



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE E FONTES DE NITROGÊNIO**

NATÁLIA VITAL DA SILVA BANDEIRA

AREIA – PARAÍBA

2016

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

B214p Bandeira, Natália Vital da Silva.

Produção e qualidade da batata-doce em função de biofertilizante e fontes de nitrogênio / Natália Vital da Silva Bandeira. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xii, 54 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 – Biofertilizante 2. *Ipomoea batatas* – Fontes de nitrogênio 3. Batata-doce – Qualidade de raízes I. Oliveira, Ademar Pereira de (Orientador)
II. Título.

UFPB/CCA


CDU: 633.492(043.2)

NATÁLIA VITAL DA SILVA BANDEIRA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE E FONTES DE NITROGÊNIO**

ORIENTADOR:

Prof. Dr. ADEMAR PEREIRA DE OLIVEIRA



Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de “Doutora em Agronomia” na área de concentração: Agricultura Tropical.

AREIA – PARAÍBA

2016

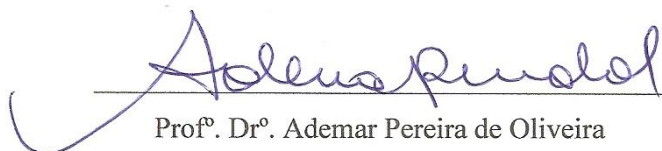
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRICULTURA TROPICAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Produção e qualidade da batata-doce em função de biofertilizante e fontes de nitrogênio

Autora: Natália Vital da Silva Bandeira

Defendida em 17/05/2016



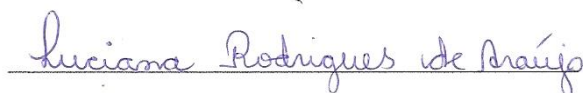
Prof.º Dr.º. Ademar Pereira de Oliveira

Orientador - CCA/UFPB



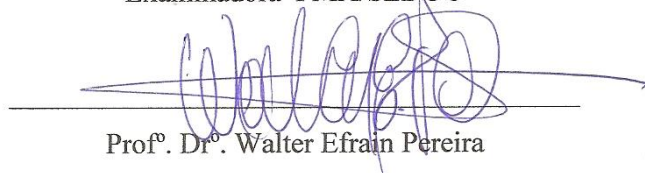
Prof.º Dr.º. Flávio Pereira de Oliveira

Examinador - CCA/UFPB



Dr.ª. Luciana Rodrigues de Araújo

Examinadora - PMA/SEDUC



Prof.º Dr.º. Walter Efraim Pereira

Examinador - CCA/UFPB

Presidente da Comissão Examinadora

Dr. Ademar Pereira de Oliveira

Orientador

Dedico

A meu pai eterno *Deus*, por me manter firme a cada obstáculo da vida e agradecida por toda alegria recebida.

A *minha família*, por todos os ensinamentos compartilhados e ao meu querido e inesquecível irmão “*Mastrange Vital da Silva, (in memoriam)*”, a sua essência sempre estará comigo, até nos encontrarmos novamente.

Ofereço

Ao meu esposo, amigo, confidente, companheiro, *Jailson Bandeira da Silva Costa*, por todo amor, paciência, força, união e incentivo para jamais desistir dos nossos sonhos.

A minha pequena e tão amada filha *Luisy Emanuelle Vital da Silva Bandeira*, minha força de cada dia, a flor mais bela que Deus me presenteou. Amo vocês, que Deus continue nos abençoando!

Agradecimentos

Primeiramente ao meu pai maior Deus, por sua generosidade, luz, amor compartilhada nas conquistas concedidas, me dando paz e sabedoria, que se faz sempre no meu caminhar terreno, me guiando e ensinando o verdadeiro caminho.

Aos meus familiares, pelo exemplo de força e determinação, pessoas que sempre estiveram presente em busca de meu sucesso.

Ao meu esposo, Jailson Bandeira da Silva Costa e a minha filha Luisy Emanuelle Vital da Silva Bandeira, pela compreensão dos momentos que abdiquei de suas companhias para a conclusão de mais um trabalho e por todo amor depositado.

À família Bandeira, por todo o apoio e incentivo durante toda a convivência, em especial a Neuza Bandeira (*in memoriam*) que nos deixou um exemplo de garra e determinação.

Ao Professor Dr. Ademar Pereira de Oliveira, pela orientação, conselhos, paciência, contribuindo para meu aprendizado e amadurecimento e acima de tudo, pela amizade.

Ao Centro de Ciências Agrárias e a Pós-Graduação, por todo o ensinamento passado e pela oportunidade de me qualificar profissionalmente.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, Alexandre Paulino dos Santos, Francisco de Castro Azevêdo, Genival Gomes da Silva, Josivaldo dos Santos, pela amizade e por ter contribuído na execução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias que acompanharam a minha jornada nesta nova etapa alcançada e pela sua amizade.

À doutrina espírita, pelo Centro Espírita a Caminho da Luz, por todo o ensinamento e aperfeiçoamento moral que vêm me proporcionando melhoria em meu estado de ser.

Aos amigos de hoje e sempre: Francinalva Maria, Tia Carminha, Marília Cunha Lima, Elson da Cunha Lima Filho, Sílvia Cunha Lima, Italo Moreira, Damiana Ferreira, Tony Andreson, Joaquim Carolino, Sueli Santos, Josilene Amaro, Jandira e Francisco Abrantes. Entre tantos outros o meu muito obrigado por participarem de minha vida.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização e conclusão deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Sumário

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Considerações sobre a cultura	3
2.2. Biofertilizante	4
2.3. Nitrogênio e suas fontes	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Instalação e condução do experimento	9
3.2. Características avaliadas	12
3.3. Análise estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Comprimento, diâmetro e massa média de raízes	15
4.2. Produtividades total e comercial de raízes de batata-doce	18
4.3. Produção e número de raízes comercial por planta ⁻¹	21
4.4. Massa verde da parte aérea planta ⁻¹	24
4.5. Massa seca da parte aérea planta ⁻¹	26
4.6. Matéria orgânica do solo e teores de N, P e K foliar	28
4.7. Teores de glicose, amido e cinzas	32
4.8. Teores de antocianina, proteína e umidade	36
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

Lista de Tabelas

Tabela 1. Dados climáticos durante o período de condução do experimento em campo. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	9
Tabela 2. Características químicas e físicas de solo, coletado a 20 cm de profundidade, no local do experimento. CCA-UFPB, Areia, 2015	10
Tabela 3. Resumo das análises de variância e de regressão para comprimento, diâmetro e massa média de raízes na batata-doce, em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	15
Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão para produção total (PT), produtividade comercial (PC), em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	19
Tabela 5. Resumo das análises de variância e de regressão para produção de raízes comerciais por planta ⁻¹ (PRCP) e número de raízes comerciais por planta ⁻¹ (NRCP), em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	22
Tabela 6. Resumo das análises de variância e de regressão para massa verde aos 30, 50, 70 e 90 DAP em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	24
Tabela 7. Resumo das análises de variância e de regressão para massa seca aos 30, 50, 70 e 90 DAP em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	26
Tabela 8. Resumo das análises de variância e de regressão para matéria orgânica do solo (M.O.), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foliar e em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	29

Tabela 9. Resumo das análises de variância e de regressão para glicose, amido e cinzas em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	33
--	----

Tabela 10. Resumo das análises de variância e de regressão para antocianina, proteína e umidade em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	36
---	----

Lista de Figuras

Figura 1. Comprimento da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	16
Figura 2. Diâmetro da batata-doce em adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	17
Figura 3. Massa média da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	18
Figura 4. Produtividade total da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015	20
Figura 5. Produtividade comercial de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015	21
Figura 6. Produção de raízes comerciais por planta ⁻¹ de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	23
Figura 7. Número de raízes por planta ⁻¹ de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	24
Figura 8. Massa verde da parte aérea aos 30, 50, 70 e 90 DAP em batata-doce adubada com biofertilizante, ureia e sulfato de amônio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	26
Figura 9. Massa seca da parte aérea aos 30, 50, 70 e 90 DAP em batata-doce adubada com biofertilizante, ureia e sulfato de amônio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	28
Figura 10. Teor de matéria orgânica do solo em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.....	30
Figura 11. Teor de N foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015	31
Figura 12. Teor de P foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015	31

Figura 13. Teor de K foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015	32
Figura 14. Teor de glicose em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	34
Figura 15. Teor de amido em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	35
Figura 16. Teor de cinzas em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	35
Figura 17. Teor de antocianina em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	37
Figura 18. Teor de proteína em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	38
Figura 19. Teor de umidade em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.	39

BANDEIRA, N.V.S. **Produção e qualidade da batata-doce em função de biofertilizante e fontes de nitrogênio**, 2016. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Estudos que visem o aumento do rendimento e qualidade de raízes da batata-doce, podem se constituir em importantes ferramentas para melhorar a condição sócio-econômica da região Nordeste, pelo fato de ser uma das hortaliças de grande importância nessa região. Com o objetivo de avaliar o efeito de concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio sobre a produção e qualidade de batata-doce, cultivar Campina, instalou-se um experimento no Centro de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, em delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco concentrações de biofertilizante (0, 10, 20, 30 e 40%) e duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia), com quatro repetições. Foram avaliados o comprimento e diâmetro, massa média, produtividades total e comercial, produção e número de raízes comercial por planta⁻¹, massa verde da parte aérea planta⁻¹, massa seca da parte aérea planta⁻¹, teor de matéria orgânica do solo e teores foliares de N, P e K, teores de glicose, amido e cinzas, teores de antocianina, proteína e umidade. Pelos resultados constatou-se que o biofertilizante influenciou de forma positiva todas as características avaliadas na batata-doce, mas houve diferença em relação às fontes de nitrogênio. O comprimento, massa média, produção e número de raízes planta⁻¹ e teor de cinzas nas raízes foram maiores com uso de sulfato de amônio. O diâmetro e as produtividades total e comercial de raízes atingiram o máximo nas fontes sulfato de amônio e ureia. A massa verde e seca foliar planta⁻¹ aumentaram com os períodos de avaliação e com uso de nitrogênio nas duas fontes. O teor de matéria orgânica no solo após a colheita foi maior quando se aplicou ureia. Os teores foliares de N, P e K foram adequados para a batata-doce, independente das fontes de nitrogênio. Os teores de amido, proteína, antocianinas e umidade foram adequados independentes das fontes de nitrogênio. A produção e a qualidade aumentaram com o uso de biofertilizante entre 20-22%, o sulfato de amônio é a fonte de nitrogênio recomendada; o biofertilizante e o nitrogênio elevaram o teor de matéria orgânica no solo e os teores foliares de N, P e K aumentaram em função dos tratamentos.

Palavras chaves: *Ipomoea batatas* L.; adubação orgânica, adubação nitrogenada, rendimento e composição química de raízes.

BANDEIRA, N.V.S. **Production and quality of sweet potato functioning by bio-fertilizert and nitrogen sources**, 2016. 68 p (Doctor Degree in Agronomy) Post Graduation Program in Agronomy. Concentration area: Tropical agriculture, Federal University of Paraiba.

ABSTRACT

Studies which aimed the increase of yield and root qualities of sweet potato can constitute in important tools to improve social condition in the Northeast Region, because it is one most important vegetables. With the aim to evaluate the effect of bio-fertilizer concentrations and sources of N through production and quality of sweet potato, Campina crop, had been installed an experiment in the Federal University of Paraiba, Areia – PB, in an experimental sketching in randomized blocks factorial scheme 5 x 2, being 5 concentrations of bio-fertilizer (0, 10, 20, 30 and 40%) and two sources of nitrogen (ammonium sulfate and urea), with four repetitions. It had been evaluated the length and diameter, average mass, total and commercial productivity, production and root numbers per plant⁻¹, green mass of plant air⁻¹, dry matter of plant air⁻¹, organic matter of soil and foliar levels of N, P and K, glucose levels, starch and ashes, anthocyanin levels, protein and humidity. According to results, it had been seen that bio-fertilizer influenced in a positive way all features in sweet potato, but it had difference relationing to nitrogen sources. Length, media average, production and root plant number⁻¹ and ashes level in the roots were bigger with the usage of ammonium sulfate and urea. Green and dry matter increased with evaluation periods and with the usage of nitrogen in two sources. Organic matter level on soil after crop was bigger when urea was used. Foliar levels of N, P and K were suitable to sweet potato, despite nitrogen sources. Starch levels, protein, anthocyanins, humidity were suitable. Production and quality increased with the usage of bio-fertilizers 20-22%. Ammonium sulfate is a nitrogen source very recommended, bio-fertilizer and N increased soil organic matter level and foliar levels of N, P and K increased functioning of the treatments.

Key words: *Ipomoea batatas* L; organic fertilization, nitrogen fertilization, yield and chemical composition of roots.

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce é uma das espécies de maior importância do mundo, a sua produção em 2012 foi de 108 milhões de toneladas, o que proporcionou uma produtividade média de $13,3 \text{ t ha}^{-1}$ (FAO, 2012). O Brasil ocupa o décimo quinto lugar na produção mundial de batata-doce com aproximadamente 495,2 t/ano, em área de 41.999 ha, e produtividade média de $11,8 \text{ t ha}^{-1}$, sendo a Paraíba o maior produtor nordestino e o segundo brasileiro, contudo, tem uma das mais baixas produtividades de $6,4 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2012), porém Miranda (2012) relata que pode ser superior a 25 t ha^{-1} , desde que seja conduzida com tecnologia adequada.

Por ser uma cultura de fácil manejo, a batata-doce é cultivada em praticamente todos os estados brasileiros, e tem grande importância social por ser uma fonte de alimento energético e rica em carboidratos, e por participar do hábito alimentar do brasileiro (CARDOSO et al., 2007). Contudo, é cultura marginal com produtividade média baixa, o que pode ser atribuído, dentre outros fatores, a ausência à tecnologia de produção e de manejo de nutrição adequada.

Na produção de hortaliças é necessário o controle do fornecimento de nutrientes orgânicos e minerais, como na época e a quantidade correta, visando atender as suas exigências nutricionais. Isso porque esses em determinados estádios do desenvolvimento influenciam a produção e a qualidade dos produtos colhidos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Dentre os insumos orgânicos, o biofertilizante é considerado um adubo vivo, pois é constituído de microrganismos resultante da decomposição da matéria orgânica (animal ou vegetal), pela fermentação microbiana, com ou sem a presença de oxigênio, ocorrida em meio líquido (PENTEADO, 2010). De fácil aquisição, em decorrência de que geralmente são compostos de excrementos de animais, pode ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia com insumos importados e, ainda, promovendo melhorias no saneamento ambiental (MEDEIROS et al., 2007). Seu uso no solo tem sido empregado nas mais diversas culturas, pois vêm mostrando ser útil e de baixo custo, seja como única fonte de nutrientes ou juntamente com adubos minerais (FREIRE et al., 2010). Na batata-doce esse insumo orgânico promove melhora no seu crescimento e aumenta a produção e a qualidade das raízes (SILVA et al., 2002).

Com relação aos nutrientes minerais, o nitrogênio é o segundo elemento mais exigido pelas hortaliças. Seu fornecimento via adubação funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, geralmente baixa em relação às necessidades das

plantas (FILGUEIRA, 2008). Em solos com deficiência desse nutriente, as folhas das plantas ficam cloróticas e produzem menos. Quando há excesso, a planta vegeta excessivamente, produz menos frutos e as raízes transpiram demasiadamente, ficando sujeitas a seca e ao ataque de pragas e moléstias (MALAVOLTA, 2006). Na batata-doce esse nutriente merece atenção especial, porque seu excesso causa crescimento desordenado da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas (OLIVEIRA et al., 2006). Dentro as fontes de nitrogênio geralmente assimiláveis pelas plantas estão às formas do nitrato, amônio e ureia (PURCINO et al., 2000).

Diante dessas considerações objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento da batata-doce adubado com concentrações de biofertilizante e duas fontes de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações sobre a cultura

A batata doce (*Ipomeae batatas* L.) é uma espécie herbácea perene com um crescimento extensivo em regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seu centro de origem e diversificação abrange a região que vai da Península de Yucatán, no México, até a Colômbia (RISSO, 2007). Relatos de seu uso remontam há 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 encontradas na região ocupada pelos Maias, na América Central (SILVA et al., 2008). Um aspecto importante em relação ao comportamento agrônômico dessa hortaliça é a rusticidade e a tolerância ao ataque de pragas que são características favoráveis à adoção em sistemas orgânicos de produção, o que a torna uma cultura importante para estabilidade da renda aos produtores (SILVA, 2006).

É uma espécie dicotiledônea pertencente à família botânica Convolvulácea, que agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, sendo que dentre elas, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica. O caule ou rama possui hábito de crescimento que pode ser rasteiro, trepador ou ereto, de constituição herbácea, verde ou arroxeado, pode ser segmentado e utilizado como rama-semente para formação de lavoura. As ramas-semente têm capacidade de emitir raízes em tempo relativamente curto, que pode variar de três a cinco dias, dependendo da temperatura e idade do tecido (SILVA et al., 2008).

As raízes são revestidas por uma pele fina, formada por poucas camadas de células, de aproximadamente 2 mm denominada casca e a parte central denominada de polpa. A película externa se destaca facilmente da casca, mas a divisão entre a casca e a polpa nem sempre é nítida e facilmente separável, dependendo da variedade, estágio vegetativo da planta e tempo de armazenamento (SILVA et al., 2008). Esta espécie tem a característica de armazenar reservas nutritivas em suas raízes, possuindo imenso potencial alimentício e industrial (MONTES et al., 2007).

A batata-doce tem grande resistência a pragas, é uma das plantas de raiz tuberosa mais cultivada pelo homem e seu cultivo se destina às mais diversas formas de utilização. É largamente utilizada na alimentação humana, animal e como matéria-prima nas indústrias de alimento, tecido, papel, cosméticos, preparação de adesivos e álcool

carburante (CARDOSO et al., 2005). Produz raiz tuberosa bastante rica em termos nutricionais, tanto para alimentação humana como animal. Ao ser colhida possui cerca de 30% de massa seca que contém em média 85% de carboidratos e comparada a outros vegetais amiláceos, possui maior teor de massa seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras que a batata (*Solanum tuberosum* L.), mais carboidratos e lipídios que o inhame (*Colocasia esculenta* L.) e mais proteína que a mandioca (*Manihot esculenta* C.) (SILVA et al., 2008).

A batata-doce está entre as espécies de maior importância no mundo, e entre os países mais produtores destaca-se a China com 88,9% da produção mundial (CIP, 2009). Na América do Sul o Brasil é o maior produtor da região com 477.471 de toneladas anuais (FAOSTAT, 2011), e em 2012 os estados de maior produção foram o Rio Grande do Sul (153,77 t ha⁻¹), Paraná (47,162 t ha⁻¹), São Paulo (41,449 t ha⁻¹), Sergipe (40,600 ha⁻¹), Minas Gerais (37,582 t ha⁻¹) e Paraíba (20,269 t ha⁻¹) e a região Nordeste é a segunda maior produtora nacional com 139,992 t/ano⁻¹ (IBGE, 2012).

As raízes da batata-doce possui em sua composição Ca, K e cerca de 80% de teor de carboidratos na matéria seca (BOVELL – BENJAMIN, 2007). Considerada boa fonte de carboidratos, fibras, minerais (cálcio, ferro, magnésio e potássio) e vitaminas (B1, B2, C e E), possuem compostos fenólicos que desempenham papel importante na nutrição e saúde humana, devido as suas características e propriedades antioxidantes, dentre estão os ácidos fenólicos, antocianinas e carotenoides. Por ser um antioxidante, pode agir retardando ou prevenindo a oxidação do substrato envolvido nos processos oxidativos, impedindo a formação de radicais livres (BROINIZI et al., 2007; JHA, 2010).

Na alimentação humana, pode ser usada no preparo de doces, fabricação de farinhas, hidrolisados, fermentados e como fonte de amido, além de ser rica em vitamina A. Utilizada na alimentação animal é mais uma fonte de renda valiosa ao produtor, sendo que o resíduo do processamento das raízes e os refugos de comercialização que são produtos que tem baixo valor agregado podem ser aproveitados e incorporados à ração animal, além das próprias folhas e brotos poderem ser fornecidas para aves e peixes (SILVEIRA et al., 2007).

2.2. Biofertilizante

O biofertilizante é um insumo que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade. Também são componentes

líquidos de fácil obtenção, que promove melhorias no saneamento ambiental, diminuindo a contaminação do lençol freático (DRUMOND et al., 2010; SALES, 2011).

É obtido a partir da fermentação do esterco em biodigestores, em sistema fechado do esterco fresco de gado durante aproximadamente 30 dias para que ocorra o metabolismo de alterações nos componentes do esterco bovino, e sua produção é ocasionada pela atividade dos microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco, sob condições aeróbicas ou anaeróbicas (PENTEADO, 2007). Caracterizam-se, também, por seus metabólitos, quelatos organominerais em soluto aquoso, antibióticos, aminoácidos, vitaminas, enzimas e hormônios, gerando a produção de gás metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2) durante o processo fermentativo, contendo quase todos os macro e micro elementos necessário à nutrição vegetal (MEDEIROS e LOPES, 2006; SILVA e MENEZES, 2007).

No solo o biofertilizante ocasiona melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos que favorece um desenvolvimento adequado à obtenção de produtividade economicamente viável. Os efeitos de biofertilizantes aplicados no solo foram estudados por Santos e Mendonça (2000), concluindo que há melhorias nas propriedades físicas, bem como liberação de ácidos orgânicos. Damatto Júnior et al. (2006) avaliando os efeitos de diferentes doses de biofertilizante nas propriedades químicas do solo verificaram incrementos no pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio, soma de bases, CTC e saturação por bases do solo, entretanto, o potássio e magnésio no solo não foram afetados pelos tratamentos aplicados. O seu uso promove aos atributos físicos do solo a produção de substâncias húmicas, que exercem expressiva importância na fertilidade do solo com reflexos positivos na produção (DELGADO et al., 2002), melhorando ainda a velocidade de infiltração, aeração, armazenagem de água e aceleração da atividade microbiana (MELO, 2011).

A presença de microrganismos no biofertilizante auxilia no crescimento da planta, favorecendo em maiores proteções, induzindo à resistência ao ataque de agentes externos, por ação repelente, ou fagodeterrente (inibidores de alimentação) até mesmo afetando seu desenvolvimento e reprodução, e esses microrganismos são responsáveis pela liberação de metabólitos e entimetabólitos, entre eles vários antibióticos e hormônios vegetais (SANTOS, 2008; MAGRINI et al., 2009).

Quanto ao aspecto nutricional, os biofertilizantes vêm sendo utilizados como forma alternativa de suplementação de nutrientes, porque quando fornecidos em quantidades

corretas contribuem para o suprimento de macro e micro nutrientes promovendo aumento na produção (SANTOS, 2001a e 2001b; SOUZA e RESENDE, 2003).

Pesquisas com o uso de biofertilizantes vêm apresentando resultados positivos, tornando-a cada vez mais, uma forma alternativa na proteção e nutrição de plantas. Em hortaliças como a batata-doce, Barbosa (2005) encontrou 20 t ha⁻¹ e 17,01 t ha⁻¹ de raízes em função das doses de esterco bovino na presença do biofertilizante aplicado na folha e no solo, respectivamente. Oliveira et al. (2007), obtiveram máximas produtividades total de raízes de batata-doce de 21,4 t ha⁻¹ com as doses de 25,6 t ha⁻¹ de esterco bovino e biofertilizante. Oliveira et al. (2013), obtiveram aumento da produção de frutos no feijão-vagem com uso do biofertilizante, na concentração de 20%. Para Pinheiro e Barreto (2000), o uso de biofertilizante na concentração de 5%, além de fornecer nutrientes, adiciona ao solo metabólitos intermediários como enzimas, vitaminas e hormônios de crescimento, o que favorece a disponibilidade de nutrientes, pela ação de microrganismos.

2.3. Nitrogênio e suas fontes

Dos diversos nutrientes minerais, o nitrogênio é o que tem sido pesquisado em maior profundidade e recebido maior atenção devido às pequenas quantidades existentes nos solos e da grande quantidade, comparativamente, retirada anualmente pelas culturas. Porém, devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas, a dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o nitrogênio é o elemento que tem maiores dificuldades de manejo na produção agrícola mesmo em propriedades tecnicamente orientadas (EPSTEIN e BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Dentre as formas em que o N se apresenta nos adubos nitrogenados estão a nítrica, a amoniacal, nítrica + amoniacal, orgânica e amídica, enquanto que a concentração de N nos adubos pode variar desde 82% na amônia anidra até alguns décimos de 1% nos adubos orgânicos. Há um grande número de adubos nitrogenados, dentre os quais estão a ureia - CO (NH₂)₂; sulfato de amônio - (NH₄)₂SO₄; nitrato de sódio (salitre do Chile) - NaNO₃; nitrato de potássio - KNO₃; nitrato de sódio e potássio ou salitre duplo potássico - NaNO₃ + KNO₃; nitrato de amônio - NH₄NO₃; CaCO₃; sulfonitrato de amônio - NH₄NO₃ + (NH₄)₂SO₄; solução nitrogenada; água amoniacal - NH₃; amônia anidra; uram; fosfato monoamônico - NH₄H₂PO₄; fosfato diamônico - (NH₄)₂HPO₄ e fertilizantes orgânicos (MACHADO, 2002).

Dentre essas formas uma das mais utilizadas está à ureia sendo a principal fonte de nitrogênio comercializado mundialmente, no Brasil, ela responde por cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados (CANTARELLA, 2007). É absorvida diretamente pelas plantas somente após ser hidrolisada a amônio. Contudo, a ureia é uma das fontes mais utilizadas na agricultura brasileira (SILVA et al., 2003), possui maior concentração de N na forma amídica, e tem as seguintes vantagens: baixo custo de transporte, alta concentração de N, boa solubilidade, facilidade de mistura com outros nutrientes e causa menor acidificação no solo. Como desvantagem possui elevada higroscopicidade e maior perda de N por volatilização (PRIMAVESI et al., 2004; CONTIN, 2007).

O sulfato de amônio possui na sua concentração de N (21%), é considerado uma fonte que 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; PRIMAVESI 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).

Independente da fonte, o nitrogênio é um nutriente importante para as espécies vegetais, uma vez que auxilia no aumento da produtividade, índice de área foliar e produção de gemas vegetativas e florísticas (MALAVOLTA, 2006), por ser constituinte de vários compostos vitais como, aminoácidos, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, amidas, proteínas, metabólitos secundários como alcalóides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não-protéicos que atuam na defesa da planta (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Nas hortaliças tuberosas, o nitrogênio desempenha papel importante na formação de raízes e, por consequente, no aumento do rendimento, devido a sua participação na produção de fotossíntese, respiração e multiplicação e diferenciação celular (TAIZ e ZEIGER, 2004). Por ser um nutriente que tem grande dinâmica no sistema solo-planta, o seu manejo é tido como um dos mais difíceis, mesmo sendo essencial para a obtenção de altas produtividades (SANTOS et al., 2006).

Na batata-doce a utilização do nitrogênio merece atenção especial, uma vez que seu excesso causa crescimento desordenado da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas. O ideal é acompanhar o crescimento da cultura e aplicar o nitrogênio na época certa e em quantidade adequada (OLIVEIRA et al., 2006). De acordo com

Hartemink et al. (2000), doses elevadas de nitrogênio na batata-doce podem ser prejudiciais à formação de raízes comerciais, possivelmente em função da elevada produção de massa verde e formação de raízes adventícias. Esse efeito também foi observado por (OLIVEIRA et al., 2005; 2006); (ALVES et al., 2008); (OLIVEIRA et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi realizado em condições de campo no período de setembro a dezembro de 2014 no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia-PB, localizado na 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 Köppen, o clima é do tipo As", que se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno (BRASIL, 1972) e a temperatura média anual oscila entre 23-24°C.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Regolítico Psamítico típico (EMBRAPA, 2006), textura franco-arenosa. Durante o período experimental foram obtidos os dados de temperatura, precipitação e umidade relativa na estação meteorológica do CCA/UFPB (Tabela 1). As características químicas e físicas do solo (na camada de 0-20 cm) e biofertilizantes estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1. Dados climáticos durante o período do experimento. CCA-UFPB, Areia, 2015.

Meses	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
	Max	Min		
Agosto	24,5	18,5	124,0	86
Setembro	25,3	18,9	60,0	85
Outubro	27,4	19,9	37,1	78
Novembro	27,9	20,2	48,4	77
Dezembro	28,9	20,7	66,5	76

Dados obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2015.

Tabela 2. Características químicas e físicas de solo, coletado a 20 cm de profundidade, no local do experimento e composição química do biofertilizante. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Características químicas do solo		
Variáveis	Valores obtidos	Interpretação
pH em água (1:2,5)	5,7	
P (mg dm ⁻³)	28,55	Baixo
K ⁺ (mg dm ⁻³)	144	Alto
Na ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,25	Médio
H ⁺ + Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	2,48	Médio
Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	0	
Ca ⁺² (cmolc dm ⁻³)	1,9	Médio
Mg ⁺² (cmolc dm ⁻³)	1,35	Alto
SB (cmolc dm ⁻³)	3,87	
CTC (cmolc dm ⁻³)	6,35	Médio
Materia orgânica (g dm ⁻³)	17,52	Baixo
Características físicas do solo		
Areia grossa (g kg ⁻¹)		672
Areia fina (g kg ⁻¹)		125
Silte (g kg ⁻¹)		126
Argila (g kg ⁻¹)		77
Classe textural		Areia Franca
Densidade do solo (g m ⁻³)		1,28
Porosidade total (g m ⁻³)		0,51
Densidade de partícula (g m ⁻³)		2,61
Composição química do biofertilizante		
Ca ²⁺ (g L ⁻¹)		0,21
Mg ²⁺ (g L ⁻¹)		0,13
Na (mg L ⁻¹)		3,98
Matéria orgânica (g L ⁻¹)		19,02
N (g L ⁻¹)		0,76
P (g L ⁻¹)		0,22
K (g L ⁻¹)		0,27
S (mg L ⁻¹)		0,58

Análise realizada pelos Laboratórios de Química e Fertilidade e física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, de acordo com metodologia da Embrapa (2011).

O delineamento experimental empregado foi blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, correspondente a cinco concentrações de biofertilizante (0, 10, 20, 30 e 40%) e duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia), com quatro repetições. A parcela experimental constou de 40 plantas distribuídas em quatro leirões de 10 plantas, espaçadas 0,80 x 0,30 m, todas consideradas úteis.

O biofertilizante foi produzido seguindo a metodologia de Santos (1992) que consiste na fermentação por 30 dias, em um recipiente plástico, na ausência de ar, de uma mistura contendo esterco bovino fresco e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v). Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em um recipiente plástico de 240 litros deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior, sendo fechada hermeticamente, e adaptada uma mangueira à tampa, mergulhando a outra extremidade, num recipiente com água com altura de 20 cm, para a saída de gases.

O solo foi preparado por meio de aração, gradagem e confecção de leirões com auxílio de enxadas. A adubação de plantio constou do fornecimento de 15 t ha⁻¹ de esterco bovino, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfostato simples) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Na adubação de cobertura foram fornecidos 100 kg ha⁻¹ N (nas duas fontes), aos 30 e 60 dias após o plantio conforme análise de fertilidade do solo, e três litros por leirão de cada concentração de biofertilizante descritas no delineamento experimental aos 15; 30; 45; 60; 75 e 90 DAP.

No plantio foram utilizadas ramas da variedade Campina, retiradas de plantio jovem (entre 70 e 80 dias), em uma área próxima ao experimento, cortadas com um dia de antecedência para facilitar o manejo e seccionado em pedaços de aproximadamente 40 cm de comprimento, contendo em média oito entrenós e enterrados pela base na profundidade de 10 a 12 cm.

Durante a condução do experimento foram executadas capinas manuais com o auxílio de enxadas, visando manter a área livre de plantas daninhas e fornecimento de água pelo sistema de gotejamento (fita gotejadora), com turno de rega de dois dias, no período de ausência de precipitação. Não foi efetuado o controle fitossanitário, devido à ausência de pragas e doenças capazes de causarem danos econômicos.

A colheita foi realizada aos 110 dias após o plantio e as raízes colhidas foram transportadas para o setor de armazenagem, para determinação das características de produção.

3.2. Características avaliadas

Comprimento e diâmetro de raízes comerciais

Por ocasião da colheita foram tomados os comprimentos e diâmetros de 10 raízes comerciais em cada parcela, com o auxílio de um paquímetro digital, sendo consideradas raízes comerciais aquelas de formato uniforme, lisas com massa igual entre 80 a 400g (FILGUEIRA, 2008).

Massa média

A massa média foi obtida pela produção total de raízes em cada tratamento, dividido pelo número de raízes colhidas, expressa em grama.

Produtividade total e comercial de raízes

A produtividade total correspondeu ao peso de todas as raízes colhidas e a produtividade de raízes comerciais ao peso das raízes comerciais dividido pelo número de raízes, com os resultados transformados em $t\ ha^{-1}$.

Número e produção de raízes comerciais planta⁻¹

O número e a produção de raízes planta⁻¹ foram obtidos, respectivamente, pela contagem e pesagem de todas as raízes comerciais, dividido pelo número de plantas de cada tratamento.

Massa verde e seca planta⁻¹ da parte aérea

Aos 30, 50, 70 e 90 dias após o plantio 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. Nos mesmos períodos e após as pesagens, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, e transportadas para o Laboratório de análise de Sementes para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65° C durante três dias (até atingir peso constante), sendo em seguida pesadas em uma balança de precisão, para obter massa seca.

Teores foliares de N, P e K

Aos 75 dias após o plantio foram coletadas 10 folhas por parcela em cada tratamento, e acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba, as quais foram secas em estufas com circulação de ar forçada, regulada a 60-65°C por um período de 72 horas, e posteriormente, moídas para determinação dos teores de N, P e K, conforme, metodologia de Tedesco et al. (1995).

Teor de matéria orgânica no solo após a colheita

Após a colheita foram retiradas cinco amostras simples do solo em cada parcela, e homogeneizadas em amostras compostas, para determinação do teor de matéria orgânica residual.

Características de qualidade de raízes

Para se determinar essas características foi transportado 1,0 kg de raízes comerciais de cada tratamento para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Glicose e amido

A polpa foi removida com o auxílio de faca inoxidável e homogeneizada para subseqüentes análises de glicose e amido, de acordo com o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Cinzas e umidade

Determinadas pela combustão da matéria seca em mufla a uma temperatura constante de 550°C durante 2 horas e a após esse período as amostras foram colocadas em dessecador e pesadas (AOAC, 1980).

Proteínas

Inicialmente foi quantificado o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, em seguida, os resultados foram multiplicados pelo fator 6,25, para obtenção do teor de proteína bruta nas raízes, conforme (AOAC, 1980).

Antocianina Total

Determinado após a cocção da raiz durante 1 hora, até a polpa ficar macia e logo após foi retirou-se com auxílio de uma faca, a película encontrada entre a casca e a polpa da raiz para determinação do teor de antocianina conforme (AOAC, 1980).

3.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com os quadrados médios comparados pelo teste F a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão polinomial para avaliar os efeitos das concentrações de biofertilizante, testando-se os modelos linear e quadrático, sendo selecionado aquele que apresentar coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,50. Para realização das análises utilizou-se o “software” SAS (2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comprimento, diâmetro e massa média de raízes

Pelos resumos das análises de variância, a interação biofertilizante e fontes de nitrogênio não exerceram efeito significativo sobre o comprimento, diâmetro e massa média nas raízes de batata-doce. Contudo, no seu desdobramento verificou-se efeito linear e quadrático de regressão para comprimento de raízes, quadrático para diâmetro de raízes em função do biofertilizante associado ao nitrogênio nas fontes ureia e sulfato de amônio, respectivamente, e para a massa média de raízes ocorreu efeitos linear e quadrático com uso de ureia (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo das análises de variância e de regressão para comprimento, diâmetro e massa média de raízes na batata-doce, em função de concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	Comprimento	Diâmetro	Massa média
		Quadrados médios		
Blocos	2	7,28 ^{ns}	11,1 ^{ns}	0,00017 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	1,80 ^{ns}	41,9 ^{ns}	0,0022 ^{ns}
Fontes (F)	1	6,53 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,0091 ^{ns}
B x F	4	2,52 ^{ns}	14,2 ^{ns}	0,0020 ^{ns}
Resíduo	18	3,56	35,1	0,036
Bio/ureia				
Linear	1	8,52 *	5,1 ^{ns}	0,00011 ^{ns}
Quadrática	1	0,66 ^{ns}	59,5*	0,00068 ^{ns}
Bio/sulfato				
Linear	1	0,24 ^{ns}	2,18 ^{ns}	0,0042 *
Quadrática	1	9,60*	55,14*	0,0043 *
C.V.%		14,3	9,86	15,8

** e * Significativo a 1e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

O comprimento de raízes na batata-doce atingiu o valor máximo de 14,3 cm na concentração de 22 % de biofertilizante e com a fonte de nitrogênio sulfato de amônio, e com a fonte ureia, produziu raízes com comprimento médio de 12,7 cm, em função das concentrações de biofertilizante. Independente das fontes os comprimentos das raízes, conforme SILVA e LOPES (1995) atendem ao mercado consumidor, o qual exige raízes com comprimentos entre 12 a 16 cm conforme. Isso pode evidenciar que o biofertilizante juntamente com o nitrogênio supriu eficientemente as necessidades nutricionais da batata-

doce, uma vez que o nutriente fornecido de maneira adequada favorece no melhoramento do produto colhido (MALAVOLTA, 2006). Com relação ao diâmetro de raízes, valores máximos de 62,1 e 62,7 cm foram alcançados quando se usou o biofertilizante a 19,6 e 12%, associado ao nitrogênio nas formas de sulfato de amônio e ureia, respectivamente (Figuras 1 e 2).

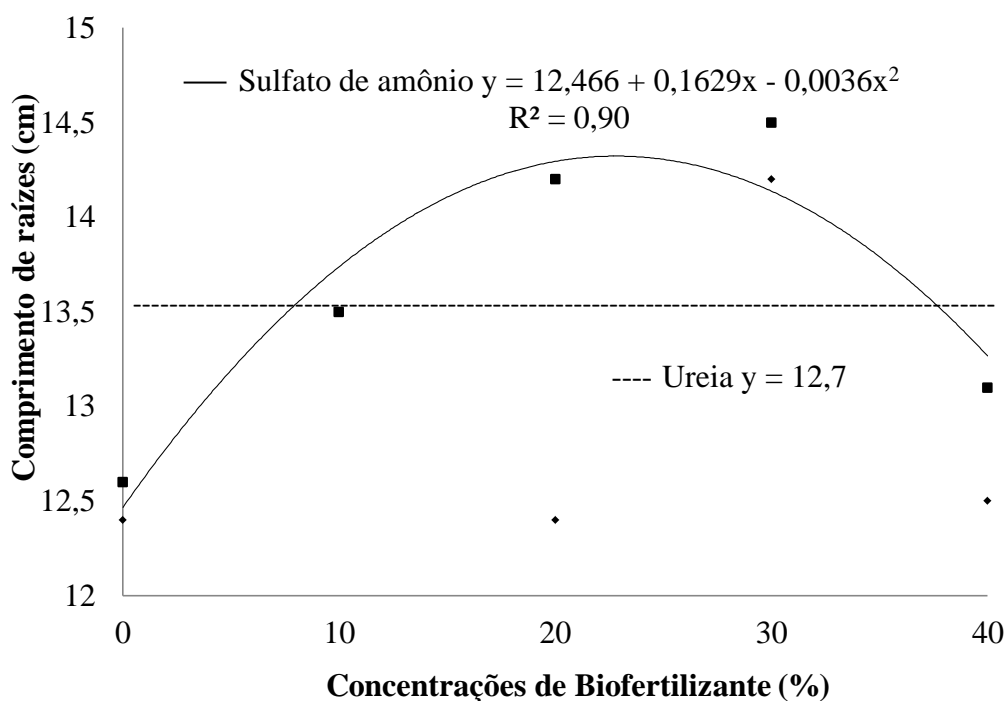


Figura 1. Comprimento de raízes da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

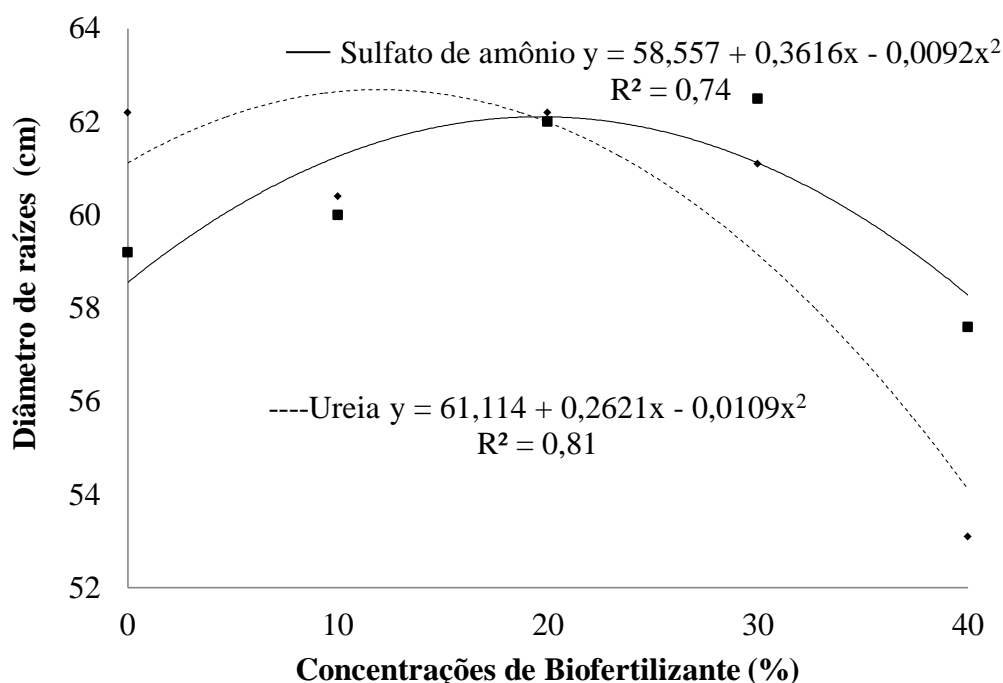


Figura 2. Diâmetro de raízes da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

A batata-doce produziu raízes com massas médias de 282 g quando foi adubada com 17,5% de biofertilizante e sulfato de amônio e de 259 g em função das concentrações de biofertilizante e ureia (Figura 3). Independente dos tratamentos, a batata-doce produziu raízes com massa média dentro do padrão para as raízes comerciais entre 80 e 400, conforme Filgueira (2008), demonstrando que o biofertilizante associado ao nitrogênio desempenhou papel importante na quantidade comercial de raízes, possivelmente pela sua capacidade de melhorar as condições químicas e físicas do solo (SILVA et al., 2012). Oliveira (2007) e Barbosa (2005), adubando essa hortaliça com biofertilizante obtiveram raízes com massa média ideal para a comercialização.

Independente das fontes, o benefício do nitrogênio sobre a massa média de raízes na batata-doce pode ser justificado por ser um nutriente constituinte essencial das proteínas que interferem no processo fotossintético (ANDRADE et al., 2003), e segundo Hoeft (2003), o mesmo tem efeito marcante sobre a massa média das raízes nessa hortaliça. Comparando as fontes de nitrogênio, o sulfato de amônio proporcionou incremento de 8% na massa média, em relação à ureia, possivelmente pela presença do enxofre na sua composição. Alguns trabalhos retratam a influência do nitrogênio na forma de sulfato de amônio sobre o incremento da massa média de raízes comerciais de batata-doce (FERREIRA, 2006; ALVES et al., 2009; PEREIRA LEONARDO et. al., 2014).

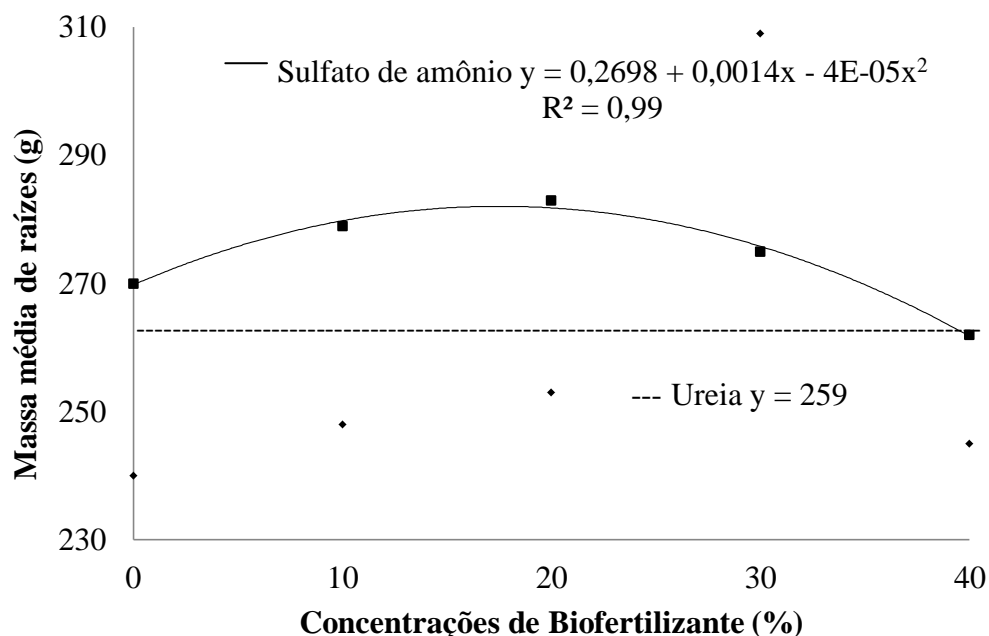


Figura 3. Massa média de raízes da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.2. Produtividades total e comercial de raízes de batata-doce

As produtividades total e comercial de raízes foram alteradas significativamente pela interação biofertilizante e fontes de nitrogênio, e suas médias se ajustaram ao modelo quadrático nas duas fontes analisadas (Tabela 4).

A produtividade total de raízes atingiu o máximo de 30,1 t ha⁻¹ na concentração de 24% de biofertilizante e nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, e uma média de 24,6 t ha⁻¹ em função das concentrações de biofertilizante e ureia (Figura 4).

As concentrações de 18,5 e 22,5% proporcionaram as maiores produtividades de raízes comerciais 22,4 e 20,8 t ha⁻¹, fornecidas juntamente com nitrogênio, sulfato de amônio e ureia, respectivamente (Figura 5). Essas produtividades superaram a média do estado da Paraíba definida em 8,54 t ha⁻¹ e a nacional estabelecida em 12 t ha⁻¹, conforme IBGE (2012), e à obtida por Santos (2009) de 15,39 t ha⁻¹ usando biofertilizante a 29%.

Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão para produção total (PT), produtividade comercial (PC), em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	PT	PC
		Quadrados médios	
Blocos	2	21,8 ^{ns}	25,2 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	17,6 ^{ns}	13,5 ^{ns}
Fontes (F)	1	47,1*	41,5 ^s
B x F	4	44,8*	45,17*
Resíduo	18	20,9	15,0
Bio/ureia			
Linear	1	15,03 ^{ns}	17,2 ^{ns}
Quadrática	1	63,12*	34,8*
Bio/sulfato de amônio			
Linear	1	29,7 ^{ns}	15,4 ^{ns}
Quadrática	1	71,7*	27,3 *
C.V. (%)		17,6	18,4

** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

O incremento na produtividade total e comercial de raízes, em função do emprego do biofertilizante pode ser atribuído ao fato de que esse insumo orgânico proporciona maior deslocamento dos nutrientes, os quais são facilmente disponíveis para as plantas, quando comparados a outros adubos orgânicos, e eleva os teores de P, Ca, Mg e K no solo (SOUZA e RESENDE, 2003). Soares et al. (2002) e Santos et al. (2006) relataram que a adubação com fontes orgânicas no cultivo da batata-doce, especialmente o biofertilizante a base de esterco de animais, traduz-se no aumento de produção de raízes. Nesse sentido, Barbosa (2005) verificou incremento da produtividade de raízes comerciais na batata-doce fertilizada com biofertilizante a 20% fornecido no solo e na folha.

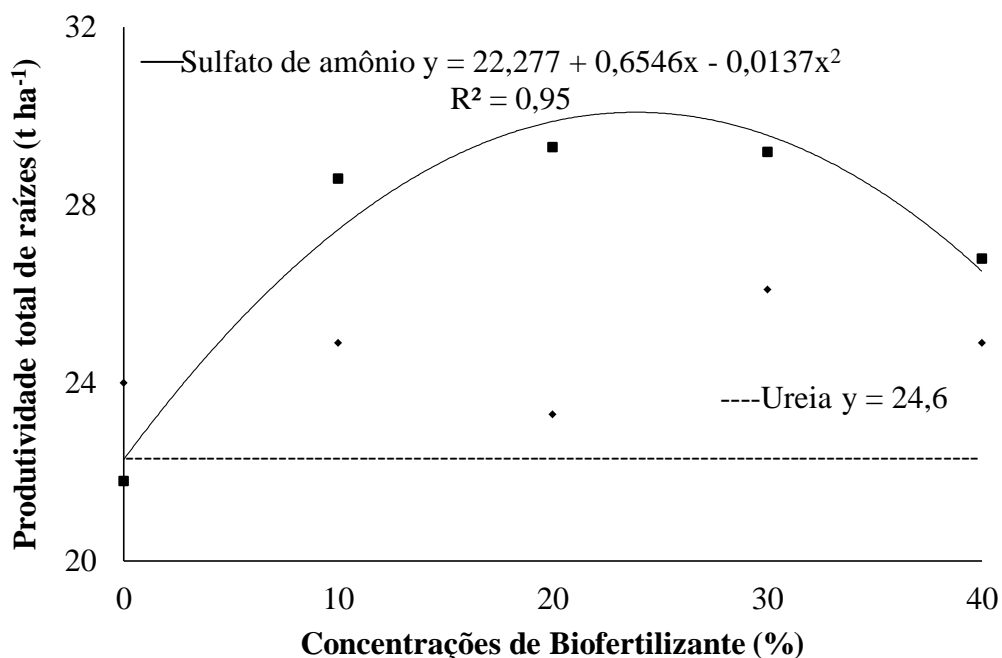


Figura 4. Produtividade total da batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Com relação ao nitrogênio, sua participação é importante no incremento da produção de raízes de batata-doce, por ser um nutriente que influencia os processos envolvidos com o crescimento e desenvolvimento das plantas, e aumenta o potencial produtivo, quando fornecido em quantidades adequadas (QUEIROGA et al., 2007), conforme Echer et al. (2009), é o nutriente mais absorvido pela batata-doce. Aumento da produtividade de raízes também foi obtido por Oliveira et. al. (2005) adubando batata-doce com ureia, nas mesmas condições edafoclimáticas do local onde foi realizado o trabalho.

Comparando-se os efeitos isolados das fontes de nitrogênio sobre a produtividade de raízes comerciais, o sulfato de amônio propiciou incremento de 1,6 t ha⁻¹ de raízes, em relação à ureia, possivelmente pela presença do enxofre na composição do sulfato de amônio (24%), e por ser absorvido na forma amoniacal (NOVAIS et al., 2007), o que minimiza a suas perdas (LOPES, 2004), e o enxofre é essencial para transformar o nitrogênio não-protéico em proteína (SOUSA et al., 2001). De acordo com Alvarez et al., (2007), o equilíbrio entre o nitrogênio e o enxofre no solo e na planta é refletido no crescimento e no estado nutricional do vegetal, melhorando a produção da cultura. A inferioridade da ureia em relação ao sulfato de amônio, mesmo com 45% de N na sua composição é possivelmente por ser mais facilmente hidrolisada e perdida por lixiviação e volatilização, quando fornecida no solo (ALVES et al., 2009).

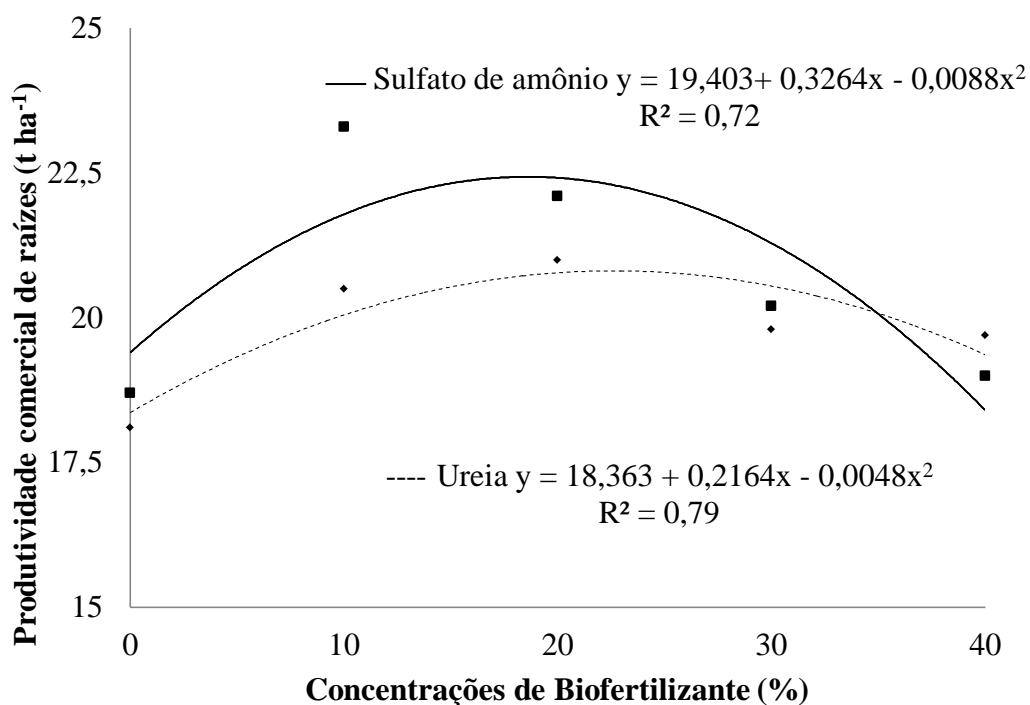


Figura 5. Produtividade comercial de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.3. Produção e número de raízes comercial por planta⁻¹

Pelos resultados da tabela 5, constatou-se que houve efeito significativo das fontes de nitrogênio sobre produção e número de raízes planta⁻¹, porém, conforme análise de regressão ocorreu ajuste linear na ureia e quadrático para as duas características na fonte sulfato de amônio.

A produção e número de raízes comerciais planta⁻¹ na batata-doce atingiram valores máximos de 650 g planta⁻¹ e 2,5 raízes nas concentrações de 28 e 23 % de biofertilizante fornecida no solo com sulfato de amônio, respectivamente. Quando o biofertilizante foi aplicado juntamente com ureia à batata-doce produziu média de 523 g planta⁻¹ e 2,0 raízes (Figuras 6 e 7). A maior produção e o maior número de raízes planta⁻¹ foram superiores aqueles obtidos por Santos (2009) fertilizando a batata-doce com biofertilizante na concentração de 30 e 29%, respectivamente, 237,68 g e 2,0 raízes.

Tabela 5. Resumo das análises de variância e de regressão para produção de raízes comerciais por planta⁻¹ (PRCP) e número de raízes comerciais por planta⁻¹ (NRCP), em função das concentrações de biofertilizante com fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	PRCP	NRCP
		Quadrados médios	
Blocos	2	0,002 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,02 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Fontes (F)	1	0,11*	1,06*
B x F	4	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	18	0,02	0,18
<hr/>			
Bio/ureia			
Linear	1	0,054*	0,64*
Quadrática	1	0,0002 ^{ns}	0,07 ^{ns}
<hr/>			
Bio/sulfato de amônio			
Linear	1	0,031 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Quadrática	1	0,062*	0,10*
<hr/>			
C.V.%		18,9	19,3

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

Com relação às fontes de nitrogênio, a produção de raízes planta⁻¹ com uso do sulfato de amônio foi maior em 127 g, em relação à ureia, equivalente a aproximadamente 3,0 t ha⁻¹ de raízes comerciais, provavelmente pela menor perda de nitrogênio por volatilização de amônia, além de favorecer o seu aproveitamento pelas plantas, principalmente quando é aplicado na época de maior exigência da cultura, porque quando esse nutriente não é absorvido, é perdido por lixiviação ou volatilização (ALVES et al., 2008).

Por outro lado, a inferioridade da ureia, possivelmente deve-se à alta concentração de N na sua composição, a qual conforme a EMBRAPA (1995), pode ter prejudicado a formação de raízes comerciais em função da elevada produção de massa verde e formação de raízes adventícias na batata-doce. Para Oliveira et al., (2005) a alta disponibilidade de nitrogênio nessa hortaliça favorece o intenso crescimento da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas, possivelmente pelo efeito tóxico do amônio proveniente da ureia, reduzindo a absorção de outros cátions, isto é, exercendo forte efeito competitivo sobre os cátions (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) de tal forma que a absorção destes seriam reduzida pela planta (CARNICELLI et al., 2000).

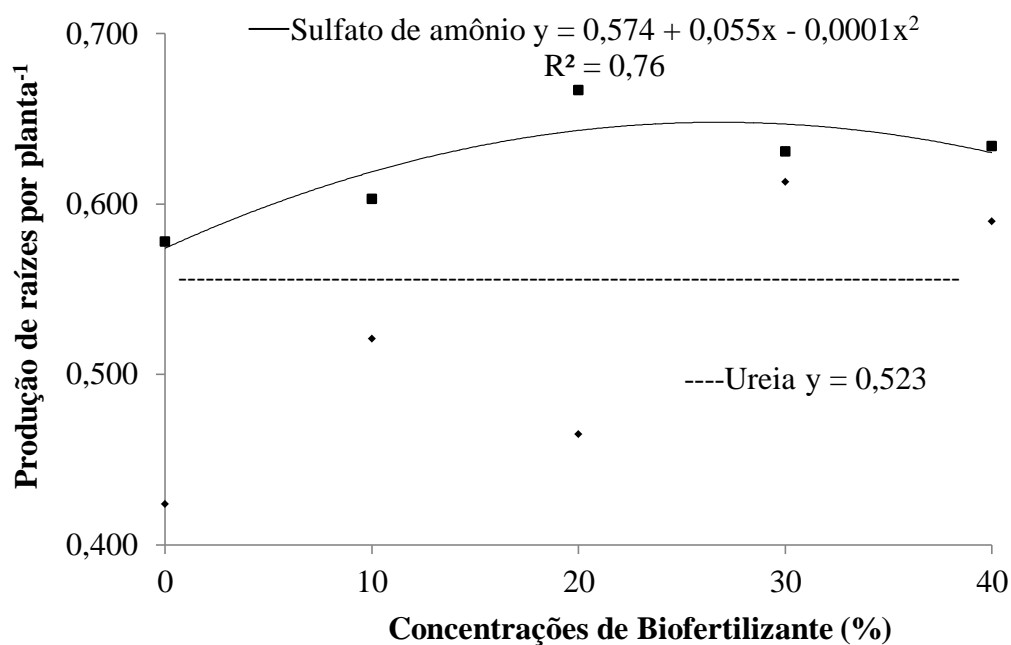


Figura 6. Produção de raízes comerciais por planta⁻¹ de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

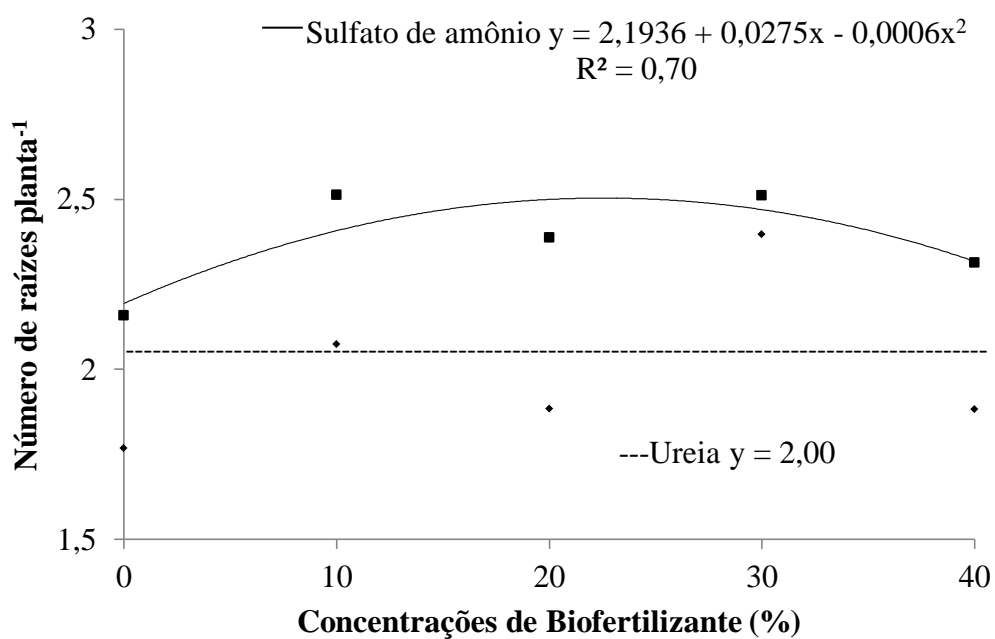


Figura 7. Número de raízes por planta⁻¹ de batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.4. Massa verde da parte aérea planta⁻¹

A massa verde foi influenciada pela interação biofertilizante e fontes de nitrogênio apenas nas avaliações aos 70 e 90 dias após o plantio (DAP). Pelas análises de regressão observou-se que a massa verde em função das concentrações de biofertilizante: aos 30 DAP comportou-se de forma linear, aos 50 quadrática, aos 70 e 90 DAP linear e quadrática nas duas fontes de nitrogênio avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo das análises de variância e de regressão para massa verde aos 30, 50, 70, e 90 DAP em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Massa verde da parte aérea planta ⁻¹					
DAP					
Fonte de variação	GL	30	50	70	90
Quadrados médios					
Blocos	2	0,0006 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,12 ^{ns}	0,6 ^{ns}	10,2 ^{ns}	16,1 ^{ns}
Fontes (F)	1	0,28 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,25 ^{ns}
B x F	4	0,26 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,25 *	2,07 *
Resíduo	18	0,2	0,4	0,6	0,9
Bio/ureia					
Linear	1	0,72 *	0,33 ^{ns}	1,96 *	0,05 ^{ns}
Quadrática	1	0,001 ^{ns}	0,62*	0,099 ^{ns}	3,6 *
Bio/sulfato de amônio					
Linear	1	0,75 *	0,23 ^{ns}	0,098 ^{ns}	7,1 **
Quadrática	1	0,04 ^{ns}	0,82*	1,72 *	1,06 ^{ns}
C.V.(%)		35,2	23,1	37,9	16,1

** e * Significativo a 1e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

O biofertilizante a 12,8; 26,3; 24,8 e 19,5% proporcionaram os maiores conteúdos para massa verde da parte aérea de batata-doce na fonte ureia de 1,162; 2,990; 5,570 e 7,590 kg planta⁻¹, respectivamente, aos 30, 50, 70 e 90 DAP. Na fonte sulfato de amônio foram obtidos aos 30, 70 e 90 DAP massa verde de 2,290, 4,870 e 6,390 kg planta⁻¹, respectivamente, nas concentrações de 38; 38,3 e 35 % de biofertilizante, e aos 50 DAP a batata-doce produziu 2,440 kg de massa verde planta⁻¹ em função das concentrações de biofertilizantes (Figura 8). De acordo com os resultados, a produção de massa verde aumentou com os períodos de avaliação, com superioridade para a presença da ureia, o que

pode ser explicado pela disponibilidade de nutrientes presentes no biofertilizante e a maior quantidade de N (45%) na ureia.

A cultivar (Campina) usada nesse experimento é considerada conforme Massaroto (2013), um material com potencial para a produção de massa verde visando à alimentação animal, devido ao grande volume produzido, uma vez que estimando os maiores resultados obtidos aos 90 DAP, a batata-doce iria produzir no presente estudo 17 e 14 t ha⁻¹ de massa verde, em função do uso de biofertilizante e ureia e sulfato de amônio, respectivamente.

De acordo com Monteiro (2007), as ramas de batata-doce, por possuírem alto teor de proteína bruta e boa digestibilidade, podem ser usadas, principalmente, na alimentação animal de forma *in natura*, trituradas em fragmentos menores, ou na forma de silagem (ANDRADE JUNIOR et al., 2012). Porém, ocorre uma variação entre genótipos e preferencialmente as ramas devem ser colhidas ainda em estágio jovens, isso porque ramas maduras possuem menos umidade e nutrientes (Echer et al., 2009; ANDRADE JUNIOR et al., 2012).

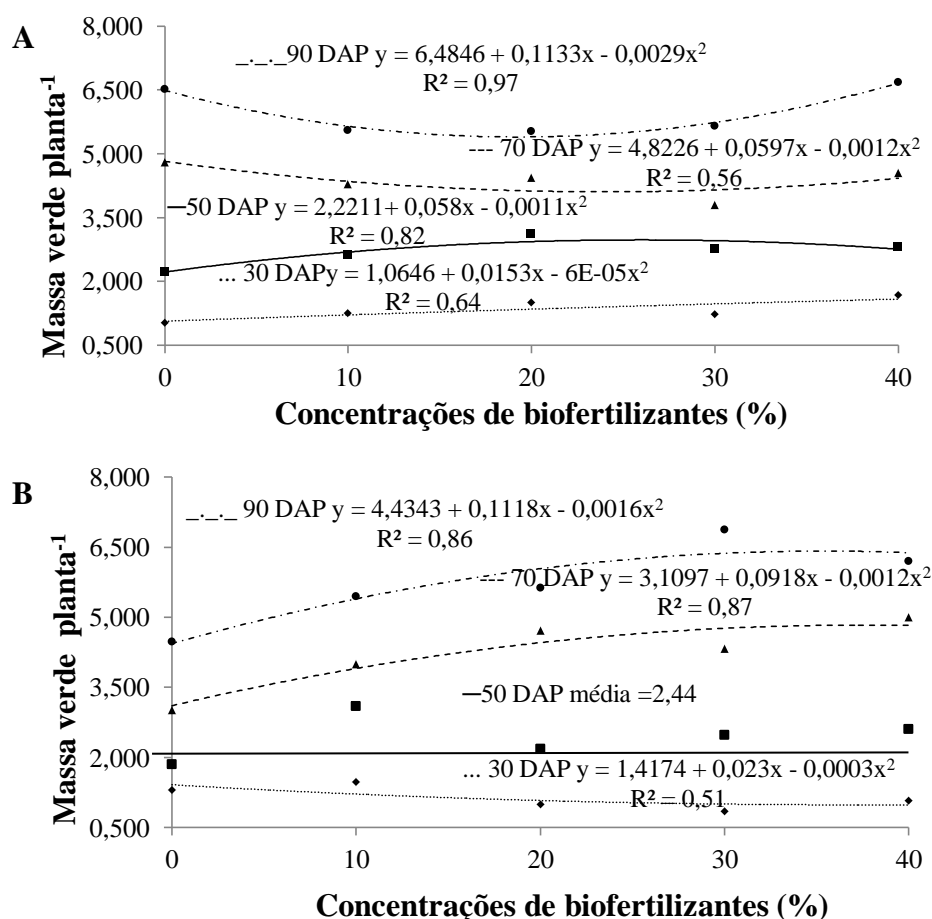


Figura 8. Massa verde da parte aérea aos 30, 50, 70 e 90 DAP em batata-doce adubada com biofertilizante ureia (A) e sulfato de amônio (B). CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.5. Massa seca da parte aérea planta⁻¹

Pelos resultados da tabela 7, verificou-se efeito do biofertilizante sobre a massa seca aos 70 e 90 DAP, das fontes de nitrogênio aos 30 DAP e da interação entre eles apenas na avaliação aos 70 DAP. Ajustes linear de regressão foi verificado para a massa seca aos 30 DAP nas duas fontes de nitrogênio ureia e sulfato de amônio, ajuste linear aos 50 DAP na fonte ureia e quadrática aos 70 DAP na fonte sulfato de amônio e aos 90 DAP ajuste quadrático nas duas fontes.

Os valores para a massa seca na batata-doce aos 30, 50 e 90 DAP foram de 24,4; 35,6 e 111 g planta⁻¹ em função das concentrações de biofertilizante, 11, 40 e 32% na ureia, respectivamente. O biofertilizante a 18,2; 22 e 28,5% associado com o sulfato de amônio proporcionaram produções de massa seca de 24; 69,3 e 100,9 g planta⁻¹ respectivamente, aos 30, 70 e 90 DAP. Aos 70 e 50 DAP foram verificados valores médios de 62 e 39,8 g planta⁻¹ para a massa seca com uso de ureia e sulfato de amônio, respectivamente (Figura 9).

Tabela 7. Resumo das análises de variância e de regressão para massa seca aos 30, 50, 70 e 90 DAP em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Massa seca da parte aérea planta ⁻¹					
DAP					
Fonte de variação	GL	30	50	70	90
Quadrados médios					
Blocos	2	0,00001 ^{ns}	0,00018 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,021*	0,27 **
Fontes (F)	1	0,007 *	0,006 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,03 ^{ns}
B x F	4	0,007 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,06 **	0,02 ^{ns}
Resíduo	18	0,02	0,01	0,008	0,01
Bio/ureia					
Linear	1	0,009*	0,011*	0,00008 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Quadrática	1	0,001 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,17 **
Bio/sulfato de amônio					
Linear	1	0,008*	0,012 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Quadrática	1	0,0013 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,04*	0,18 **
C.V.%		20,9	27,6	14,4	12,6

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns}não-significativo

Levando em consideração que em todos os tratamentos, a exemplo da massa verde, as maiores produções de massa seca foi aos 90 DAP, independente das fontes de nitrogênio e das concentrações do biofertilizante. Nesse período, a batata-doce possivelmente foi fotossinteticamente ativa e eficiente em absorção de nutrientes, isso porque a produção de massa seca está diretamente relacionada aos processos de fotossíntese e respiração durante a fase vegetativa e reprodutiva das culturas (TEKALIGN e HAMMES, 2005), e pode ser um indicativo que nessa fase cronológica é recomendada a realização da análise foliar. No entanto alguns autores relatam que aos 75 DAP é a idade ideal (TEDESCO et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2007).

Os efeitos do biofertilizante sobre o aumento da produção de massa seca das folhas, possivelmente esteja relacionado não somente com a melhoria da fertilidade, mas também, na melhor absorção de nutrientes (SANTOS, 2008), e a concentração de nutrientes na sua composição (Tabela 2). Com relação ao nitrogênio, independente da fonte, ele contribui para o crescimento vegetativo das plantas atuando principalmente nas taxas de iniciação e expansão foliar e no tamanho final das folhas (SCHRÖDER et al., 2000). Segundo Carvalho et al. (2001) as respostas a adubação nitrogenada, em geral, têm sido variáveis quanto à produção de massa seca da planta, sendo normalmente observado efeitos positivos.

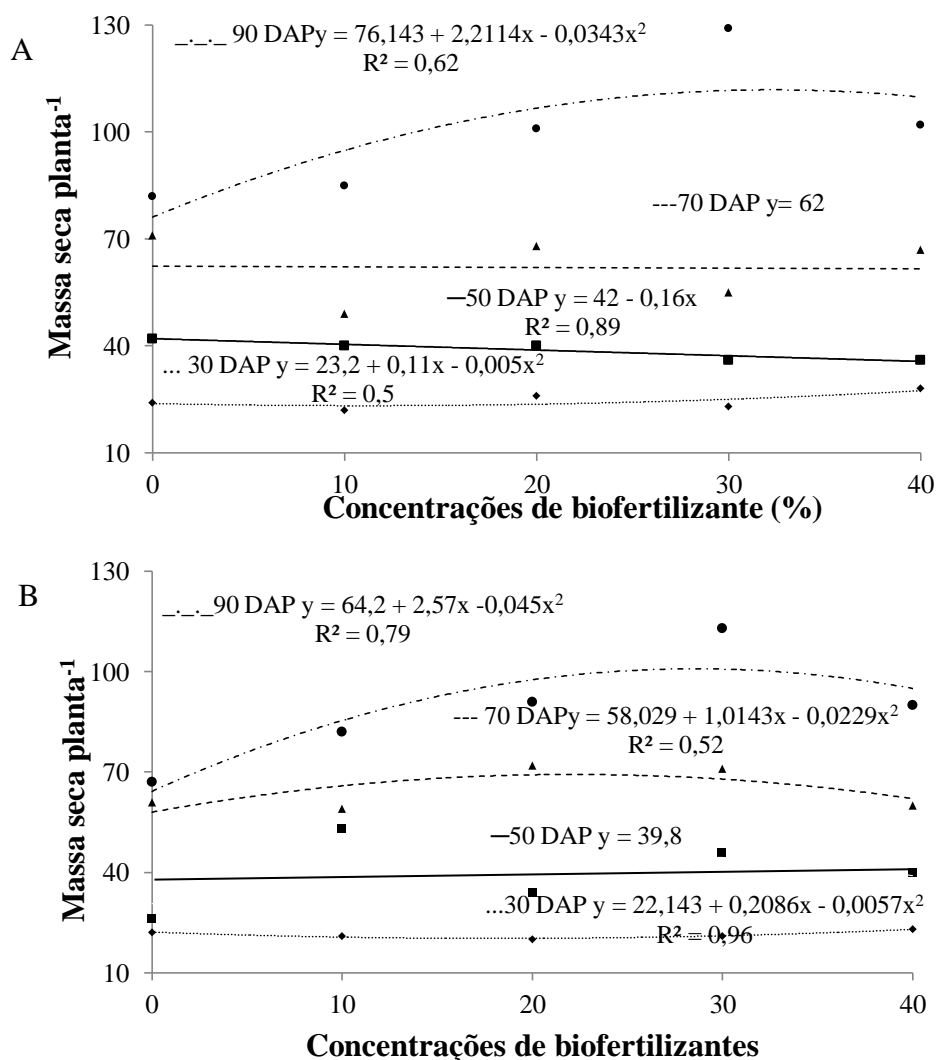


Figura 9. Massa seca da parte aérea aos 30, 50, 70 e 90 DAP em batata-doce adubada com biofertilizante ureia (A) e sulfato de amônio (B). CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.6. Matéria orgânica do solo e teores foliares de N, P e K

Houve efeito interativo para matéria orgânica e teor de N, teor de P sofreu influencia do biofertilizante e das fontes de nitrogênio e o teor de K foi alterado apenas pelo biofertilizante. O ajuste das médias da matéria orgânica e do teor de P foram de forma quadrática em função das concentrações de biofertilizantes e do nitrogênio nas formas de ureia e sulfato de amônio, respectivamente, enquanto que os teores de N e K se comportaram de forma linear nas duas fontes de nitrogênio (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo das análises de variância e de regressão para matéria orgânica do solo (M.O.), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foliar em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	M.O.	N	P	K
Quadrados médios					
Blocos	2	2,01 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,24 ^{ns}	197,32 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	5,32 ^{ns}	5,5 **	0,62 **	11,2 **
Fontes (F)	1	2,35 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,79 **	1,34 ^{ns}
B x F	4	18,9 **	6,7 **	0,008 ^{ns}	4,10 ^{ns}
Resíduo	18	95,7	1,04	0,07	2,05
Bio/ureia					
Linear	1	0,18 ^{ns}	4,8 *	0,05 ^{ns}	31,3 **
Quadrática	1	63,1 **	1,4 ^{ns}	0,94 **	2,94 ^{ns}
Bio/sulfato de amônio					
Linear	1	5,04 ^{ns}	4,1 **	0,01 ^{ns}	31,6 **
Quadrática	1	8,33 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,11 **	5,35 ^{ns}
C.V.(%)		7,93	9,5	8,7	20,4

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

A matéria orgânica no solo após a colheita foi de 30 mg dm⁻³ obtida com biofertilizante a 19,7% juntamente com a ureia, e média de 27,9 mg cm⁻³ na fonte sulfato de amônio (Figura 12). Esses resultados se situam dentro da faixa ideal para o tipo de solo trabalhado neste estudo de 20 a 30 mg cm⁻³, conforme Souza e Lobato (2004), demonstrando que o biofertilizante foi capaz de aumentar a matéria orgânica no solo em 12,5 mg cm⁻³, em relação ao seu nível inicial (17,5 mg cm⁻³). Em cultivo de batata-doce, Santos (2008) obteve aumento da matéria orgânica no solo em função da fertilização com biofertilizante.

O aumento da matéria orgânica no solo proporciona relevante benefício às plantas, pois possibilita a liberação dos nutrientes de acordo com a sua exigência, não tendo a inconveniência da adubação mineral, em que os elementos são facilmente lixiviados (MELO e MARQUES, 2000; CARDOSO e OLIVEIRA, 2002).

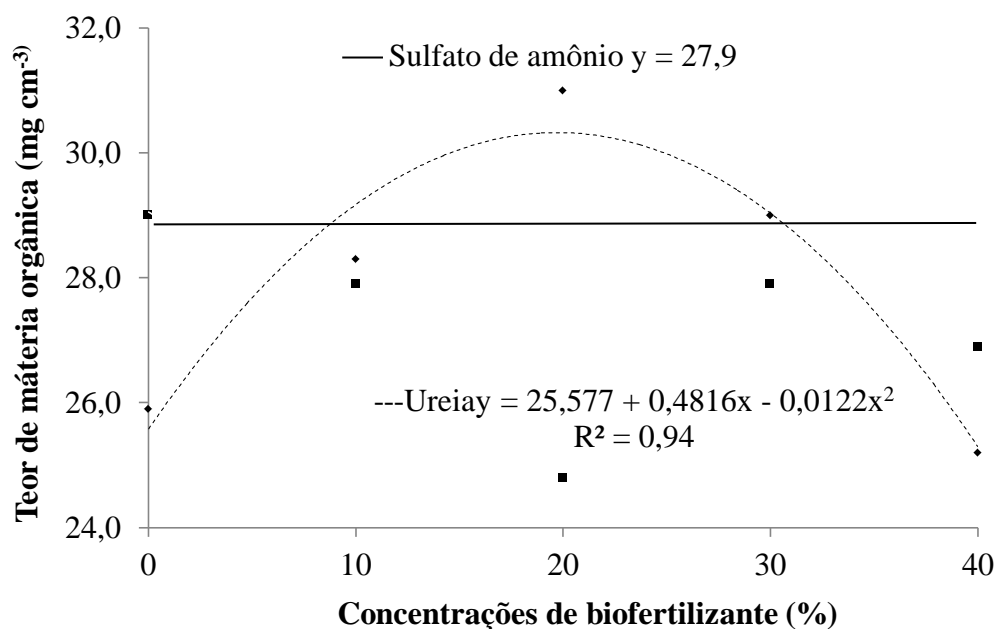


Figura 10. Teor de matéria orgânica do solo em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Os teores de N foliar aumentaram linearmente atingindo valores de 42,9 e 41,9 g kg⁻¹ na concentração de 40% juntamente com nitrogênio, nas fontes sulfato de amônio e ureia, respectivamente (Figura, 13). Esses teores encontram-se dentro dos valores registrados (30 a 50 g kg⁻¹) por Mengel e Kirkby (1987) para plantas herbáceas adequadamente supridas em nutrientes, e foram maiores aos teores verificados por Barbosa (2005) e Santos (2008) de 32,3 e 36,56 g kg⁻¹, respectivamente, em batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. É provável que a ação do biofertilizante em melhorar a absorção de nutrientes pelas plantas, pela ação do nitrogênio em aumentar teor de N foliar em batata-doce e devido às condições favoráveis do ambiente, como umidade no solo, facilitando a sua absorção pela cultura (SANTOS et. al., 2009).

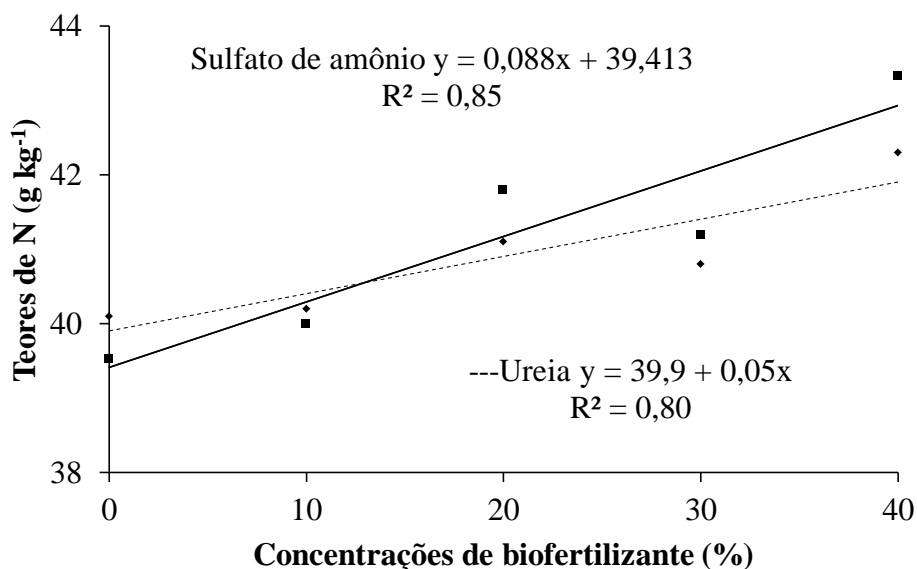


Figura 11. Teor de N foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Os teores de P foliar cresceram linearmente com as concentrações de biofertilizante, com máximo de $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ com sulfato de amônio e $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ com ureia. Estes teores encontram-se dentro do intervalo de $2,5$ a $3,5 \text{ g kg}^{-1}$, conforme Malavolta et al. (1997), para espécies tuberosas supridas com fósforo, mas não muito distante do valor registrado por Barbosa (2005) em batata-doce adubada com dose de esterco bovino de $3,98 \text{ g kg}^{-1}$.

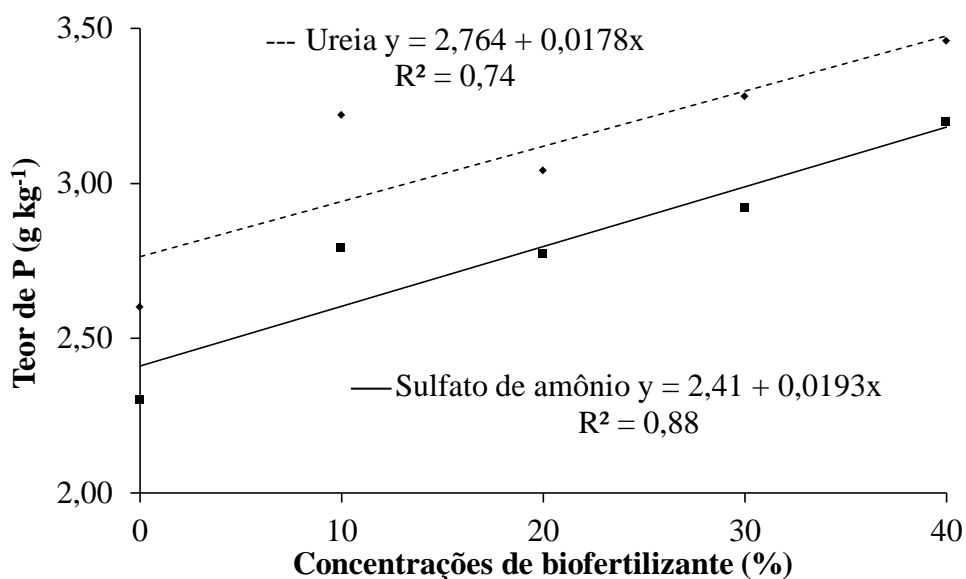


Figura 12. Teor de P foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, 2015.

Com referência aos teores de K foliar observou-se que nas concentrações de biofertilizante (22 e 24%) obtiveram-se respectivos teores de 26,6 e 21,5 g kg⁻¹, quando associado com sulfato de amônio e ureia. Esses teores podem ser considerados bons porque estão de acordo com Tedesco et al. (1995), que define o teor de K em batata-doce entre 0,2 e 10%, mas foram inferiores aos obtidos por Santos (2009) que verificou teor de 30,5 g kg⁻¹ fertilizando a batata-doce de biofertilizante a 15%.

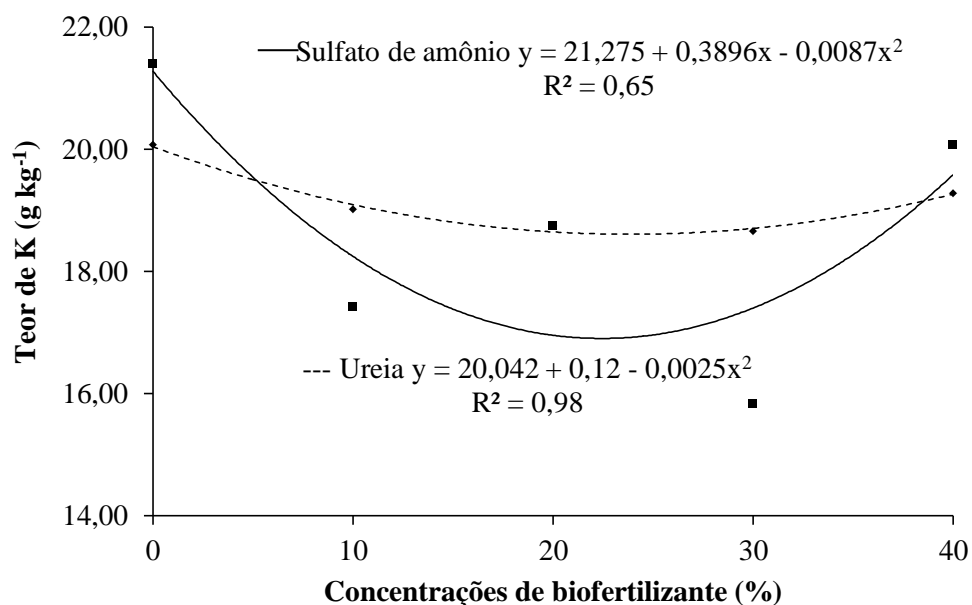


Figura 13. Teor de K foliar em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.7. Teores de glicose, amido e cinzas

Os fatores isolados e a interação entre eles exerceram efeitos sobre a glicose, amido e cinzas na batata-doce. De acordo com as análises de regressão os modelos linear e quadrático foram aqueles em que as médias dos teores de glicose mais se ajustaram em função das concentrações de biofertilizante nas duas fontes de nitrogênio ureia e sulfato de amônia; no teor de amido ocorreram ajustes linear e quadrático na fonte ureia, e quadrático na fonte sulfato de amônio e no teor de cinzas foi apenas o modelo quadrático na fonte sulfato de amônio (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo das análises de variância e de regressão para glicose, amido e cinzas em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	Glicose	Amido	Cinzas
Quadrados médios				
Blocos	2	0,591 ^{ns}	6,29 ^{ns}	10,47 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,16**	186,7 **	22,3 **
Fontes (F)	1	0,05 *	47,2 *	8,0 **
B x F	4	0,02*	6,04 *	9,8**
Resíduo	18	0,005	5,3	0,40
Bio/ureia				
Linear	1	0,19 **	300,5 **	6,7 ^{ns}
Quadrática	1	0,03 *	242,9 **	6,2 ^{ns}
Bio/sulfato de amônio				
Linear	1	0,36 **	5,9 ^{ns}	3,56 ^{ns}
Quadrática	1	0,03 *	187,9 **	24,3 *
C.V.(%)		6,2	5,5	2,0

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

Os teores máximos de glicose na batata-doce foram 0,18 e 0,29 %, respectivamente, quando foi fornecido biofertilizante a 21% e nitrogênio nas formas de sulfato de amônio e ureia. Embora a presença de glicose melhore o sabor da batata-doce favorecendo suas características de mesa e processamento (CEREDA et al.,2001), os teores obtidos foi inferior aquele verificado por Oliveira et al. (2005) de 8,7%, em cultivo submetidas a adubação balanceada. Esse resultado possivelmente se da pela quantidade de nitrogênio fornecida nas duas fontes (100 kg ha⁻¹) considerada elevada para a espécie, ao ponto de reduzir a concentração de glicose (OLIVEIRA et al., 2005), já que Filgueira (2008) recomenda a aplicação de 60 kg ha⁻¹.

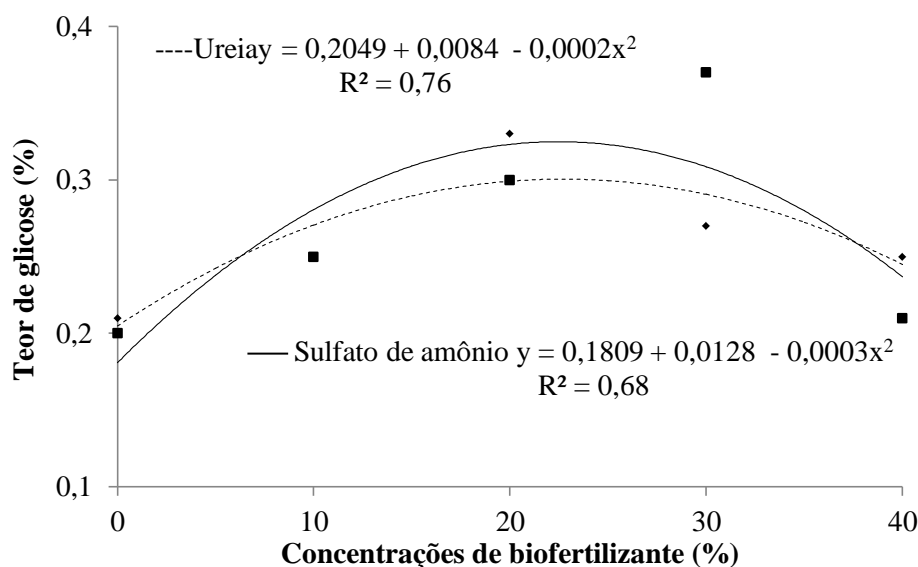


Figura 14. Teor de glicose em batata-doce em função do biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

O amido na batata-doce alcançou teores máximos de 38 e 47% nas concentrações de 21,5 e 26,6% de biofertilizante e nitrogênio nas formas de sulfato de amônio e ureia, respectivamente, enquanto o teor máximo de cinzas foi de 0,68% com uso de biofertilizante a 20% e sulfato de amônio, e média de 0,38% em função das concentrações de biofertilizante e ureia (Figuras 17 e 18).

O teor de amido foi superior ao teor mínimo definido por Cereda et al. (2001) para a espécie em 13,4%, e aos teores encontrados por Oliveira et al. (2013) adubando a batata-doce com 50 t ha⁻¹ de esterco de caprino e de bovino, respectivamente, 17,3 e 15,4%. Essa superioridade pode ser atribuída à adubação orgânica e nitrogenada porque proporcionam melhorias na qualidade dos produtos colhidos, com maiores acúmulos de amido (OLIVEIRA et al. 2002; OLIVEIRA et al. 2005). Pode ser explicada ainda pelo fato da batata-doce ter sido colhida quando atingiu sua maturação fisiológica (110 dias). Oliveira et al. (2005) relatam que a maturidade influencia o conteúdo de amido nas raízes tuberosas, sendo que o seu máximo é alcançado na sua completa maturidade.

Com relação a cinzas, os teores obtidos foram inferiores ao registrado pela TACO-UNICAMP (2006) para a batata-doce em 0,9%. É importante ressaltar, que o teor de cinzas indica a riqueza do material em amostras minerais, sem, no entanto, mostrar sua composição mineral (RECH et al., 2007). Oliveira et al. (2002) verificaram aumento nos teores de cinzas, em função do emprego de esterco bovino e de galinha.

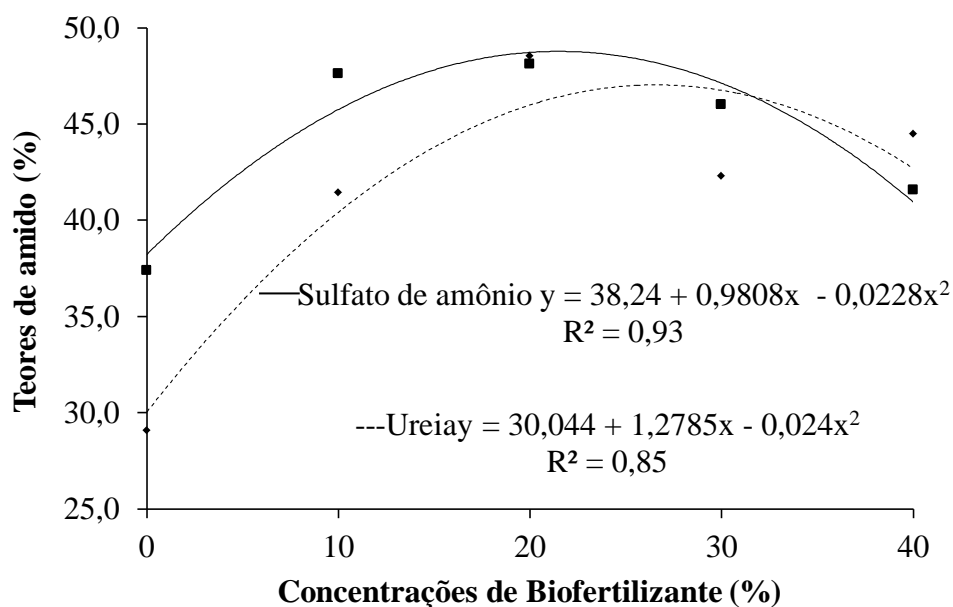


Figura 15. Teor de amido em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

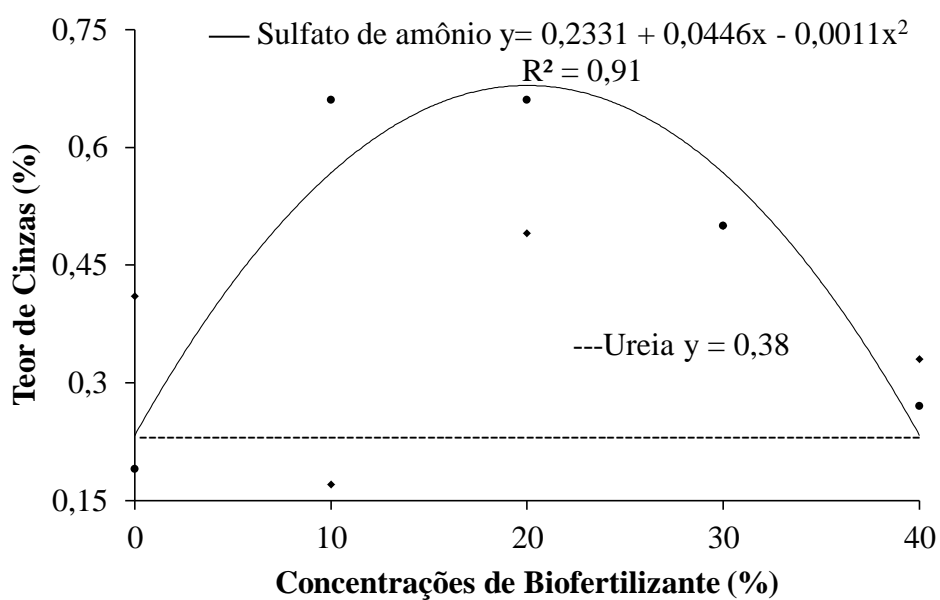


Figura 16. Teor de cinzas em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

4.8. Teores de antocianina, proteína e umidade

O teor de antocianina na batata-doce não foi alterado pelos tratamentos, e teve comportamento quadrático em função das concentrações de biofertilizante e do nitrogênio nas formas de ureia e de sulfato de amônio, e de forma contrária a proteína sofreu efeito da interação e se ajustou a modelos linear e quadrático nas duas fontes de nitrogênio. O teor de umidade foi modificado apenas pelas fontes de nitrogênio, e suas médias se enquadram melhor ao modelo quadrático na fonte ureia e linear na fonte sulfato de amônio (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo das análises de variância e de regressão para antocianina, proteína e umidade em função das concentrações de biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA - UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte de variação	GL	Antocianina	Proteína	Umidade
		Quadrados médios		
Blocos	2	1,67 ^{ns}	5,09 ^{ns}	3,79 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,09 ^{ns}	0,01 **	0,03 ^{ns}
Fontes (F)	1	0,05 ^{ns}	0,004**	0,28 **
B x F	4	0,10 ^{ns}	0,005**	0,03 ^{ns}
Resíduo	18	0,08	0,0005	0,019
Bio/ureia				
Linear	1	0,009 ^{ns}	0,002 **	0,01 ^{ns}
Quadrática	1	0,57 **	0,003 **	0,18 *
Bio/sulfato de amônio				
Linear	1	0,00002 ^{ns}	0,006 **	0,12 *
Quadrática	1	0,51 **	0,05**	0,02 ^{ns}
C.V. (%)		6,4	8,3	13,1

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não-significativo

O nitrogênio nas formas de sulfato de amônio e ureia aliado ao biofertilizante a 16 e 21%, promoveram os maiores teores de antocianinas na batata-doce, 1,08 e 1,26 mg/100⁻¹ (Figura 19). Comparado aos teores de antocianina encontradas por José (2012), entre 8,9 a 9,5 mg/100⁻¹ em batata-doce de polpa branca, os teores obtidos no presente estudo podem ser considerados baixos. Mesmo assim, estudos relacionados com antocianinas se tornam importante, em função dela ser considerada um corante natural, e causam benefícios á saúde, como antioxidantes, anti-inflamatórias, inibição da oxidação do LDL, diminuição

dos riscos de doenças cardiovasculares e de câncer (GARCIA e ALONSO, 2009; XIA et al., 2009; CHANG et al., 2006).

Os baixos teores de antocianinas obtidos nesse estudo provavelmente estejam correlacionados com a variedade utilizada (polpa creme), isso porque de acordo com José (2012) existe diferença entre o teor de antocianina na batata-doce com a com cor da polpa, e também pode estar relacionado com a decocção em laboratório, a qual pode diminuir os valores de antocianinas provocados pela sua maior sensibilidade ao calor (LOPES et al., 2007).

Com relação aos tratamentos é possível que a quantidade de nitrogênio fornecida a batata-doce nas duas fontes (100 kg ha^{-1}) e presente no biofertilizante tenha sido alta, ao ponto de reduzir o teor de antocianina na batata-doce, uma vez que Brunetto et al. (2009) afirma que o nitrogênio em doses elevadas, provavelmente possa diminuir os teores de antocianinas pela redução da atividade das enzimas que regulam a síntese de antocianinas.

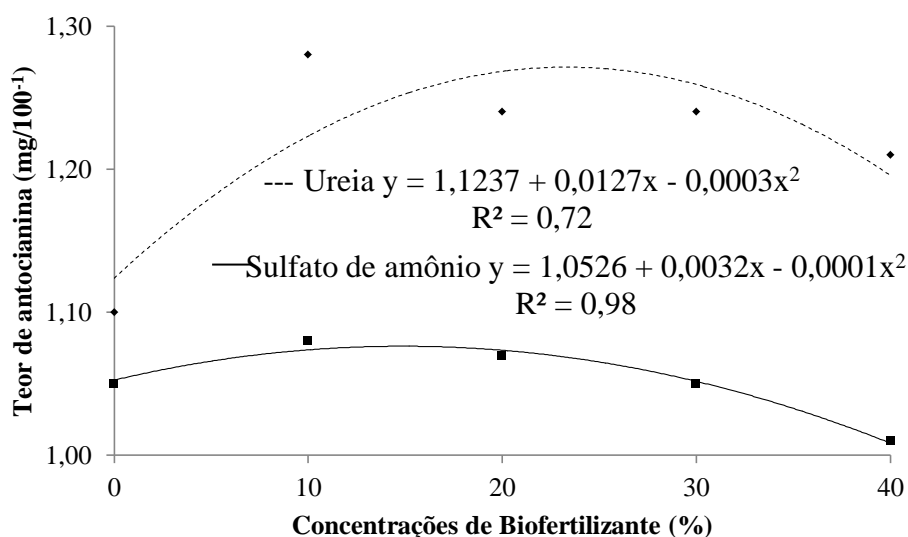


Figura 17. Teor de antocianina em batata-doce em função do biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Para explicar o teor de proteína na batata-doce foi escolhido o modelo linear, o qual aumentou com as concentrações de biofertilizante com máximos de 1,44 e 1,3 % na concentração de 40% associado, respectivamente com sulfato de amônio e ureia (Figura 20). Esses teores são semelhantes ao relatado por TACO-UNICAMP (2006) para proteína na batata-doce (1,3%). O nitrogênio fornecido na batata-doce independente da fonte e o seu conteúdo presente no biofertilizante, pode ter sido responsável por esses resultados,

baseado no fato de que esse nutriente tende a aumentar o teor de proteína à medida que se elevam as doses de nitrogênio aplicado (GOMES JÚNIOR et al., 2005). Andrade Júnior et al. (2012) encontraram valores para a proteína em batata-doce (3,9 a 4,6%) adubada com ureia. No entanto, a proteína pode ser alterada com a cultivar e a sua capacidade de absorver nitrogênio (BELANGER et al., 2002).

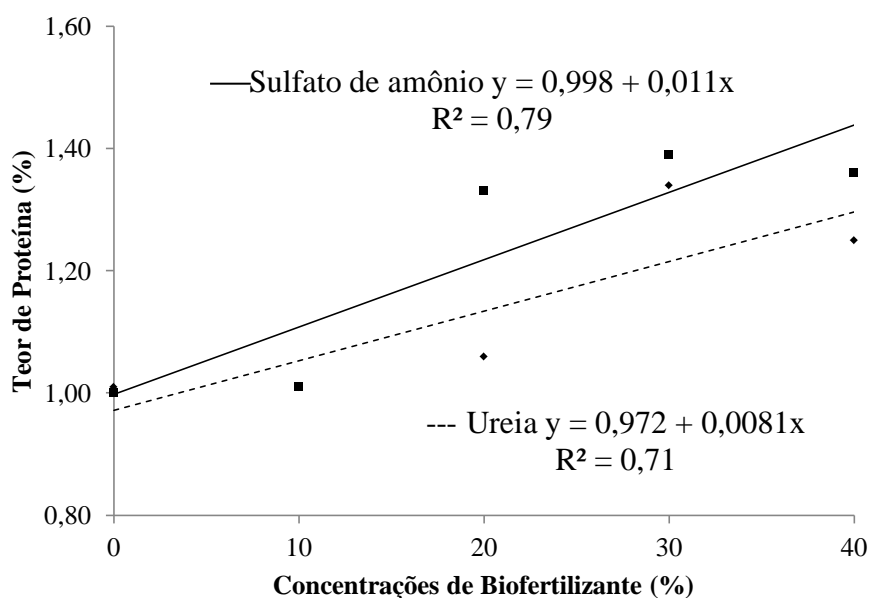


Figura 18. Teor de proteína em batata-doce adubada com biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

A umidade máxima na batata-doce foi de 33% na fonte sulfato de amônio e ureia na concentração de 22% de biofertilizante (Figura 21). Comparado com o teor de umidade nessa hortaliça relatado por TACO-UNICAMP (2006) de 69,5%, o resultado obtido no presente estudo pode indicar que a variedade usada nessa pesquisa (Campina) pode ser considerada raízes com boa duração no armazenamento, pois altos teores de umidade são indicadores de baixos acúmulos de matéria seca, e consequentemente de menor qualidade durante o armazenamento (SILVEIRA, 2008; SHEKHAR et al., 2015).

O teor de umidade verificado nesta pesquisa é interessante para a indústria, porque ele pode aumentar a matéria seca na batata-doce, proporcionam maiores rendimentos durante a extração de amido (FIGUEIREDO, 2010), e são desejáveis para o consumo, uma vez que a preferência do consumidor brasileiro é por raízes que apresentem baixo teor de umidade após o cozimento (GONÇALVES NETO et. al., 2011).

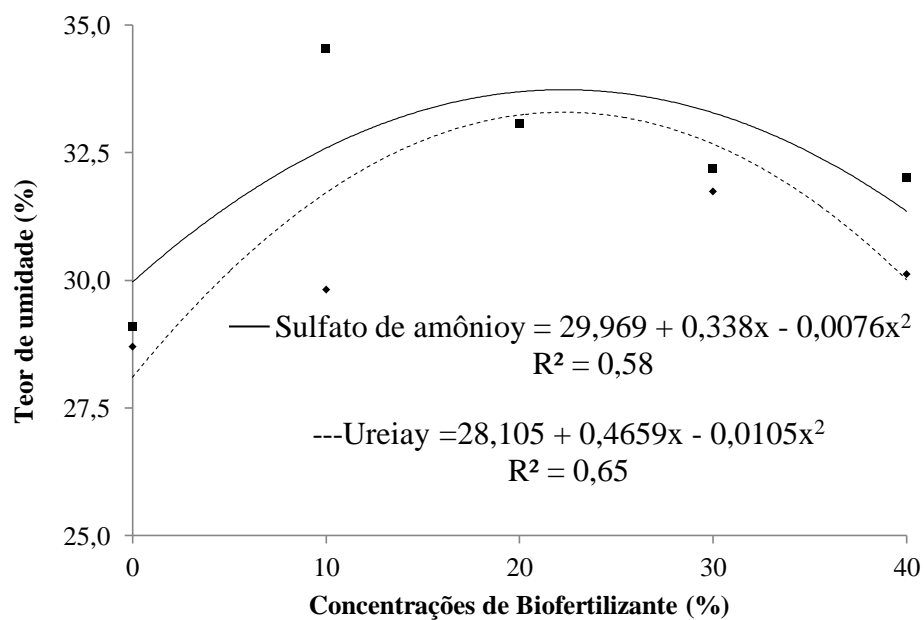


Figura 19. Teor de umidade em batata-doce em função do biofertilizante e fontes de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

5. CONCLUSÕES

1. A produção e a qualidade de raízes de batata-doce aumentaram com o uso de biofertilizante entre 20-22%.
2. Nas condições de clima e solo do presente estudo, o sulfato de amônio é a fonte de nitrogênio recomendada para a batata-doce;
3. O biofertilizante e o nitrogênio elevaram o teor de matéria orgânica no solo após a colheita;
4. Os teores foliares de N, P e K aumentaram em função dos tratamentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V.V.H.; KURIHARA, C.H.; PEREIRA, N.F. 2007. Enxofre. In: NOVAIS RF; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVE, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: UFV. p. 595-644.

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 agrotécnica**, v.33, p.1554-1559, nov./dez., 2009.

ALVES, A.U. **Fontes e parcelamento de nitrogênio na produção de batata-doce**. 2008. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2008.

ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; NOVAIS, R.F. Addition of organic and humic acids to Latosols and phosphate adsorption effects. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1003-1011, 2003.

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, p.584-589, 2012.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official chemists**. 12th ed. Washington, dc, 1980. p. 1094.

BARBOSA, A. H. D. **Rendimento de batata-doce com adubação orgânica**. 2005. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2005.

BELANGER, G.; WALSH, J.R.; RICHARDS, J.E.; MILBURN, P.H.; ZIADI, N. Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars. **American Journal of Potato Research**, v.79, p. 269-279, 2002.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. **Advances in Food and Nutrition Research**, San Diego, v. 52, p. 1-59, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório – Reconhecimentos de solos do estado da Paraíba**. Boletim Técnico, Rio de Janeiro: MA/SUDENE, v. 15, p. 670, 1972.

BROINIZI, P.R.B.; ANDRADE WARTHA, E.R.S.; SILVA, A.M.O.; NOVOA, A.J.V.; TORRES, R.P.; AZEREDO, H.M.C.; ALVES, R.E.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciências de Tecnologia de Alimentos**. v.27 Campinas out./dez. 2007.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.E.; LOURENZI, C.R.; VIEIRA, R.C.B.; GATIBONI, L.C.. Produção e composição química da uva de videiras Cabernet Sauvignon submetidas à adubação nitrogenada. **Ciência Rural** v.39 n.7 Santa Maria Oct. 2009.

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

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1017, 2007.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA. H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral**, Corumbá - MS: Corumbá-MS. EMBRAPA PANTANAL. (Circular Técnica, 35), p.4, 2002.

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

CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; BONFIM NETO, H.; KHOURI, C.R.; MELO, T.L. Características físicas e sensoriais de clones de batata-doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1760-1765, 2007.

CARNICELLI, J.H.A.; PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R.; CAMARGOS, M.I. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 808-810, 2000. Suplemento.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B. & BASSAN, D.A.Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.25, p.617-624, 2001.

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**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CHANG, Y.C.; HUANG, K.X.; HUANG, A.C.; HO, Y.C.; WANG, C.J. Hibiscus anthocyanins-rich extract inhibited LDL oxidation and oxLDL-mediated macrophages apoptosis, **Food and Chemical Toxicology**, v.44, 1015, 2006.

CIP. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, [2009]. **About sweet potato**. Disponível em: <<http://www.cipotato.org/sweetpotato/sweetpotato.htm>> Acesso em 5/10/2015.

CONTIN, T. L. M. **Ureia tratada com o inibidor da uréase NBPT na adubação de cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo**. 2007. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub-Tropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.546-549, 2006.

DELGADO, A.; MADRID, A.; KASSEM, S.; ANDREU, L.; CAMPILLO, M. C. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and soil**, v. 245, p. 277-286, 2002.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência rural**, v.40, n.1, p.44-47, 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. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Cultivo da batata-doce** (*Ipomoea batatas* L). Instruções técnicas do CNPH 7, 3a edição, Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. 8p, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, p. 306, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Planta, p. 401, 2006.

FAO. **Agricultural production, primary crops**. Roma, [2012]. Disponível em: <<http://www.fao.gov>>. Acesso em: 21/10/2015.

FAO. FAOSTAT. **Food Agriculture Organization Statistical data base**. [2011]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em: 21/10/2015.

FERREIRA, L.A. **Características produtivas de genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L) em Areia-PB**. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba. Areia. 2006.

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

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

FREIRE, J. L.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.102-110, 2010.

GARCIA-ALONSO, M.; MINIHANE, A.M.; RIMBACH, G.; RIVAS-GONZALO, J.C.; TEREZA, S.P. Red wine anthocyanins are rapidly absorbed in humans and affect monocyte chemoattractant protein 1 levels and antioxidant capacity of plasma, **Journal of Nutritional Biochemistry**, 20(7), 521 (2009).

GOMES JUNIOR, F.G.; LIMA, E.R.; LEAL, A.J.F.; MATOS, F.A.; SÁ, M.E.de; HAGA, K.I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum**, v.27, n.3, p.455-459, 2005.

GONÇALVES NETO, Á.C.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; GONÇALVES, R.J.S.; SILVA, V.F.; LASMAR, A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.46 no.11 Brasília Nov. 2011.

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**, 79 (2000), pp. 271–280.

HOEFT, R. G. Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, 2003.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, [2012]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 21/10/2015.

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

JHA, S.N. Colour measurements and modeling. In:_____ (Ed.). **Nondestructive evaluation of food quality**.Berlin: Springer-Verlag, 2010. Chap.2, p. 17-40.

JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *ipomoea batatas* (L.) Lam (Batata-doce)** 109f.: Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2012.

LOPES T.J; XAVIER M.F; QUADRI M.G.N; QUADRI M.B Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, 13: 291-297,2007.

LOPES, A.S. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 177p, 2004.

MACHADO, L. O. **Adubação Nitrogenada**. Uberlândia: UFU, 2002.

MAGRINI, F.E.; CAMATTI-SARTORI, V.; VENTURIN, L. Avaliação microbiológica, pH e umidade de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6, e CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., **Resumos...** Curitiba, 5p. 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p, 1997.

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

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 Ano de Impressão 2013.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, n.1, p.24-26, 2006.

MEDEIROS, D. C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 433-436, 2007.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Potencial do lodo como fonte de nutrientes para as plantas**. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, p. 109-142. 2000.

MELO, W. B. **Produção do consórcio milho (*Zea mays* L.) x feijão (*Vigna unguiculata* L.) em função do uso de biofertilizante**. 51p. Monografia (Curso de graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**.4.ed. Bern: International Potash Institute, 687p., 1987.

MIRANDA, J.E.C. Batata-doce. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, [2012]. Disponível em:<<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>>. Acesso em: 21/ 10/2015.

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 2007. p. 978-981.

MONTES, S.M.N.M.; GOLLA, A.R.; RAGA, A.; CERAVOLO, L.C. “**Avaliação de acessos de batata –doce, *Ipomoea batatas* L. oriundos da Embrapa hortaliças na região de Presidente Prudente**”. Presidente Prudente” -SP, 2007.

NOVAIS, R.F.; VICTOR, H.A.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa-MG, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1017p, 2007.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS, E.S. Qualidade do inhame ‘Da Costa’ em função das épocas de colheita e da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília 20: p.115-118, 2002.

OLIVEIRA, A.P.; OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A.; SILVA, G.G.; NOGUEIRA, D.H.; MOURA, M.F.; BRAZ, M.S.S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.925-928, outubro 2005.

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** 24: 279-282. 2006.

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

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, n. 3, p. 277 - 281, 2010

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.

OSORIO FILHO, B. D. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes**. Campinas: Edição do autor, 2007. 162p.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica. Compostos Orgânicos e Biofertilizantes** - Campinas. SP. Edição do autor. 3º edição 2010.

PEREIRA LEONARDO, F. A.; 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**. Mossoró, v. 27, n. 2, p. abr. – jun., 2014.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. **“MB-4” – Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes**. Alagoas: Fundação JUNQUIRA CANDIRU MIBASA, p. 273, 2000.

PURCINO, A. A. C. *et al.* Grain Filling In Maize: The Effect Of Nitrogen Nutrition On The Activities Of Nitrogen Assimilating Enzymes In The Pedicel-Placento-Chalaza Region. **Maydica**, v. 45, p. 95-103, 2000.

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.

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 jul-set 2007. p. 371-374.

RECH, C.L.S.; XAVIER, E.G.; DEL PINO, F.A.B.; ROLL, V.F.B.; RECH, J.L.; CARDOSO, H.B.P.; NASCIMENTO, P.V.N. Análises bromatológicas e segurança laboratorial. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/faem/lna/01efe997b40767101/index.html>>. Acesso em: 30/10/2015.

RISSE I.A.M, 2007. **Cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) em sucessão ao milho (*Zea mays* L.) consorciado com leguminosas para adubação verde, sob manejo orgânico de produção**. Seropédica – RJ: UFRRJ. 40p (Dissertação mestrado).

SALES, J. A. F. **Adubação com biofertilizante e ureia na cultura do feijão caupi**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. 36p. Monografia.

SANTOS, A.C.V. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER, p. 16, 1992. Agropecuária Fluminense, 8.

SANTOS, J. F. **Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2008. 109p. Tese (Doutorado em Agronomia).

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, fev. 2009.

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecológica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 5-8, 2000.

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

SANTOS, A. C. V. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti fitoprotetor em lavouras comerciais. In: HEIN, M. (Org.). Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle ecológico de pragas e doenças, 1, 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, p. 91-96, 2001a.

SANTOS, R. H. S. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, 1395-1398p. 2001b.

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

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production?: Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v.66, p.151-164, 2000.

SHEKHAR, S.; MISHRA, D.; BURAGOHAIN, A. K.; CHAKRABORTY, S.; CHAKRABORTY, N. Comparative analysis of phytochemicals and nutrient availability in two contrasting cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas*L.). **Food Chemistry**, v. 173, p. 957–965, 2015.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A. **Cultura de batata-doce** [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. Brasília, DF: EMBRAPA – CNPA, 1995. 18 p

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Sistema de Produção: Cultivo da Batata-Doce**. Brasília, DF: EMBRAPA – CNPA, [2008]. Versão Eletrônicahttp://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/apresentacao.html. Acesso em: 22/11/2015.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P.; **Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas**, São Paulo: Cargill, 2002, v.2, p. 449-503.

SILVA, E. E. **Manejo orgânico da cultura da couve e rotação com milho, consorciados com Leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 57 p., 2006.

SILVA, T. O. da.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *crotalaria juncea*. ii - disponibilidade de n, p e k no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 31: 51-61, 2007.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, G.S.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, A.N.P.; ARAÚJO, M.A.M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253 - 257, 2012.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, R. H.; CARRIJO, O. **A. Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro.** Workshop tomate na Unicamp: perspectivas e pesquisas. Campinas, 2003.

SILVEIRA, M.A.; ANDRÉ, C.M.; ALVIM, T.C.; DIAS, L.E.; TAVARES, I.B.; SANTANA, W.R.; SOUZA, F.R. **A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para produção de etanol.** Palmas: UFT, 2007, 45 p.

SILVEIRA, M. A. Batata-doce: uma nova alternativa para a produção de etanol. In: Instituto Euvaldo Lodi. **Álcool combustível: Série Indústria em Perspectiva.** Brasília: IEL, 2008. p. 109-122.

SOARES, K.T.; MELO, A.S. de; MATIAS, E.C. **A cultura da batata-doce (*Ipomea batatas*(L.) Lam).** Joao Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 26 p. il. (EMEPA-PB. Documentos, 41).

SOUZA, D.M.G; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W.V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado- Planaltina:** Embrapa Cerrados, 2001.22 p. - (Circular técnica / Embrapa Cerrado).

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica.** Viçosa: Aprenda fácil, p.564 il, 2003.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO.** 2 ed. Campinas, 2006. 113 p.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, p. 820, 2008.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, p. 174, 1995.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P. S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. **Scientia Horticulturae**, v.105, p. 13-27, 2005a.

XIA, M.; LING, W.; ZHU, H.; MA, J.; WANG, Q.; HOU, M.; TANG, Z.; GUO, H.; LIU, C.; YE Q. Anthocyanin attenuates CD40-mediated endothelial cell activation and apoptosis by inhibiting CD40-induced MAPK activation, **Atherosclerosis**, 202(1), 41 (2009).