desse nutriente para realização de um ou mais processos vitais da planta, multiplicação e diferenciação celular, rápido crescimento e auxílio aos microrganismos do solo para a decomposição da matéria orgânica (MALAVOLTA, 2006). É considerado um nutriente dinâmico na planta (RUZA et al., 2013), e absorvido principalmente nas formas de NO_3^- e NH_4^+ , formas minerais disponíveis no solo às plantas (BRAUN et al., 2013), e de acordo com Malhi et al. (2001) é necessário ter cautela na recomendação da quantidade usada, porque a recuperação do N dos fertilizantes pelas plantas é relativamente baixa, alcançando em muitos casos menos que 50%.

A dose adequada de nitrogênio é variável de acordo com alguns fatores, entre os quais se encontram a produtividade almejada, cultivar, técnicas de manejo, fonte e condições edafoclimáticas (PÔRTO et al., 2012). O uso excessivo desse fertilizante pode acarretar na lixiviação para águas subterrâneas, causando poluição ambiental, além disso, pesquisas regionais visando determinar as doses econômicas de N ressaltam a importância de racionalizar o uso de fertilizantes nitrogenados, diminuir os custos de produção e aumentar a rentabilidade das culturas (BASTOS et al., 2008).

Deficiências de nitrogênio em batata-doce também podem ser bastante prejudiciais, uma vez que comprometem a produtividade, tamanho de raízes comerciais, crescimento vegetativo, reduz o acúmulo de amido nos tecidos de reserva e podem levar a alterações de características importantes de mercado como a textura e firmeza da polpa das raízes tuberosas (SILVA; LOPES; MAGALHÃES, 2002). Conforme Oliveira et al. (2005) as raízes de batata-doce apresentaram diminuição da produtividade quando o nitrogênio foi usado em excesso, esses autores relatam que o nutriente remanescente é prejudicial para a formação de raízes comerciais, possivelmente devido à produção de massa verde alta e formação de raízes adventícias.

Outro ponto importante é em relação a absorção de outros nutrientes uma vez que, o excesso de N pode diminuir a absorção de potássio (SILVA, 2010), já que existem interações, sinérgicas e antagônicas, entre alguns nutrientes. Nas interações antagônicas, a absorção de determinada forma de um nutriente pode dificultar a absorção de outro, quando o excesso de um determinado cátion impede a absorção (ou causa a saída) de outro cátion (GUEDES 2011). Além das interações, a absorção foliar acelera a velocidade de acúmulo de sais dos íons tóxicos na planta sendo, muitas vezes, a fonte principal da toxicidade, deste modo, a presença de um íon em excesso poderá provocar deficiência ou inibir a absorção de outro, devido à precipitação (DIAS et al., 2010).

A aplicação do nitrogênio em cobertura proporciona maior concentração nas folhas (MEGDA et al., 2009). Isso é atribuído, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total da folha ser integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN & BARRETO, 1997). O N é essencial para o processo de fotossíntese, pois faz parte de todas as moléculas de clorofila que absorvem a luz, sendo o anel de tetrapirrol que fornece a cor verde, onde a sua ausência sugere deficiência de que reflete na função da clorofila dentro dos cloroplastos (RICE, 2007), independentemente de suas fontes.

O sulfato de amônio é uma fonte adequada de adubo onde possui na sua concentração de N (21%). Promove maior acidificação do solo, porém, tem como vantagens: menor higroscopicidade em relação à ureia, boas propriedades físicas, estabilidade química, menor perda de N por volatilização e 24% de enxofre na sua composição, mas o seu custo por unidade de N é maior em relação à ureia (BYRNES, 2000; PRIMAVERESI et al., 2004). A presença do enxofre no sulfato de amônio tem concorrido para expressivos aumentos de produtividade e lucratividade das principais culturas brasileiras (OSÓRIO FILHO, 2006).

Não obstante, existem outros trabalhos relacionando os efeitos do uso de nitrogênio em batata-doce. Leonardo et al. (2014) encontraram a produção máxima de raízes comerciais planta⁻¹ de 235,42 g com uso desse nutriente enquanto que Oliveira et al. (2006) obtiveram a produtividade máxima de raízes comerciais (9,15 t ha⁻¹) superior a média nacional em função da adubação nitrogenada no solo. Ainda no mesmo experimento, foi demonstrado que a máxima produtividade de 19,1 Mg ha⁻¹ foi obtida com a dose de 154 kg de ha⁻¹ nitrogênio via solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em condições de campo no período de agosto a dezembro de 2014, em uma área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), em Areia, PB, microrregião do Brejo Paraibano, com altitude de 574,62 m, latitude 6°58' S, e longitude 35°42'W. De acordo com a classificação bioclimática de Gaussem, o bioclima predominante na área é o 3dth nordestino sub-seco, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.400 mm. Pela classificação de Koppen (ALVARES et al., 2014), o clima é do tipo Aw, que se caracteriza como tropical com inverno seco, com chuvas de outono-inverno. A temperatura média anual oscila entre 23 e 24° C. Durante o período do experimento foram coletados os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa na estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (Tabela 1).

Tabela 1. Dados climáticos da área experimental durante o período do experimento no ano de 2014. CCA-UFPB. Areia-PB.

Meses	Temperatura (° C)		Precipitação (mm)	UR (%)
	Máxima	Mínima		
Agosto	26,8	19,7	78,0	84
Setembro	28,6	20,2	40,9	80
Outubro	28,8	20,4	34,1	79
Novembro	28,6	20,2	40,9	80
Dezembro	28,8	20,4	34,1	79

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico, Psamítico típico, textura franca-arenosa, típico (EMBRAPA, 2013). Antes do plantio foram coletadas amostras do solo, na camada de 0-20 cm, para determinação das suas características químicas e físicas, no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB, cujos resultados encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos e físicos do solo na profundidade de 0-20 cm. CCA-UFPB. Areia-PB, 2016.

Atributos químicos		
Variáveis	Valor	Interpretação
pH em água (1:2,5)	6,60	Bom
P (mg dm ⁻³)	169,00	Alto
K ⁺ (mg dm ⁻³)	67,00	Baixo
Na ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,04	Bom
H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,32	Bom
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,25	Bom
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,50	Bom
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,75	Bom
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,20	Baixo
SB cmol _c dm ⁻³	2,46	Médio
CTC cmol _c dm ⁻³	3,78	Médio
V %	65,08	Distrófico
m %	7,52	Não Álico
MO(g/kg)	12,40	Baixa
Atributos físicos		
Areia grossa (g kg ⁻¹)	672	
Areia fina (g kg ⁻¹)	125	
Silte (g kg ⁻¹)	126	
Argila (g kg ⁻¹)	77	
Densidade do solo (g dm ⁻³)	1,28	
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,51	
Classe textural	Areia Franca	

Análises químicas, físicas e de fertilidade do solo realizada no dia 24/07/2014 no Laboratório de Química e Fertilidade de Solo da Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB.

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, foram testados 15 tratamentos formados por cinco doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), combinado fatorialmente com três espaçamentos entre plantas (0,30; 0,40 e 0,50 m), e nas subparcelas, uma e duas ramas por cova. As parcelas e as subparcelas foram compostas por quatro leirões, medindo cada um 4,0 m de comprimento e distanciados de 0,80 m, perfazendo uma área total de 12,8 m², sendo toda aérea considerada útil. Os espaçamentos entre plantas quando se usou uma planta por cova, corresponderam, respectivamente, a 41.660, 31.250 e 25.000 plantas ha⁻¹, e o dobro com duas ramas por cova.

O solo foi preparado por meio de aração, gradagem e confecção de leirões com auxílio de enxadas com aproximadamente 30 cm de altura. A adubação de plantio constou da aplicação de 15 t ha⁻¹ de esterco bovino, (g kg⁻¹: N = 8,71 ; P = 4,4 ; K = 10,9; Ca = 2,4 e Mg = 3,5.) 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e de 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Na adubação de cobertura foram fornecidas as doses de nitrogênio descritas no delineamento experimental, parceladas em partes iguais aos 30 e aos 60 dias após o plantio. As fontes de P₂O₅, K₂O e nitrogênio foram, respectivamente, superfosfato simples, cloreto de potássio e sulfato de amônio.

Na implantação do trabalho em campo foram utilizadas ramas da variedade Campina, batata-doce de boa aceitação comercial na região, retiradas de plantio jovem, em área próxima ao experimento, cortadas com um dia de antecedência para facilitar o manejo e seccionadas em pedaços com aproximadamente 40 cm, contendo em média oito entrenós e plantadas pela base com auxílio de uma ferramenta artesanal em forma de um pequeno gancho, na profundidade de 10 a 12 cm.

Durante a condução do trabalho em campo foram realizadas capinas com auxílio de enxadas para manter a cultura livre de competição com plantas daninhas, amontoas para proteger as raízes contra a incidência de luz e fornecimento de água pelo sistema de gotejamento (fita gotejadora), nos períodos de ausência de precipitação. Não foi realizado controle fitossanitário devido a ausência de pragas e doenças capazes de causarem danos econômicos.

A colheita foi realizada aos 120 dias após o plantio, quando a batata-doce atingiu a maturação fisiológica caracterizada pelo amarelecimento das folhas e secagem dos caules. As raízes colhidas foram transportadas para um galpão para avaliação das características de produção.

4. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Massa verde da parte aérea planta⁻¹

Aos 25, 50, 75, 100 dias após o plantio (DAP) foi determinada a massa verde planta⁻¹ da parte aérea, através da pesagem de duas plantas por tratamento e repetição, em balança com capacidade de 200 kg, sendo os resultados expressos em gramas.

A Massa seca da parte aérea planta⁻¹

Nos mesmos períodos e após as pesagens da massa verde, as mesmas plantas foram acondicionadas em sacos de papel, e transportadas para o Laboratório de Análise de Sementes da UFPB para secar em estufa de circulação de ar a 65°C durante três dias, e em seguida pesadas em balança de precisão, para obtenção da massa seca, com resultados expressos em gramas.

Índice SPAD

Aos 25, 50, 75 e 100 dias após o plantio foram realizadas leituras para determinação do índice de clorofila em folhas do terço médio de em dez plantas em cada parcela, através de SPAD-502®.

Área foliar

Na mesma planta utilizada para a determinação da massa seca foi quantificada a área foliar pelo método do disco, o qual consiste na retirada de discos, de área conhecida, em folhas frescas, através de um furador de rolha. Com a obtenção da massa seca das folhas (MSF) e da massa seca dos discos (MSD) e a partir do conhecimento da área dos discos (AD), foi calculada a área foliar (AF) sendo seus resultados expressos em centímetros através da seguinte equação:

$$AF = \frac{MSF \cdot AD}{MSD}$$

Índice de área foliar

Obtido através da razão entre área foliar (AF) e espaço disponível para a planta (S) (BENINCASA, 2003) sendo seus resultados expressos em centímetros. Neste caso considerou-se como espaço disponível 120 x 80 cm.

$$IAF = \frac{AF}{S}$$

Massa média de raízes comerciais

Quantificada pela relação entre a produção da parcela e os números de raízes comerciais colhidas, com os resultados expressos em gramas.

Produção de raízes comerciais planta⁻¹

Determinadas pela pesagem e contagem de todas as raízes comerciais na colheita, respectivamente, com os resultados divididos pelo número de plantas avaliadas.

Produtividades total e comercial de raízes

Obtidas através da pesagem de todas as raízes colhidas, a produtividade comercial corresponde a produção de raízes com massa variando entre 80 a 400g (EMBRAPA 2008.), sendo os dados transformados em t ha⁻¹.

Teor de N, P e K foliar

Aos 75 DAP foram coletadas 10 folhas do terço médio das plantas de cada tratamento, e acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB, em seguida pesadas, postas para secar em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até peso constante, sendo posteriormente moídas para a determinação dos teores de macronutrientes de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995).

Teor de amido

Para se determinar essa característica, foram recolhidas ao acaso em cada tratamento amostras de 1,0 kg de raízes comerciais e transportadas para o Laboratório de Bioquímica do CCA/UFPB onde a polpa foi removida com faca inoxidável e homogeneizada para subsequentes análises, de acordo com o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para a comparação de quadrados médios e o teste Tukey para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade. Foram realizadas análises de regressão polinomial para comparar os efeitos das doses de nitrogênio sobre as características avaliadas, testando-se o modelo linear e quadrático, sendo escolhido para explicar os resultados o modelo significativo com coeficiente de determinação (R^2), superior a 0,50. Utilizou-se o programa software SAS (2011).

Para a otimização de dados com vários processos de resposta foi utilizado o método da Abordagem conveniência (Desirability approach), que é um método onde se atribui um "score" a um conjunto de respostas e se escolhe configurações de fatores que maximizam a pontuação e valores de resposta mais desejável, porém não apenas para problemas de Superfície de Resposta. Segundo Goethals et al. (2012) é um dos métodos mais amplamente utilizados para resolver problemas de otimização de múltiplas respostas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa verde e seca da parte aérea planta⁻¹

Pelos resultados da tabela 3 constata-se que para amassa verde da parte aérea planta⁻¹ houve efeito isolado para todos os tratamentos e interações das doses de nitrogênio com número de ramas por cova e períodos de avaliação. Com relação a massa seca também ocorreu efeito isolado de todos os tratamentos, assim como das interações entre ambos.

Massa verde da parte aérea planta⁻¹

Observou-se no plantio com uma rama por cova comportamento linear em relação as doses de nitrogênio e quadrático para os períodos de avaliação, enquanto que, quando se utilizou duas ramas por cova houve apenas efeito linear da interação doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas.

Em função do fornecimento de 240 kg ha⁻¹ de nitrogênio aos 100 DAP, verificou-se aumento da produção de massa verde 973,6 g com uma rama por cova, e 211,8 g com duas ramas (Figuras 1 e 2 D).

A cultivar Campina utilizada nesse trabalho é considerada um genótipo com potencial para a produção de massa verde visando à alimentação animal (MASSAROTO et al., 2013). De acordo com Monteiro (2007), suas ramas, por possuírem alto teor de proteína bruta e boa digestibilidade, podem ser usadas, principalmente na alimentação animal na forma *in natura*, trituradas em fragmentos menores, ou na forma de silagem (ANDRADE JUNIOR, et al., 2012). Porém, ocorre uma variação entre genótipos e idade da planta (ECHER et al. 2009), devendo ser colhidas ainda em estágio jovem, isso porque ramas maduras possuem menos umidade e nutrientes (ANDRADE JUNIOR et al., 2012).

Alguns autores relatam que pode ocorrer redução na produtividade das raízes de batata-doce pelo excesso de nitrogênio, possivelmente devido à produção de quantidade excessiva de massa verde (OLIVEIRA et al., 2005), no entanto, a biomassa produzida é rica em amido, açúcares e vitaminas, possuem altas porcentagens de proteína bruta e de digestibilidade representando um material de alto valor nutritivo, podendo ser fornecidas aos animais, verdes ou conservadas na forma de silagem (MONTEIRO et al., 2007). Ainda Figueiredo et al., (2012) concluíram que as silagens produzidas, caracterizam-se como volumosos de boa qualidade, apresentando valores médios de 11,59% de proteína bruta,

baixos teores de fibra e teores de nutrientes digestíveis totais superiores a 62,90%, comprovando o potencial de sua utilização.

Tabela 3. Resumo das análises de variância para massa verde (MV) e massa seca (MS) da parte aérea planta⁻¹ na batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas, períodos de avaliação e número de ramas por cova, Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.

	FV	GL	MV	MS
Bloco		3	42,299 ^{ns}	6,519 ^{ns}
Nitrogênio (N)		4	2,966.217**	76,793**
Espaçamento (E)		2	465,923**	57,946**
N x E		8	113,017 ^{ns}	25,065**
Resíduo (a)		42	87,273	3,556
Ramas por cova (R)		1	667,471**	26,756**
N x R		4	92,676**	26,946**
E x R		2	28,676 ^{ns}	14,998**
N x E x R		8	21,077 ^{ns}	22,890**
Resíduo (b)		45	24,405	2,690
Períodos de avaliação (P)		3	12,046.990**	150,720**
P x E		6	76,397 ^{ns}	16,739**
N x P		12	530,710**	23,450**
R x P		3	57,376 ^{ns}	20,518**
N x E x P		24	58,603 ^{ns}	16,889**
E x R x P		6	27,316 ^{ns}	25,477**
N x R x P		12	71,404 ^{ns}	18,909**
N x E x R x P		24	61,821 ^{ns}	19,093**
Resíduo (c)		270	40,760	2,784
	CV _(a) (%)		59,18	88,61
	CV _(b) (%)		31,29	77,07
	CV _(c) (%)		40,44	78,40
	Média		499,21 g	67,30

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

$$\hat{y} = -507,23 - 0,5847** + 25,2282**P - 0,1636**P^2 + 0,0306**DxP$$
$$R^2 = 0,88$$

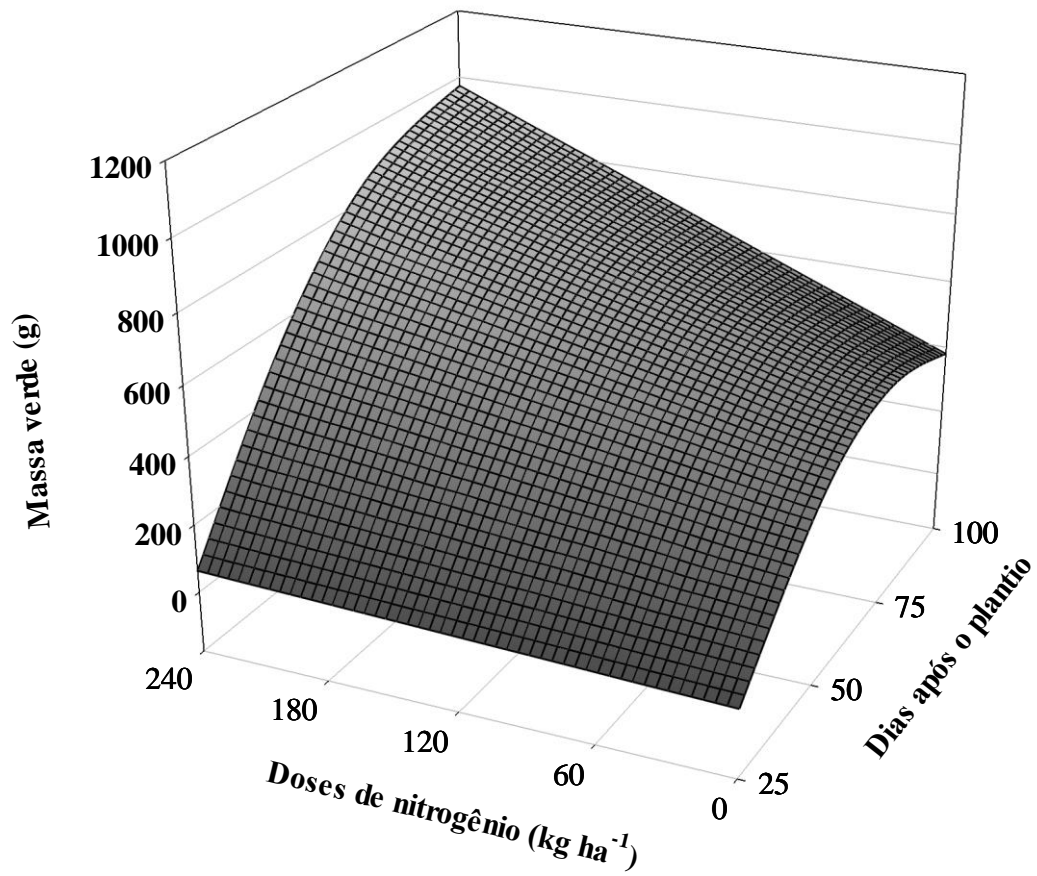


Figura 1. Massa verde da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função das doses de nitrogênio, uma planta por cova e aos 25, 50, 75 e 100 DAP, Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.

$$\hat{y} = 471,21 - 382,0833**E - 0,6278**D + 24,4154**P - 0,2095**P^2 + 15,8993**ExP + 0,0392**DxP$$

$$R^2 = 0,82$$

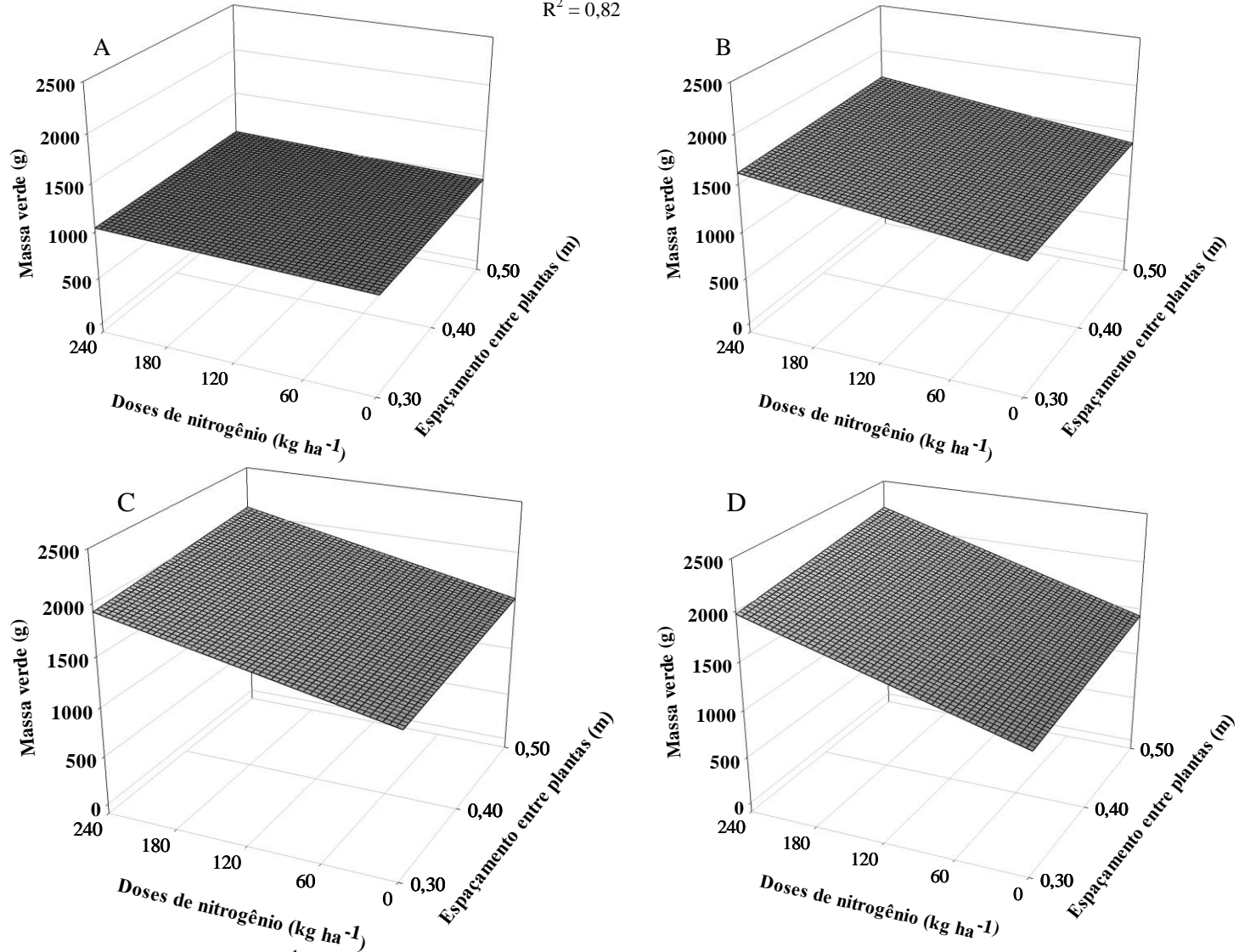


Figura 2. Massa verde da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, duas ramas por cova, espaçamento aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016.

Massa seca da parte aérea planta⁻¹

A massa seca da parte aérea de batata-doce aumentou de forma linear em função das doses de nitrogênio e períodos de avaliação, com o valor máximo de 101g aos 100 DAP com o uso de 240 kg ha⁻¹ e duas ramas por cova (Figura 3).

Esta variável também houve um incremento em função dos espaçamentos entre plantas com o mesmo número de ramas, apresentando valor máximo de 433,46 g (Figura 4 D).

De acordo com Nafiu et al. (2011), as culturas são eficientes na absorção de nitrogênio, isso porque, o acúmulo de massa seca na planta é comumente utilizado para avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em culturas, uma vez que demonstra aumento de biomassa vegetal em função da maior produção de aminoácidos e assimilado de carbono da fotossíntese proporcionado pelo ótimo fornecimento e absorção de nitrogênio na planta (PORTO, 2013).

O aumento da massa seca em função das doses de nitrogênio, possivelmente ocorreu devido esse nutriente ser o componente principal das proteínas, que participam ativamente na síntese de compostos orgânicos constituintes da estrutura das plantas, sendo, portanto, responsável por atributos ligados ao porte da planta como tamanho das folhas e hastes, fatores intrínsecos na produção de matéria seca (CARDOSO, 2005).

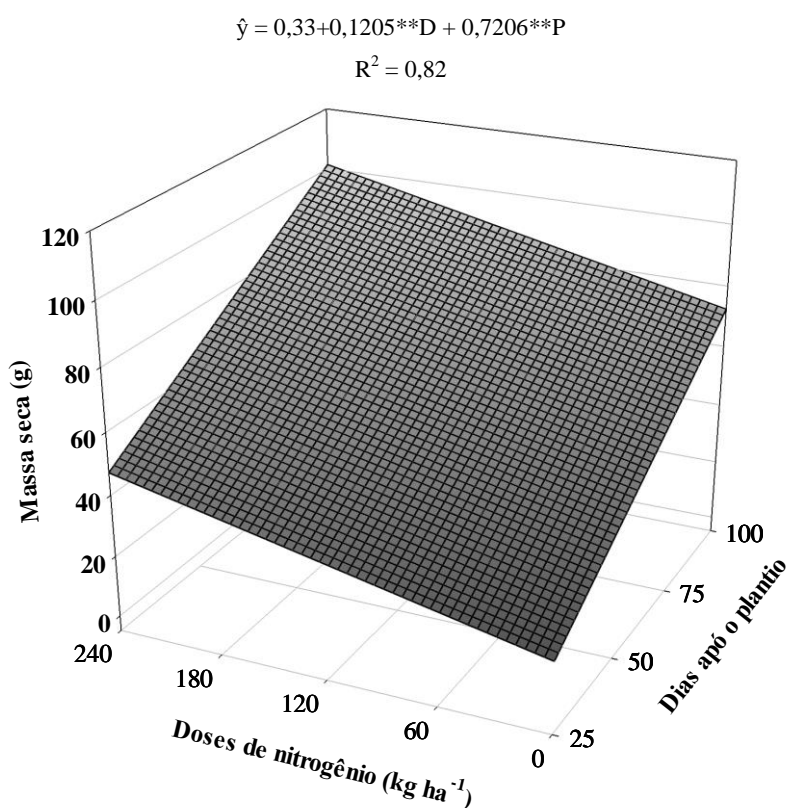


Figura 3. Massa seca da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, duas ramas por cova aos 25, 50, 75 e 100 (DAP), Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.

$$\hat{y} = 336,49 - 1607,25**E + 2421,875**E^2 + 1,3399**D + 0,00259**D^2 + 0,9785**P + 0,0177**P^2 - 5,674**ExD - 7,752**ExP - 0,0466**DxP + 0,1447**ExDxP$$

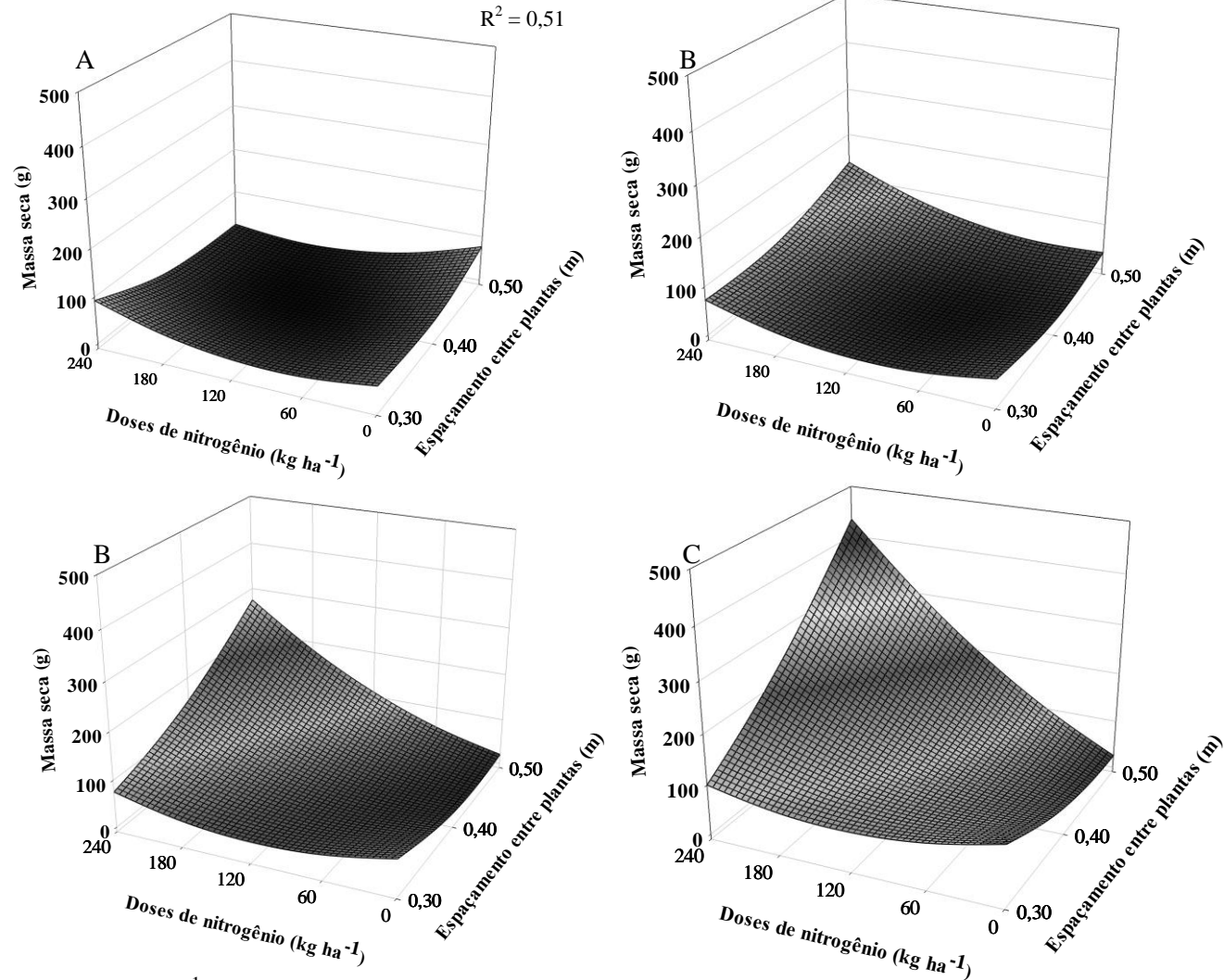


Figura 4. Massa seca da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, duas ramas por cova e aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016.

Índice SPAD, área foliar e índice de área foliar (IAF)

De acordo com o resumo das análises de variância houve interação entre as doses de nitrogênio com espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova para as variáveis índice SPAD, área foliar e índice de área foliar da parte aérea planta⁻¹, como também com os períodos de avaliação (Tabela 4) e, devido a importância da interação, optou-se pela superfície de resposta para explicar esses efeitos.

Na análise de regressão para o índice SPAD houve ajuste ao modelo quadrático entre doses de nitrogênio e períodos de avaliação (DAP) com uma rama por cova, e no cultivo com duas ramas por cova, houve ajuste para esse modelo, porém entre doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas.

Na área foliar, conforme a análise de regressão houve ajuste linear quando se usou duas ramas por cova na interação entre doses de nitrogênio e espaçamentos entre plantas, enquanto que no índice de área foliar, houve ajuste nos modelos linear e quadrático na interação entre doses de nitrogênio e espaçamento quando se utilizou duas ramas por cova (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises de variância para as variáveis de índice SPAD, área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF) da parte aérea planta⁻¹ de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, número de ramas por cova, e aos períodos de avaliação. Areia-PB, CCA-UFPB, 2016.

FV	GL	SPAD	AF	IAF
Bloco	3	3,8970 ^{ns}	100.616 ^{ns}	0,1817 ^{ns}
Nitrogênio (N)	4	882,9710**	383.426.451**	41,3462**
Espaçamento (E)	2	12,5199 ^{ns}	356.817.981**	25,8860**
N x E	8	27,3722**	1.092.700.210**	19,1045**
Resíduo (a)	42	5,7907	14.825.003	2,1639
Ramas por cova (R)	1	9,2648 ^{ns}	12.414.101 ^{ns}	0,5073 ^{ns}
N x R	4	10,1092*	98.851.256**	14,0303**
E x R	2	16,6371**	7.780.788 ^{ns}	3,2988*
N x E x R	8	10,9751**	63.848.696**	8,7750**
Resíduo (b)	45	3,0985	6.067.947	0,8929
Períodos de avaliação (P)	3	914,9853**	1.346.498.170**	205,2761**
N x P	12	178,4644**	24.044.482**	3,6523**
E x P	6	14,9953**	28.550.205**	4,9392**
R x P	3	9,5311*	72.382.065**	10,8843**
N x E x P	24	15,2737**	24.929.783**	3,3201**
E x R x P	6	7,2796*	54.840.913**	7,7453**
N x R x P	12	23,7963**	20.769.834**	3,8113**
N x E x R x P	24	11,0096**	19.097.132**	2,7864**
Resíduo (c)	270	3,1274	6.993.034	1,0703
CV _(a) (%)		5,99	45,07	44,04
CV _(b) (%)		4,38	28,84	28,29
CV _(c) (%)		4,40	30,96	30,97
Média		40,15	8.542,60 cm ²	3,34

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Índice SPAD

O índice SPAD atingiu máximo de 36 aos 33 DAP, na ausência do nitrogênio quando se utilizou uma rama por cova (Figura 5). Com o uso de duas ramas esse índice obteve o máximo de 47 com 240 kg ha⁻¹ de nitrogênio no espaçamento de 0,40 m (Figura 6 C), possivelmente, a maior dose de nitrogênio reverte-se em uma maior redistribuição de clorofila na planta. O aumento do índice SPAD em função das doses de nitrogênio pode evidenciar a relação entre esse nutriente e a intensidade de cor verde das folhas de batata-doce, maior síntese de clorofila e aumento da atividade fotossintética (STONE et al., 2002; TAIZ e ZEIGER, 2013). Esses valores encontram-se próximos daqueles verificados por Cardoso et al. (2008), entre 37,7 a 58,7 em diferentes clones de batata-doce.

Esses valores apresentam correlação significativa com os teores de clorofila extraível das plantas (ARGENTA et al., 2001; ZOTARELLI et al., 2003). No entanto, o resultado obtido entre essas duas variáveis, dependem dos espaços intercelulares nas folhas amostradas, uma vez que o teor de clorofila permanece o mesmo, mas a transmissão de luz varia de acordo com esses espaços. Desta forma, os estádios anatômico e morfológico das folhas e o estágio fenológico das plantas são importantes fatores que irão governar a relação entre os teores de clorofila (PALIWAL & KARUNAICHAMY, 1995).

Com relação aos períodos de avaliação, o índice SPAD reduziu ao longo do ciclo da cultura, possivelmente pelo fato da concentração de nitrogênio nas folhas diminuir com a idade da planta (FONTES, 2001). Esse autor também relata que a variação nos valores do índice SPAD se deve aos mecanismos que envolvem a absorção, acúmulo e distribuição do nutriente na planta, bem como pelo desenvolvimento e translocação para as demais partes do vegetal, e que as folhas mais jovens possuem maior capacidade de síntese de clorofila, portanto, maior intensidade de “verde”, proporcionando assim maiores valores das leituras indiretas.

As leituras SPAD representam um método indireto da avaliação do teor de nitrogênio foliar, através da intensidade da coloração das folhas, relacionadas ao teor de clorofila (ULISSI et al., 2011). Ferreira et al. (2006), Silveira et al. (2003) e Gil et al. (2002), trabalhando com tomate, feijão e batata, também constataram aumento nos valores de índice SPAD quando foram adubadas com nitrogênio.

$$\hat{y} = 38,88 - 0,036**D + 0,0001**D^2 + 0,1387**P - 0,0021**P^2 - 0,0005**DxP$$

$$R^2 = 0,62$$

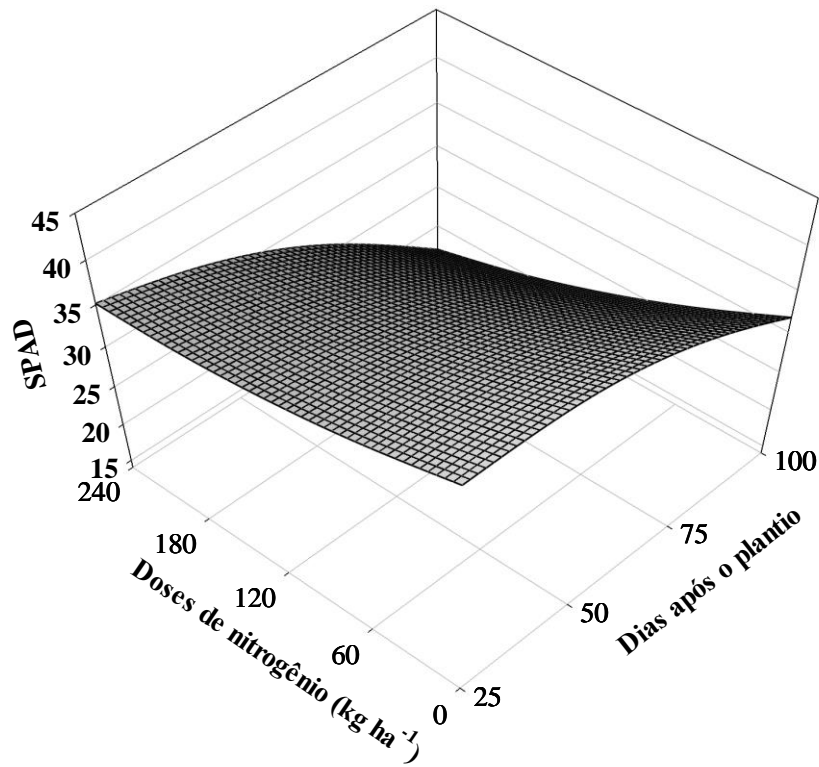


Figura 5. Índice SPAD em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio aos 25, 50, 75 e 100 DAP com uma rama por cova. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016.

$$\hat{y} = 23,80 + 81,6382E - 100,8625**E^2 - 0,0153**D + 0,0001**D^2 + 0,0984**P - 0,0017**I^2 + 0,0003**DxP + 0,0001*ExDxP$$

$$R^2 = 0,59$$

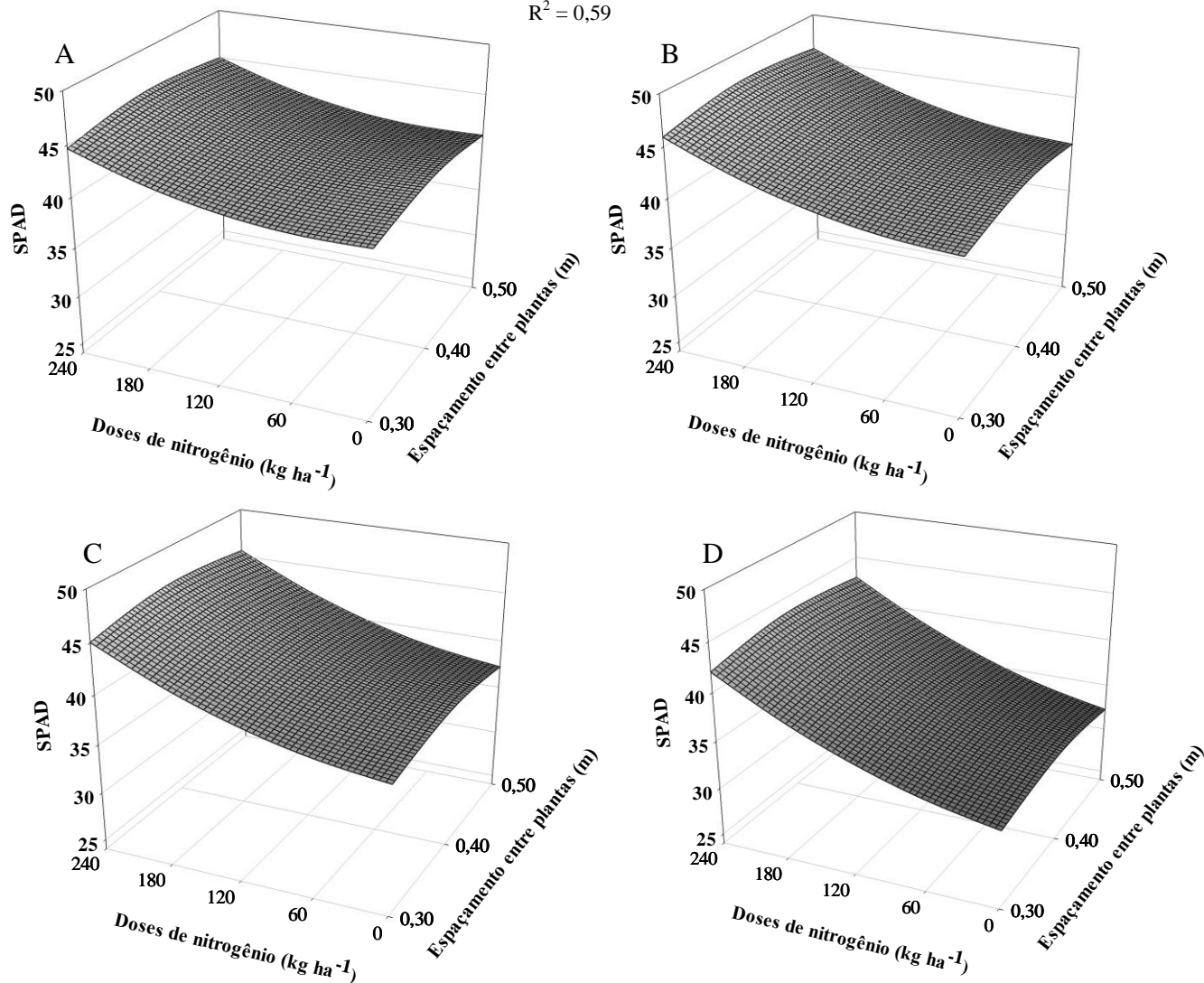


Figura 6. Índice SPAD em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, e espaçamento entre plantas com duas ramas por cova. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio, P=Períodos de avaliação e I= Idade da planta. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016.

Área foliar

A área foliar atingiu o máximo de $0,36 \text{ m}^2$ aos 100 DAP, na maior dose de nitrogênio, e no espaçamento de 0,50 m, quando se usou duas ramas por cova (Figura 7 D), esses valores são próximos aqueles encontrados por Conceição et al. (2005) em batata-doce, de 40.000 a 50.000 cm^2 , o que se deve, possivelmente pelo nitrogênio ser um nutriente que auxilia no aumento da área foliar, índice de área foliar e na produção de gemas vegetativas e florísticas, assim como, proporciona às plantas maior investimento de assimilados na expansão foliar, favorecendo a obtenção da maior taxa assimilatória líquida (MALAVOLTA, 2006). Pedó et al. (2014), obtiveram resultados similares ao analisar o crescimento de duas cultivares de batata-doce submetida à condições de campo.

O motivo da área foliar se destacar no maior espaçamento pode ser explicado pelo fato da menor densidade de plantas resultar em maior expansão foliar, fato comum em diversas espécies conforme Aumonde et al. (2011), outro fator é a melhor condição nutricional por não haver competição entre plantas em um menor adensamento. De acordo com relatos de Bernardi et al. (2008) as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e produção de material orgânico através da fotossíntese, o que explica a importância dessa variável.

$$\hat{y} = 8533,51 + 3554,1923**E + 44,2467**D + 435,0644**P - 2,5446**P^2 - 79,6418**ExD - 86,4873**ExP - 1,091*DxP + 3,1365***ExDxP$$

$$R^2 = 0,71$$

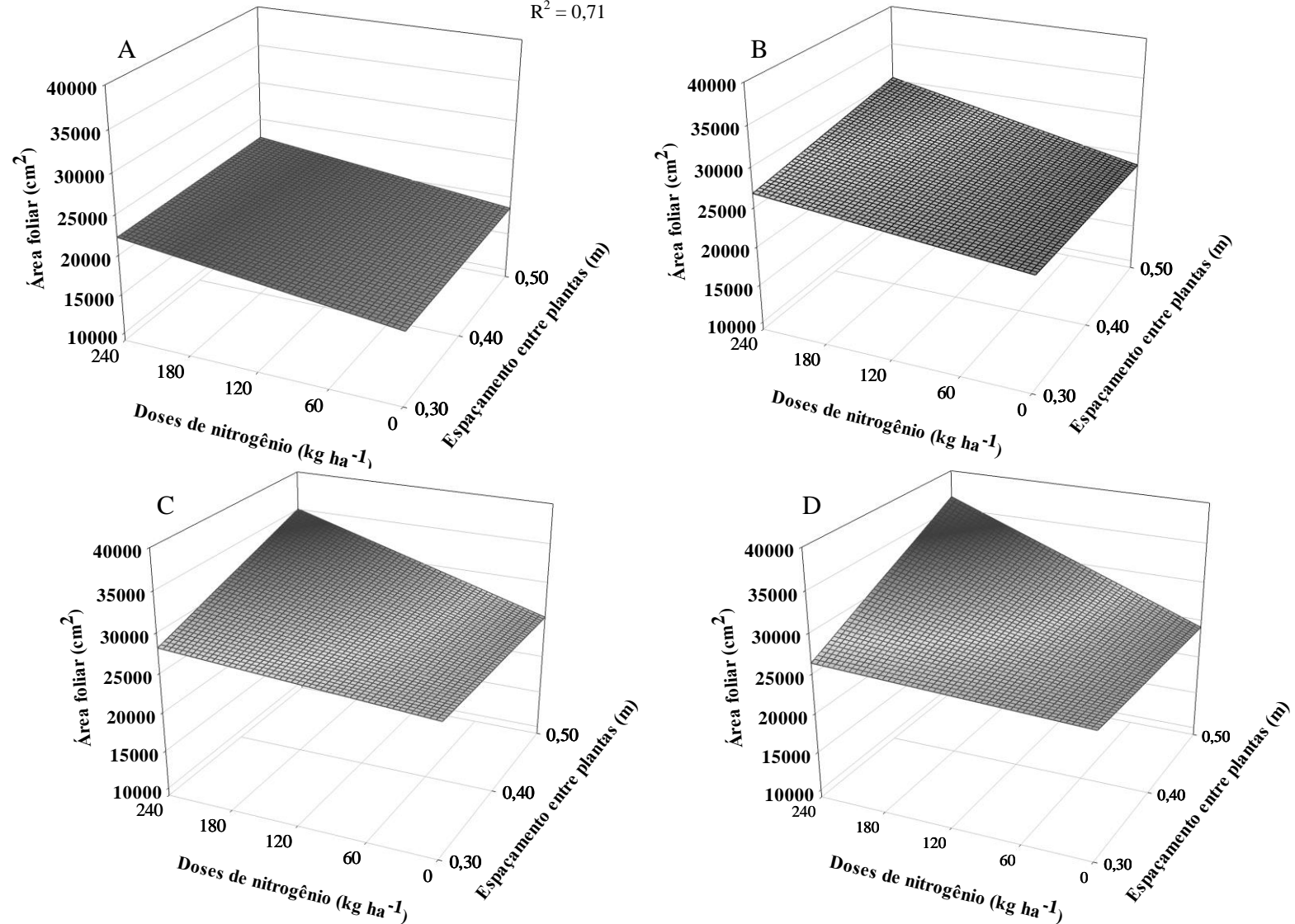


Figura 7. Área foliar de batata-doce em função das doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) DAP. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016

Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) comportou-se de forma diferente da área foliar, com valor máximo aos 85 DAP, (5,06) na dose de 96 kg ha⁻¹ de nitrogênio e no espaçamento de 0,50 m e duas plantas por cova, com decréscimo a partir deste período (Figura 8 D), o que indica senescência e abscisão foliar. Moreira et al, (2011) também verificaram que o IAF em batata-doce aumentou conforme acréscimos das doses de nitrogênio, porém, com índices mais baixos dos que encontrados no presente estudo.

Com relação aos espaçamentos Moreira et al., (2011) atribuem o aumento do índice da área foliar ao número de plantas por cova, a área foliar e sua ação na absorção de radiação, a qual é uma importante variável para se determinar o crescimento das plantas, e amplamente utilizado nos modelos matemáticos de produtividade (PEREIRA et al. 2008).

O índice de área foliar é a relação entre a área foliar e a área do solo sombreada pelas folhas, assim à medida que a área foliar cresce o IAF também cresce, até que o auto-sombreamento passa a ser prejudicial reduzindo a eficiência fotossintética. Isso significa que as plantas precisam interceptar elevados níveis de radiação solar por unidade de área a fim de maximizar a produção de assimilados (BENINCASA, 2003). Desta forma, os menores valores do IAF bem como da área foliar e da massa seca da parte aérea nas menores doses de nitrogênio, deve-se à exigência desse nutriente (TAIZ e ZEIGER, 2013).

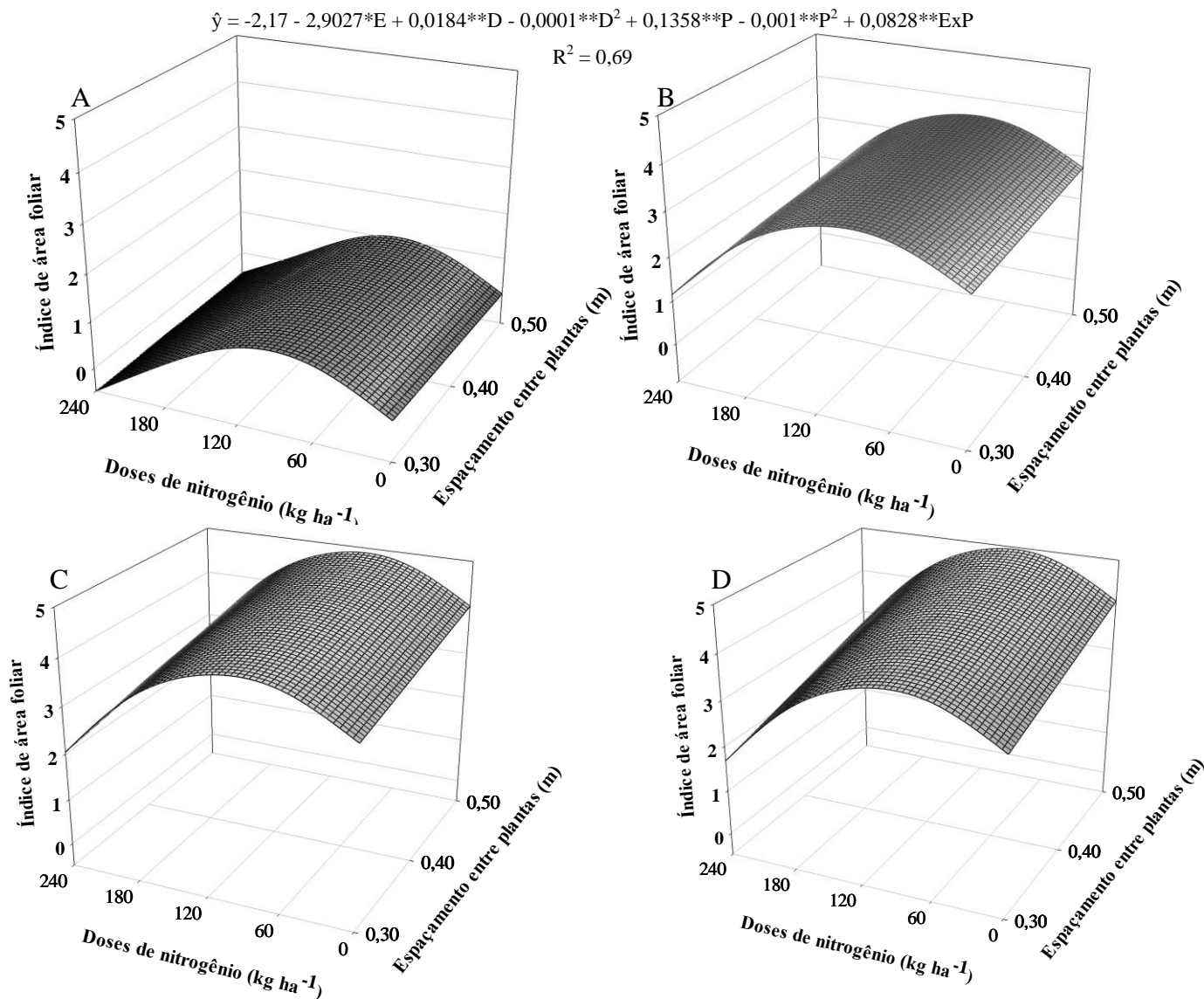


Figura 8. Índice de área foliar de plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova aos 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100 (D) dias após o plantio. E= Espaçamento, D= Doses de nitrogênio e P=Períodos de avaliação. Areia-PB. CCA-UFPB, 2016

Massa média de raízes comerciais, produção de raízes planta⁻¹, produtividade total e comercial de raízes.

De acordo com o resumo das análises de variância houve efeito interativo entre doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova sobre as produtividades total e comercial, produção de raízes comerciais planta⁻¹ e massa média de raízes comerciais, enquanto que a análise de regressão revelou efeito linear entre espaçamentos e quadrático das doses de nitrogênio com uma rama por cova, e ajuste linear das doses de nitrogênio com duas ramas por cova, para as produtividades total e comercial de raízes.

Para a produção de raízes comerciais planta⁻¹ ocorreu os mesmos ajustes verificados para as produtividades, acrescido do efeito linear dos espaçamentos entre plantas quando se usou duas ramas por cova e para a massa média de raízes comerciais ocorreram ajustes linear e quadrático para as doses de nitrogênio com uma rama por cova e linear com duas ramas por cova (Tabela 5). O número de raízes planta⁻¹ não foi alterado pelos tratamentos. Devido à importância da interação a qual demonstra uma dependência entre esses fatores, optou-se pela superfície de resposta para explicar os resultados de algumas características.

Tabela 5. Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis massa média de raízes comerciais por planta (MRC), produção por planta (PP), produção total (PT), e produção comercial (PC), de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas, e número de ramas por cova. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

FV	GL	MRC	PP	PT	PC
Bloco	3	0,0078 ^{ns}	0,1873*	293,7251*	178,9169*
Nitrogênio (N)	4	0,0399**	0,3465**	581,8714**	355,1397**
Espaçamento (E)	2	0,0146*	0,5320**	538,4969**	329,5083**
N x E	8	0,0088 ^{ns}	0,0749 ^{ns}	145,2938 ^{ns}	88,8052 ^{ns}
Resíduo (a)	42	0,0044	0,0463	83,5927	51,0699
Ramas por cova (R)	1	0,0798**	3,2442**	5.727,0127**	3.498,2831**
N x R	4	0,0084 ^{ns}	0,0958*	125,8332*	76,9084*
E x R	2	0,0053 ^{ns}	0,0644 ^{ns}	202,6010*	123,8790*
N x E x R	8	0,0079*	0,0666*	105,3246*	64,3635*
Resíduo (b)	45	0,0034	0,0260	48,7493	29,7312
CV _(a) (%)		23,69	28,31	29,44	29,70
CV _(b) (%)		20,82	21,22	22,48	22,57
Média		0,28 kg	0,76 kg	31,06 t ha ⁻¹	24,16 t ha ⁻¹
Regressão					
N-Linear / 1R	1	0,0517**	0,0903 ^{ns}	309,2930 ^{ns}	189,9800 ^{ns}
N-Quadr. / 1R	1	0,0743**	0,7542**	1.232,9923**	755,7868**
E-Linear / 1R	1	0,0114 ^{ns}	0,5987**	1.441,1381**	882,9986**
E-Quadr. / 1R	1	0,0004 ^{ns}	0,0375 ^{ns}	1,6718 ^{ns}	1,0214 ^{ns}
N-L x E-L / 1R	1	0,0009 ^{ns}	0,3473**	726,4206**	445,6942**
N-Linear / 2R	1	0,0489**	0,5107**	942,9257**	576,6904**
N-Quadr. / 2R	1	0,0001 ^{ns}	0,1245 ^{ns}	112,8501 ^{ns}	69,0800 ^{ns}
E-Linear / 2R	1	0,0154 ^{ns}	0,7533**	139,5998 ^{ns}	85,2867 ^{ns}
E-Quadr. / 2R	1	0,0173 ^{ns}	0,1389 ^{ns}	289,2307 ^{ns}	176,7019 ^{ns}
N-L x N-E / 2R	1	0,0040 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	113,6861 ^{ns}	69,5917 ^{ns}

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Massa média de raízes comerciais

Através da derivada parcial da equação de regressão calculou-se o valor máximo para a massa média de raízes comerciais na batata-doce de 340 g na dose de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio e uma rama por cova (Figura 9A). Quando se usou duas ramas por cova, a massa média aumentou com as doses de nitrogênio com máximo de 282 g na dose 240 kg ha⁻¹ (Figura 9B). Esses resultados demonstram que o nitrogênio independente do número de ramas atua sobre massa média de raízes comerciais na batata-doce, isso porque se situam dentro do intervalo da massa de raízes adequada para comercialização dessa espécie de 80 e 400 g, conforme Malavolta (2008), sendo considerado o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças e, portanto, funciona como complementação à capacidade de seu suprimento nos solos, a partir da mineralização de seus estoques de matéria orgânica, geralmente baixa em relação às necessidades das plantas. Com isso, Alves et al. (2009) encontraram o valor de 294 g de massa média das raízes enquanto Leonardo et al. (2014) encontraram o valor de 233,6 g na dose de 250 kg de nitrogênio.

O número de rama por cova, aumentou a massa média de raízes, porque os valores obtidos se situaram dentro do padrão adequado para comercialização de batata-doce. Nesse sentido, Oliveira et al. (2006), nas condições do presente estudo verificaram superioridade nos valores da massa média de batata-doce em função do número de ramas por cova.

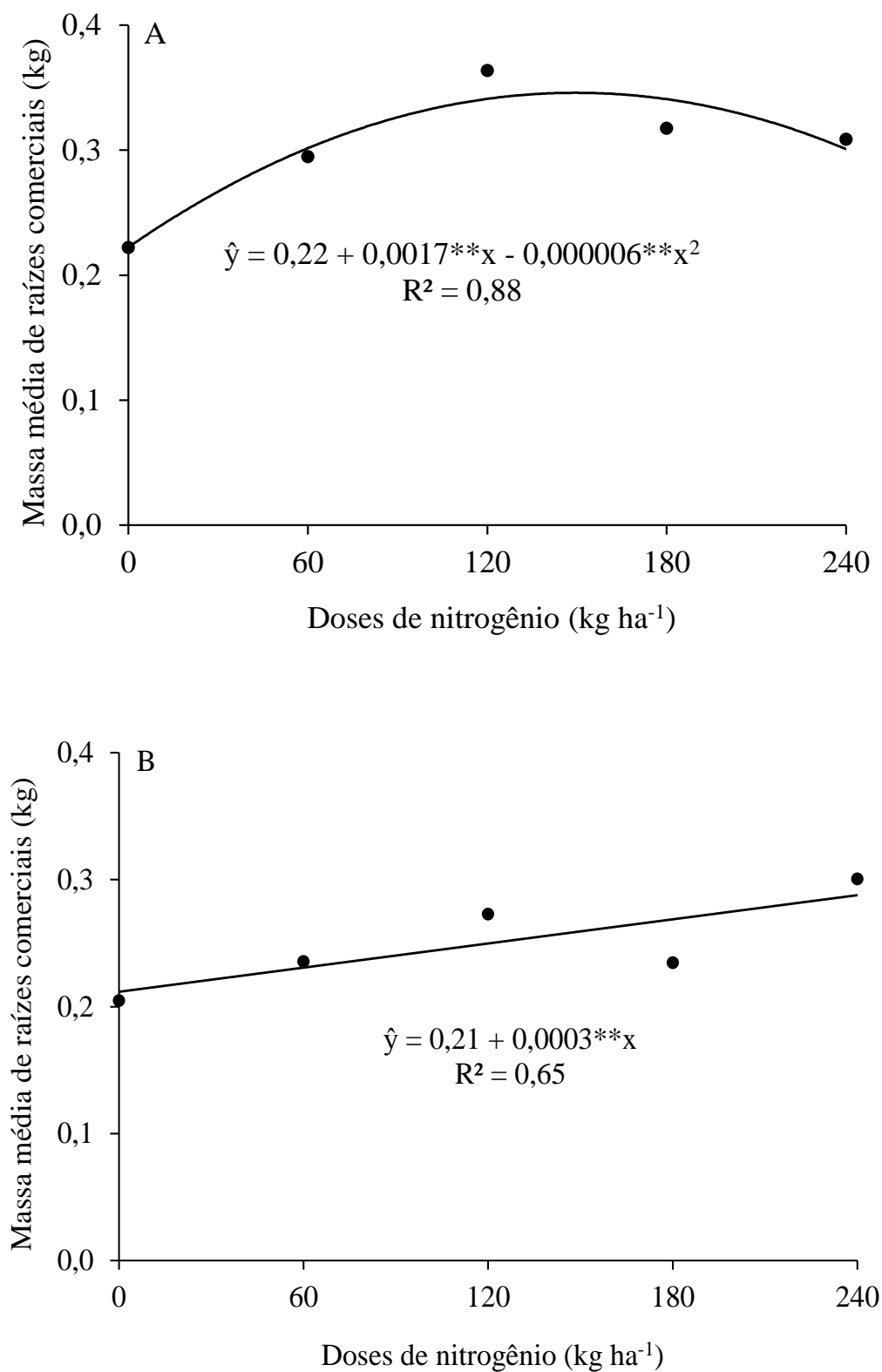


Figura 9. Massa média de raízes comerciais de raízes de batata-doce adubada com doses de nitrogênio e com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

Produção de raízes comerciais planta⁻¹

A produção de raízes comerciais planta⁻¹ foi alterada significativamente com o aumento das doses de nitrogênio e espaçamentos entre plantas tanto no cultivo com uma e duas ramas por cova (Figura 10 e 11). No plantio com uma rama, a maior produção de raízes planta⁻¹ (1,27 kg) foi alcançada no espaçamento de 0,50 m entre plantas e com o uso de 96 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 10), enquanto que a menor produção foi obtida no espaçamento de 0,30 m. No plantio com duas ramas por cova ocorreu uma redução na produção planta⁻¹ apresentando valor de 600 g na ausência de nitrogênio (Figura 11). Essas produções são consideradas boas porque Leonardo et al. (2014) adubando batata-doce com nitrogênio e esterco obtiveram produção planta⁻¹ de 235,4g.

O aumento da produção planta⁻¹ se deve possivelmente pela expansão da área foliar proporcionado pelo nitrogênio quando se usou uma rama por cova, no cultivo com duas ramas e ausência de adubação provavelmente houve intenso crescimento da parte aérea das plantas em detrimento da formação de raízes através de substâncias presentes inicialmente no solo (matéria orgânica, fósforo e potássio) (FILGUEIRA, 2008), por outro lado pode causar redução nos teores de matéria seca e na produção de raízes (OLIVEIRA et al., 2006; ALVES, 2009).

De forma geral, quando os nutrientes são fornecidos em quantidades corretas podem proporcionar boas produtividades na batata-doce (FILGUEIRA, 2008). Nesse sentido, Mendonça e Peixoto (1991) obtiveram respostas significativas para a produção por planta nessa hortaliça, em função da utilização de fertilizantes orgânicos e minerais, o qual o nitrogênio pôde ser aproveitado pelas plantas, possivelmente por ter sido fornecido na época de maior exigência da batata-doce (ALVES et al. 2009).

A produção de raízes planta⁻¹ cresceu em função do aumento dos espaçamentos, provavelmente pela menor competição entre plantas. Segundo Oliveira et al. (2005) o aumento da produção raízes planta⁻¹, possivelmente se deve a elevação do espaçamento contribuindo com o tamanho das raízes, proporcionado pela menor competição entre plantas. Estes mesmos autores, avaliaram que o aumento populacional na batata-doce acima da densidade ideal, proporcionou redução da produção de raízes planta⁻¹.

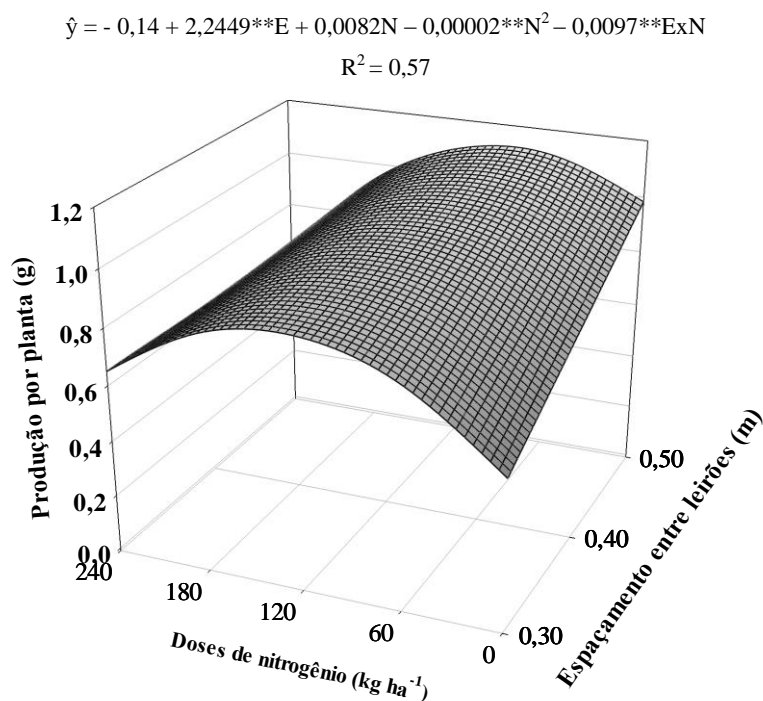


Figura 10. Produção de raízes por planta de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

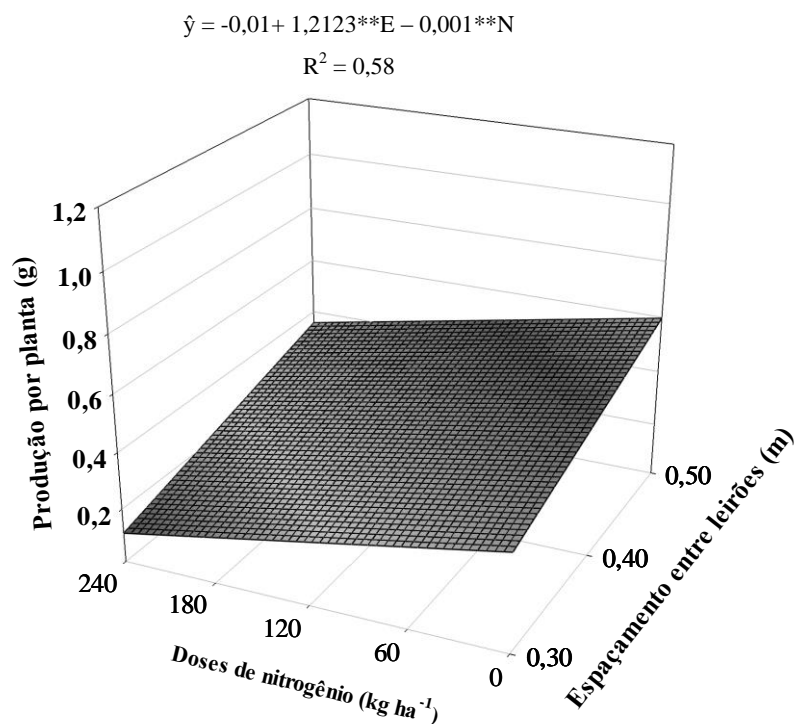


Figura 11. Produção de raízes por planta de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas com duas ramas por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

Produtividades total e comercial de raízes

A produtividade total se comportou de forma quadrática com as doses de nitrogênio e reduziu com os espaçamentos entre plantas obtendo o máximo de 49 t ha^{-1} quando se forneceu 168 kg ha^{-1} de nitrogênio, no espaçamento de 0,30 m entre plantas e uma rama por cova (Figura 12). A dose de 144 kg ha^{-1} de nitrogênio no cultivo com uma rama por cova e o espaçamento de 0,30 m entre plantas foram responsáveis pela produtividade máxima de raízes comerciais de $33,9 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 14). Com relação aos espaçamentos entre plantas, suas médias não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com médias de 24 e $18,8 \text{ t ha}^{-1}$ das produtividades total e comercial respectivamente.

Quando foram usadas duas ramas por cova, a produtividade total e comercial aumentaram de forma linear com doses de nitrogênio, com máximos de 29,15 e $22,78 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente na dose 240 kg ha^{-1} (Figura 13 e 15). As produtividades comerciais foram superiores em 21,9 e $10,8 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, a média nacional (12 t ha^{-1}), conforme IBGE (2012). Alguns autores obtiveram produtividades comerciais de batata-doce com uso de nitrogênio com doses variando de 100 a 140 kg ha^{-1} de nitrogênio (HARTEMINK et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2007; ALVES et al., 2009).

A resposta da batata-doce ao uso do nitrogênio pode ser explicada pelo fato desse nutriente influenciar os processos envolvidos com o crescimento e desenvolvimento das plantas e aumentar seu potencial produtivo, quando fornecido em quantidades adequadas (QUEIROGA et al., 2007). Segundo Echer et al. (2009), esse nutriente é o mais absorvido pela batata-doce e pode exercer influência na produção e qualidade das raízes. Todavia, altas produtividades somente podem ser obtidas quando esse nutriente estiver disponível às plantas em todos os estádios de crescimento (FILGUEIRA, 2008).

O cultivo da batata-doce com uma rama por cova proporcionou incrementos na produtividade total e comercial de raízes superiores em 59 e de 67%, em relação ao cultivo com duas ramas. A superioridade do cultivo com uma rama por cova pode ser explicada pela menor competição pelos fatores de produção, melhorando a eficiência de absorção dos nutrientes, proporcionando melhor desenvolvimento da batata-doce (SILVA, 2006). Em batata-doce (SILVA et al., 2006) e inhame (HEREDIA et al., 2003) verificaram que o aumento da população proporciona redução nos fatores de produção e aumenta a competição por luz, acarretando redução no seu crescimento e rendimento.

As altas produtividades de raízes na batata-doce também podem atribuídas ao uso do espaçamento e número de ramas por cova adequados, os quais segundo Silva (2014) podem

ter influenciado no estabelecimento da cultura resultando em maior produção por unidade de área, fato verificado no menor espaçamento avaliado e uma rama por cova. Portanto, a correta escolha da população de plantas é uma prática cultural extremamente simples, mas que tem grande impacto sobre a produtividade e sobre diversos aspectos da condução do ciclo da cultura (SEVERINO et al., 2006). Na bata-doce Oliveira et al. (2006), obtiveram produtividade acima da média nacional usado espaçamento de 0,30 m entre plantas e uma rama por cova.

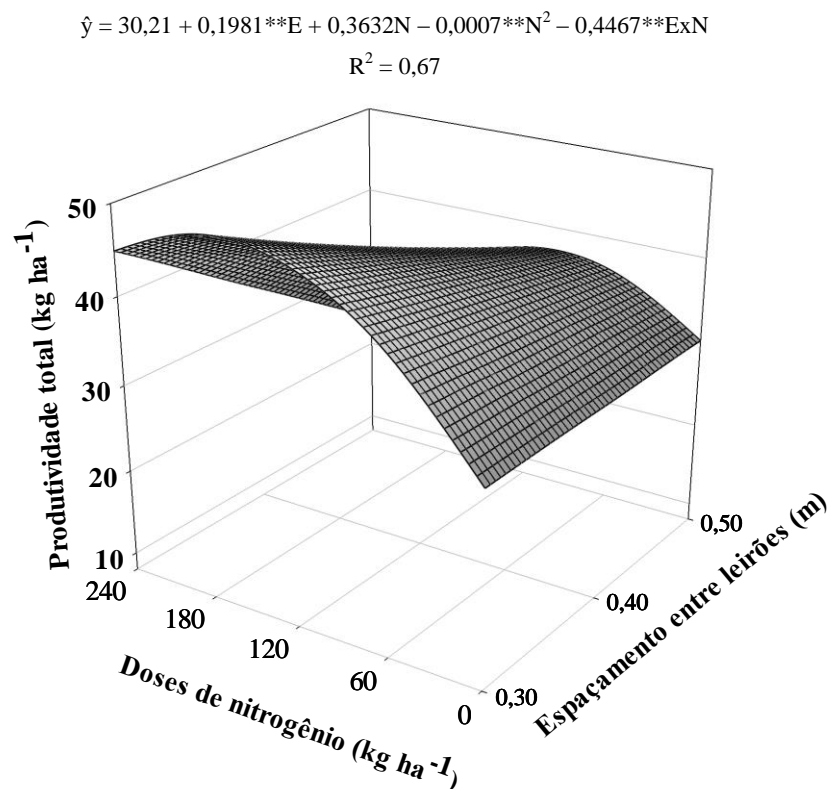


Figura 12. Produtividade total de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

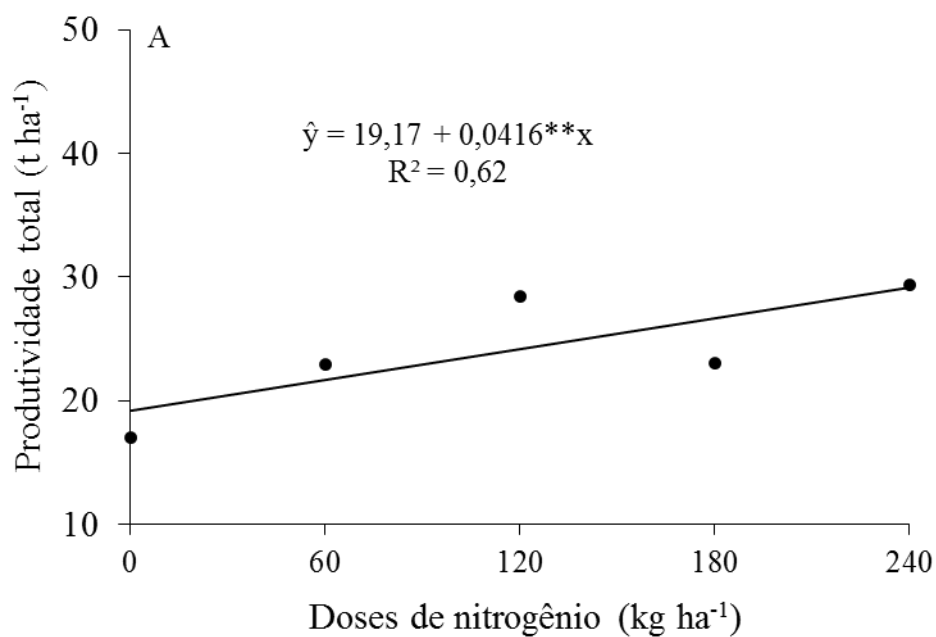


Figura 13. Produtividade total de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com duas ramas por cova. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

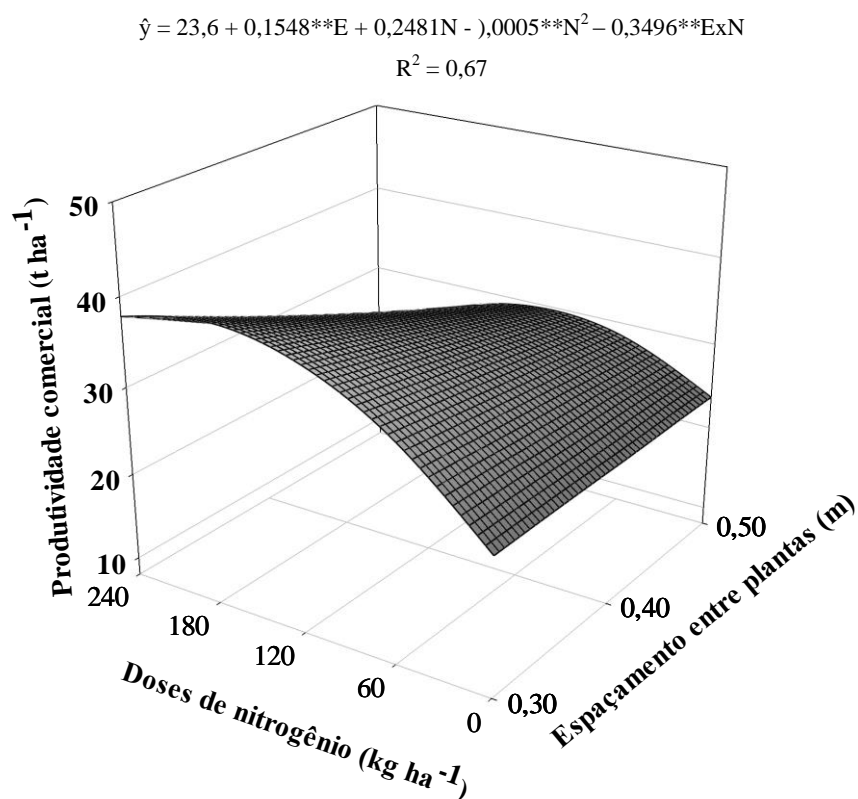


Figura 14. Produtividade comercial de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas e uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

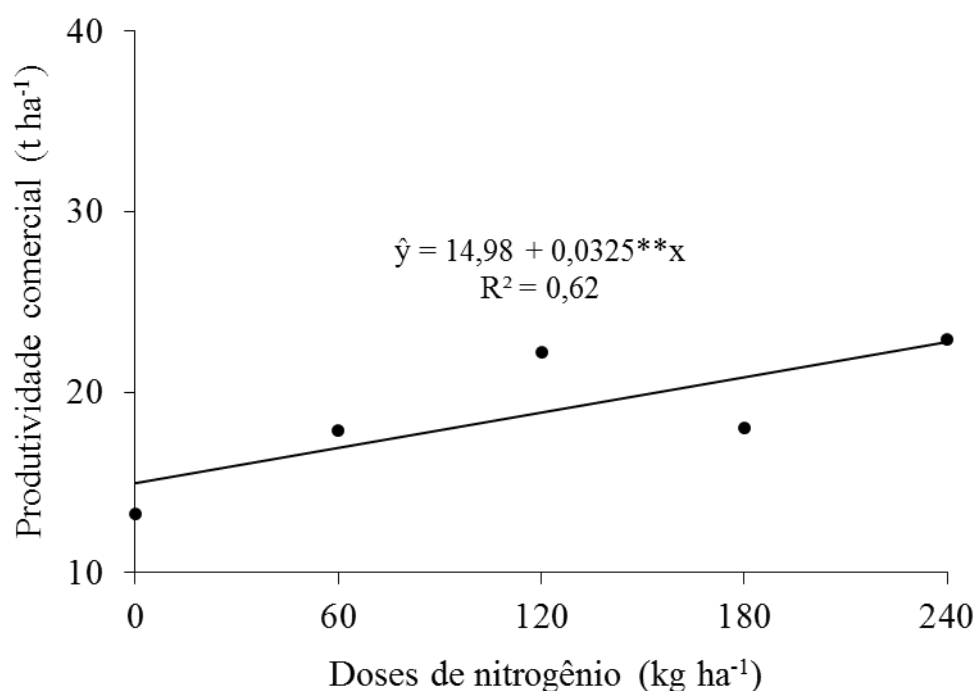


Figura 15. Produtividade comercial de raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com duas ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

Teores de N, P e K foliar

Os teores de N, P e K foliar foram influenciados pela interação entre doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova, pelo teste F. Conforme a análise de regressão o teor de N se ajustou ao modelo quadrático em função das doses de nitrogênio com uma e duas ramas por cova. Para os teores de P e K quando se usou uma rama por cova suas médias se ajustaram ao modelo linear e quadrático em função do nitrogênio e da interação entre nitrogênio e espaçamentos. Com duas ramas por cova teor de P se ajustou aos modelos linear e quadrático com uso de nitrogênio e o teor de K se enquadrou a modelo linear também pelo uso do nitrogênio (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo das análises de variância e regressão para teores foliares de N, P e K em folhas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamento entre plantas e número de ramos por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

FV	GL	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Bloco	3	4,0523 ^{ns}	0,000051 ^{ns}	77,8265*
Espaçamento (E)	2	16,6135 ^{ns}	0,000109 ^{ns}	19,8219 ^{ns}
Nitrogênio (N)	4	21,6823 ^{ns}	0,002687**	352,6015**
E x N	8	25,4321 ^{ns}	0,000118 ^{ns}	51,1291 ^{ns}
Resíduo (a)	42	8,0351	0,000065	25,1404
Plantas por cova (P)	1	1,0758 ^{ns}	0,000378**	46,1241 ^{ns}
P x E	2	3,1026 ^{ns}	0,000090 ^{ns}	79,2877*
P x N	4	5,4558 ^{ns}	0,000056 ^{ns}	181,4468**
N x E x R	8	27,7210**	0,000175**	51,6514*
Resíduo (b)	45	9,9601	0,000028	17,9795
CV _(a) (%)		11,97	6,20	13,93
CV _(b) (%)		13,32	4,07	11,78
Média		23,69	0,13 g kg ⁻¹	35,99 g kg ⁻¹
Regressão				
N-Linear / 1R	1	6,6691 ^{ns}	0,002499**	455,0412**
N-Quadr. / 1R	1	62,9952*	0,005208**	944,5248**
E-Linear / 1R	1	10,1242 ^{ns}	0,000270*	133,2441*
E-Quadr. / 1R	1	0,1607 ^{ns}	0,000016 ^{ns}	56,56559 ^{ns}
N-L x E-L / 1R	1	7,7137 ^{ns}	0,000754**	215,9560**
N-Linear / 2R	1	5,4639 ^{ns}	0,003359**	483,9527**
N-Quadr. / 2R	1	50,7818*	0,002857**	8,0449 ^{ns}
E-Linear / 2R	1	17,2755 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	5,2795 ^{ns}
E-Quadr. / 2R	1	14,3025 ^{ns}	0,000263*	28,4087 ^{ns}
N-L x E-L / 2R	1	5,6246 ^{ns}	0,000049 ^{ns}	32,6825 ^{ns}

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os maiores teores de N foliar foram de 25 e 24 g kg⁻¹ nas doses de 120 t ha⁻¹ e 180 t ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente, com uma e duas ramas por cova (Figura 16 A e B). Porém, o teor de N foliar em função do espaçamento entre plantas não se ajustou ao nenhum modelo de regressão.

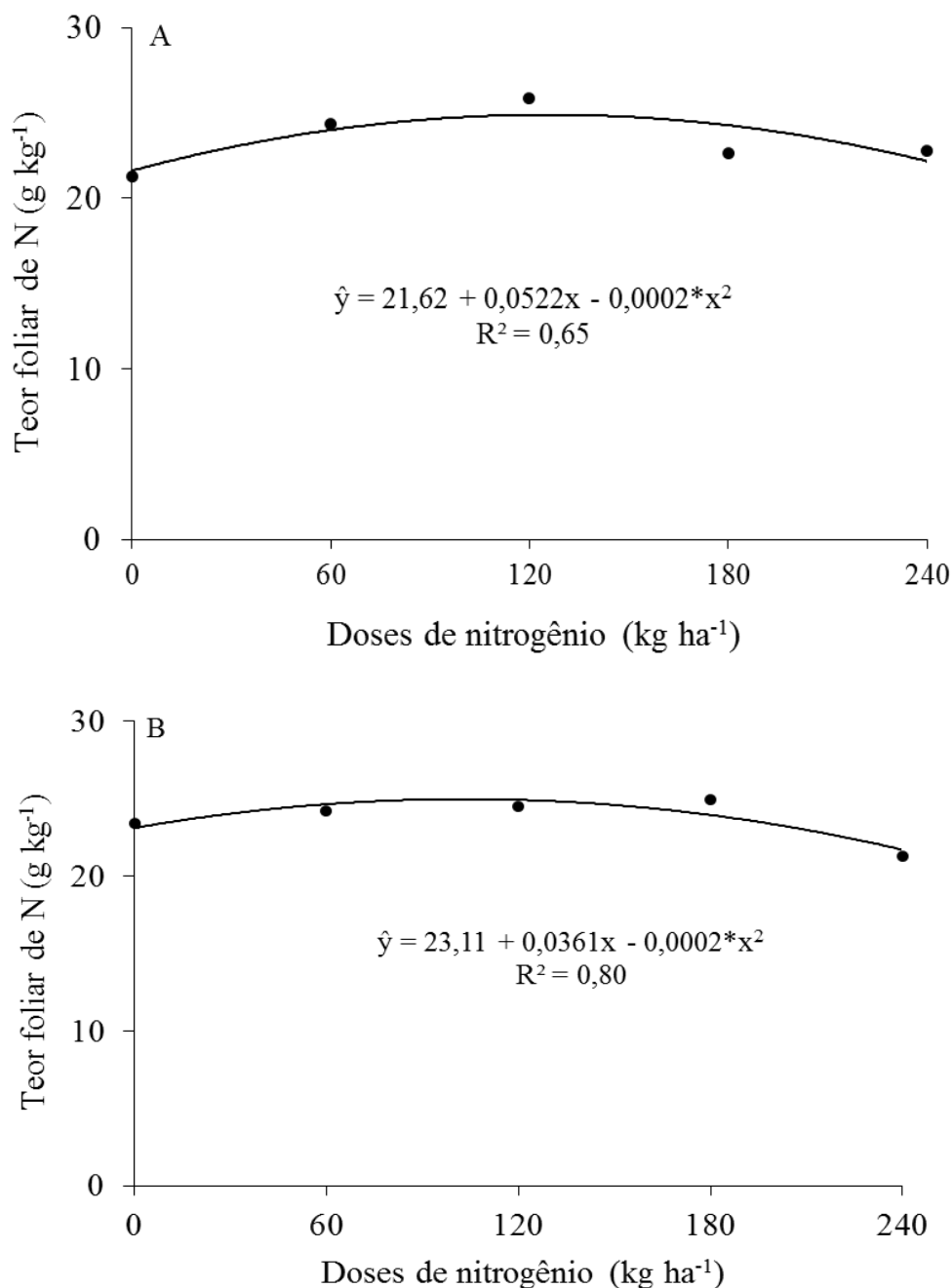


Figura 16. Teor de N foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

Os teores de N obtidos na pesquisa encontram-se dentro dos valores registrados por Foloni et al. (2013) ao estudar o efeito de doses de nitrogênio em batata-doce que variaram de 14 a 37 g kg⁻¹ para N foliar, porém inferiores aos encontrados por Ramakrishna et al. (2009) de 32,1 g. A ação do nitrogênio em aumentar o teor de N foliar na batata-doce, possivelmente foi decorrente de condições favoráveis do ambiente, como umidade no solo, precipitações e fornecimento de água na época correta melhorando a absorção de nutrientes pelas plantas (SANTOS, 2009).

Os teores de P foliar no plantio com uma rama por cova apresentados na superfície de resposta diminuíram com o aumento das concentrações de nitrogênio e espaçamento apresentando valor máximo de 0,15 g kg⁻¹ (Figura 17) o qual se encontra abaixo dos valores conforme Malavolta (2008) para espécies tuberosas de 2,5 a 3,5 g kg⁻¹. Comportamento semelhante ao apresentado quando se utilizou duas ramas por cova (Figura 18) com teor mínimo de 13 g kg⁻¹ no espaçamento de 0,4m. O fato da concentração de fósforo nas folhas não seguir o comportamento das características de produção, pode ser atribuído ao fato da translocação desse nutriente durante o florescimento, das folhas e hastes para a formação de raízes, pois esse nutriente apresenta alta mobilidade na planta (OLIVEIRA et al., 2005).

$$\hat{y} = 0,16 - 0,0300016 * E - 0,000553 * N + 0,000001 * N^2 + 0,000434 * E * N$$

$$R^2 = 0,78$$

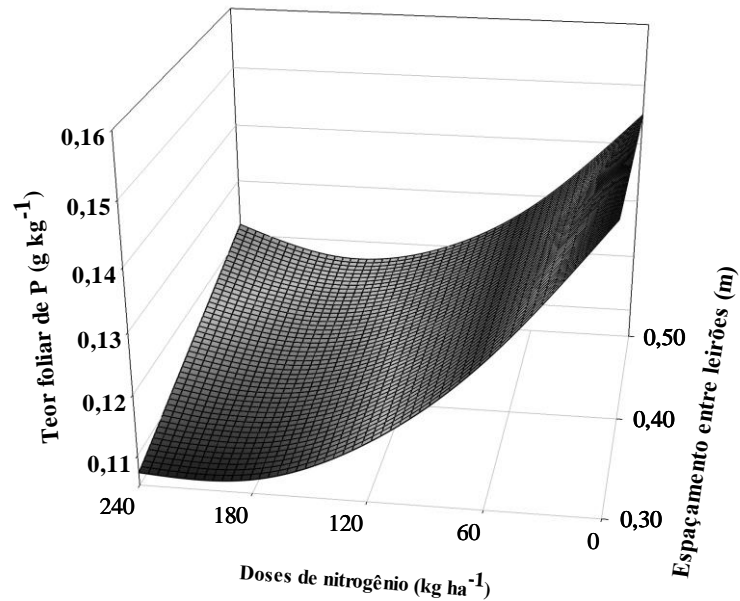


Figura 17. Teor de P foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamentos entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

$$\hat{y} = 0,09 + 0,298154E - 0,0376539 * E^2 - 0,000308 * N + 0,000001 * N^2$$

$$R^2 = 0,81$$

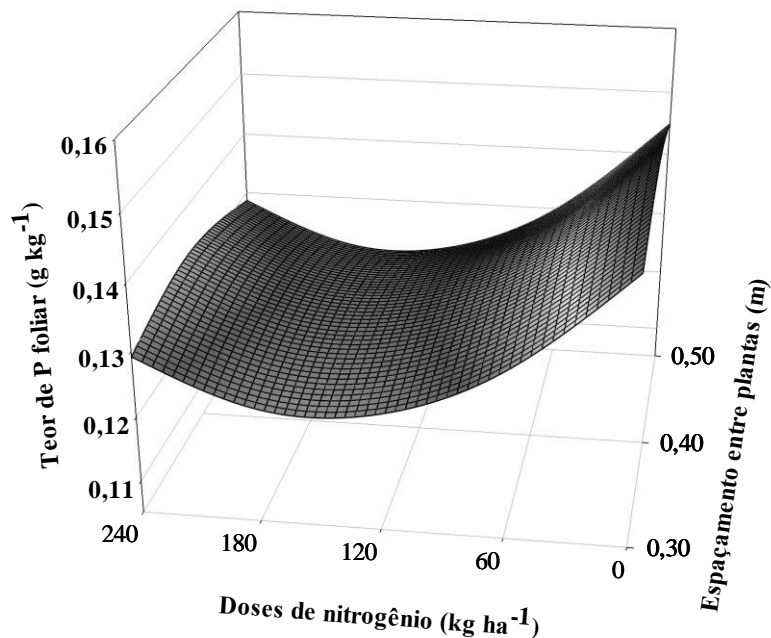


Figura 18. Teor de P foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas com duas ramos por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

A exemplo do teor de P, o teor de K foliar também reduziu em função das doses de nitrogênio e espaçamentos no plantio da batata-doce com 48,98 g kg⁻¹ quando se utilizou uma rama por cova (Figura 19).

$$\hat{y} = 0,09 + 0,298154E - 0,0376539E^2 - 0,000308N + 0,000001N^2$$

$$R^2 = 0,81$$

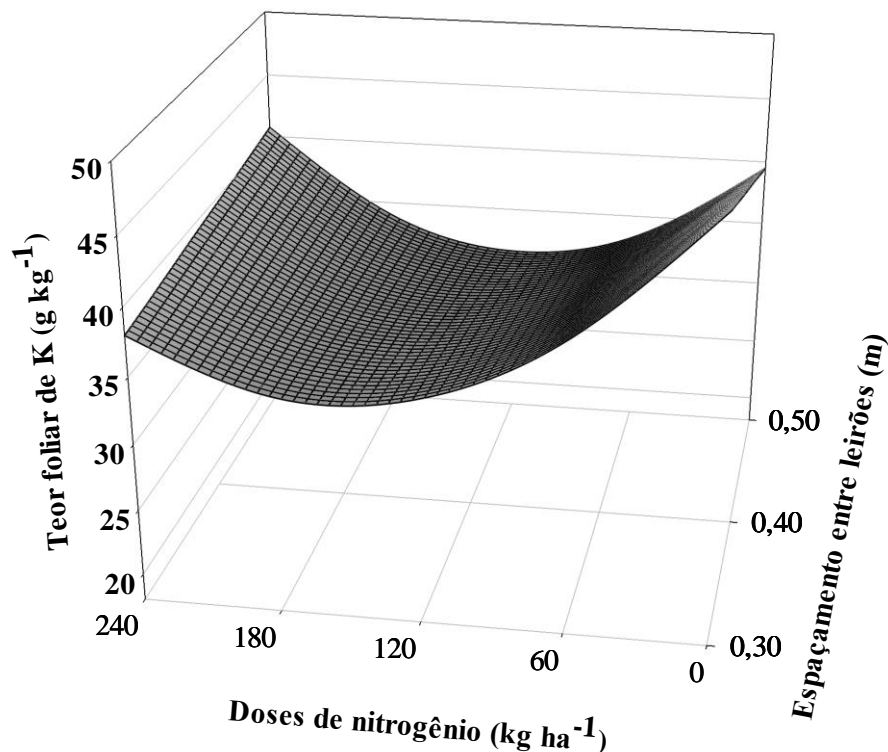


Figura 19. Teor de K foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio e espaçamento entre plantas com uma rama por cova. E= Espaçamento, N= Doses de nitrogênio. Areia-PB, CCA- UFPB, 2016.

No plantio com duas por ramas cova o teor de K reduziu linearmente com valor de 31,65 g kg⁻¹ na dose de 240 kg ha⁻¹ (Figura 20). Os elevados teores de K na parte aérea e na raiz tuberosa confirmam a importância deste nutriente para as plantas armazenadoras de reserva em órgãos subterrâneos, conforme relatado por Filgueira et al. (1993), Perrenoud (1993) e Souza et al. (2006), o que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares, síntese de amido e requerido para a obtenção de produções elevadas de tubérculos (WESTERMANN et al., 1994).

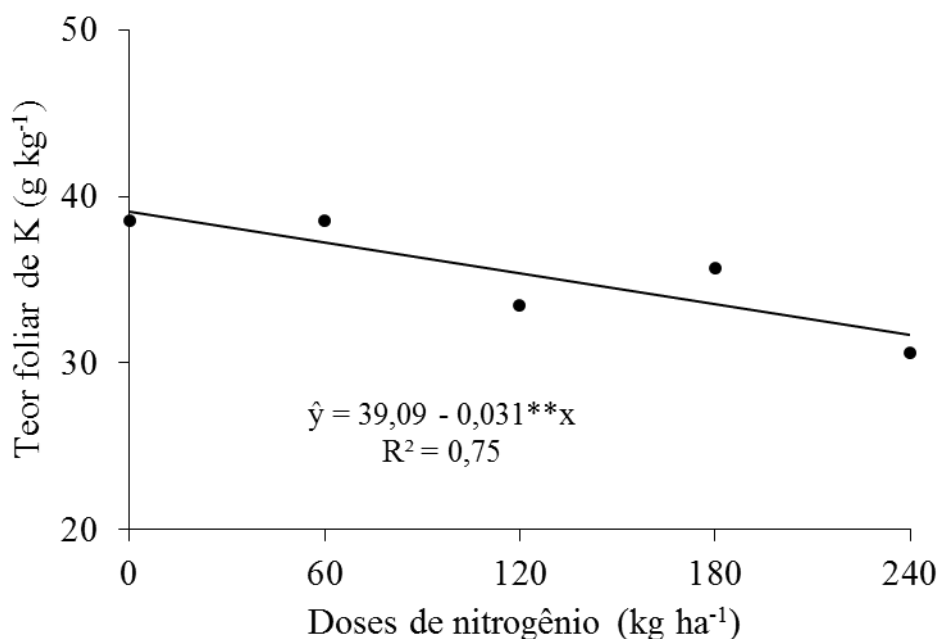


Figura 20. Teor de K foliar em plantas de batata-doce em função de doses de nitrogênio, com duas ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

A falta de estabilização e as quedas dos teores de P e K em relação ao N provavelmente ocorreram pela grande elevação das doses de nitrogênio proporcionadas pela adubação causando supressão nos demais teores, também, possivelmente, essas doses propiciaram desequilíbrios nutricionais na batata-doce, isso porque, segundo [Primavesi \(1990\)](#), o maior rendimento não depende da maior adubação, mas do melhor equilíbrio entre todos os elementos nutritivos e, de acordo com [Prado \(2008\)](#) a desordem nutricional, quer seja por deficiências ou excessos dos nutrientes minerais, causa diminuição na produção de qualquer cultura.

Teor de amido

Houve efeito de todos os tratamentos e interações entre eles para o teor de amido nas raízes comerciais de batata-doce pelo teste F. Nos desdobramentos das interações ocorreram ajustes linear e quadráticos de regressão em função das doses de nitrogênio e espaçamentos com uma e duas ramas por cova e ajuste linear para a interação entre eles no cultivo com uma rama por cova (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo das análises de variância e regressão para o teor de amido em raízes comerciais de batata-doce em função de doses de nitrogênio, espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

FV	GL	Amido
Bloco	3	0,2677 ^{ns}
Nitrogênio (N)	4	11,9514**
Espaçamento (E)	2	110,6367**
N x E	8	46,1331**
Resíduo (a)	42	0,2677
Ramas por cova (R)	1	26,4333**
R x N	4	20,6214**
R x E	2	35,0861**
N x E x R	8	23,3928**
Resíduo (b)	45	0,2677
CV _(a) (%)		2,42
CV _(b) (%)		2,42
Média		21,4
N-Linear / 1R	1	42,8882**
N-Quadr. / 1R	1	9,2490**
E-Linear / 1R	1	7,2199**
E-Quadr. / 1R	1	28,7751**
N-L x E-L / 1R	1	24,1599**
N-Linear / 2R	1	28,2049**
N-Quadr. / 2R	1	20,4175**
E-Linear / 2R	1	32,0919**
E-Quadr. / 2R	1	194,4653**
N-L x E-L / 2R	1	0,4230 ^{ns}

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O amido na batata-doce atingiu teores máximos de 23 e 21% no plantio com uma e duas ramas por cova respectivamente em função do fornecimento de 133 kg ha⁻¹ e 156 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 21 A e B). Quanto aos espaçamentos entre plantas, os teores máximos de amido foram de 22 e 23% no plantio com uma e duas ramas por cova, respectivamente (Figura 22 A e B).

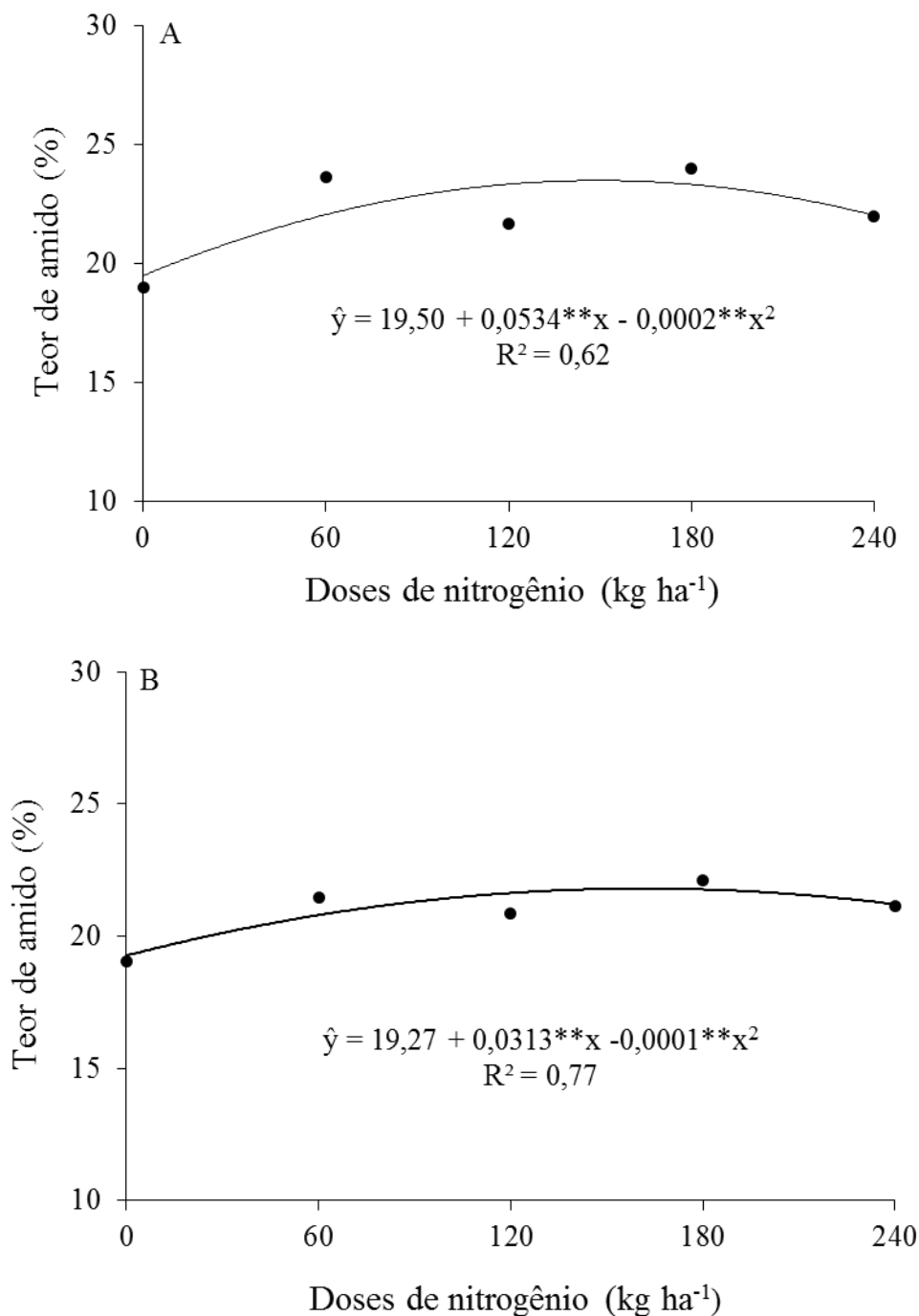


Figura 21. Teor de amido em raízes de batata-doce em função de doses de nitrogênio com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

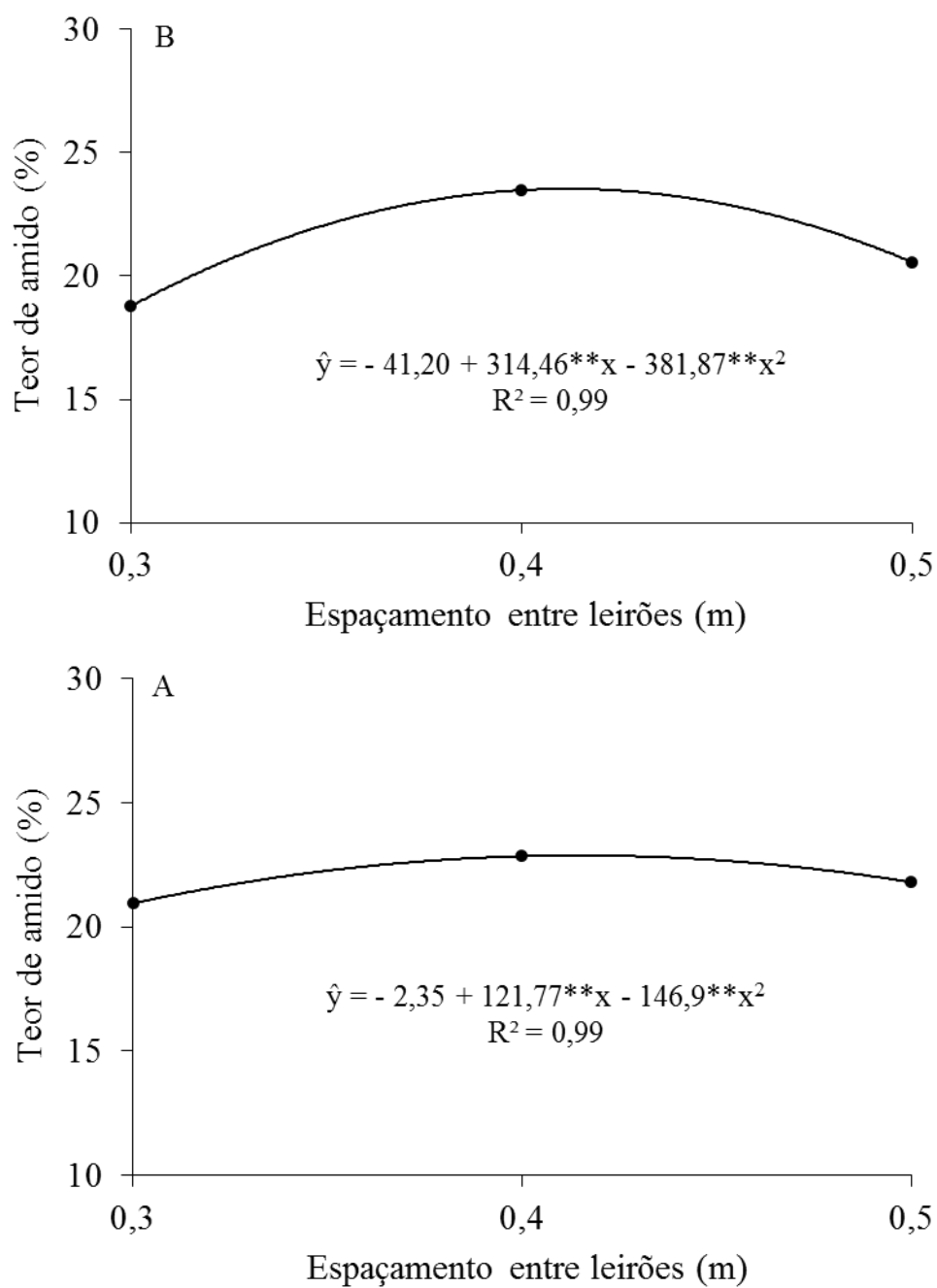


Figura 22. Teor de amido em raízes comerciais de batata-doce em função do espaçamento entre plantas cultivadas com uma (A) e duas (B) ramas por cova, Areia-PB, CCA - UFPB, 2016.

O teor de amido foi superior aos teores encontrados por Oliveira et al. (2013) adubando a batata-doce com 50 t ha⁻¹ de esterco de caprino e bovino, respectivamente, 17,3 e 15,4%. Essa superioridade pode ser atribuída ao nitrogênio, porque proporciona melhorias na qualidade dos produtos colhidos, como maior acúmulo de amido (OLIVEIRA et al., 2008). Outros fatores como maturidade pode influenciar essa característica, Oliveira et al. (2005) relatam que há influência sobre o conteúdo de amido nas raízes tuberosas, em função da adubação encontrando o de valor 15,7% de amido na raiz da batata-doce, onde seu máximo é obtido na maturidade, assim sendo, a colheita das raízes aos 120 dias neste trabalho pode ter interferido na quantidade deste carboidrato.

Porém, a redução do teor de amido com doses de nitrogênio elevadas, pode indicar que o excesso desse nutriente ocasionou desequilíbrio nutricional como relatado por Oliveira et al. (2005) onde o teor de amido foi reduzido com a elevação dos níveis de nitrogênio, com percentual mínimo de 57% no nível de 460 kg ha⁻¹ desse nutriente, assim como verificaram redução no teor de amido em função de doses elevadas de esterco bovino e de galinha. (OLIVEIRA et al., 2002),

O amido é sintetizado pelos vegetais quando há excesso de carboidratos disponíveis, sendo, portanto, uma forma de reserva (TAIZ & ZEIGER, 2013). A síntese e o acúmulo do amido ocorrem no interior dos cloroplastos, organelas responsáveis também pela fotossíntese nos vegetais. Quando o acúmulo de amido é muito grande, poderá haver danos mecânicos nos tilacóides do cloroplasto, em função do crescimento excessivo dos grãos de amido, prejudicando o processo de fotossíntese e, portanto, reduzindo a taxa fotossintética (DELUCIA et al., 1985).

Embora a presença do mesmo seja utilizado como ingredientes no preparo de diferentes produtos de batata-doce favorecendo suas características de mesa e de processamento (CEREDA et al., 2001), a diminuição dos seus teores em relação ao aumento do nitrogênio possivelmente se dá quando a quantidade de nutriente fornecida é considerada elevada para a espécie, ao ponto de reduzir o amido (FILGUEIRA, 2008). Referente ao número de ramas por cova, a percentagem de amido nas raízes de batata-doce foi maior quando se usou duas ramas por cova, com 23% (Figura 22 B), e 22% com uma rama por cova (Figura 22 A).

6. CONCLUSÕES

1. Todas as características de crescimento da batata-doce foram alteradas pela adubação nitrogenada, espaçamentos entre plantas e número de ramas por cova.
2. O nitrogênio influenciou positivamente a massa média de raízes comerciais, produção de raízes planta⁻¹, produtividade total e comercial de raízes;
3. Para aumentar a produção comercial de raízes de bata-doce deve-se fornecer 144 kg ha⁻¹ de nitrogênio com o cultivo de uma rama por cova e o espaçamento de 0,30 m entre plantas;
4. Para a maior produção de biomassa vegetal, o maior espaçamento, maior número de ramas por cova atrelado a maior concentração de adubo nitrogenado, foi o mais satisfatório;
5. Os teores de N foliar aumentaram em função dos tratamentos e o teor de P e K foliar não foram influenciados pelas fontes e doses testadas;
6. A percentagem de amido nas raízes de batata-doce foi maior quando se usou duas ramas por cova.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, E. G. Influência do silício na nutrição nitrogenada da berinjela. **Dissertação**. 73p. UFCG. Pombal, 2014.

AGRIDATA, **Cultivo da batata-doce**, 2002, Acesso em: 5/10/2015. Disponível em: <http://www.agridata.mg.gov.br/.htm>.

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**, v. 33, n. 6, p. 1554-1559, 2009

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014

AMINIFARD, M. H.; AROIEE, H. O.; FATEMI, H. A.; AMERI, A. T.; KARIMPOUR, S. A. Responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) to different rates of nitrogen under field conditions. **Journal of Central European Agriculture**, v.11, n.453-458. 2010.

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

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BARTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de Crescimento do híbrido de mini melancia Smile enxertada e não enxertada. **Interciência**, **Caracas**, v. 36, n. 9, p. 677-681, 2011

BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.: Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.2, p.275-280, 2008.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP. 41p, 2003.

BERNARDI, A. C. C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; REZENDE, N. G. A. M.; PAIVA, P. R. P.; MONTE, M. B. M. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.3, p. 794-800, 2008.

BRAUN, H.; COELHO, F.S.; SILVA, M.C.C.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; BUSATO, C. Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado de nitrogênio em plantas de batata. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 56, n. 3, p. 185-195, 2013.

BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: International Fertilizer Development Center. **Fertilizer manual. Alabama**, Kluwer Academic, p.20-44, 2000.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; MELO, T. L.; MORAIS, O. M.; VASCONCELOS, A. C.: Nota Científica. Características Fisiológicas De Clones De Batata-Doce Physiology Characteristics Of Sweet Potato Clones. **Scientia Agrária**. V.9, n 4, 2008.

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**, v.23, n.4, p.911-914, 2005.

CARVALHO, C. M.; SOUZA, R. J. de.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 330-335, 2001.

CASTRO, L. A. S. de; TREPTOW, R. O.; CAMPOS, A. D.; CHOER, E.; THÜRMER, L. **Acessos de batata-doce do banco ativo de germoplasma da Embrapa Clima Temperado**

recomendados para mesa e processamento industrial. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, 26 p. Documentos 289.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, J. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D. F.; SARMENTO, S. B. S. Propriedades gerais do amido. São Paulo, **Fundação Cargill**, 221 p. (Série: Culturas de tuberosas amiláceas Latino-americanas, v. 1) 2001.

CHAPMAN, S.C. & BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agron. J.*, 89:557-562, 1997.

CIP (**Centro Internacional de la Papa**). 2006. *CIP sweet potato facts*. Disponível em: <www.cipotato.org>. Acesado em 28 Ago. 2015

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**, v. 11, n. 3, p. 273-278, 2005.

CORRÊA, C. V.; CARDOSO, A. I. I.: Densidade de plantio na produção de abóbora – Campus de Botucatu. **Carbohydrate Research**, v. 345, n. 1, p. 55–60, 2011.

DELUCIA, E.H. et al. Photosynthetic inhibition after long-term exposure to elevated levels of atmospheric carbon dioxide. *Photosynthesis Research*, v.7, n.2, p.175-184, 1985. doi: 10.1007/BF00037008.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio Norte. **INTCSal Fortaleza - CE 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**, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2009.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Sistemas de Produção**, Versão Eletrônica, Jun./2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/plantio.html. Acesso em: 10 de setembro de 2016

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3ª Edição. Brasília, DF: EMBRAPA SOLOS, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, 1995.

FAO. **FAOSTAT**, 2012. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em out. 2015.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 232-237, 2001.

FELTRAN, J.C.; FABRI, E.G. Batata-doce uma cultura versátil, porém sub-utilizada. **Nosso Alho**, n. 6, p. 28-31, 2010.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 53, n.305, p. 83-92, 2006.

FIGUEIREDO, J. A; ANDRADE JUNIOR, V. C; PEREIRA, R. C; RIBEIRO, K. G; VIANA, D. J. S; NEIVA I. P. 2012. Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 4, 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, p. 421, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R.; FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: (eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: ABPPF. p.401-428, 1993

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**, v.34, n.1, p. 117-126, 2013.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 122 p, 2001.

GHORBANI, R.; WILCOCKSON, S.; KOOCHKEKI, A.; LEIFERT, C. Soil management for sustainable crop disease control: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v.6, p.149-162, 2008.

GIL, P. T., FONTES, P. C. R., CECON, P. R.; AFFONSO, F. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GOETHALS, P. L.; CHO, B. R. Extending the desirability function to account for variability measures in univariate and multivariate response experiments. **Computers and Industrial Engineering**, v. 62, n. 2, p. 457–468, 2012.

GRACE, M. H.; YOUSEF, G. G.; GUSTAFSON, S. J.; TRUONG, V. D.; YENCHO, G. C.; LILA, M. A. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweet potato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, n.15, p. 717–724, 2014.

GUEDES, I. M. R.; Uso excessivo de fertilizantes – interações entre nutrientes, Agricultura, Fertilidade do Solo. Jun, 2011. Acessado em 13 de novembro de 2016.disponível em: http://scienceblogs.com.br/geofagos/2011/06/uso_excessivo_de_fertilizantes/comment-page-1/

HARTEMINK, A. E.; O'SULLIVAN, J. N.; POLOMA, S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.79, n.1-2, p. 271–280, 2000.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GRACIANO, J. D.; PEZZONI FILHO, J. C. Produção de almeirão em cultivo solteiro e consorciado com cenoura. **Acta Sci. Agron**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 55-61, 2006.

IBGE (GCEA/PB). **Produção agrícola municipal**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadost/temas.php?sigla=pb&tema=lavouratemporaria2012>. Acesso em 26 de setembro 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4. edição. São Paulo: 2005.

LEONARDO, F. DE A. P.; OLIVEIRA, A. P. DE; PEREIRA, W. E.; SILVA, O. P. R. DA, BARROS, J. R. A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p.18-23, 2014.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas, tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas**, n.121, p.1-10, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638 p, 2006.

MALHI, S.S.; GRANT, C.A.; JOHNSTON, A.M.; GILL, K.S. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. **Soil and Tillage Research**, v.60, n.3/4, p.101-122, 2001.

MASSAROTO, J. A, KOGA, P. S, YAMASHITA, O. M, PERES, W. M, SERGIO, J. B, FURLAN. Avaliação de genótipos de batata doce para produção de raízes e ramas para alimentação animal. **Revista Varia Scientia Agrárias** v. 03, n.01, p. 77-86, 2013.

MELO, A. S. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 39, n. 2, p 119-123, 2009.

MEGDA, M.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. & VIEIRA, M.X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, 33:1055-1060, 2009.

MENDONÇA, A. T. C.; PEIXOTO, N. Efeitos do espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.2, p.80-82, 1991

MONTEIRO, A. B. Silagens de cultivares e clones de batata-doce para alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.2, n.2 p. 978-981 2007.

MOREIRA, J. N.; QUEIROGA, R. C. F.; SOUSA JÚNIOR, A. J. L.; SANTOS, M. A.. Caracteres morfofisiológicos e produtivos de cultivares de batata-doce, em Mossoró, RN. **Revista Verde**. v.6, n.1, p. 161 – 167, 2011.

NAFIU, A. K.; TOGUN, A. O.; OLABIYI, A. M.; OKECHUKWU, C.; V. Effects of NPK fertilizer on growth, drymatter production and yield of eggplant in southwestern Nigeria. **Agriculture Biology Journal Nutrition of American**, v. 2, n.7, p.1117-1125, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; GONDIM, P. C.; SILVA; O. P. R.; OLIVEIRA, A. N. P.; GONDIM, S. C.; SILVA, J. A.; Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação com matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.8, p.830–834, 2013.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, J. F.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, M. C. C. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SILVA, N. V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.277-281, 2010.

OLIVEIRA AP; OLIVEIRA ANP; ALVES AU; ALVES EU; SILVA DF; SANTOS RR; LEONARDO FAP. Rendimento de maxixe adubado com doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p.533-536, 2008.

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

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**. v. 24, n.3, p. 279-282, 2006.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. N.; OLIVEIRA, A. N. P. de. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂ O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 611-617, 2006b.

OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; TREVISAN, A. P.; ANTES, R. B. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.660-663, 2006.

OLIVEIRA, A. P.; CARDOSO, M. O.; BARBOSA, L. J. N.; SILVA, J. E. L.; MORAIS, M.S. Resposta do feijão-vagem a P₂ O₅ em solo arenoso com baixo teor de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.128-132, 2005.

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 uréia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.925-928, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; FREITAS NETO, P. A.; SANTOS, E. S. Produtividade de inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.2, p.144-147, 2002.

OSÓRIO FILHO B. D.; **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada**. 76f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2006.

PALIWAL, K.; KARUNAICHAMY, K. S. T. K. In-situ estimation of leaf chlorophyll by light transmittance in vegetable crops. Kamaraj University, **School of Biological Sciences**. Índia Madurai, 1995.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Biosci. Journal**, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2014.

PEREIRA, A. P.; VILLA NOVA, N. A.; RAMOS, V. J.; PEREIRA, A. R. Potato potential yield based on climatic elements and cultivar characteristics. **Bragantia**, v. 67, n.2, p. 327-334, 2008.

PEREIRA, C. R.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, H. U.; BARRA, P. B.; LOURO, F. S. C.; QUEIROGA, R. C. F.; Composição química dos resíduos de cultivares de batata-doce submetida a diferentes idades de colheita. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 43. Resumos. Recife: SOB (CD-ROM). 2003.

PERRENOUD, S.; Potato: fertilizers for yield and quality. Bern: **International Potash Institute**. 53p. 1993.

PICHA, D. H. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. **Journal American Society Horticultural Science**. v.111, n.6, p.89-92. 1986.

PORTO, J. S. **Fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade de tomate híbrido silvety**. Tese. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 98f, 2013.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v.71, n. 2, p. 190-195, 2012.

PRADO, R. M. de. Nutrição de plantas. São Paulo: UNESP, 407p. 2008.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; HEITOR CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R.; VIVALDI, L. J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

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**. v. 25, n.3 p. 371-374, 2007.

RAMAKRISHNA, A.; BAILEY, J. S.; KIRCHHOF, G. A. Preliminary diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) model for diagnosing the nutrient status of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Plant Soil**, 316:107-116, 2009.

RITSCHER, P. S.; LOPES, C. A.; HUAMÁN, Z.; FERREIRA, M. E.; FRANÇA, F. H.; MENEZES, J. E.; TEIXEIRA, D. M. C.; TORRES, A. C.; CHARCHAR, J. M.; THOMAZELLI, L. **Organização do banco ativo de germoplasma de batata-doce: situação atual e perspectivas**, 2007. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/batatadoce.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2015.

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**, v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.

RUZA, A.; SKRABULE, I.; VAIVODE, A. Influence of nitrogen on potato productivity and nutrient use efficiency. **Proceedings of the latvian academy of sciences**, v. 67, n.3, p. 247–253, 2013.

SANTOS, J. F.; SOUSA, M. R.; SANTOS, M. C. C. A. Resposta da batata-doce (*Ipomoea batatas*) à adubação orgânica. **Tecnologia & Ciência Agropecuária.**, João Pessoa, v.3, n.1, p.13-16, 2009.

SAS. SAS/STAT 9.3. Use's Guide. Cary, NC: **SAS Institute Inc.** p. 8621, 2011.

SENANAYAKE, S. A.; RANAWEERA, K. K. D. S.; GUNARATNE, A.; BAMUNUARACHCHI, A. Comparative analysis of nutritional quality of five different cultivars of sweet potatoes (*Ipomea batatas* (L) Lam) in Sri Lanka. **Food Science & Nutrition**, v. 1, n. 4, p. 284–291, 2013.

SERA, T. Espaçamento certo garante lucro ao produtor. **Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar)**. Acessado em outubro de 2015. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25132&secao=Artigos%20Especiais&c2=Manejo>.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GODIN, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R. BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.879-882, 2006.

SHIH, M.-C.; KUO, C.-C.; CHIANG, W. Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. **Food Chemistry**, v. 117, n. 1, p. 114–121, 2009.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Sistema de Produção: Cultivo da Batata-Doce**. Brasília, DF: EMBRAPA – CNPA, [2008]. Versão

Eletrônica http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/apresentacao.html. Acesso em: 22/10/2015.

SILVA, J. A. **Resposta do quiabeiro a espaçamentos e biofertilizante**. Areia - PB, Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. UFPB. 52 f. 2014.

SILVA, J. E. L. **Rendimento e teor de amido da batata-doce em função de doses de P₂O₅ e de espaçamentos de plantio**. 68 f. (Dissertação mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2004.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce**. In: CEREDA, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. 2. ed. São Paulo: Cargill, p. 448-504. 2002

SILVEIRA, P. D., BRAZ, A. J.; DIDONET, A. D. Uso de clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 09, p. 1083-1087, 2003.

SOARES K. T.; MELO. A. S.; MATIAS, E. C.: A Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) Lam). João Pessoa: **EMEPA-PB**, 26 p. Documentos, 41. 2002

SOUZA, B. S.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z; BEZERRA NETO, F.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; SERAFIM, E. C. S.; MEDEIROS, M. A. **Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba**. In: CBO, 46. Resumos. Campo Grande: SOB (CD ROM). 2006.

STONE, L. F.; SILVA, G. M.; MOREIRA, J. A. A. **Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., Viçosa. Resumos Expandidos. Viçosa: UFV, p. 743-746, 2002.

SULNMAN, H.; O. SASAKI.: Studies on effect of planting density on the growth and yield of sweet potato: *Ipomoea batatas* Lam. **Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University**, v.37, n.1, p.10, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H., VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros matérias**. Boletim Técnico. Porto Alegre: Departamento de Solos – UFRGS, 1995. 173 (UFRGS, Boletim Técnico, 5).

THUMÉ, M. A.; DIAS, L. E.; SILVEIRA, M. A.; ASSIS, I. R. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 60, n.6, p. 863-875, nov/dez, 2013.

ULISSI, V.; ANTONUCCI, F.; BENINCASA, P.; FARNESELLI, M.; TOSTI, G.; GUIDUCCI, M.; TEI, F.; COSTA, C.; PALLOTTINO, F. Nitrogen concentration estimation in tomato leaves by vis-nir non-destructive spectroscopy. **Sensors**, n.11: 6411-24.16, 2011.

WESTERMANN, D. T; TINDALL, T. A; JAMES, D. W; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. **American Potato Journal**. v. 71, n.7, p. 417-432, 1994.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCINI, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para uso na cultura do milho. Rio de Janeiro: **Embrapa Agrobiologia**, 2002. 4p.