



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



FABRICIO ELIAS RODRIGUES

**DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO PARA MANEJO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA BATATA-DOCE UTILIZANDO
CLOROFILÔMETRO PORTÁTIL**

Botucatu

2023

FABRICIO ELIAS RODRIGUES

**DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO PARA MANEJO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA BATATA-DOCE UTILIZANDO
CLOROFILÔMETRO PORTÁTIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura)

Orientador: Adalton Mazetti Fernandes

Botucatu

2023

R696d	Rodrigues, Fabricio Elias Definição do índice de suficiência de nitrogênio para manejo da adubação nitrogenada na batata-doce utilizando clorofilômetro portátil / Fabricio Elias Rodrigues. – Botucatu, 2023 69 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Adalton Mazetti Fernandes 1. Ipomoea batatas. 2. Nutrição mineral. 3. Índice de suficiência de nitrogênio. 4. Clorofilômetro portátil. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

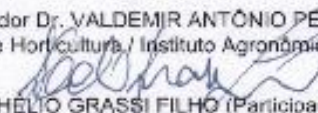
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO PARA MANEJO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA BATATA-DOCE UTILIZANDO CLOROFILÔMETRO PORTÁTIL

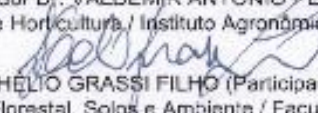
AUTOR: FABRICIO ELIAS RODRIGUES

ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES (Participação Presencial)
Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista UNESP


Pesquisador Dr. VALDEMIR ANTÔNIO PERESSIN (Participação Virtual)
Centro de Horticultura / Instituto Agronômico de Campinas


Prof. Dr. HELIO GRASSI FILHO (Participação Presencial)
Ciência Florestal, Solos e Ambiente / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 25 de agosto de 2023

***A Deus e aos meus amados pais,
Fernando Rodrigues e Cibele Revoredo
Elias.
Dedico***

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela saúde e pela força em concluir com êxito o mestrado e me manter de pé diante todos problemas que enfrentei.

A toda minha família, em especial aos meus pais Cibeles e Fernando que nunca me desampararam e sempre incentivaram meus sonhos.

A minha amada vó Maria Aparecida Rodrigues “*in memoriam*” que sempre auxiliou em minha criação e me forneceu os melhores ensinamentos.

Ao meu avô Joel, minha avó Leonice e minhas tias Leticia e Samira que sempre me mantiveram em suas orações quando mais precisei.

Aos meus irmãos Gabriel, Felipe e Lucas por todo amor.

As minhas tias Elenice, Eliana e Luciane que me apoiaram e estiveram ao meu lado durante minha jornada em Botucatu-SP.

Aos meus primos Fábio Revoredo, Isabella, Diogo, Otavio e Yasmin.

As minhas amigas de longa data Susimari Franco, Tamiris Lozando, Nathália d’Ávila, Gabrielle Correa, Giovanna Pereira, Bianca Poliane e Carla Freitas por todo companheirismo desde a graduação e todos os conselhos durante esta etapa.

Ao meu orientador de mestrado Prof.^o Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela dedicação, visão científica, compreensão e ensinamentos, que foram fundamentais para o desenvolvimento de minha dissertação.

Aos meus amigos da pós-graduação Tassiane Sanchez, César Augusto, Joséantonio, Barbara Claro, Victoria Trevisan, Valkiria Piroli, Raíra Pelvine, Mariana Tranquilino, Gyslane Garreto, Francisco Borges e aos demais por todo apoio e conversas, vocês foram essenciais pra essa conquista.

Aos estagiários do CERAT, Arthur Victor de Oliveira, Arthur Colinas, Luana Cabral, Samuel, Safira, Bianca e Tamura por todo auxílio no desenvolvimento e avaliações dos experimentos.

Aos meus irmãos de departamento Politon Thiago, Ítala Tavares e Ricardo Tajra que sou extremamente grato pelo companheirismo e todos os desabafos.

Aos meus professores Natália e Marcelo Silva que desde a graduação me incentivaram a pesquisa.

À Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Câmpus de Botucatu, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura), pela oportunidade de concluir este

sonho.

Aos produtores rurais pela concessão de áreas experimentais.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel da UNESP pela assistência e colaboração.

Ao Centro de Raízes e Amidos Tropicais - CERAT pelo apoio institucional. Aos funcionários do CERAT, Luiz Henrique Urbano, Elder Mattos, Juliana, Danilo, e a equipe de campo do Dicão por todo apoio, convivência e amizade.

Aos professores Dr. Antônio Ismael Inácio Cardoso e Dr. Dirceu Maximino Fernandes por todas sugestões em minha banca de qualificação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP Processo nº 2021/12973-0) pelo financiamento do desenvolvimento do trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) processo nº 88887.669916/2022-00

De forma geral, agradeço imensamente a todos que participaram desta conquista em minha vida. Vocês foram essenciais.

“A sorte favorece a mente bem preparada”

Louis Pasteur

RESUMO

O baixo fornecimento de nitrogênio (N) limita a produtividade da batata-doce, mas o fornecimento excessivo aumenta o crescimento vegetativo e reduz a produtividade das raízes tuberosas. Portanto, o fornecimento equilibrado de N para a batata-doce é fundamental para a obtenção de altas produtividades de raízes. Com o uso do clorofilômetro portátil é possível obter uma leitura instantânea, precisa e não destrutiva do índice relativo de clorofila (IRC) das folhas ou índice SPAD, o qual se correlaciona positivamente com os teores de N das folhas das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional e a produtividade da batata-doce em resposta ao manejo da adubação nitrogenada de cobertura utilizando o clorofilômetro portátil. Para isso, buscou-se estabelecer qual o melhor índice de suficiência de N (ISN) (90% ou 95%) para manejar a adubação nitrogenada na batata-doce. O experimento foi conduzido em três locais, ou seja, nos municípios de Braúna-SP, São Manuel e Regente Feijó-SP. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e 5 tratamentos. Os tratamentos foram compostos por um controle (sem aplicação de N), pela adubação nitrogenada recomendada (50 kg ha⁻¹ de N), pela adubação nitrogenada de referência (150 kg ha⁻¹ de N) e pelos tratamentos manejados com clorofilômetro utilizando os ISNs de 90% e 95%. Para os tratamentos manejados com clorofilômetro aplicou-se 1,0 kg ha⁻¹ de N para cada 0,10 ponto percentual abaixo de 90 ou 95%. Concluiu-se que a resposta da batata-doce à adubação nitrogenada foi baixa ou até mesmo ausente. Não houve deficiência de N tanto nos tratamentos em que a adubação nitrogenada de cobertura foi manejada com clorofilômetro ou utilizando a adubação recomendada. O ISN de 90% mostrou-se como mais adequado que o ISN de 95% para manejar a adubação nitrogenada de cobertura na batata-doce porque a produtividade neste tratamento foi estatisticamente igual à do tratamento recomendado. O manejo do N adotando o ISN de 90% proporcionou uma economia de 44% a 66% na dose recomendada de N para a batata-doce, dependendo do local de cultivo. A adoção do ISN de 95% proporcionou aumento na dose de N aplicada sem benefícios para a produtividade de raízes.

Palavras-chaves: *Ipomoea batatas*; nutrição mineral; índice de suficiência de nitrogênio; clorofilômetro portátil.

ABSTRACT

Low nitrogen (N) supply limits sweetpotato root yield, but excessive N supply increases vegetative growth and reduces storage root yield. Therefore, a balanced N supply to sweetpotatoes is essential for obtaining high root yields. Using a portable chlorophyll meter, it is possible to obtain an instantaneous, accurate, and non-destructive reading of the relative chlorophyll index (IRC) of leaves or SPAD index, which positively correlates with the N content of crop leaves. The objective of this work was to evaluate the nutritional status and storage root yield of sweetpotatoes in response to the management of N fertilization using a portable chlorophyll meter. For this purpose, it will be established the best N sufficiency index (ISN) (90% or 95%) to manage N fertilization in sweetpotatoes. The experiment was carried out in three locations, i.e., in the municipalities of Braúna-SP, São Manuel, and Regente Feijó-SP. The adopted experimental design was randomized blocks, with five treatments and four replications. The treatments were composed of control (without N application), recommended N fertilization (50 kg ha⁻¹ N), reference N fertilization (150 kg ha⁻¹ N), and treatments managed with chlorophyll meter using the ISN of 90% and 95%. For treatments managed with a chlorophyll meter, 1.0 kg ha⁻¹ N was applied for each 0.10 percentage point below 90 or 95%. It was concluded that the response of sweetpotatoes to N fertilization was low or even absent. There was no N deficiency in treatments in which N topdressing was managed with a chlorophyll meter or using the recommended N fertilization. The ISN of 90% proved to be more appropriate than the ISN of 95% to manage N topdressing in sweetpotatoes because the root yield in this treatment was statistically equal to that of the recommended N fertilization treatment. Nitrogen management adopting ISN of 90% provided savings of 44% to 66% in the recommended N rate for sweetpotatoes, depending on the cultivation location. The adoption of the ISN of 95% provided an increase in the applied N rate without benefits for root yield.

Keywords: *Ipomoea batatas*; mineral nutrition; nitrogen sufficiency index; portable chlorophyll meter

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas durante a condução dos experimentos em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP.....	31
Figura 2 - Índice de suficiência de N (ISN) nas folhas da batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP (a), São Manuel-SP (b) e Regente Feijó-SP (c).....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo das áreas experimentais na profundidade de 0-0,20 m antes da instalação dos experimentos. Média de quatro repetições.	33
Tabela 2 - Épocas de aplicação e doses de N aplicadas em cada tratamento	34
Tabela 3 - Índice relativo de clorofila nas folhas em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente-Feijó-SP	40
Tabela 4 - Teor de nitrogênio na folha diagnóstica em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP	43
Tabela 5 - Teores de macro e micronutrientes na folha diagnóstica (aos 64 dias após o plantio) em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro na batata- doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP	45
Tabela 6 - Número de raízes por planta, peso médio de raízes, produtividade de raízes total e comercial em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro na batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP	47
Tabela 7 - Acúmulo de matéria seca nas partes da planta e na planta inteira, extração e exportação de N pela batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro no cultivo de Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP	51
Tabela 8 - Teores de matéria seca, proteína e amido na raiz tuberosa de batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro no cultivo de Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1	Aspectos gerais da cultura da batata-doce	23
2.2	Manejo do nitrogênio na cultura da batata-doce.....	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	Local e características da área experimental.....	30
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	30
3.3	Instalação e condução do experimento	32
3.4	Avaliações.....	35
3.4.1	Índice relativo de clorofila nas folhas.....	35
3.4.2	Teor de N nas folhas	35
3.4.3	Teor de nutrientes na folha diagnose.....	35
3.4.4	Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de N.....	35
3.4.5	Número, massa média e produtividade de raízes tuberosas.....	36
3.4.6	Teor de MS nas raízes tuberosas	36
3.4.7	Teor de proteína nas raízes tuberosas.....	36
3.4.8	Teor de amido nas raízes tuberosas.....	37
3.5	Análise estatística	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	Índice de suficiência de N, índice relativo de clorofila e teor de N nas folhas	38
4.2	Teor de nutrientes na folha diagnose	44
4.3	Número, massa média e produtividade de raízes tuberosas.....	46
4.4	Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de N pela cultura da batata-doce.....	50
4.5	Teores de matéria seca, proteína e amido nas raízes tuberosas.....	53
5	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é originária de regiões tropicais da América do Sul e Central e se destaca pela facilidade de cultivo e rusticidade. As raízes tuberosas da batata-doce constituem o principal produto comercial da cultura, pois são ricas em carboidratos e apresentam grande demanda na alimentação humana e elevado potencial para ração animal, produção industrial de farinha, amido e álcool (Clark; Moyer, 1988).

No Brasil, a batata-doce é a quarta hortaliça mais cultivada, mas a sua produtividade ainda é baixa. A obtenção de altas produtividades na cultura da batata-doce depende da realização de adubações em quantidades e épocas corretas, visando disponibilizar os nutrientes de forma sincronizada com a demanda da cultura. O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais absorvido pela batata-doce e ele é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e da molécula de clorofila. Miranda et al. (1995) observou que, a ordem de exportação de nutrientes segue: potássio>nitrogênio>fósforo>cálcio>magnésio ($K > N > P > Ca > Mg$). Assim, plantas de batata-doce deficientes em N apresentam clorose uniforme nas folhas, crescimento lento e baixa produtividade.

A maior parte do N das folhas está presente na molécula de clorofila. O clorofilômetro portátil é um equipamento que permite obter uma leitura instantânea e não destrutiva do índice relativo de clorofila (IRC) das folhas, o qual se correlaciona positivamente com a concentração de N das folhas e a produtividade das culturas. Na batata-doce, a recomendação de adubação nitrogenada é de aproximadamente 50-60 kg ha⁻¹ de N, mas há trabalhos de pesquisa indicando doses de N acima de 100 kg ha⁻¹. Assim, o manejo da adubação nitrogenada na batata-doce utilizando o clorofilômetro portátil poderá contribuir para que as plantas de batata-doce alcancem seu potencial produtivo máximo por meio do fornecimento equilibrado de N.

O índice de suficiência de N (ISN) é uma forma de normalizar as leituras do clorofilômetro. Para a obtenção do ISN é preciso haver uma área de referência, na qual a dose de N a ser aplicada deve ser alta para produzir a concentração máxima de clorofila nas folhas e garantir que não ocorra deficiência de N. Assim, o ISN é calculado usando a razão do IRC nas folhas da cultura e nas folhas da área de referência (sem deficiência de N). Em outras culturas como feijão, batata e milho têm

se adotado um ISN entre 90 e 95%. Assim, quando o ISN é inferior a 90 ou 95%, a fertilização com N é recomendada, e com esse manejo, têm-se evitado aplicações desnecessárias de N e obtido melhorias na eficiência de uso do N. Contudo, não se conhece qual é o melhor valor de ISN para manejar a adubação nitrogenada na cultura da batata-doce. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional e a produtividade da batata-doce em resposta ao manejo da adubação nitrogenada de cobertura utilizando o clorofilômetro portátil, para assim, estabelecer o melhor valor de ISN para a batata-doce, visando fornecer N de forma equilibrada para as plantas, maximizando a produtividade de raízes tuberosas e diminuindo problemas ambientais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da batata-doce

A batata-doce é uma cultura originária das Américas Central e do Sul, e caracteriza-se por ser uma planta herbácea e perene, mas que é cultivada como cultura anual (Filgueira 2008). Pertence a família Convolvulaceae e trata-se de uma cultura com grande potencial econômico, por ser uma das hortaliças que mais produz energia por unidade de área (Mukhopadhyay et al., 2011). A origem dessa cultura é entre as Américas Central e do Sul, sendo encontrado vestígios desde o México, até a Colômbia. No entanto, existem relatos de seu uso acerca de mais de 10 mil anos atrás (Silva; Lopes; Magalhães, 2008). Todavia, a origem botânica e a localização geográfica da sua domesticação são desconhecidas (Roullier et al., 2013).

Sua produção mundial em 2021 foi de 95 milhões de toneladas, sendo que a China é o maior produtor mundial com uma produção média de 46,6 mil t por ha (FAOSTAT, 2023). O Brasil está em 14º lugar a nível de produção, alcançando equivalente a 825 mil toneladas no ano de 2021 (FAOSTAT, 2023). Atualmente o maior exportador de batata-doce são os Estados Unidos, com uma média de 270 mil toneladas, e o Brasil ocupa o 20º lugar com média de 14 mil t exportadas (FAOSTAT, 2023). No Brasil, a batata-doce é a quarta hortaliça mais consumida pelos brasileiros (Oliveira et al., 2005). De um período pra cá, a cultura vem ganhando força em seu uso, isso é devido a sua utilização em dietas e/ou no aumento do consumo de alimentos mais saudáveis, sendo uma boa fonte de energia, minerais, vitaminas e compostos antioxidantes (Betemps; Pinto, 2015). Apresenta como características produzir caule rastejante e raízes tuberosas, além de ser uma das doze mais importantes culturas do mundo, com vital importância para o suprimento alimentar da população mais carente (Silva et al., 2002)

Essa cultura apresenta hábito de crescimento prostrado, ramos de tamanho, cor e pilosidade bastante distintas, e folhas largas com diferentes formatos e cores (Silveira, 2011). No Brasil, as variedades de batata-doce comercializadas possuem predominantemente sua coloração de polpa amarela, branca ou creme. Raramente, são encontradas batatas-doces de polpa alaranjadas que são ricas em carotenoides (Melo et al., 2010). As raízes da batata-doce são divididas em absorventes e tuberosas, sendo que as raízes tuberosas são o órgão de interesse

comercial e as raízes absorventes são responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo (Abujamra, 2009). A batata-doce possui grande versatilidade de uso, podendo ser utilizada na alimentação humana, ração animal e na indústria de amidos e etanol, sendo que alguns genótipos possuem múltiplas aptidões (Ahn et al., 2010; Gonçalves Neto et al., 2011; Echer et al., 2015). Essa versatilidade de usos caracteriza a batata-doce como sendo uma matéria-prima importante frente a um cenário mundial de constante crescimento populacional (Cecílio Filho et al., 2016). Além disso, por apresentar altas concentrações de nutrientes, a batata-doce tem sido utilizada para suprir carências alimentares, diminuindo casos de desnutrição infantil em locais de baixa renda (CIP, 2021). Em termos de produção de raízes tuberosas, a China é o maior produtor mundial de batata-doce, mas devido à sua adaptabilidade e suas características de desenvolvimento que incluem, alta rusticidade, ampla adaptação climática, tolerância à seca e o alto valor nutricional das raízes tuberosas, a batata doce é amplamente cultivada em todo o mundo (CIP, 2021).

A batata-doce assada pode apresentar 8154 U.I. de vitamina A por cada porção de 100 g, enquanto a batata-doce cozida possui bons níveis de potássio (148 mg por porção de 100 g) e médio valor calórico (77 Kcal) (Taco, 2011; Filgueira, 2008). Além disso, a batata-doce apresenta conteúdos altos de carboidratos e baixo índice glicêmico. As batatas-doces de polpa alaranjada possuem elevado teor de betacaroteno que é um precursor da vitamina A, a qual auxilia no combate da cegueira infantil que ocorre especialmente em países subdesenvolvidos em situações de vulnerabilidade social (Nolêto et al., 2015). Nos últimos anos, a batata-doce ganhou mais espaço na alimentação dos brasileiros, o que resultou em aumento no cultivo de batata-doce principalmente no estado de São Paulo (IBGE, 2021). Contudo, apesar da importância da batata-doce como fonte de alimento, os sistemas produtivos dessa cultura têm sido afetados por diversos fatores, tais como solos de baixa fertilidade, manejo inadequado dos solos e, principalmente, ausência ou deficiência de adubação (Santos et al., 2009).

O solo para cultivo de batata-doce deve ser aerado e com boa drenagem, pois a baixa aeração e/ou a compactação do solo geram alterações no formato das raízes tuberosas que prejudicam seu valor comercial (Silveira, 2011; Peressin; Feltran, 2014). No entanto, quando a batata-doce é cultivada em condições técnicas adequadas é possível atingir níveis acima de 40 t ha⁻¹ de raízes tuberosas (Rós et al., 2012). A temperatura é um dos principais fatores limitantes no desenvolvimento da

cultura, o que afeta no desenvolvimento das raízes tuberosas, ou seja, sua produtividade (Somasundaram; Mithra, 2008; Erpen, 2013). Assim, temperaturas amenas à noite favorecem o crescimento radicular, no entanto, quando estão abaixo de 10°C, o crescimento da planta é retardado, podendo até ser paralisado (Erthal; Zamberlan; Salazar, 2018). Ravi (2009) nota que a produção da batata-doce, em regiões onde a temperatura média durante o ciclo de plantio é de em média 25° C, o plantio pode ser feito ao longo do ano, mas a irrigação deve ser realizada nos períodos mais secos que compreende os meses de maio a agosto. Quanto ao regime pluviométrico, a cultura deve ser implantada em locais com uma precipitação média anual de 750 a 1000 mm, dos quais cerca de 500 mm são necessários durante a fase de crescimento (Silva et al., 2002). O cuidado maior deve ser principalmente quando as ramas são plantadas, pois sofre com o estresse do plantio e deve possuir boa disponibilidade hídrica para o desenvolvimento de suas raízes. Além disso, a escassez de estudos técnicos dificultam o manejo dos nutrientes na cultura (Fernandes; Leonel; Garcia, 2015).

Em condições tropicais, o ciclo da batata-doce varia entre 90 a 150 dias, dependendo do cultivar, mas até 60 dias após o plantio (DAP) as ramas de batata-doce cobrem praticamente todo o solo da área de cultivo (Silva et al., 2002; Echer, 2015).

2.2 Manejo do nitrogênio na cultura da batata-doce

O N é um dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas, pois sem ele, ocorre a inibição da divisão celular e redução do desenvolvimento da planta (Fageria, 1999). A elevada exigência se deve ao papel estrutural do N na cultura, participando da composição de vários compostos orgânicos, como aminoácidos e proteínas (Taiz et al., 2017).

O N é o segundo nutriente mais absorvido pela batata-doce, sendo que para produzir cada tonelada de raiz tuberosa a batata-doce absorve aproximadamente 5,1 kg de N do solo (Fernandes; Ribeiro, 2020). Estudos indicam que a adubação balanceada afeta a qualidade e produção de raízes, sendo que esses nutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos da raiz (Oliveira et al., 2017). Em solos deficientes em N, as folhas das plantas ficam cloróticas e as plantas produzem menos raízes tuberosas.

Na batata-doce, o uso de altas doses de N provoca o crescimento excessivo da parte aérea em detrimento da formação de raízes tuberosas (Chaves; Pereira, 1985; Hartemink et al., 2000; Oliveira et al., 2006; Alves et al., 2009; Oliveira et al., 2010). Apesar da importância do N, existe uma preocupação em se recomendar uma dose ideal de N na cultura da batata-doce, pois tanto a falta como o excesso desse nutriente resultam em menor produtividade de raízes tuberosas (Hartemink et al., 2000; Oliveira et al., 2006; Prabawardani; Suparno, 2015). Santos Neto et al. (2017) destacam que definir uma recomendação de nitrogênio para a cultura, não é uma tarefa fácil, pois, apesar de ser um nutriente importante para as hortaliças, não existe uma recomendação adequada estabelecida para atingir altas produtividades. Portanto, o fornecimento equilibrado de N é fundamental para proporcionar o crescimento adequado da área foliar e maximizar a produção de raízes tuberosas. O aumento da área foliar é extremamente importante para que a cultura atinja a máxima eficiência entre a interceptação da luz e a conversão em reservas para crescimento da raiz tuberosa (Somda; Kays, 1990; Nair; Nair, 1995). No entanto, o aumento excessivo do índice de área foliar provoca auto sombreamento e reduz o acúmulo de matéria seca (MS) nas raízes tuberosas, além de aumentar o acúmulo de MS nas folhas (Renter; Stassen, 1998; Larcher, 2004; Ravi; Saravanan, 2012). Além disso, o crescimento vegetativo excessivo na batata-doce ainda causa problemas de grande importância econômica, incluindo a dificuldade com a realização de tratos culturais e aumento no custo de colheita (Thankamma; Eswariamma, 1990; Smith; Wright, 1994). Porém, quando o N é fornecido em quantidades insuficientes, o crescimento das ramas torna-se limitado e as plantas apresentam menor área foliar disponível para a fotossíntese, o que reflete em redução na produtividade de raízes tuberosas (Kays, 1985; Chen et al., 2015). A batata-doce apresentam uma grande demanda de quantidade de nitrogênio durante seu ciclo de desenvolvimento, visto que, de acordo com Ferreira (2017), este foi o nutriente mais expressivo no acúmulo nas raízes e parte aérea da planta, seguido por elementos como K e Ca, respectivamente. Resultados parecidos foram encontrados por Echer, Dominato; Creste (2009).

As recomendações de adubação nitrogenada para a batata-doce indicam doses entre 10 a 20 kg ha⁻¹ de N no plantio, dependendo de sua produtividade esperada. Já em cobertura recomenda-se aplicar de 30 a 40 kg ha⁻¹ entre os 30 aos 45 dias após plantio DAP (Peressin et al., 2022). Entretanto, há estudos que revelam aumento na

produtividade de raízes tuberosas com doses acima de 100 kg ha^{-1} de N (Oliveira et al., 2005a; Oliveira et al., 2006a; Foloni et al., 2013; Leonardo et al., 2014; Santos Neto et al., 2017). Porém, o manejo da adubação nitrogenada na cultura da batata-doce não é simples, uma vez que tanto a falta como o excesso de N prejudicam a produtividade de raízes tuberosas.

Contudo, existe a preocupação para não haver aplicação de doses excessivas de N na cultura (Oliveira et al., 2006). Em função disso, alguns autores sugerem que a aplicação de N em cobertura deve ser feita quando surgir sintomas visuais de deficiência nas folhas mais velhas da planta (Silva et al., 2008). Porém, aplicações de N após o surgimento de sintomas de deficiência podem não proporcionar os resultados esperados, uma vez que a produtividade já estará comprometida.

O monitoramento do estado nutricional de N das plantas por meio do uso de clorofilômetro portátil tem sido uma alternativa para auxiliar no manejo da adubação nitrogenada (Peng et al., 1993; Furlani Júnior et al., 1996; Hussain et al., 2000; Argenta et al., 2003; Carvalho et al., 2003). O clorofilômetro portátil fornece uma medição indireta da concentração relativa de clorofila nas folhas, expressa como índice relativo de clorofila (IRC) ou índice SPAD (Nunes, 2003). Um destes medidores portáteis é o SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) ou conhecido como clorofilômetro, onde sua característica é a facilidade no manejo, proporcionando leituras momentâneas e indiretas da concentração relativa de clorofila nas folhas, assim, pode ser usado como uma forma prática para auxiliar na decisão do momento de se realizar uma adubação nitrogenada (Villas Bôas, 2001). O clorofilômetro SPAD-502 quantifica a intensidade de verde da folha, medindo as transmissões de luz no comprimento de 650 nm, o qual é absorvido pela molécula de clorofila e no comprimento de 940 nm, no qual não ocorre absorção. A partir desses valores, o equipamento calcula o índice SPAD que é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (Yadava, 1986).

As leituras do IRC permitem avaliar antecipadamente a deficiência de N, antes mesmo de ser visível para o olho humano, sendo ideal e eficiente para corrigir a deficiência desse nutriente (Samborski et al., 2009). O clorofilômetro portátil tem sido uma ferramenta utilizada por diversos pesquisadores para a determinação da época ideal de aplicação de N em culturas como arroz (Turner & Jund, 1991; Peng et al., 1993; Hussain et al., 2000; Stalin et al., 2000; Balasubramanian et al., 2000), algodão (Wood et al., 1993; Rosolem & Van Mellis, 2010), café (Godoy et al., 2008), feijão

(Maia et al., 2012; Silveira & Gonzaga, 2017) e batata (Fernandes et al., 2021).

Porém, além da disponibilidade de N, outros fatores como idade e teor de água na planta, densidade de plantas, cultivar, disponibilidade de outros nutrientes, estresse ambiental ou fatores bióticos podem influenciar nas leituras de clorofila das folhas pelo clorofilômetro (Blackmer et al., 1993). Dessa forma, para normalizar as leituras foi criado o índice de suficiência de N (ISN), o qual é calculado dividindo-se o valor obtido nas leituras de clorofila em amostras de uma área a ser fertilizada pelas leituras do clorofilômetro em uma área de referência, sem deficiência de N (MAIA et al., 2012; Silveira & Gonzaga, 2017). Na área de referência, a dose a ser fornecida deve ser elevada, ou seja, cerca de 2,0 vezes a dose recomendada para a cultura, para que assim ocorra a concentração máxima de clorofila nas folhas (Barbosa Filho et al., 2008; 2009; Maia et al., 2012).

Em culturas como milho, feijão e batata têm se adotado um valor de ISN entre 90 e 95%. Dessa forma, quando o ISN na parcela a ser fertilizada for inferior a 90 ou 95% em relação a área de referência, recomenda-se realizar a adubação nitrogenada (Varvel et al., 1997; Maia et al., 2012; Silveira & Gonzaga, 2017; Fernandes et al., 2021). O monitoramento do estado nutricional de N das plantas com clorofilômetro adotando um ISN entre 90 e 95% em relação à parcela de referência tem sido uma ferramenta importante para evitar a aplicação desnecessária de N e aumentar a eficiência de uso do N em cultivos de feijão e milho (Varvel et al., 1997; Maia et al., 2012). Em batata, por exemplo, Fernandes et al. (2021) verificam que o manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro aumentou a eficiência de uso do N, detectou a suficiência de N e evitou a aplicação adicional de N sem comprometer a produção total de tubérculos.

No entanto, para a cultura da batata, dependendo das condições de cultivo, o clorofilômetro não tem sido sensível para detectar deficiências tardias de N em tempo adequado para haver a fertilização, mesmo usando um ISN de 95% (Bohman et al., 2019; Fernandes et al., 2021). No feijoeiro, há trabalhos que sugerem que o ISN de 90% é mais eficiente para definir quando aplicar N em cobertura (Maia et al., 2012). Contudo, outros estudos sugerem que o valor de ISN de 95% é mais adequado para manejar a adubação nitrogenada nas culturas do milho (Blackmer & Schepers, 1995, Waskom et al., 1996, Varvel et al., 1997) e do feijão (Silveira; Gonzaga, 2017), sendo recomendado a aplicação de 1,0–1,5 kg ha⁻¹ de N para cada 0,10 pontos percentuais de aumento no ISN para se atingir o ISN adequado de 95% (Silveira; Gonzaga, 2017).

Contudo, não se conhece qual é o melhor valor de ISN para manejar a adubação nitrogenada na cultura da batata-doce. Portanto, considerando que o N é um nutriente fundamental para a cultura da batata-doce e que o uso do clorofilômetro possa auxiliar de forma rápida, prática e eficiente no manejo da adubação nitrogenada, é preciso se estabelecer parâmetros que auxiliem na adoção dessa técnica nos cultivos de batata-doce, visando fornecer uma adubação nitrogenada mais equilibrada para essa espécie tuberosa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local e características da área experimental

Foram instalados três experimentos, um em lavoura comercial de produção de batata-doce no município de Braúna-SP (21°32' S; 50° 13' W e 441 m de altitude) (Local 1), no município de São Manuel-SP, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (22°46' S; 48°34' W e 740 m de altitude) da UNESP (Local 2) e em uma lavoura comercial de batata-doce no município de Regente Feijó-SP (22°17' S; 51°14' W e 457 m de altitude) (Local 3). Os solos dos três locais são classificados como Neossolos Quartzarênicos de textura arenosa (Santos et al., 2006). O clima dos locais de acordo com a classificação de Köppen é Aw, ou seja, clima tropical com estação seca, cujos dados climáticos estão apresentados na Figura 1.

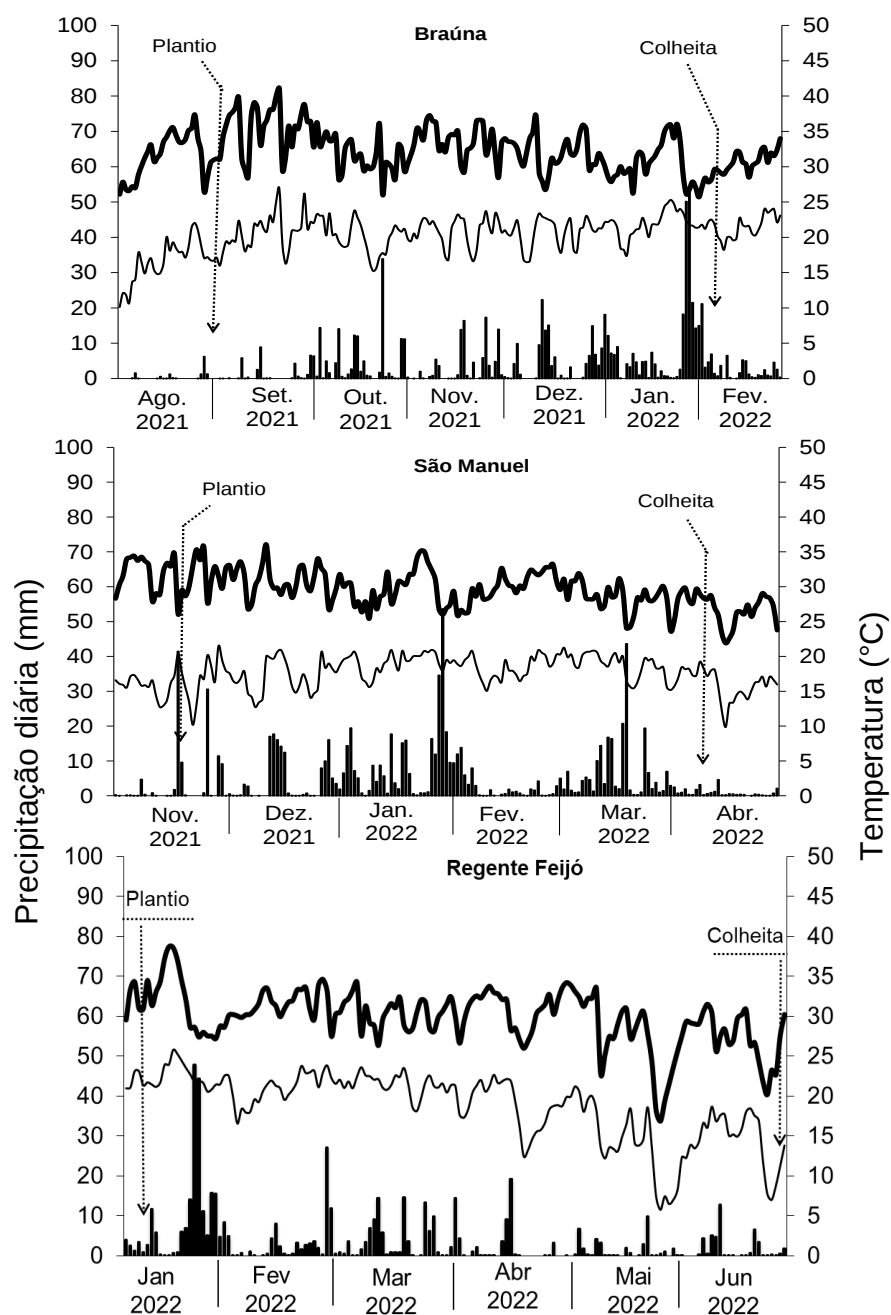
3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamento e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por um controle (sem aplicação de N), a adubação nitrogenada recomendada (50 kg ha⁻¹ de N; Lorenzi et al., 1997), a adubação nitrogenada de referência (150 kg ha⁻¹ de N) e dois tratamentos manejados com clorofilômetro, adotando-se o ISN de 90% ou 95%. A fonte de N utilizada foi o nitrato de amônio (33%). Nos tratamentos manejados com clorofilômetro aplicou-se 1,0 kg ha⁻¹ de N para cada 0,10 ponto percentual abaixo do valor de ISN de cada tratamento (90 ou 95%). A parcela referência foi usada para o cálculo do ISN e ela recebeu 3,0 vezes a dose de N recomendada por Lorenzi et al. (1997), ou seja, 150 kg ha⁻¹ de N. Cada parcela experimental foi composta com quatro fileiras de plantas com 4 m de comprimento, espaçadas em 1,30 m entre elas e espaçamento entre plantas de 30 cm. Para as avaliações foram consideradas as duas fileiras centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada fileira.

As leituras com o clorofilômetro (SPAD-502) para o monitoramento do Índice de Suficiência de N (ISN), iniciou-se aos 15 dias após o plantio (DAP) e foram realizadas semanalmente até os 85 DAP. A leitura ocorreu na folha mais recente

totalmente expandida de 15 plantas das parcelas, sempre procurando evitar as nervuras do limbo foliar. As folhas usadas nas leituras foram coletadas em seguida para a determinação do teor de N total.

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas durante a condução dos experimentos em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP



Fonte: NASA/POWER (<https://power.larc.nasa.gov>)

O ISN foi calculado utilizando os valores das leituras do clorofilômetro em cada

parcela (LP) e na parcela referência (LR) (sem limitação de N) como segue: $ISN (\%) = (LP / LR) \times 100$.

A parcela com adubação nitrogenada recomendada recebeu a aplicação de 17 kg ha⁻¹ de N no plantio + 33 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAP (Lorenzi et al., 1997). A parcela referência recebeu a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N aplicados de forma parcelada, pois segundo Mundstock (1999), o parcelamento do adubo nitrogenado proporciona maior eficiência e assimilação deste nutriente pela planta, evitando perdas por lixiviação, sendo que 17 kg ha⁻¹ de N foi no plantio + 43 kg ha⁻¹ de N aos 15 DAP + 45 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAP + 45 kg ha⁻¹ de N aos 60 DAP. As parcelas manejadas com clorofilômetro receberam 17 kg ha⁻¹ de N no plantio e 1,0 kg ha⁻¹ de N em cobertura para 0,10 unidades de ISN abaixo do valor de ISN de cada tratamento, sempre que os valores do ISN ficavam abaixo de 90 ou 95. Por exemplo, se as parcelas do tratamento com ISN de 90% apresentassem um ISN de 88% (diferença de 2%) elas recebiam a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N. Caso, nessas parcelas o ISN fosse maior ou igual a 90% não era aplicado N em cobertura. A aplicação de N em cobertura nos tratamentos manejados com clorofilômetro ocorreu no mesmo dia da leitura, e em todas as adubações de cobertura o fertilizante foi aplicado manualmente em filete contínuo ao lado das fileiras de plantas de cada parcela.

3.3 Instalação e condução do experimento

A implantação do experimento de Braúna ocorreu em 31 de agosto de 2021. Em São Manuel, o plantio foi realizado em 19 de novembro de 2021 e em Regente Feijó no dia 13 de janeiro 2022. Anteriormente ao plantio, o solo das áreas onde a batata-doce foi cultivada foram amostrados e analisados de acordo com a metodologia proposta por Raij et al. (2001), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1. O preparo do solo foi realizado de forma convencional com gradagem pesada, aração e gradagem leve.

O levantamento das leiras foi realizado de forma mecanizada, utilizando um equipamento acoplado ao trator, regulado para levantar as leiras e equipado com distribuidor de fertilizantes. A adubação de plantio foi realizada de acordo com a análise de solo e as recomendações de Lorenzi et al. (1997). Na adubação de plantio foram fornecidos 17 kg ha⁻¹ de N em todas as áreas (exceto nas parcelas do tratamento controle). Na área de Braúna foram aplicados 124 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e nas

áreas de São Manuel e Regente Feijó aplicou-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A adubação potássica de plantio foi realizada com 41, 17 e 34 kg ha⁻¹ de K₂O nas áreas de Braúna, São Manuel e Regente Feijó, respectivamente.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo das áreas experimentais na profundidade de 0-0,20 m antes da instalação dos experimentos. Média de quatro repetições.

Atributos	Braúna	São Manuel	Regente Feijó
pH (CaCl ₂)	5,0	5,4	5,1
M.O. (g dm ⁻³)	6,3	11,0	12,0
Presina (mg dm ⁻³)	7,2	9,0	9,0
K (mmolc dm ⁻³)	1,2	1,8	1,5
Ca (mmolc dm ⁻³)	18,4	21,0	12,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	8,1	9,0	4,0
H+Al (mmolc dm ⁻³)	13,3	19,0	16,0
CTC (mmolc dm ⁻³)	40,9	51,0	33,0
Saturação por bases (%)	67,6	62,0	52,0
S (mg dm ⁻³)	4,5	2,0	9,0
B (mg dm ⁻³)	0,4	0,3	0,1
Cu (mg dm ⁻³)	0,5	1,3	0,6
Fe (mg dm ⁻³)	9,0	7,0	15,0
Mn (mg dm ⁻³)	4,7	5,3	6,2
Zn (mg dm ⁻³)	0,2	1,2	0,3

Como fonte desses nutrientes foram utilizados os fertilizantes NPK 4-30-10 em Braúna, a mistura do NPK 20-5-20 com superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de Ca e 10% de S) em São Manuel, e a mistura de nitrato de amônio (33% de N), superfosfato simples e cloreto de potássio (KCl, 60% de K₂O) em Regente Feijó. No tratamento controle de todas as áreas a adubação de plantio foi realizada misturando os fertilizantes superfosfato simples + KCl.

Para o plantio, foram utilizadas ramas de aproximadamente 30 cm de comprimento da cultivar Canadense. As ramas foram retiradas de matrizes jovens e foi plantada uma rama por cova com 10-12 cm de profundidade no topo das leiras, utilizando o espaçamento entre plantas de 30 cm.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada de acordo com as leituras e

os tratamentos (Tabela 2). Em cobertura foram realizadas duas aplicações de K, uma aos 36 e outra aos 85 DAP, em quantidades iguais para completar a dose total (plantio + cobertura) de 121 kg ha⁻¹ de K₂O. Assim, em Braúna foram duas coberturas com 40 kg ha⁻¹ de K₂O, em São Manuel duas aplicações de 52 kg ha⁻¹ de K₂O e em Regente Feijó duas aplicação de 43,5 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 2 - Épocas de aplicação e doses de N aplicadas em cada tratamento

ISN ⁽¹⁾	Época	Dose por época (kg ha ⁻¹)	Dose total (kg ha ⁻¹)
Braúna-SP			
90	Plantio	17	17
95	Plantio; 29 DAP	17; 36	53
Referência	Plantio; 15; 29; 57 DAP	17; 43; 45; 45	150
Recomendado	Plantio; 29 DAP	17; 33	50
Controle	--	0	0
São Manuel-SP			
90	Plantio; 64 DAP	17; 11	28
95	Plantio; 36; 43; 64 DAP	17; 16; 44; 6	83
Referência	Plantio; 15; 29; 57 DAP	17; 43; 45; 45	150
Recomendado	Plantio; 29 DAP	17; 33	50
Controle	--	0	0
Regente Feijó-SP			
90	Plantio	17	17
95	Plantio; 42 DAP	17; 2	19
Referência	Plantio; 15; 29; 57 DAP	17; 43; 45; 45	150
Recomendado	Plantio; 29 DAP	17; 33	50
Controle	--	0	0

⁽¹⁾ Foram aplicados em cobertura 1,0 kg ha⁻¹ de N em para cada 0,10 unidades de ISN abaixo de 90 ou 95.

Durante todo o ciclo de cultivo da batata-doce foram adotadas as práticas de manejo recomendadas para a cultura na região, incluindo controle de plantas daninhas, irrigação e controle de pragas e doenças, quando necessário. A colheita da batata-doce foi realizada em 07 de fevereiro de 2022 em Braúna (160 DAP), em 12 de abril de 2022 em São Manuel (144 DAP) e em 16 de junho de 2022 em Regente Feijó (185 DAP).

3.4 Avaliações

3.4.1. Índice relativo de clorofila nas folhas

Esta variável foi determinada utilizando um clorofilômetro digital, modelo SPAD-502. O clorofilômetro foi calibrado de acordo com as recomendações do manual antes das leituras. As leituras foram feitas em plantas sem sintomas atípicos (que indiquem problemas fitossanitários) e procurando sombrear as plantas com o corpo para não ocorrer interferência da luz solar. As leituras foram realizadas aos 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57, 64, 71, 78 e 85 DAP, sendo realizadas as leituras nas folhas inerentes a 15 plantas por parcela, escolhendo o par de folha mais recente totalmente expandido por planta.

3.4.2 Teor de N nas folhas

As folhas utilizadas nas leituras do clorofilômetro foram coletadas das plantas, lavadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar para secagem a 65 °C por 72 h. Posteriormente, as folhas foram moídas e analisadas quanto ao teor de N total (Malavolta et al., 1997).

3.4.3 Teor de nutrientes na folha diagnose

As folhas amostradas aos 64 DAP mais recente totalmente expandida foram avaliadas quanto aos teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn (Malavolta et al., 1997).

3.4.4 Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de N

Na colheita foram coletadas quatro plantas na área útil de cada parcela experimental. Após colhidas, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes tuberosas, pesadas (massa fresca) e amostradas. As amostras foram lavadas, pesadas (massa fresca) e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h.

Após a secagem as amostras foram pesadas e calculado o acúmulo de matéria seca (MS) nas partes da planta considerando o peso fresco total e o peso fresco e seco das amostras. As amostras secas foram moídas em moinho tipo Wiley com

peneira de 1 mm. A quantidade triturada foi utilizada para a determinação do teor de N, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Posteriormente, os teores de N foram multiplicados pela quantidade de MS acumulada em cada parte da planta. A quantidade de N absorvida pela cultura da batata-doce foi calculada mediante o somatório das quantidades de N acumuladas nas diferentes partes da planta. A exportação de N foi considerada como a quantidade de N acumulada nas raízes tuberosas.

3.4.5 Número, massa média e produtividade de raízes tuberosas

No momento da colheita foram colhidas todas as raízes das plantas de 2 linhas centrais de 2,0 m de comprimento da área útil das parcelas. As raízes foram escovadas, classificadas, contadas e pesadas para se obter as produtividades total, comercial e não comercial. A massa média das raízes foi obtido pela relação entre a massa total de raízes e o número total de raízes por parcela. Foram consideradas comercializáveis as raízes tuberosas lisas de formato alongado, uniforme e com peso entre 80 e 800 g. As raízes deformadas ou com massa inferior a 80 g e superior a 800 g foram consideradas não comerciais. A produtividade total foi obtida pelo somatório das produtividades comercial e não comercial, as quais foram calculadas considerando a massa das raízes e a população de plantas. A produtividade relativa de raízes tuberosas foi calculada pela relação entre a produtividade total em cada tratamento e a produtividade total na parcela referência.

3.4.6 Teor de MS nas raízes tuberosas

O teor de MS nas raízes tuberosas foi determinado no momento da colheita. Amostras de raízes tuberosas foram coletadas, pesadas (massa fresca), fatiadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até a massa constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas e seus teores de MS calculados.

3.4.7 Teor de proteína nas raízes tuberosas

As amostras secas foram moídas e o teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl (920.87 da AOAC) (Horwitz et al., 2005), utilizando no cálculo o fator de 6,25 para conversão em proteína bruta. Posteriormente, os dados foram

convertidos para teores de proteína na matéria fresca.

3.4.8 Teor de amido nas raízes tuberosas

O teor de amido foi determinado através da metodologia de Somogyi, adaptada por Nelson (1944), sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro a 535 nm. Posteriormente, o teor amido foram convertidos para teores na matéria fresca.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância separadamente por local. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,05$), empregando-se o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

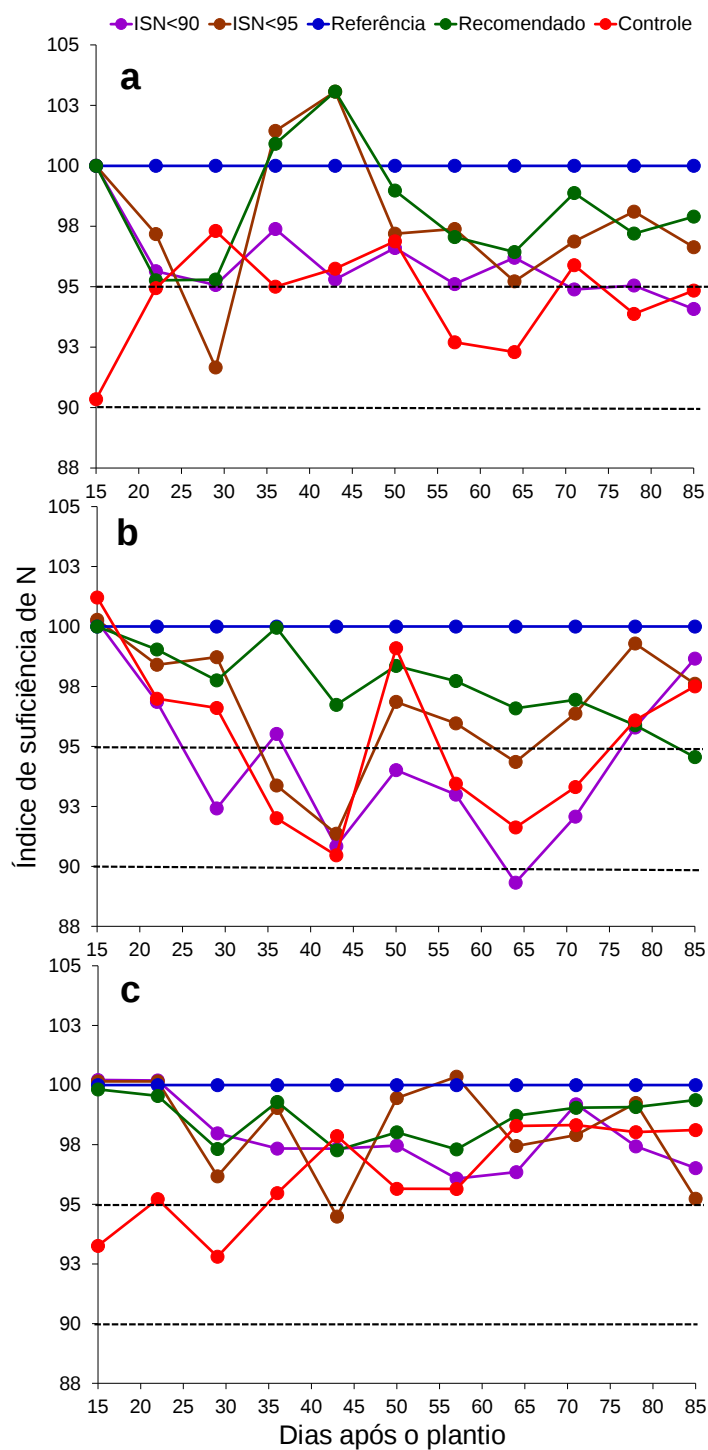
4.1 Índice de suficiência de N, índice relativo de clorofila e teor de N nas folhas

Na área de Braúna os valores de ISN obtidos nas folhas dos tratamentos referência e do tratamento manejado com ISN de 90%, ficaram acima dos valores pré-estabelecidos e por isso não houve necessidade de aplicação de N (Figura 2a). Apenas no tratamento com ISN de 95% o valor obtido nas folhas da batata-doce ficou abaixo do valor pré-estabelecido na avaliação realizada aos 29 DAP e por isso aplicou-se 36 kg ha⁻¹ de N em cobertura (Tabela 2 e Figura 2a). Mesmo no tratamento controle os valores de ISN foliares ficaram acima de 90% nas avaliações realizadas depois dos 15 DAP.

Na área de São Manuel, o tratamento com ISN de 95% obteve valores de ISN nas folhas inferiores ao valor pré-estabelecido nas avaliações realizadas aos 36, 43 e 64 DAP, épocas em que houve a aplicação de N em cobertura (Figura 2b e Tabela 2). No tratamento com ISN de 90% os valores ficaram abaixo do valor pré-estabelecido apenas na avaliação realizada aos 64 DAP (Figura 2b). Mesmo no tratamento controle os valores de ISN foliares ficaram acima de 90% em todas as épocas de avaliação.

Na área de Regente Feijó, os valores de ISNs obtidos no tratamento com ISN de 90% ficou acima dos valores pré-estabelecidos e desta forma não houve a necessidade de aplicação de N em cobertura neste tratamento (Figura 2c e Tabela 2). Apenas no tratamento com ISN de 95% os valores obtidos nas leituras foliares ficaram inferiores ao valor pré-estabelecido na avaliação realizada aos 42 DAP, e por isso, esse tratamento recebeu a aplicação de 2 kg ha⁻¹ de N (Figura 2c e Tabela 2). Destaca-se que inclusive no tratamento controle os valores de ISN obtidos nas folhas ficaram acima de 90% dos valores da referência.

Figura 2 - Índice de suficiência de N (ISN) nas folhas da batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP (a), São Manuel-SP (b) e Regente Feijó-SP (c)



No cultivo realizado no município de Braúna-SP, quando analisamos os valores de SPAD na folha totalmente expandida da planta de batata-doce, verificamos aos 15,

22, 57 e 64 DAP não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Em geral, aos 29 DAP os maiores valores de SPAD ocorreram na referência e os menores no tratamento com ISN de 95%, ao passo que aos 43 e 50 DAP os menores valores ocorreram no tratamento com ISN de 90%. Nas avaliação mais tardias (71–85 DAP) os maiores valores de SPAD ocorreram na referência e os menores no tratamento controle e com ISN de 90% (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice relativo de clorofila nas folhas em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente-Feijó-SP

Tratamentos	Dias após o plantio (DAP)											
	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	
	Índice SPAD											
	Braúna-SP											
90	49a	43a	47ab	45a	41b	50b	47a	46a	53c	54b	52c	
95	49a	44a	45b	47a	45a	50ab	49a	46a	54abc	56ab	53abc	
Referência	49a	45a	49a	46a	43ab	52a	50a	48a	56a	57a	55a	
Recomendado	49a	43a	47ab	46a	45a	51ab	48a	47a	55ab	55ab	54ab	
Controle	44a	43a	48a	44a	42ab	50b	46a	45a	53bc	53b	52bc	
CV(%)	8,23	7,26	3,50	6,05	4,97	1,94	8,92	7,39	2,59	3,01	2,34	
	São Manuel-SP											
90	54a	52a	47a	50ab	53c	51b	53c	54d	51c	48a	56a	
95	54a	53a	51a	49b	54bc	53ab	55bc	57bc	53abc	50a	55ab	
Referência	54a	54a	51a	52a	59a	55a	57a	61a	55a	51a	56a	
Recomendado	54a	54a	50a	52a	57ab	54a	56ab	59ab	54ab	49a	53b	
Controle	55a	52a	50a	48b	53c	54a	53c	56cd	52bc	49a	55ab	
CV(%)	2,01	5,14	7,91	3,91	4,08	2,74	2,23	3,07	3,20	3,73	2,13	
	Regente-Feijó-SP											
90	52a	49a	49ab	51bc	49a	51a	47a	47a	48a	51a	53a	
95	52a	49a	48ab	52ab	47a	52a	49a	47a	47a	51a	52a	
Referência	52a	49a	50a	52a	50a	53a	49a	49a	48a	52a	55a	
Recomendado	52a	49a	49ab	52ab	48a	51a	48a	48a	48a	51a	55a	
Controle	49b	46a	46b	50c	49a	50a	47a	48a	48a	51a	54a	
CV(%)	1,51	3,37	4,41	1,70	4,69	3,36	3,30	5,07	3,53	1,71	4,47	

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD ($P \leq 0,05$).

Segundo Fontes e Araújo (2007), Silva et al. (2009) e Coelho et al. (2013), o valor crítico do índice SPAD pode variar em função de diversos fatores, como posição de leitura na folha da planta, disponibilidade hídrica da planta, genótipo, estágio de crescimento da planta, idade da folha, altas temperaturas, incidência luminosa no

momento da leitura, ou até a época do ano.

No experimento conduzido no município de Braúna (Tabela 3) pode-se notar que todos os valores de SPAD estão dentro de uma faixa de valores. No entanto, os valores de SPAD nas avaliações realizadas mais tardiamente (71, 78 e 85 DAP), consistem em valores acima dos obtidos nas avaliações anteriores. Entretanto, em estudo realizado por Cardoso et al. (2007) os valores de SPAD obtidos em diferentes clones de batata-doce variaram de 37,7 a 58,7, ou seja, valores próximos aos desse estudo.

No experimento realizado em São Manuel-SP, verifica-se que dos 15 DAP aos 29 DAP não houve efeito significativo em nenhum dos tratamentos estudados sobre os valores de SPAD (Tabela 3). Posterior a essas datas, nota-se que houve influência significativa entre estes tratamentos, ressaltando que o tratamento referência, em geral, apresentou maiores valores de SPAD, e isso se deve a adubação nitrogenada de cobertura aplicada neste tratamento, pois o N participa da molécula de clorofila e contribui para a atividade fotossintética da planta (STONE et al., 2002; TAIZ e ZEIGER, 2013). Assim, de forma geral, os tratamentos com ISN de 90% e o controle apresentaram os menores valores de SPAD (Tabela 3).

Levando em consideração que o tratamento com ISN de 90% sofreu a menor adubação de cobertura e que o tratamento controle não recebeu N, o aumento nos valores de SPAD foram decorrentes do incremento na adubação nitrogenada de cobertura. Segundo Taiz et al. (2017) o papel do N na cultura da batata-doce, é de elevada exigência pois ele participa da composição de vários compostos orgânicos, incluindo a molécula da clorofila; assim quanto mais N maiores os níveis de cor verde na folha da planta. Assim, o N é responsável pelo desenvolvimento vegetativo da planta, corroborando com os valores do índice SPAD nas folhas da planta.

Na área de Regente Feijó não houve diferença para o índice SPAD entre os tratamentos na maioria das avaliações (Tabela 3). Apenas aos 29 e 36 DAP verificou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo obtidos maiores valores de SPAD na referência e menores no controle (Tabela 3). Contudo, as leituras com o clorofilômetro indicaram a necessidade de aplicação de N apenas no tratamento com ISN de 95%, o qual recebeu 2 kg ha⁻¹ de N aos 42 DAP, mas o outro tratamento manejado com menor ISN não recebeu N (Tabela 2).

Apesar disso, Gianquinto e Bona (2000) relatam que a alta correlação entre teor de N foliar e o índice SPAD é importante para determinar o momento exato da

adubação nitrogenada, pois a maior quantidade de N está localizada na parte aérea, especificamente nas folhas. Ferreira et al. (2006) e Silveira et al. (2003), trabalhando com tomate e feijão, também constataram aumento nos valores de índice SPAD quando foram adubadas com N. Na cultura da batata, Gil et al. (2002), Busato et al. (2010), e Coelho et al. (2012) verificaram variação de 35 a 53 no valor do índice SPAD medido na quarta folha da batata em diferentes condições experimentais, épocas de plantio e cultivares, valores esses, próximos aos encontrados quando se avalia o primeiro par de folha totalmente expandida na cultura da batata-doce. Na cultura da batata, Coelho (2011) ressalta que o ISN de 95% não foi adequado, pois o índice estimado foi de 98%, no entanto, ainda se tem dúvidas de qual é o valor ideal para cultura da batata.

No entanto, valores do índice SPAD da área de Regente-Feijó (Tabela 3) ressaltam que o tratamento referência por ter tido uma elevada adubação nitrogenada, não demonstrou valores superiores aos tratamentos manejados com o uso do clorofilômetro portátil, possivelmente devido a menor incidência de chuvas nessa área de cultivo (Figura 1).

Os teores de N na folha diagnóstica da batata-doce no cultivo de Braúna- SP foram influenciados somente a partir dos 43 DAP (Tabela 4). Entre os 43 e 57 DAP os teores de N nos recomendado, referência e manejado com ISN de 95% foram similares e, em geral, maiores do que nos outros tratamentos. Porém, nas avaliações mais tardias os maiores teores foliares de N ocorreram no tratamento referência, devido a adubação nitrogenada ter sido superior a dos demais tratamentos.

De forma geral, todos os valores obtidos dos 15 aos 85 DAP em relação aos teores de N na folha diagnóstica da batata-doce, estão iguais ou superiores a faixa de teores considerada como adequada para a cultura na avaliação realizada próxima aos 60 DAP, a qual é de 33-45 g kg⁻¹ de N (LORENZI et al., 1997). No entanto, os teores de N obtidos neste experimento são demasiadamente diferentes dos valores registrados por Foloni et al. (2013) ao estudar o efeito de doses de N em batata-doce, sendo obtidos teores foliares entre 14 a 37 g kg⁻¹.

O manejo adequado da adubação nitrogenada na batata-doce é fundamental, uma vez que tanto a deficiência quanto o excesso de N podem causar desvantagens para o desenvolvimento e a produtividade da batata-doce (HARTEMINK et al., 2000; FERNANDES et al., 2018).

Tabela 4 - Teor de nitrogênio na folha diagnóstica em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro ao longo do ciclo de desenvolvimento da batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP

Tratamentos	Dias após o plantio (DAP)										
	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85
	(g kg ⁻¹)										
	Braúna-SP										
90	52a	48a	51a	48a	43bc	41c	49b	46ab	37b	40b	40b
95	52a	49a	53a	48a	49a	45bc	53a	48a	40b	42b	40b
Referência	52a	53a	53a	47a	47ab	49a	54a	45b	45a	49a	45a
Recomendado	52a	49a	49a	48a	47ab	49ab	54a	46ab	40b	44b	40b
Controle	55a	50a	53a	46a	37c	44c	52ab	46ab	37b	41b	38b
CV(%)	9,14	6,40	11,82	5,08	7,88	5,86	3,78	3,80	6,92	7,43	6,94
	São Manuel-SP										
90	48a	43ab	44ab	43cd	39b	40b	30c	43a	34b	34abc	35abc
95	48a	44a	45ab	45c	39b	47a	35a	43a	41a	41a	36a
Referência	48a	44a	47a	57a	50a	48a	35a	43a	42a	37ab	35ab
Recomendado	48a	42ab	45ab	51b	46a	44ab	33b	42a	35b	30c	31c
Controle	42b	39b	42b	42d	38b	43ab	30c	42a	34b	33bc	32bc
CV(%)	6,91	7,42	6,64	2,77	6,77	8,88	2,49	1,70	5,62	12,64	7,26
	Regente-Feijó-SP										
90	50a	45a	35a	38ab	41a	43a	42bc	48a	39ab	39b	40a
95	50a	47a	37a	41ab	43a	46a	39c	48a	40ab	38b	41a
Referência	50a	44a	36a	42a	38a	46a	44a	48a	42a	44a	42a
Recomendado	40a	37a	38a	37b	41a	45a	43ab	48a	37b	38b	40a
Controle	50a	42a	31a	37b	42a	46a	44ab	49a	39ab	38b	36b
CV(%)	4,23	20,11	18,60	7,53	11,45	4,70	3,75	2,96	6,44	6,79	3,73

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD ($P \leq 0,05$).

Os teores de N na folha diagnóstica da batata-doce no cultivo de São Manuel só não foram afetados pelos tratamentos na avaliação realizada aos 64 DAP (Tabela 4). Em geral, durante a maioria das avaliações os menores teores de N ocorreram no tratamento controle e os maiores teores na referência. Contudo, nas fase iniciais do ciclo os tratamento manejados com clorofilômetro e o tratamento recomendado não diferiram da referência, enquanto nas avaliações mais tardias, principalmente os tratamentos manejados com clorofilômetro, que apresentaram teores mais próximos aos da referência.

Os teores de N foliares estão próximos do esperado, que são de 33-45 g kg⁻¹ de N (LORENZI et al., 1997). No entanto, Spence e Ahmed (1967) verificaram

sintomas visuais de deficiência nutricional em lavoura de batata-doce e os correlacionaram com teores foliares de N inferiores a 25 g kg^{-1} . Já segundo O'Sullivan, Asher e Blamey (1997), os teores foliares críticos de N para a batata-doce são de 30 a 38 g kg^{-1} . Em relação a parcela controle, os teores de N foliares na área de São Manuel foram menores do que o restante dos tratamentos, o que evidencia que o efeito da adubação nitrogenada aplicada nos demais tratamentos (Tabela 4).

Na área de Regente-Feijó, o teor de N nas folhas da batata-doce não diferiu entre os tratamentos na maioria das avaliações (Tabela 4). Apenas aos 36, 57 e 71–85 DAP houve diferença entre os teores foliares de N dos tratamentos. Em geral, a referência e os tratamentos manejados com clorofilômetro apresentaram teores similares de N nas avaliações feitas aos 36, 71 e 85 DAP, o que mostra que a cultura não aproveitou o N aplicado na referência, uma vez que a dose aplicada neste tratamento foi maior do que nos tratamentos manejados com clorofilômetro. Aos 85 DAP, apenas o tratamento controle se diferenciou dos demais. Aponta-se que os maiores valores obtidos são de 50 g kg^{-1} no início de seu ciclo, valor este que está acima dos valores obtidos por Ramakrishna et al. (2009) que foram de $32,1 \text{ g kg}^{-1}$.

Contudo, de forma geral, todos os valores obtidos de teores de N na folha diagnose da batata-doce, em função da adubação nitrogenada com uso do clorofilômetro em três áreas de cultivo, está dentro do que é sugerido por Lorenzi et al. (1997). Mesmo na ausência da adubação nitrogenada os teores foliares de N ficaram dentro do intervalo de 33 a 45 g kg^{-1} que é sugerido por Lorenzi et al (1997).

4.2 Teor de nutrientes na folha diagnose

Os teores de N, P, K, Ca, S, B e Fe na folha diagnose da batata-doce (avaliada aos 64 DAP) cultivada em Braúna não foram afetadas pelos tratamentos (Tabela 5). Porém, o tratamento controle apresentou baixos teores de Mg, Mn e Zn, enquanto na referência os teores de Mn e Zn foram maiores (Tabela 5). Em média, na área de Braúna os teores foliares de nutrientes na folha diagnóstica foram de 46 g kg^{-1} de N, $3,7 \text{ g kg}^{-1}$ de P, 29 g kg^{-1} de K, $5,1 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, $3,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ de S, 39 mg kg^{-1} de B, $7,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu, 128 mg kg^{-1} de Fe, 122 mg kg^{-1} de Mn e 20 mg kg^{-1} de Zn.

Dentro dos resultados obtidos, observamos que os teores de N nas folhas estão dentro do adequado, segundo Lorenzi et al. (1997). Todavia, os valores apresentados

de K estão abaixo da uma faixa considerada adequada por Lorenzi et al. (1997), que são valores entre 31 a 45 g kg⁻¹ de K. Contudo, vale destacar que o K foi aplicado de forma parcelada com 2 aplicações em cobertura. Assim, no momento da coleta de folhas ainda não tinha sido fornecida a dose total de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, o que possivelmente contribuiu para a obtenção destes valores mais baixos de K nas folhas. O' Sullivan et al. (1997) preconizam um nível crítico abaixo ou igual a 26 g kg⁻¹ de K e afirmam que os níveis adequados deveriam ser entre o intervalo de 28 a 60 g kg⁻¹ de K.

Tabela 5 - Teores de macro e micronutrientes na folha diagnóstica (aos 64 dias após o plantio) em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro na batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Braúna-SP											
90	46a	3,7a	30a	5,1a	3,8ab	3a	39a	7,6a	128a	123b	19b
95	46a	3,7a	29a	5,3a	3,8a	3a	39a	6,9b	123a	115b	24a
Referência	45a	3,8a	29a	5,1a	3,8ab	3a	36a	7,8a	136a	136a	23a
Recomendado	46a	3,8a	29a	5,1a	3,8bc	4a	37a	7,5ab	122a	117b	23ab
Controle	46a	3,6a	29a	5,1a	3,7c	3a	41a	7,2ab	130a	113b	20b
CV(%)	1,46	6,10	2,06	4,93	1,54	9,50	8,36	6,59	14,30	10,07	9,95
São Manuel-SP											
90	43a	2,9a	30a	4,8a	3,8a	3a	57a	10,1ab	380a	56abc	18bc
95	43a	2,7ab	28b	4,6a	3,9a	3a	52a	11,0a	302ab	52c	20ab
Referência	43a	2,7ab	28ab	4,9a	3,8a	3a	47a	11,0a	231b	69a	21a
Recomendado	42a	2,7ab	29ab	4,9a	3,7a	3a	53a	9,6b	373a	69ab	18bc
Controle	42a	2,4b	30a	5,1a	3,8a	3a	52a	10,8ab	372a	55bc	18c
CV(%)	1,69	10,07	4,38	7,09	5,01	12,29	12,11	7,37	18,35	15,13	6,50
Regente Feijó-SP											
90	48a	2,9ab	25a	4,8ab	3,3a	3a	45ab	14,2b	113a	109a	24b
95	48a	3,1a	24a	4,9ab	3,3a	3a	44b	13,4b	109a	111a	24b
Referência	48a	3,0ab	24a	4,3b	3,2a	3a	46ab	17,2a	120a	128a	30a
Recomendado	48a	2,7b	24a	4,7ab	3,2a	3a	48a	14,3b	126a	109a	25b
Controle	49a	2,7ab	25a	5,3a	3,4a	3a	47ab	12,7b	126a	119a	24b
CV(%)	2,61	9,65	7,49	9,23	5,51	8,45	5,15	9,00	20,32	15,67	12,48

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD (P≤0,05).

Os teores foliares de N, Ca, Mg, S e B na batata-doce cultivada em São Manuel não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). No

tratamento controle os teores de P foram menores do que no tratamento manejado com ISN de 90%, e o teores de K nas folhas do tratamento manejado com ISN de 95% foi menor do que no tratamento manejado com ISN de 90% e o tratamento controle. Em geral, os teores de Cu, Fe, Mn e Zn variaram entre os tratamentos, sem haver uma tendência de maiores teores em um único tratamento.

A maioria dos teores foliares da batata-doce cultivada na área de São Manuel (Tabela 5) ficaram dentro da faixa proposta como recomendada por Lorenzi et al. (1997), que são 2,3 a 5,0 g kg⁻¹ para o P; 3 a 12 g kg⁻¹ para o Mg; 25 a 75 mg kg⁻¹ para o B; 10 a 20 mg kg⁻¹ para o Cu e 40 a 250 mg kg⁻¹ para o Mn. No entanto, os teores foliares de Fe ficaram, em geral, acima dos valores propostos por Lorenzi et al. (1997), que é de 40 a 250 mg kg⁻¹.

No cultivo realizado em Regente-Feijó não se verificou efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de N, K, Mg, S, Fe e Mn nas folhas diagnósticas da batata-doce (Tabela 5). No tratamento manejado com ISN de 95% o teor de P nas folhas foi maior do que no tratamento com adubação recomendada, mas os teores foliares de Ca na referência estavam menores do que no controle. O tratamento com adubação recomendada apresentou teores foliares de B maiores do que o tratamento manejado com ISN de 95%. Contudo, na referência os teores foliares de Cu e Zn foram maiores do que nos demais tratamentos.

Todos os teores de nutrientes obtidos nas folhas da batata-doce ficaram dentro dos valores considerados como apropriados por Lorenzi et al. (1997) para as folhas diagnose da batata-doce aos 64 DAP. Mesmo no tratamento controle, ou seja, sem a aplicação de N os teores foliares desse nutriente permaneceram dentro da faixa considerada como adequada para a cultura que é de 33 a 45 g kg⁻¹ de N aos 64 DAP, o que indica que houve disponibilização de N no solo proveniente de outras fontes (possivelmente a matéria orgânica), que não a adubação mineral.

4.3 Número, massa média e produtividade de raízes tuberosas

No experimento conduzido no município de Braúna o número total de raízes por planta nos tratamentos manejados com clorofilômetro foi maior do que no tratamento referência, mas não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 6). Já o número comercial de raízes por planta no tratamento manejado com ISN de 95% foi maior do que nos tratamentos referência e controle, porém sem diferir dos demais

tratamentos. A massa média das raízes tuberosa não diferiu entre os tratamentos estudados. No entanto, a produtividade total de raízes nos tratamentos recomendado, controle e manejados com clorofilômetro não diferiu, mas o tratamento com adubação recomendada apresentou produtividade total maior que o tratamento referência (Tabela 6). A produtividade comercial não diferiu entre os tratamentos com adubação recomendada e os tratamentos manejados com clorofilômetro, mas nos tratamentos referência e controle a produtividade de raízes comerciais foi menor do que no tratamento manejado com ISN de 95%. O excesso da adubação com N possivelmente diminuiu a produtividade comercial de raízes tuberosas no tratamento referência.

Tabela 6 - Número de raízes por planta, peso médio de raízes, produtividade de raízes total e comercial em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro na batata-doce cultivada em Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP

Tratamentos	Número de raízes		Massa média	Produtividade	
	Total	Comercial		Total	Comercial
	— n° planta ⁻¹ —		— g raiz ⁻¹ —	— t ha ⁻¹ —	
Braúna-SP					
90	8,3a	3,5ab	246a	42ab	26ab
95	8,3a	3,8a	243a	42ab	28a
Referência	7,2b	3,0b	236a	35b	23b
Recomendado	8,1ab	3,4ab	251a	42a	27ab
Controle	7,4ab	3,2b	252a	38ab	22b
CV(%)	7,89	11,07	12,77	11,17	12,69
São Manuel-SP					
90	6,7ab	2,0ab	212a	30b	15a
95	7,0ab	1,8ab	204a	30b	12a
Referência	6,6b	2,1a	215a	30b	15a
Recomendado	7,5a	2,2a	220a	35a	16a
Controle	6,3b	1,6b	204a	27b	13a
CV(%)	7,86	18,53	11,35	10,46	19,58
Regente Feijó-SP					
90	12,5a	4,6a	174a	44a	28a
95	11,5ab	4,5ab	177a	41a	28a
Referência	11,9ab	3,5b	172a	41a	25a
Recomendado	11,3ab	4,2ab	186a	42a	26a
Controle	11,1b	4,1ab	188a	42a	26a
CV(%)	7,28	17,82	8,15	7,24	10,24

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD ($P \leq 0,05$).

Em média, obtiveram 8 raízes por planta, com massa média de 246 g, valor

este que está dentro da faixa ideal para comercialização (CEREDA et al., 2001). Além disso, produziu-se em média 25 e 41 t ha⁻¹ de raízes comerciais e totais, respectivamente. No estudo conduzido por Ribeiro (2020), a batata-doce apresentou produtividade total abaixo de 17 t ha⁻¹. No entanto, Nunes (2019) obteve valores de produtividade de 25,7 t ha⁻¹ para esse genótipo de batata-doce, valor estes próximos dos que foram obtidos neste estudo.

Pode-se notar que o tratamento referência obteve uma menor produtividade total (35 t ha⁻¹). Chen et al. (2015) também verificaram que o excesso da adubação com N diminuiu o número comercial de raízes tuberosas. Okpara et al. (2009) também verificaram que o N fornecido em excesso para a batata-doce promove diminuição da massa média das raízes. Contudo, neste estudo a massa média de raízes não diferiu significativamente em função da variação no fornecimento de N. Normalmente, o número de raízes por planta é reflexo do número de nós enraizados, pois quanto maior o número de nós enraizados, a batata-doce irá apresentar maior número de raízes tuberosas por planta (MEDEIROS et al., 1990).

Vale destacar que em Braúna o tratamento manejado com ISN de 90% proporcionou estatisticamente a mesma produtividade de raízes tuberosas (totais e comerciais) do tratamento recomendado com uma economia de 33 kg ha⁻¹ de N, ou seja, de 66% da dose recomendada para a cultura (Tabelas 2 e 6). Em contrapartida, o tratamento manejado com clorofilômetro utilizando ISN de 95% indicou a necessidade de aplicação de uma dose de N de 108% (53 kg ha⁻¹) em relação a dose recomendada para a cultura que é de 50 kg ha⁻¹ de N, apesar de também ter produzido estatisticamente igual ao tratamento com adubação nitrogenada recomendada. Dessa forma, este estudo indicou que o manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro na cultura da batata-doce pode gerar economia de fertilizante nitrogenado e que o menor valor de ISN estudado, ou seja de 90%, é suficiente para manejar a adubação nitrogenada na batata-doce e manter o estado nutricional de N da cultura adequado.

Na área de cultivo de São Manuel não houve efeito significativo no número de raízes por planta e nas produtividades total e comercial das raízes tuberosas (Tabela 6). Observa-se que o tratamento com adubação nitrogenada recomendada produziu maior número total de raízes tuberosas por planta que os tratamentos referência e controle, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores intermediários. O número comercial de raízes por planta nos tratamentos referência e recomendado foram maiores apenas que no tratamento controle. Isso mostra que no tratamento

controle faltou N para promover o adequado desenvolvimento das raízes tuberosas.

Com relação a produtividade, observa-se que o tratamento recomendado apresentou produtividade total maior que a dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 6). Contudo, a produtividade de raízes tuberosas comerciais não diferiu significativamente entre os tratamentos estudados. Nunes (2019) obteve valores próximos a 25,7 t ha⁻¹ de produtividade total; no entanto, produtividades totais entre 27,6 e 30 t ha⁻¹ tem sido obtidas em estudos com o genótipo BRS Rubissol (TRONI et al., 2019). A massa média das raízes obtidas neste estudo foi, em média, 200 g superiores aos valores encontrados por Ribeiro (2020), os quais ficaram em torno de 80-150 g.

O tratamento manejado com a adubação de referência, demonstrou valores inferiores ou iguais de produtividade aos outros manejos que receberam doses menores de N, demonstrando que não houve resposta a adubação nitrogenada. Chen et al. (2015) também mostrou que o excesso da adubação com N diminui o número comercial de raízes tuberosas, mas na área de São Manuel isso não ocorreu.

Na área de Regente-Feijó houve uma pequena diferença entre os tratamentos quanto ao número de raízes tuberosas por planta, mas as outras variáveis não diferiram entre os diferentes manejos de N (Tabela 6). Apenas o tratamento manejado com ISN de 90% apresentou maior número total de raízes por planta que o tratamento controle, enquanto o tratamento referência teve maior menor número de raízes comerciais por planta que o tratamento manejado com ISN de 90%.

A massa média das raízes tuberosas e as produtividades totais e comerciais de raízes não foram afetadas significativamente pelos tratamentos (Tabela 6). Nesta área de cultivo, quando observadas as outras áreas experimentais, constatou-se que em Regente Feijó a produtividade foi superior as demais, isso se deve pelo manejo empregado a cultura, solo bem aerada, boa disposição de ramas por metro e o solo possuir bons teores de matéria orgânica.

No entanto, nota-se que o tratamento com ISN de 90% que recebeu apenas 17 kg ha⁻¹ apresentou valores numéricos de produtividade superiores aos demais tratamentos, o que possivelmente é pelo solo apresentar valores ideais de matéria orgânica, que disponibiliza N para planta, assim foi suprido as demandas da planta durante seu período em campo.

De forma geral, obteve-se nesse estudo uma média de 10 raízes por planta (Tabela 6), com uma produtividade total em torno de 42 t ha⁻¹ o que é demasiadamente

diferente do que encontrado por Ribeiro (2020), que é em torno de 17 t ha⁻¹. O uso de altas doses de N provoca o crescimento excessivo da parte aérea em detrimento da formação de raízes tuberosas (CHAVES & PEREIRA, 1985; HARTEMINK et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006; ALVES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010). Mas em contrapartida, a falta desse nutriente pode afetar a produtividade, o tamanho das raízes tuberosas comerciais, crescimento vegetativo e acúmulo de amido nos tecidos de reserva, além de diminuir a parte aérea, afetar a fotossíntese e os fotoassimilados, contribuindo negativamente com atributos comerciais como textura e firmeza da polpa das batatas-doce (BANDEIRA, 2016).

4.4 Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de N pela cultura da batata-doce.

Na área de Braúna-SP, o acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea e nas raízes tuberosas foi afetado pelos tratamentos (Tabela 7). O acúmulo de MS na parte aérea do tratamento referência foi maior do que em todos os outros tratamentos. Nos outros tratamentos o acúmulo de MS na parte aérea foi similar. A maior MS do tratamento referência é reflexo da alta dose de N aplicada, a qual proporcionou crescimento excessivo da parte aérea das plantas. Martí; Mills (2002) e Santos Neto et al. (2017) também observaram que a MS da parte aérea das plantas de batata-doce aumentou com a utilização da adubação nitrogenada. Dessa forma, fica evidente o benefício do N para o desenvolvimento vegetativo das plantas (COHAN et al., 2018). Massaroto (2008) observou valores de acúmulo de MS na parte aérea da planta na colheita de até 7,2 t ha⁻¹. A partir disso, o resultado fornecido no cultivo de Braúna está dentro do esperado por Massaroto (2008).

O acúmulo de MS na parte aérea das plantas de batata-doce pode ser influenciado de acordo com os diversos fatores, sendo eles com clima, solo, genótipo, entre outros aspectos (GUEDES, 2021). Tsuno; Fujise (1964) também demonstraram que o N além de aumentar a MS da parte aérea das plantas, também aumenta a taxa de distribuição de fotoassimilados da parte aérea para as raízes de reserva.

Na área de Braúna, o acúmulo de MS na raiz tuberosa do tratamento referência foi inferior a dos dois tratamentos manejados com clorofilômetro, mas não diferiu dos tratamentos recomendado e controle (Tabela 7). Isso mostra que a alta dose de N aplicada na referência favoreceu o crescimento aéreo das plantas de batata-doce em

detrimento das raízes tuberosas.

Tabela 7 - Acúmulo de matéria seca nas partes da planta e na planta inteira, extração e exportação de N pela batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro no cultivo de Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP

Tratamentos	Acúmulo de matéria seca			Extração	Exportação
	Parte aérea	Raiz tuberosa	Planta inteira		
	t ha ⁻¹				
Braúna-SP					
90	3,7b	9,2a	12,8a	118bc	46a
95	4,0b	9,4a	13,3a	148a	54a
Referência	4,8a	7,2b	12,0a	151a	54a
Recomendado	4,1b	8,5ab	12,5a	129ab	55a
Controle	4,0b	8,5ab	12,5a	92c	41a
CV(%)	10,07	12,62	9,14	12,99	18,34
São Manuel-SP					
90	2,2a	7,9ab	10,1ab	64bc	38bc
95	1,8a	8,3ab	10,1ab	81b	53ab
Referência	2,1a	8,2ab	10,3ab	98a	68a
Recomendado	1,9a	9,5a	11,4a	77b	53ab
Controle	1,9a	7,2b	9,1b	56c	29c
CV(%)	16,03	16,70	13,23	14,89	22,36
Regente Feijó-SP					
90	2,8a	11,0a	13,8a	151a	119a
95	3,1a	10,0ab	13,1a	149a	115a
Referência	3,1a	9,6b	12,8a	136a	105a
Recomendado	2,7a	10,2ab	12,9a	143a	112a
Controle	3,0a	10,5ab	13,5a	142a	108a
CV(%)	14,02	8,32	5,17	14,35	16,99

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD (P≤0,05).

Com relação ao acúmulo de MS na planta inteira, este não diferiu entre os tratamentos estudados, o que indica que os tratamentos interferiram mais na distribuição da MS entre as partes das plantas do que na biomassa total. Nos tratamentos manejados com clorofilômetro apesar da dose de N ter sido menor ela não prejudicou o crescimento das plantas de batata-doce. Ferreira (2017) obteve valores próximos a 5,7 t ha⁻¹ de acúmulo de MS nas plantas, valores esses inferiores do que obtidos no cultivo de batata-doce em Braúna. Fernandes et al. (2020) também

verificaram que o excesso no fornecimento de N para a batata-doce elevou o crescimento das partes vegetativas mais do que favoreceu o crescimento das raízes tuberosas. Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com o observado por Chen et al. (2012), os quais relataram que o incremento excessivo nas doses de N afetou negativamente a formação e desenvolvimento das raízes de armazenamento.

As quantidades de N absorvidas diferiram significativamente entre os tratamentos estudados (Tabela 7). O tratamento manejado com ISN de 95%, a referência e o tratamento de adubação recomendada se destacaram, absorvendo mais N por terem recebido doses maiores do nutriente. O tratamento controle e o tratamento manejado com ISN de 90% apresentaram os valores menores, pois receberam as menores doses e/ou não receberam N. Destaca-se que a exportação de N pelas raízes tuberosas na área de São Manuel não diferiu significativamente entre os tratamentos.

Esses resultados mostram que o manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro gera economia de fertilizante nitrogenado, evita a absorção desnecessária de N e não compromete a absorção e exportação de N pelas plantas em comparação a recomendação convencional de adubação nitrogenada.

De acordo com Miranda et al. (1995) a batata-doce absorve aproximadamente 129 kg ha^{-1} de N para a produção de 30 t ha^{-1} raízes de armazenamento. Ou seja, valor este próximo ao obtido pelo tratamento com adubação recomendada.

Na área de São Manuel-SP, o acúmulo de MS na parte aérea não foi afetado pelos tratamentos, enquanto apenas o tratamento com adubação recomendada apresentou maior acúmulo de MS nas raízes tuberosas e na planta inteira comparado ao tratamento controle (Tabela 7). O acúmulo de MS nas raízes e nas plantas dos demais tratamentos não diferiu significativamente. Em média, o acúmulo de MS na parte aérea das plantas foi em torno de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, dentro da faixa que Massaroto (2008) encontrou que é entre $0,8$ a $7,2 \text{ t ha}^{-1}$.

Em relação as quantidades de N absorvidas e exportadas, nota-se que o as plantas do tratamento referência absorveram as maiores quantidades de N e as plantas do controle as menores (Tabela 7). Os demais tratamentos absorveram quantidades intermediárias de N, porém sem diferir entre eles. O tratamento com adubação recomendada que recebeu 50 kg ha^{-1} de N absorveu a mesma quantidade de N que o tratamento manejado com ISN de 90%, o qual recebeu 28 kg ha^{-1} de N,

porém em aplicações mais tardias. Quanto a exportação de N, verificou-se que a referência exportou mais N, apesar de não ter diferido dos tratamentos com adubação recomendada e do tratamento manejado com ISN de 95%. A menor exportação de N ocorreu no tratamento controle, seguida do tratamento manejado com ISN de 90%. Isso mostra que, em geral, as maiores exportações de N ocorreram nos tratamentos que receberam maiores doses do nutriente.

No experimento conduzido em Regente-Feijó não houve diferença significativa para as variáveis acúmulo de MS na parte aérea, na planta inteira e em relação as quantidades de N absorvidas e exportadas pela batata-doce (Tabela 7). Contudo, verificou-se que no tratamento referência o acúmulo de MS nas raízes tuberosas foi menor do que no tratamento com ISN de 90%. A ausência de diferença entre os tratamentos manejados com clorofilômetro era de se esperar uma vez que apenas o tratamento manejado com ISN de 95% recebeu uma pequena dose de N. Contudo, mesmo os tratamentos não manejados com clorofilômetro não diferiram dos tratamentos manejados com clorofilômetro. Isso indica que a dose de N aplicada mesmo no tratamento com adubação nitrogenada recomendada foi maior do que as necessidades da cultura, uma vez que no tratamento controle (que não recebeu N) as plantas absorveram e exportaram significativamente as mesmas quantidades de N que os tratamentos manejados com clorofilômetro que receberam entre 17–19 kg ha⁻¹ de N.

Ferreira (2017) observou valores inferiores aos apresentados pelo cultivo de batata-doce em Regente-Feijó, sendo eles próximos a 5,7 t ha⁻¹ de MS nas raízes tuberosas. Em estudos realizados por Fernandes et al. (2018), a quantidade de N absorvida pela batata-doce aumentou com os incrementos das doses de N e atingiu valores de absorção de 128 kg ha⁻¹ de N. Conforme estudos de Miranda et al. (1995), a batata-doce absorve aproximadamente 129 kg ha⁻¹ de N para a produção de 30 t ha⁻¹ raízes de armazenamento.

4.5 Teores de matéria seca, proteína e amido nas raízes tuberosas

No experimento conduzido no município de Braúna-SP, os teores de MS nas raízes do tratamento com a adubação recomendada foram maiores do que nos tratamentos manejados com ISN de 95%, enquanto nos demais tratamentos os teores de MS não diferiram (Tabela 8). Quanto aos teores de proteína, estes foram afetados pelos tratamentos, se destacando o tratamento referência, que apresentou teores

maiores de proteína que o tratamento manejado com ISN de 90% e o tratamento controle (Tabela 8). Nos demais tratamentos os teores de proteína das raízes tuberosas não diferiram significativamente. Ribeiro (2020) obteve teores de MS nas raízes desta mesma cultivar variando entre 24 e 25%, ou seja, acima dos resultados obtidos neste estudo. Santos (2015) observou teores de proteína na cultivar Canadense por volta de 1,03%. Dessa forma, nota-se que o mais próximo desse valor é o tratamento que recebeu 150 kg ha⁻¹ de N (Referência). Os teores de proteína nas raízes tuberosas da batata-doce são baixos, quando observados os teores presentes nas folhas (FELTRAN & FABRI, 2010).

Tabela 8 - Teores de matéria seca, proteína e amido na raiz tuberosa de batata-doce em função do manejo da adubação nitrogenada com clorofilômetro no cultivo de Braúna-SP, São Manuel-SP e Regente Feijó-SP

Tratamentos	Matéria seca	Proteína	Amido
————— % da matéria fresca —————			
Braúna-SP			
90	21,8ab	0,7b	14,5a
95	22,5a	0,8ab	13,8a
Referência	20,5ab	1,0a	13,1a
Recomendado	20,1b	0,8ab	13,1a
Controle	22,1ab	0,7b	13,2a
CV(%)	6,73	16,54	12,28
São Manuel-SP			
90	26,8a	0,8cd	20,0a
95	27,4a	1,1b	19,6a
Referência	27,1a	1,4a	19,3a
Recomendado	27,4a	1,0bc	20,7a
Controle	26,2a	0,7d	19,6a
CV(%)	6,95	13,07	6,88
Regente Feijó-SP			
90	25,3a	1,7a	19,4a
95	24,3a	1,6a	18,3a
Referência	23,4a	1,6a	17,5a
Recomendado	24,2a	1,7a	18,4a
Controle	25,3a	1,6a	18,8a
CV(%)	5,89	10,80	8,05

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas para cada local não diferem entre si pelo teste de LSD (P≤0,05).

Assim, a adubação nitrogenada pode ser usada como um método alternativo

para aumentar o teor de proteínas nas raízes tuberosas de batata- doce, sendo esta uma característica de suma importância para produção e consumo em larga escala de alimentos nutritivos capazes de promover benefícios à dieta humana pela ingestão de proteínas de alto valor biológico que pode ser integrada em programas de melhoramento de plantas (FONTES et al., 2010).

Com relação aos teores de amido das raízes na área de Braúna, não constatou-se diferenças significativas entre os tratamentos para esta variável (Tabela 8). Observa-se que os valores de teores de amido estão com valores próximos de 13%. Guedes (2021) encontrou resultados próximos a 18,3% de amido, ou seja, superiores do que os vistos nesse estudo. Miranda et al. (1995), Leonel et al. (1998), Nunes (2019) e Ribeiro (2020) também obtiveram valores similares de teor de amido em raízes tuberosas abordados por Guedes (2021). Todavia, os valores encontrados no estudo realizado em Braúna estão próximos da faixa encontradas para essa espécie que é de 13,4% (CEREDA et al., 2001).

Na área de São Manuel, os teores de MS e amido das raízes tuberosas não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 8). Já os teores de proteína das raízes foram afetados pelos tratamentos, sendo que o tratamento referência apresentou os maiores teores, os tratamentos controle e com ISN de 90% os menores teores, e os demais tratamentos teores intermediários (Tabela 8). Os teores de proteína apresentados em alguns tratamentos são inferiores ao adequado segundo Santos (2015), que estabelece uma média de 1,03%. Todavia, o tratamento que recebeu a dose de 150 kg ha⁻¹, apresentou valores de 1,4%, valor este superior ao de Santos (2015). No entanto, Guedes (2021) obteve resultados de 1,74% para os teores de proteína na cultivar Canadense, sendo esse superior a todos tratamentos empregados neste estudo (Tabela 8).

No experimento de Regente-Feijó os fatores estudados não influenciaram as características de qualidade das raízes (Tabela 8). A ausência de efeito sobre a qualidade das raízes nos tratamentos manejados com os diferentes ISNs é resultado da não necessidade de aplicação de N em quase todos os tratamentos, possivelmente devido a menor incidência de chuvas nessa área de cultivo (Figura 1). Esses resultados mostram que na área de Regente Feijó a batata- doce não respondeu a adubação nitrogenada.

Quanto maior o teor de MS mais favorável para o rendimento e extração de amido, devido à menor quantidade de água residual das raízes tuberosas (CEREDA,

2001; SANTOS, 2015). Segundo Guedes (2021), teores em torno de 24-25% de matéria seca são os ideais para consumo *in natura*. Em contrapartida, o mesmo autor ressalta que os valores encontrados em seu estudo referente ao teor de proteína é de 1,74%, estando próximo dos valores obtidos no estudo realizado em Regente-Feijó com a cultura da batata-doce. Entretanto, os teores de proteína apresentados são superiores ao adequado segundo Santos (2015), que estabelece uma média de 1,3%.

Observando os teores de amido apresentado, nota-se que os valores estão acima dos estudos realizado por Oliveira (2005) e Leonel et al. (1998) que relatam teores em torno de 13,4%. Os resultados mais próximos desse estudo foram obtidos por Guedes (2021), que demonstrou teores próximos a 18,3%. Todavia, o tratamento referência, foi o que demonstrou menor teor de amido em suas raízes tuberosas. O amido é extremamente importante pois, é utilizado como ingrediente no preparo de diferentes produtos de batata-doce e favorecendo suas características de mesa e de processamento (CEREDA et al., 2001). No entanto, para sua produção na planta, ele é sintetizado pelos vegetais quando há excesso de carboidratos disponíveis, sendo, portanto, uma forma de reserva (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De forma geral, os tratamentos manejados com o uso do clorofilômetro apresentaram valores próximos aos tratamentos controle, recomendado e referência, ou seja, quando a cultura não recebeu uma adubação nitrogenada, demonstrou resultados de qualidade da raiz semelhantes aos demais.

5 CONCLUSÕES

A resposta da batata-doce a adubação nitrogenada foi baixa ou até mesmo ausente.

Não houve deficiência de N tanto nos tratamentos em que a adubação nitrogenada de cobertura foi manejada com clorofilômetro ou utilizando a adubação recomendada.

O ISN de 90% mostrou-se como mais adequado que o ISN de 95% para manejar a adubação nitrogenada de cobertura na batata-doce porque a produtividade neste tratamento foi estatisticamente igual a do tratamento recomendado. O manejo do N adotando o ISN de 90% proporcionou uma economia de 44% a 66% na dose recomendada de N para a batata-doce, dependendo do local de cultivo.

A adoção do ISN de 95% proporcionou aumento na dose de N aplicada sem benefícios para a produtividade de raízes.

REFERÊNCIAS

- ABUJAMRA, L. B. **Produção de destilado alcoólico a partir de mosto fermentado de batata-doce**. 2009. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- AHN, Y. O.; SUN, H. K.; KIM, C. Y.; LEE, J. S. Exogenous sucrose utilization and starch biosynthesis among sweetpotato cultivars. **Carbohydrate Research**, v.345, p.55–60, 2010.
- ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; CARDOSO, E.A.; MATOS, B.F. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1554-1559, 2009.
- ARGENTA, G. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.109-119, 2003.
- BALASUBRAMANIAN, V.; MORALES, A.C.; CRUZ, R.T.; THIYAGARAJAN, T.M.; NAGARAJAN, R.; BABU, M.; ABDULRACHMAN, S.; HAI, L.H. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review. **International Rice Research Institute**, v.5, p.25-26, 2000.
- BANDEIRA, N. V. S. **Produção e qualidade da batata doce em função de biofertilizante e fontes de nitrogênio**. 2016. 54 f. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2016.
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofilômetro portátil. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1843-1848, 2008.
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.425-431, 2009.
- BETEMPS, C.; PINTO, L. E. **A batata-doce ganha espaço à mesa no inverno, mas é preciso atenção ao sistema de produção da cultura**. Brasília: Embrapa, 2015.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, v.8, p.56-60, 1995.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.24, p.2507-2516, 1993.
- BOHMAN, B. J.; ROSEN, C. J.; MULLA, D. J. Evaluation of variable rate nitrogen

and reduced irrigation management for potato production. **Agronomy Journal**, v.111, p.2005-2017, 2019.

BUSATO, C.; FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; CECON, P. R. Variation and Threshold Values for Chlorophyll Meter Readings on Leaves of Potato Cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.33, p.2148-2156, 2010.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; DUTRA, F. V.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Características físico-químicas de batata em função de doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 40, p. 567-575, 2017.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. **Anais da 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 2017. 333pp.

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.445-450, 2003.

CASALI, V.W. Batata-doce. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H.; (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 180p.

CECÍLIO FILHO, A. B.; NASCIMENTO, S.; SILVA, A. S.; VARGAS, P. F. Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates. **Horticultura Brasileira**. v. 34, n. 4, p.588-59, 2016.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M. Propriedades gerais do amido. São Paulo, Fundação Cargill. Série: **Culturas de tuberosas amiláceas** latino-americanas-americanas. v. 1, 2001, 221 p.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, J. M.; Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. **Semina Ciências Agrárias**, v.34, p.117-126, 2013.

CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D. F.; SARMENTO, S. B. S. Propriedades gerais do amido. São Paulo, **Fundação Cargill**, 221 p. (Série: Culturas de tuberosas amiláceas Latinoamericanas, v. 1) 2001.

CHAVES, L.H.G.; PEREIRA, H.H.G. **Nutrição e adubação de tubérculos**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 97p.

CHEN, X. G.; DING, Y. F.; TANG, Z. H.; WEI, M.; SHI, X. M.; ZHANG, A. J.; LI, H. M. Suitable nitrogen rate for storage root yield and quality of sweet potato. **Plant Nutrition and Fertilizer Science**, v.21, p.979–986, 2015

CIP - INTERNATIONAL POTATO CENTER. **Facts and figures about sweetpotato**. 2010. Disponível em: <https://cipotato.org/crops/sweetpotato/>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

CLARK C.A.; MOYER J.W. 1988. **Compendium of sweet potato diseases**. Saint Paul: APS Press. 74p.

COELHO, F. S. FONTES, P. C. R. ; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; SILVA, I. R. Valor e predição do nível crítico de índices para avaliar o estado nitrogenado da batateira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, p.115-122, 2013.

COELHO, F. S. FONTES, P. C. R. ; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; SILVA, I. R. Valor e predição do nível crítico de índices para avaliar o estado nitrogenado da batateira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, p.115-122, 2013.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R. ; FINGER, F. L.; CECON, P. R. Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.584-592, 2012.

COHAN, J. P.; HANNON, C.; HOUILLIEZ, B.; GRAVOUEILLE, J. M.; GEILLE, A.; LAMPAERT, E.; LAURENT, F. Effects of potato cultivar on the components of nitrogen use efficiency. **Potato Research**, v. 61, p. 231-246, 2018.

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

ECHER, F. R.; CRESTE, J. E.; de LA TORRE, E. J. R. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente. Ed. do Autor, 2015. 94 p.

EL-GALIL, A.A. Fertilizer-N dynamics in the soil and yield response of potatoes as affected by methods of N application. **Journal of Applied Sciences Research**, v.2, n.9, p.613-623, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura da batata-doce**. Sistemas de produção, versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/batdoce.htm>. Acesso em 24 de junho 2021.

ERTHAL, E. S.; ZAMBERLAN, J. F.; SALAZAR, R. F. S. A batata-doce (*Ipomoea batatas*) como biomassa alternativa para a produção de biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis. **Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.44-63, 2018.

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

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production Crops**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

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

FERNANDES, A. M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L. **Influência da adubação verde e nitrogenada na nutrição foliar da batata doce**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. Anais Natal: CBCS, 2015. p.1-4

FERNANDES, A. M.; CAMPOS, L. G.; SENNA, M. S.; SILVA, C. L.; ASSUNÇÃO, N. S. Yield and Nitrogen Use Efficiency of Sweet Potato in Response to Cover Crop and Nitrogen Management. **Agronomy Journal**, v. 110, n.5, p. 2004-2015, 2018.

FERNANDES, A.M.; ASSUNÇÃO, N.S.; RIBEIRO, N.P.; GAZOLA, B.; SILVA, R.M. Nutrient uptake and removal by sweet potato fertilized with green manure and nitrogen on sandy soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.44, p.1- 25, 2020.

FERNANDES, F.M.; SORATTO, R.P.; FERNANDES, A.M.; SOUZA, E.F.C. FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. A. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes na cultura da batata-doce**. 2017. 53f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017

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

FILGUEIRA, F. A. R. Convolvuláceas: batata-doce, a batata de clima quente. In:_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. p.371-377.

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

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

FOLONI, J.S.S.; CORTE, A.J.; CORTE, J.R.N.; ECHER, F.R.; TIRITAN, C.S Chlorophyll meter-based leaf nitrogen status to manage nitrogen in tropical potato production. **Agronomy Journal**, v.113, p.1733–1746, 2021.

FONTES, P. C. R., ARAÚJO, C. **Adubações nitrogenada de hortaliças – princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa: Editora UFV, 148p, 2007

FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Economic optimum

nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. **Potato Research**. v.53,p. 167-179, 2010.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, v.55, p.171-175, 1996.

GIANQUINTO, G., BONA S. The significance of trends in concentrations of total nitrogen and nitrogenous compounds. In **Management of nitrogen and water in potato production**, ed. A.J. Haverkort, and D.K.L. Mackerron, p.35–53. Wageningen, The Netherlands, 2000

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

GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILAS BÔAS, R. L.; JÚNIOR, J. B. L. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32, p.217-226, 2008.

GONÇALVES NETO, A. 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**. v.46, p.1513-1520, 2011.

growth, fruit size and fruit set in Hass Avocado trees: A preliminary report. **South African Avocado Grower Association**. v.21, p.54–57, 1998.

GUEDES, P. T. P. **Crescimento, produtividade e qualidade de raízes clones de Batata-doce de polpa alaranjada, branca e creme**. 2021. 74p Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômica/UNESP. Botucatu/SP, 2021.

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

HARTEMINK, A.E.; JOHNSTONB, M.; O'SULLIVANC, J.N.; POLOMAD, S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.79, p.271-280, 2000.

HORWITZ, W.; LATIMER JUNIOR, G. W. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 18th ed. Gaythersburg: AOAC International, 2005.

HUSSAIN, F.; BRONSON, F. K.; YADVINDER-SINGH, BIJAY-SINGH, PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, v.92, p.875-879, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavouras temporárias**.

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas/>> Acesso em 07 abr. 2021.
KAYS, S.T. **The physiology of yield in the sweet potato**. In: BOUWKAMP, J.C. (eds.). Sweet potato products: a natural resource for the tropics. Boca Raton: CRC Press, Inc. p.79-132. 1985.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: Rima, 531p. 2004.
LEONARDO, F.A.P.; OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, P.O.R.; BARROS, J.R.A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. **Revista Caatinga**, 27, p.18-23, 2014.

LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M.P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce - um estudo de caso. **Ciênc Tecnol Aliment**, v.18, n.3, 1998.

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P.A.; MIRANDA FILHO, H.S.; RAIJ, B. van. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p.221-229. (Boletim Técnico, 100).

MAIA, S. C. M.; SORATTO, R. P.; NASTARO, B.; FREITAS, L. B. The nitrogen sufficiency index underlying estimates of nitrogen fertilization requirements of common bean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.183-191, 2012.

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

MARTÍ, H. R.; MILLS, H. A. Nitrogen and potassium nutrition affect yield, dry weight partitioning, and nutrient-use efficiency of sweet potato. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, p. 287-301, 2002

MASSAROTO, J.A. **Características agronômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. 2008. 85p. Tese - Universidade Federal de Lavras/MG. 2008.

MEDEIROS, J.G. et al. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. V2 : p. 23-29, 1990.

MELO, W.F.; SILVA, J.B.C.; MOITA, A.W. Avaliação da produtividade de clones de batata-doce ricos em provitamina A junto a agricultores familiares. **Horticultura Brasileira**, v.28, 2010.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C. A cultura da batata doce. Brasília: **Embrapa - CNPH**, 1995. 94p.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo** Porto Alegre: **Evangraf**, 1999. 227 p

MUKHOPADHYAY, S.K.; CHATTOPADHYAY, A.; CHAKRABORTY, I.; BHATTACHARYA, I. Crops that feed the world 5. Sweetpotato. Sweetpotatoes for income and food security. **Food Security**, v.3, p.283-305. 2011.

NAIR, G. M.; NAIR, V. M. Influence of irrigation and fertilizers on the growth attributes of sweet potato. **Journal of Root Crops**, v.21, p.17-23, 1995.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-390, 1944.

NOLÊTO, D. C. S.; SILVA, C. R. P.; COSTA, C. L. S.; UCHÔA, V. T. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, v.13, p.59-68, 2015.

NUNES, J. G. S. **Efeitos das épocas de plantio e das doses de fósforo sobre a produtividade e qualidade de cultivares de batata-doce**. 2019. 78p.

Dissertação. Faculdade de Ciências Agronômica/UNESP. Botucatu/SP, 2019.
NUNES, J.C.S. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em característica de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, v.50, p.115-126, 2003.

O'SULLIVAN, J. N.; ASHER, C. J.; BLAMEY, F. P. C. Nutrient disorders of sweet potato. Canberra: **Australian Center of International Agricultural Research**, 1997. 136 p.

OKPARA, D. A.; OKON, O. E.; EKELEME, F. Optimizing nitrogen fertilization for production of white and orange-fleshed sweet potato in southeast Nigeria. **Journal Plant Nutrition**, v. 32, p. 878-891, 2009.

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

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

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

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

OLIVEIRA, A.P.; MOURA, M.F.; NOGUEIRA, D.H.; CHAGAS, N.G.; BRAZ,

M.S.S.; OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A. Produção de raízes de batata doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.279-282, 2006.

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

PENG, S. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, v.85, p.987-990, 1993.

PERESSIN, V. A.; FELTRAN, J. C. Batata-doce: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; et al. (Eds.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. (Boletim IAC, n.º200). p.59-61.

PERESSIN, V.A.; FELTRAN J. C.; RÓS, A. B.; FERNANDES, A. M.; Raízes e tubérculos. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. JR, D. M.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van.; (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2022. p. 340-342. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agronômico. 285p. 2001.

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

RAVI, V.; NASKAR, S. K.; MAKESHKUMAR, T.; BABU, B.; KRISHNAN, B. S. P. Molecular physiology of storage root formation and development in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Journal of Root Crops**, v. 35, p. 1-27, 2009.

RAVI, V.; SARAVANAN, R. Crop physiology of Sweet potato. In: Nedunchezhiyan, M.; Byju, G. (Eds). **Sweetpotato: Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**. Global Science Books. p.17-27, 2012.

REDDY, G. R. S.; REDDY, K. A. Effect of different forms of urea at various levels of nitrogen for lowland rice. **Abstracts on Tropical Agriculture**, v.12, p. 181, 1987.

RENTER, M.G.; STASSEN P.J.C. The effect of growth inhibitors on vegetable growth, fruit size and fruit set in Hass Avocado trees: A preliminary report. **South African Avocado Grower Association**. v.21, p.54-57, 1998.

RIBEIRO, N. P. **Resposta da batata-doce a adubação nitrogenada associada ao uso de Placbutrazol**. 2020. 84p Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômica/UNESP. Botucatu/SP, 2020.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; SANTOS, H. S. Avaliação da produtividade de plantas de batata-doce oriundas de matrizes livres de vírus. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.3, p.434-439, 2012.

ROSOLEM, C. A.; MELLIS, V. V. Monitoring nitrogen nutrition in cotton. **R. Bras. Ci. Solo**, v.34: p.1601-1607, 2010.

ROULLIER, C.; DUPUTIÉ, A.; WENNEKES, P.; BENOIT, L.; FERNÁNDEZ BRINGAS, V. M.; ROSSEL, G.; TAY, D.; MICKEY, D.; LEBOT, V. Disentangling the origins of cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) **PloS on**, San Francisco, v.8, n.5, 2013.

SAMBORSKI, S.M.; TREMBLAY, N.; FALLON, E. Strategies to make use of plant sensors-based diagnostic information for nitrogen recommendations. **Agronomy Journal**, v.101, p.800-816, 2009.

SANTOS NETO, A. R.; SILVA, T. O.; BLANK, A. F.; SILVA, J. O.; ARAUJO FILHO, R. N. Produtividade de clones de batata doce em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.445-452, 2017.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p, 2006.

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

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Batata doce (*Ipomoea batatas*). Brasil: **Embrapa Hortaliças**, 2008.

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

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R.; MIRANDA, G. V. Índice SPAD e produção de batata, em duas épocas de plantio, em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.17-22, 2009.

SILVEIRA, M. A. **Batata-doce: bioenergia na agricultura familiar**. In. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA p.19. 2011. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/PAL11.pdf. Acesso em 30 jun. 2021.

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

SILVEIRA, P. M.; GONZAGA, A. C. O. Portable chlorophyll meter can estimate the nitrogen sufficiency index and levels of topdressing nitrogen in common bean.

Pesquisa Agropecuária Tropical. v.47, p.1-6, 2017.

SMITH, S.L.; WRIGHT, M.E. A preharvest vine disposal machine for sweet potato.

Applied Engineering in Agriculture, v.10, p.321–326, 1994.

SOMASUNDARAM, K.; MITHRA, V. S. Madhura: A simulation model for sweet potato growth. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.4, p.241-254, 2008.

SOMDA, Z. C.; KAYS, S. J. Sweet Potato Canopy Architecture: Branching Pattern. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.115, p.33-38, 1990.

SPENCE, J. A.; AHMED, N. Plant nutrient deficiencies and related tissue composition of the sweet potato. **Agronomy Journal**, Madison, v. 59, n. 3, p. 59-62, 1967.

STALIN, P.; THIYAGARAJAN, T.M.; RAMANATHAN, S.; SUBRAMANIAN, M. Comparing management techniques to optimize fertilizer N application in rice in the Cauvery Delta of Tamil Nadu, India. **International Rice Research Institute**, v.5, p.25-26, 2000.

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

TACO – Tabela de Composição dos Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA**. 4ª Ed. Campinas: NEPA, 2011. 161p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p

THANKAMMA, P.K.P.; EASWARIAMMA, C.S. Variability in hybrid progênies of sweet potato. **Journal of Root Crops**, v.16, p.8-12, 1990.

TRONI, L. M. et al. Produção, produtividade e características físicas-adicionadas de duas cultivares de batata-doce em sistema de cultivo orgânico. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. 2019.

TSUNO, Y.; FUJISE, K. Studies on the Dry Matter Production of Sweet Potato: III. The relation between the dry matter production and the absorption of mineral nutrients. **Japanese Journal of Crop Science**, V. 32, p. 297-300, 1964.

TURNER, F. T.; JUND, M. F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. **Agronomy Journal**, v.83, p.926-928, 1991.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 1233-1239, 1997.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. 123f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-P, 2001.

WASKOM, R. M.; WESTFALL, D. G.; SPELLMAN, D. E.; SOLTANPOUR, P. N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.27, p.545-560, 1996.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. G. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: a review. **Proceedings of Agronomy Society of New Zeland**, v.23, p.1- 9, 1993.

YADAVA, U.L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, v.21, p.1449-1450, 1986.