

FABIANA MORBI FERNANDES

**ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BATATA
COM BASE NO ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA**

Botucatu

2017

FABIANA MORBI FERNANDES

**ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BATATA
COM BASE NO ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Rogério Peres Soratto

Coorientador: Adalton Mazetti Fernandes

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F363e Fernandes, Fabiana Morbi, 1990-
Estimativa da necessidade de nitrogênio na cultura da batata com base no índice relativo de clorofila / Fabiana Morbi Fernandes. - Botucatu : [s.n.], 2017
87 p. : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017
Orientador: Rogério Peres Soratto
Coorientador: Adalton Mazetti Fernandes
Inclui bibliografia

1. Batata - Cultivo. 2. Adubação verde. 3. Fertilizantes nitrogenados. 4. Clorofila. I. Soratto, Rogério Peres II. Fernandes, Adalton Mazetti. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BATATA COM BASE NO ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA

AUTORA: FABIANA MORBI FERNANDES
ORIENTADOR: ROGÉRIO PERES SORATTO
COORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES
CERAT / Universidade Estadual Paulista - UNESP

Prof. Dr. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES
Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Prof. Dr. JOSÉ MAGNO QUEIROZ LUZ
Departamento de Agronomia / UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (videoconferência)

Botucatu, 21 de julho de 2017

*Aos meus pais,
Marinês e Carlos,
e meu irmão, Leonardo,
pelos ensinamentos, palavras de apoio, compreensão,
força e amor em todos os momentos,
e principalmente por acreditarem em mim e no meu sonho,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por estar sempre em meu caminho não deixando de desistir diante das dificuldades encontradas no caminho e aos meus pais por proporcionarem todo carinho e condições que pudesse realizar parte de meu sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Peres Soratto, pela amizade, por colaborar com seus conhecimentos e disponibilidade de auxílio, pela capacidade e contribuição profissional e pela dedicação a ser seguida à docência e à pesquisa.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela amizade, paciência e pelo exemplo de profissional.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia-Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, pela oportunidade de realização deste curso e desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos professores do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, excelentes, em seus ensinamentos e contribuições.

Aos funcionários do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal: Casimiro Alves, Ciro de Oliveira (Cirinho), Antônio Camargo, que sempre estavam colaborando na execução das atividades de campo a serem desenvolvidas no projeto.

Ao proprietário da área comercial Ivan Fornaziero, que cedeu área para que pudéssemos conduzir parte do projeto de pesquisa.

Aos colegas André Job, Fernando Guidorizzi, Amanda Gilabel, Renan Parecido aos estagiários Carolina Maniero e Guilherme Gomes, técnico Dorival de Arruda e seus estagiários, por contribuírem com a parte da realização desta pesquisa, nas etapas de plantio, coleta e processamento de amostras e análises químicas no laboratório.

A minha colega de casa Gabriela Villamagua pela compreensão, amizade e carinho durante o dia-a-dia, me apoiando em boa parte dos momentos difíceis.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que parte deste percurso pudesse ser concluída direta ou indiretamente.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

Carl Sagan

RESUMO

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes extraídos em maior quantidade pela batateira e tem grande impacto no desempenho dessa cultura. A resposta da cultura da batata à adubação nitrogenada é dependente de diversos fatores, o que torna essencial o manejo correto do N, maximizando assim a absorção deste pela planta. Além disso, a aplicação de doses insuficientes ou demasiadamente elevadas de N pode reduzir a produtividade e a qualidade dos tubérculos produzidos e representar prejuízos aos produtores e riscos ao ambiente. Neste sentido, a estimativa da necessidade de N, mediante leituras do índice relativo de clorofila (IRC) nas folhas da cultura, com o clorofilômetro portátil, pode ser uma alternativa viável para tornar o manejo do N mais preciso. Contudo, ainda existe a necessidade de estabelecimento de critérios para a utilização dessa ferramenta na cultura da batata. Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram: a) avaliar a correlação entre o IRC, obtido mediante leituras do clorofilômetro portátil, e o teor de N da folha de duas cultivares de batata (Agata e Electra), em diversos estádios de desenvolvimento e b) avaliar qual valor (90% e 95%) do índice de suficiência de N (ISN), calculado com base nas medidas IRC nas folhas em relação ao tratamento referência, é o mais adequado para indicar o momento da adubação nitrogenada em duas cultivares de batata e, conseqüentemente, proporcionar maior produtividade, qualidade de tubérculos e eficiência de utilização do N aplicado. Durante a safra “de inverno” de 2016, foram realizados quatro experimentos, sendo dois na Fazenda Experimental Lageado (Local 1) e dois em área particular de produção de batata (Local 2), ambas no município de Botucatu-SP. Em cada local foi conduzido um experimento com cada cultivar. Em todos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis manejos do N: **M1**: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 dias após a emergência (DAE) + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE (referência); **M2**: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE (recomendado); **M3**: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio (baseado na adubação comumente utilizada pelos produtores, simulando aplicação de 4.000 kg ha⁻¹ da fórmula N-P₂O₅-K₂O 04-14-08); **M4**: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as leituras do clorofilômetro indicarem ISN < 90%; **M5**: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as leituras do clorofilômetro

indicarem $ISN < 95\%$ e **M6**: testemunha (sem aplicação de N). O IRC, obtido mediante as leituras do clorofilômetro, correlacionou-se de forma positiva com o teor de N na folha das cultivares de batata Agata e Electra a partir dos 24 DAE. A aplicação de maiores doses de N, especialmente de forma parcelada, proporcionou maiores quantidades de N acumuladas e maior produtividade de tubérculos pela batateira, especialmente no Local 2 para ambas as cultivares, sendo o clorofilômetro mais preciso para indicar a ausência de deficiência de N, do que o momento e a necessidade de realização da adubação nitrogenada. O uso do $ISN < 90\%$, baseado na medida do clorofilômetro em uma área referência, permitiu definir quando se deve aplicar o N em cobertura na cultura da batata nas cultivares Agata e Electra, melhorando a eficiência de utilização do N, sendo este o capaz de proporcionar economia de N aplicado sem ocasionar redução na produtividade de tubérculos, quando comparadas com o tratamento referência (sem deficiência de N) e com a dose de N recomendada para a cultura.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*. SPAD. Adubação nitrogenada. Índice de suficiência de nitrogênio.

ABSTRACT

Nitrogen (N) is one of the nutrients extracted in greater quantity by potato and has a great impact on the performance of this crop. The response of the potato crop to the nitrogen fertilization is dependent on several factors, which makes essential the correct management of N, thus maximizing its absorption by the plant. In addition, the application of insufficient or excessively high doses of N may reduce the productivity and quality of the tubers produced and represent damages to the producers and risks to the environment. Therefore, the estimation of the need for N, through readings of the relative index of chlorophyll (IRC) in the leaves of the culture, with the portable chlorophyllometer, can be a viable alternative to make N management more accurate. However, there is still a need to establish criteria for the use of this tool in the potato crop. Thus, the objectives of this study were: a) evaluate the correlation between the IRC, obtained by readings of chlorophyll, and the N concentration in leaves of two potato cultivars (Agata e Electra) in various stages of development, and b) evaluate what value (90% or 95%) of N sufficiency index (NSI), calculated based on RCI measures in the leaves regarding the treatment reference, is best suited to indicate the time of N fertilizer in two cultivars potato and hence to higher tuber yields and quality, and N-use efficiency. In the year 2016, during winter season four experiments were carried out in the field conditions, two at Lageado Experimentl Farm (Site 1) and two in a private potato farm (Site 2), both in the municipality of Botucatu. In each site were carried out one experiment with each cultivar. The design used in each experiment will be randomized blocks, with six N managements (M1: 80 kg ha⁻¹ N in the planting furrow + 80 kg ha⁻¹ at 10 days after emergence (DAE) + 80 kg ha⁻¹ at 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ at 45 DAE (reference); M2: 80 kg ha⁻¹ N in the furrow + 80 kg ha⁻¹ at 10 DAE (recommended) M3: 160 kg ha⁻¹ N in the furrow (representing the application of 4000 kg ha⁻¹ N-P₂O₅-K₂O formula 04-14-08); M4: 60 kg ha⁻¹ N in the furrow + 40 kg ha⁻¹ when the chlorophyll readings indicate NSI < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ N in the furrow + 40 kg ha⁻¹ when the chlorophyll readings indicate NSI < 95% and M6: control - without N application) and four replications. The RCI, obtained through the chlorophyllometer readings, was positively correlated with the N content in the leaves of the Agata and Electra potato cultivars from 24 DAE. The application of higher doses of N, especially in a piecemeal manner, provided higher amounts of N accumulated and higher yield of

tubers of potato, especially in Site 2 for both cultivars, being the chlorophyllometer more accurate to indicate the absence of N deficiency, than the time and need for nitrogen fertilization. The use of the NSI <90%, based on the measurement of the chlorophyllometer in a reference area, allowed to define when N to cover the potato crop in the Agata and Electra cultivars should be applied, improving the efficiency of N utilization, of providing N economy applied without causing a reduction in tuber yield when compared to the reference treatment (without N deficiency) and to the N dose recommended for cultivation.

Keywords: *Solanum tuberosum*. SPAD. Nitrogen fertilization. Nitrogen sufficiency index.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica (■), irrigação (■), temperatura mínima (—) e temperatura máxima diária (—) entre abril e novembro de 2016 no Local 1 (a) e Local 2 (b)..... 33
- Figura 2 - Índice relativo de clorofila (SPAD) nas folhas das cultivares de Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais (A e C) Fazenda Experimental Lageado e (B e D) Área comercial de cultivo, em função do manejo da adubação nitrogenada..... 43
- Figura 3 - Índice de suficiência de N (ISN) nas folhas das cultivares de batata Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais (A e C) Fazenda Experimental Lageado e (B e D) Área comercial de cultivo, em função do manejo da adubação nitrogenada..... 45
- Figura 4 - Teor de N nas folhas das cultivares de batata Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais (A e C) Fazenda Experimental Lageado e (B e D) Área comercial de cultivo, em função do manejo da adubação nitrogenada..... 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e granulométricas dos solos, na profundidade 0-20 cm, antes da instalação dos experimentos.	32
Tabela 2 - Descrição dos manejos da adubação nitrogenada utilizados nos experimentos.....	34
Tabela 3 - Atividades realizadas nos experimentos.....	36
Tabela 4 - Épocas de aplicação e total de N aplicado em cada manejo e cultivar, em dois locais de cultivo.	37
Tabela 5 - Tratamento fitossanitário empregado no experimento do Local 1	38
Tabela 6 - Tratamento fitossanitário empregado no experimento do Local 2	39
Tabela 7- Coeficientes de correlação linear simples entre o índice relativo de clorofila (IRC) e teor de N foliar das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.....	48
Tabela 8 - Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na folha diagnose, nas cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.	50
Tabela 9 - Teores de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) na folha diagnose, nas cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.	52
Tabela 10 - Matéria seca (MS) acumulada nos tubérculos, resto da planta e total das cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo..	55
Tabela 11 - Teor de nitrogênio nos tubérculos e no resto da planta das cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.....	57
Tabela 12 - Quantidade de nitrogênio acumulada nos tubérculos, no resto da planta e total nas cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.....	60
Tabela 13 - Número total de tubérculos, número de tubérculos das classes especial, primeira e segunda e peso médio de tubérculos das cultivares de batata	

Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.....	64
Tabela 14 - Produtividade de tubérculos total e das classes especial, primeira e segunda das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.	67
Tabela 15 - Produtividade relativa dos tubérculos, eficiência de utilização do N aplicado e porcentagem de matéria seca nos tubérculos das cultivares de batata de Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 Importância da cultura da batata	23
2.2 Nitrogênio no solo.....	24
2.3 Nutrição e adubação nitrogenada na batateira.....	25
2.4 Determinação do índice relativo de clorofila	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Localização dos experimentos	32
3.2. Caracterização das cultivares	33
3.3 Delineamento experimental e tratamentos	34
3.4 Instalação e condução dos experimentos	356
3.5 Avaliações	38
3.6 Análise estatística.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 Estimativa da nutrição nitrogenada pelo índice relativo de clorofila	42
4.2 Teores de nutrientes na folha diagnose	49
4.3 Acúmulo de Matéria seca, teor e acúmulo de N.....	54
4.4 Número, massa média, produtividade, classificação e porcentagem de matéria seca nos tubérculos	63
5 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das principais fontes de alimento no mundo e, pelo fato de apresentar alta taxa de crescimento, elevada produção por unidade de área e ciclo relativamente curto, é exigente quanto à presença de nutrientes, na forma prontamente disponível na solução do solo. Além disso, devido ao sistema radicular relativamente delicado e superficial e as elevadas produtividades obtidas num curto período de tempo, a nutrição mineral adequada das plantas de batata torna-se fator essencial para se alcançar elevada produtividade e qualidade dos tubérculos colhidos, sendo que a cultura pode ser altamente responsiva a adição de nutrientes no solo.

Nas áreas de cultivos de batata, a utilização sem critérios e indiscriminada de fertilizantes faz-se muito comum e, em consequência desse uso excessivo, pode ocorrer aumento do custo de produção e dos riscos de contaminação ambiental, além da redução da produtividade e da qualidade dos tubérculos.

Portanto, o conhecimento sobre as exigências nutricionais da cultura da batata, nas diversas fases do desenvolvimento, é importante para que seja possível a disponibilização dos nutrientes de forma prontamente assimilável e a obtenção do máximo desempenho produtivo, uma vez que o fornecimento de doses muito baixas ou demasiadamente elevadas de N pode reduzir a produtividade e a qualidade de tubérculos, tornando assim complexo o manejo dos fertilizantes nitrogenados na cultura da batata.

Para obtenção de elevada produtividade, as plantas de batata requerem níveis ótimos de N ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. A análise de solo não é capaz de estabelecer corretamente a limitação deste nutriente em condições de campo. Contudo, a dose de N que propicia a máxima produtividade de tubérculos é muito variável, sendo dependente de diversos fatores, fato que torna o manejo da adubação nitrogenada mais complexa.

Por ser um componente da molécula de clorofila, a deficiência de N é rapidamente refletida em menores concentrações de clorofila. O clorofilômetro é um aparelho portátil que permite obtenção de um índice relativo da clorofila (IRC), baseado na intensidade da coloração verde das folhas, o qual pode se correlacionar com o teor de clorofila e conseqüentemente com o de N na folha. Assim, a determinação do IRC, por meio do clorofilômetro portátil, torna-se uma alternativa

para se estimar a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, sendo relatado à possibilidade de se utilizar o clorofilômetro como indicativo do estado nutricional de N, também na cultura da batata. A proposta da instalação de uma área de referência (sem deficiência de N) na lavoura, local onde se pretende manejar a adubação nitrogenada mediante o monitoramento com o clorofilômetro, torna se muito importante.

O índice de suficiência de N (ISN) é o resultado da relação entre o IRC nas folhas das plantas da lavoura e nas folhas das plantas da área de referência, na qual é indicada a aplicação de N toda vez que o ISN das plantas da lavoura menor que certa proporção do ISN da área de referência.

Diante do exposto, formulou-se como hipótese para esta pesquisa o fato de não existirem métodos ou critérios rápidos, práticos e confiáveis para se realizar a recomendação de doses e épocas adequadas para a adubação nitrogenada, sendo assim de grande importância a obtenção do ISN, mediante a relação entre os valores de IRC (medidas com o clorofilômetro portátil) nas plantas a serem avaliadas na lavoura e a medida nas plantas de uma área de referência (sem deficiência de N), possibilitando prever, com rapidez e precisão, a necessidade de N durante o ciclo da cultura da batata, promovendo à aplicação de dose mais equilibrada de N e, conseqüentemente, aumentando a produtividade e a qualidade dos tubérculos colhidos, bem como a eficiência de utilização do N aplicado além da influência do valor do ISN na precisão do monitoramento da necessidade de N e a eficiência de utilização do N aplicado em diferentes cultivares de batata.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a correlação entre o IRC, obtido mediante leituras do clorofilômetro portátil, e o teor de N da folha de duas cultivares de batata (Agata e Electra), em diversos estádios de desenvolvimento, observar qual valor do ISN (90% e 95%), calculado com base nas medidas IRC nas folhas em relação ao tratamento referência, é o mais adequado para indicar o momento da adubação nitrogenada em duas cultivares de batata e, além disso, avaliar a absorção de N, produtividade e qualidade dos tubérculos produzidos e eficiência de utilização do N aplicado em função do manejo da adubação nitrogenada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura da batata

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Solanum*. Entre as espécies cultivadas, a mais importante economicamente no mundo, é a *Solanum tuberosum* L. spp. *tuberosum* (FORTES; PEREIRA, 2003). Constitui-se de uma planta anual, herbácea, caracterizada por formar um caule subterrâneo modificado intumescido pela acumulação de substâncias de reserva, denominado tubérculo (BEUKEMA; VAN DER ZAAG, 1979). A planta apresenta caules aéreos, herbáceos e suas raízes originam-se na base desses caules ou hastes. O sistema radicular é superficial, com raízes concentradas até 30 cm de profundidade. Suas folhas são compostas por folíolos arredondados e as flores hermafroditas apresentam-se reunidas em inflorescências no topo da planta (FILGUEIRA, 2003).

O tubérculo é o órgão de interesse econômico, além de ser a principal forma de propagação da planta. É composto de cerca de 78-80% de água, seguido de 16-20% de carboidratos, principalmente amido, e cerca de 2% de proteínas. No que se refere às vitaminas, a batata é fonte principalmente de ácido ascórbico e vitaminas do complexo B (LISINSKA; LESZCZYNSKI, 1989; MOUILLÉ; CHARRONDIÈRE; BURLINGAME, 2010).

A batata é uma cultura importante no Brasil e no mundo, sendo a China o maior produtor mundial, seguido pela Índia e Rússia. No Brasil, no ano de 2016, foram plantados 125 mil hectares com uma produção de cerca de 3,6 milhões de toneladas, alcançando a produtividade média de 28,9 t. ha⁻¹. Os estados de Minas Gerais e Paraná destacam-se por apresentarem as maiores produções, 1.231.909 t e 811.815 t, respectivamente, sendo Minas Gerais responsável por cerca de um terço da produção nacional (AGRIANUAL, 2016). No Estado de São Paulo, a produção de batata tem maior destaque nos municípios da região de Vargem Grande do Sul, no nordeste do estado, e de Itapetininga, na região sudeste do estado, onde são atingidas produtividades superiores a 30 Mg ha⁻¹.

No Brasil, a batata é plantada e colhida o ano todo, nas safras denominadas “da seca”, “das águas” e “de inverno”. O tubérculo é a estrutura de reserva, de propagação e a parte comercial da planta, sendo uma importante fonte alimentícia,

justamente por possuir alto valor energético, proteínas e nutriente (FONTES, 2005). Em condições de clima tropical e subtropical, o ciclo da cultura pode variar de 90 a 110 dias e pode atingir um potencial produtivo próximo ao alcançado em países europeus, de 90 a 100 Mg ha⁻¹, comprovando, que a cultura da batata apresenta uma alta exigência de nutrientes prontamente disponíveis na solução do solo (FERNANDES, 2013). Assim, o conhecimento de qual nutriente é necessário e a quantidade e época em que este deve ser fornecido, é muito importante para que seja promovido o equilíbrio nutricional da planta, uma vez que a melhoria da eficiência de nutrientes é desejável para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (FERNANDES; SORATTO, 2012).

2.2 Nitrogênio no solo e na planta

O N está relacionado com grande parte do processo metabólico das plantas e é constituinte de vários compostos como os ácidos nucléicos, aminoácidos e a clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2009). Na planta, o N é convertido em aminoácidos, e enzimas, necessárias para o funcionamento das reações enzimáticas. Sabe-se que a disponibilidade de N no solo para as culturas varia entre anos e com as condições climáticas no ano (ZEBARTH et al., 2006).

Há diversas formas de N no solo, sendo as principais a nítrica, amoniacal e aminoácidos. As plantas absorvem preferencialmente o amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), que correspondem a cerca de 80% do total de cátions e ânions absorvidos. A maior parte do N no solo provém do ar, por deposições atmosféricas de formas combinadas de N e da fixação biológica de N₂. O NH₄⁺ é incorporado a compostos orgânicos das raízes, o NO₃⁻ é prontamente móvel no xilema e pode ser acumulado nos vacúolos das raízes, folhas e órgão de reserva. Para ser incorporado a estruturas orgânicas e cumprir suas funções de essencialidade como nutriente, o NO₃⁻ deve ser reduzida a NH₄⁺, reação mediada por duas enzimas, a nitrato redutase e a nitrito redutase (MILLER; CRAMER, 2005).

Com a elevação no custo dos fertilizantes nitrogenados, os agricultores necessitam adequar o manejo da adubação associando a eficiência de utilização de fontes nitrogenadas aplicadas, que na maioria das vezes é baixa ou desconhecida, com o conhecimento sobre as exigências nutricionais da cultura da batata, nas diversas fases do desenvolvimento, uma vez que, aplicações de doses muito baixas ou demasiadamente elevadas reduzirão os lucros. Assim, a taxa mais rentável de

aplicação de N deve ser ajustada aos preços da batata e do fertilizante, com a finalidade de otimizar o uso de insumos, de minimizar os riscos ambientais como imobilização, lixiviação e volatilização em determinadas condições, associando com a disponibilização de nutrientes de forma prontamente assimilável obtendo assim o máximo desempenho produtivo da cultura da batata (COELHO et al., 2010).

2.3 Nutrição e adubação nitrogenada na batateira

O N é um dos elementos essenciais para o crescimento vegetal, sendo o segundo nutriente mais extraído pela cultura da batata e governa o desenvolvimento da planta, estimulando o crescimento da parte aérea e, muitas vezes, pode ser o que mais limita a produtividade da batateira (COELHO et al., 2010). O fornecimento de doses muito baixas ou demasiadamente elevadas de N podem diretamente e indiretamente reduzir a produtividade e, conseqüentemente, os lucros (COELHO et al., 2010; SOUZA, 2014). Em doses excessivas no meio, o N provoca aumento na formação de hastes, do número de folhas, ou seja, estimula o crescimento vegetativo da planta, porém, podendo ocasionar ineficiente partição de fotoassimilados para os tubérculos, atrasando a formação ou maturação dos mesmos e reduzindo a qualidade do produto final (OLIVEIRA, 2000). Os tubérculos imaturos que são colhidos apresentam menor percentagem de matéria seca (MS) e qualidade inferior.

Oliveira et al. (2004) constataram que doses elevadas de N reduzem a percentagem de MS dos tubérculos, com conseqüente aumento na oleosidade e redução da crocância do produto frito. Além disso, níveis altos de N atrasam a tuberização, pois reduzem a translocação de carbono das folhas para os tubérculos e aumentam o seu fluxo para as folhas novas, em vez de dirigi-lo aos tubérculos (SANTELITH; EWING, 1981). Por outro lado, plantas deficientes em N, apresentam menor vigor, crescimento lento, folhas com clorose e senescência precoce, uma vez que há a mobilização deste nutriente das folhas mais velhas para as partes em que apresentam crescimento, hastes finas com internódios curtos, além de ter redução no tamanho e na produtividade de tubérculos (BORGES et al., 2008).

De acordo com Fontes e Silva (2006), os teores de N na folha são correlacionados positivamente com a taxa fotossintética da planta, tendo a clorofila como pigmento que atua diretamente neste processo. Para obtenção de elevada

produtividade, as plantas de batata requerem níveis ótimos de N ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. A taxa de absorção de N pela batateira é lenta durante o início de seu crescimento, aumentando rapidamente durante o período de tuberização, quando atinge o seu máximo e decresce por ocasião do período de senescência da parte aérea (NUNES et al., 2006; FERNANDES et al., 2011).

As recomendações variam de 70 a 330 kg ha⁻¹ de N nos países da Europa e América do Norte (KOLBE; BECKMANN, 1997) e de 60 a 250 kg ha⁻¹ de N no Brasil, apresentando certa variação entre as doses recomendadas nos diferentes estados do país (FERNANDES; SORATTO, 2012). A dose de N que propicia a máxima produtividade de tubérculos é muito variável, sendo dependente da cultivar, tamanho do tubérculo-semente, histórico da área, matéria orgânica do solo, manejo e condução da cultura de batata (FERNANDES; SORATTO, 2012). Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a estimativa da necessidade de aplicação de N é determinada em função do teor de matéria orgânica do solo (PEREIRA et al., 2005). No estado de São Paulo, a recomendação varia de 80 a 160 kg ha⁻¹, dependendo da época de cultivo, sugerindo-se considerar também o ciclo da cultivar e tamanho do tubérculo-semente (LORENZI et al., 1997).

Silva et al. (2009), visando determinar as doses ótimas de N a serem aplicadas em pré-plantio e em cobertura na cultura da batata, nas épocas "da seca" e "das águas", verificaram que na época "da seca" somente a aplicação de N em pré-plantio proporcionou incrementos na produtividade, sendo que a máxima produção comercial de tubérculos de 39,9 Mg ha⁻¹ foi obtida com a aplicação de 190 kg ha⁻¹ de N, ou seja, a aplicação de doses crescentes em cobertura não influenciaram a produtividade comercial. Porém, na época "das águas", esses autores observaram influência da aplicação de N em pré-plantio e em cobertura. Nessa época de cultivo, a máxima produtividade comercial de 44,5 Mg ha⁻¹ foi obtida com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N em pré-plantio e 255,9 kg ha⁻¹ em cobertura antes da realização da amontoa. Estudo realizado por Coelho et al. (2010) demonstrou que a produtividade máxima de tubérculos comercializáveis foi de 45 Mg ha⁻¹ para a cultivar Agata e 46,5 Mg ha⁻¹ para Asterix, com as doses de 297 e 250 kg ha⁻¹ de N aplicadas em pré-plantio, respectivamente. Segundo Braun et al., (2010), o aumento de produtividade, normalmente resulta em aumento de exportação de N e de vários outros nutrientes pelo tubérculo.

O parcelamento da dose de N recomendada pode melhorar o aproveitamento do nutriente pelo sistema radicular das plantas, sendo necessário que uma parte seja adicionada no sulco de plantio com a finalidade de estimular a iniciação da tuberização, porém, esta dose ótima a ser fornecida depende de vários fatores, como produtividade esperada, pluviosidade, cultura anterior, práticas culturais, entre outros (FONTES, 2001). Deve-se atentar que, segundo Filgueira (1993), não é aconselhável a ausência total de N no sulco de plantio, sendo que esta aplicação deve ficar entre 40 kg ha^{-1} e 100 kg ha^{-1} , uma vez que o período de maior demanda pela cultura se inicia entre os 30 e 35 dias após o plantio, dependendo da cultivar (FERNANDES et al., 2011).

Em condições de campo, as diferentes respostas obtidas em relação ao parcelamento das doses de N, estão relacionadas a fatores como: textura do solo, intensidade de chuva, rapidez de formação de amplo sistema radicular, teor de N disponível no solo, dose adicionada do adubo nitrogenado, entre outras que aumentem a probabilidade de lixiviação e de salinização do meio. Mesmo que tais situações não ocorram, a aplicação parcelada do N oferece maior flexibilidade na gestão de um programa de adubação nitrogenada da batata, permitindo o ajuste da dose de acordo com o crescimento inicial da cultura e das condições climáticas. Assim, o uso de uma mesma dose de fertilizante nitrogenado, sem considerar a cultivar e a condição de cultivo, aplicando-se altas doses ou todo o N no sulco de plantio, não é a melhor opção em muitas situações e pode não fornecer o N no momento em que a planta mais necessita especialmente em solos de textura arenosa, onde o nutriente é mais sujeito a lixiviação. Contudo, muitos produtores, almejando alcançar uma elevada produtividade da cultura, realizam aplicações de N de forma descontrolada e sem critérios, promovendo gastos desnecessários com fertilizantes. (ZEBARTH; ROSEN, 2007).

As formulações fertilizantes $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ como 4-14-8 e 5-20-10 são as mais utilizadas e em altas doses, como é comum, promovem o fornecimento de doses elevadas de N no sulco de plantio da cultura.

O objetivo da dose a ser aplicada deve ser otimizar a produtividade da cultura e a qualidade final do produto (tubérculos), maximizando a rentabilidade do processo e reduzindo os riscos por qualquer tipo de contaminação ambiental (BÉLANGER et al., 2000). Apenas cerca de 40 a 60% do N aplicado no solo é aproveitado pela planta de batata, sendo que uma grande porcentagem do N residual é incorporada à

matéria orgânica do solo, representando um potencial risco de ser lixiviado para o lençol freático (ZEBARTH et al., 2004; GOFFART et al., 2008).

2.4 Estimativa da necessidade de nitrogênio pelo índice relativo de clorofila

Normalmente, a dose de N ainda tem sido estabelecida por meio de curvas de resposta obtidas no campo, uma vez a limitação deste não pode ser adequadamente prevista pela análise do solo (COELHO; FONTES, 2005). Contudo, com a finalidade de avaliar o estado de N nas plantas ou até mesmo de adequar o programa de adubação para a cultura, existem técnicas de diagnóstico do estado nutricional que podem ser utilizadas. Entre os índices de N mais comuns, apresentam-se: o teor de N total ou orgânico na MS da folha ou parte da folha, a massa de MS da planta, o teor e a quantidade de N acumulada, teor de N-NO_3^- na MS ou na seiva do pecíolo, teor de clorofila na folha, índice relativo de clorofila (IRC) ou índice SPAD e intensidade da cor verde da folha (FONTES; ARAÚJO, 2007).

Os índices obtidos mediante a concentração ou faixa crítica de concentração de N-NO_3^- no pecíolo pode variar em função de fatores como cultivar, local, época e momento de avaliação e disponibilidade hídrica. Os métodos convencionais utilizados para determinação do teor de clorofila requerem destruição das folhas, extração via maceração com acetona e leitura em espectrofotômetro, o que é uma desvantagem, além de serem muito demorados e trabalhosos, além do fato de pouco se explorar a capacidade de utilizar a planta como indicadora de adequação da dose do fertilizante nitrogenado (GIL, 2001).

O uso de medidores portáteis, para avaliar o estado de N da planta em tempo real, através da análise da intensidade da coloração verde das folhas tem se mostrado um método alternativo e eficiente. Um destes medidores portáteis é o SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*) ou clorofilômetro, que apresenta como característica a facilidade de operação, proporcionando leituras instantâneas e indiretas da concentração relativa de clorofila nas folhas, de forma não destrutiva além de permitir avaliações *in situ*, podendo assim ser utilizado como uma ferramenta prática para auxiliar na decisão sobre a adubação nitrogenada (VILLAS BÔAS, 2001). O instrumento SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento processa um número ou índice SPAD que,

normalmente, é altamente correlacionado com a concentração de clorofila da folha (YADAVA, 1986). O clorofilômetro portátil tem sido utilizado com sucesso por vários pesquisadores para a determinação da época mais adequada de aplicação de N em diversas culturas, dentre as principais: 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), milho (PIEKIELEK; FOX, 1992; SMEAL; ZHANG, 1994; BLACKMER; SCHEPERS, 1995; WASKOM et al., 1996; VARVEL et al., 1997; ARGENTA et al., 2001; 2002; GODOY, 2002; ARGENTA, 2003; GODOY et al., 2006), sorgo (MARQUARD; TIPTON, 1987); soja (YADAVA, 1986) e trigo (FOLLET et al., 1992; REEVES et al., 1993; FOX et al., 1994; BREDEMEIER, 1999).

As leituras de IRC permitem detectar antecipadamente a deficiência de N, antes de ser visível para o olho humano, sendo suficientemente eficiente para corrigir a deficiência desse nutriente (SAMBORSKI et al., 2009)

No Brasil, este valor tem sido denominado como medida indireta de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997) ou IRC (MARKWELL et al., 1995; MALAVOLTA et al., 1997; GUIMARÃES et al., 1999; VILLAS BÔAS, 2001). Este índice pode ser um indicativo da necessidade da aplicação do N, desde que se conheça o nível crítico abaixo do qual a planta estaria deficiente deste nutriente, além de ter potencial de identificar situações onde a aplicação adicional de N não seja necessária, evitando investimentos desnecessários (BULLOCK; ANDERSON, 1998; MAIA et al., 2012).

Para viabilizar a utilização do IRC, tem sido proposto o uso do índice de suficiência de N (ISN), obtido pela relação entre as medidas com o clorofilômetro na planta (IRC) a ser avaliada na lavoura e a medida na planta de uma área de referência (sem deficiência de N), onde se pretende manejar a adubação nitrogenada mediante o monitoramento com o clorofilômetro. Na área referência, a dose a ser aplicada deve ser alta, entre 1,8 e 2,0 vezes a dose recomendada para a cultura, permitindo o desenvolvimento da concentração máxima de clorofila nas folhas (BARBOSA FILHO et al. 2008; 2009; MAIA et al., 2012).

Na cultura do feijão, alguns autores verificaram que a aplicação de N é indicada toda vez que o ISN das plantas da lavoura for inferior a 90% (BARBOSA FILHO et al. 2008; 2009; MAIA et al., 2012) ou 95% (SILVEIRA; GONZAGA, 2017) do ISN da área de referência. Para Jemison e Lytle (1996), ISN abaixo de 93%

indicam situações de deficiência de N na cultura do milho. Já Blackmer e Schepers (1994) e Varvel et al. (1997) utilizaram o ISN igual a 95% para prever a deficiência de N nessa cultura.

Para o manejo da adubação nitrogenada em batata com o uso do ISN, é necessário que suas leituras sejam precisas e reprodutíveis, já que pode ser influenciada por diversas situações, como, por exemplo, posição de leitura na folha (ARREGUI et al., 2000), deficiência de nutrientes e condições ambientais (SPANER et al., 2005), cultivar (HOEL, 2003), estágio de crescimento da cultura (RAMESH et al., 2002), idade da folha, temperaturas extremas, luminosidade no momento da leitura, época do ano entre outros fatores (FONTES; ARAÚJO, 2007; FONTES, 2011).

Segundo Minotti et al. (1994), o IRC medido na quarta folha mais jovem completamente expandida aumentou de acordo com a dosagem recomendada para a máxima produtividade de tubérculos comercializáveis. Li et al. (2012), ao avaliar quais as melhores folhas da batata para correlacionar com o IRC, concluiu que a determinação na quarta folha composta da batata foi melhor correlacionada com conteúdo de N presente, apresentando assim os resultados mais confiáveis, fato este que foi comprovado também por diversos autores (VOS; BOM, 1993; MINOTTI et al., 1994; GIL et al., 2002; COELHO et al., 2010; MOREIRA et al., 2011).

Giletto et al. (2010) verificaram que o limiar crítico para valores de ISN valores de foram 93,7% e 91% aos 89 e 103 dias após o plantio (DAP), respectivamente, resultados que concordam com os outros autores (GIANQUINTO et al., 2004; GOFFART et al., 2008; MAROUANI et al., 2015), além disso não encontrou associação entre leituras de IRC e ISN nos estágios de desenvolvimento inicial da cultura de batata (47-62 DAP), encontrando leituras muito altas (mais de 40 unidades SPAD), demonstrando que as plantas de batata continham níveis suficientes de N na fase inicial do seu desenvolvimento, propondo que leituras de IRC em períodos mais tardios do desenvolvimento poderiam ser úteis para definir a quantidade de N exigida pela cultura de batata.

Resumidamente pode se dizer que, após vários anos de pesquisa, a tarefa de se estabelecer critérios para a utilização do clorofilômetro na cultura da batata, tais como, um valor de ISN adequado para definir a necessidade de N mediante leitura indireta do teor de clorofila, em um estágio fenológico da planta no qual o

fornecimento de N em condição de campo, seja viável e incremente a produtividade de tubérculos, permanece ainda desafiadora, considerando a inexistência de dados com comprovação científica para a cultura da batata no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados quatro experimentos em condições de campo, sendo dois com a cultivar Agata e outros dois com a cultivar Electra, em dois locais diferentes, durante a “safra de inverno”, no ano de 2016.

3.1 Localização dos experimentos

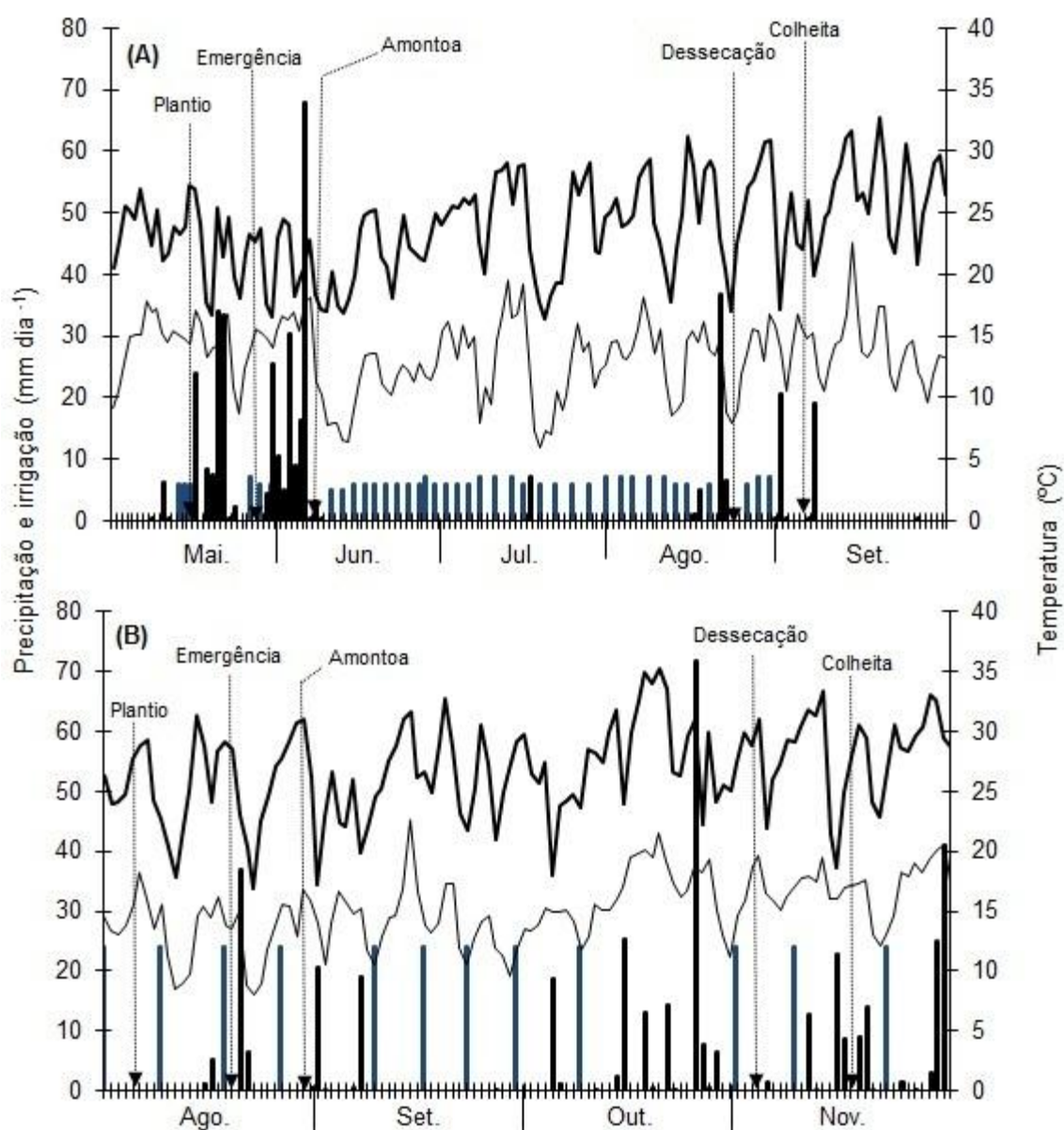
Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Lageado (Local 1), com as coordenadas geográficas de 22°51' S; 48°25' W e altitude de 786 m, e em área particular de produção de batata (Local 2), com coordenadas geográficas 22°59' S; 48°30' W e altitude de 778 m, ambas no município de Botucatu-SP. Ambos os experimentos foram conduzidos em áreas anteriormente ocupadas pela cultura do milho.

Segundo a classificação climática de Köeppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994). Na Figura 1 estão registrados os dados de precipitação pluvial, irrigação e temperaturas máxima e mínima, obtidos na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Lageado, pertencente ao Departamento de Engenharia Rural, durante o período de condução dos experimentos. Antes da instalação dos experimentos, em cada área de cultivo, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, para a análise química conforme Raij et al. (2001), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas e granulométricas dos solos, na profundidade 0-20 cm, antes da instalação dos experimentos.

Solo	pH(CaCl ₂)	MO	P _(resina)	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	V
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³									
Local 1	5,4	22	34	7	6,6	24	10	0	29	70	41	51
Local 2	5,1	29	29	4	5,9	48	19	0	32	105	73	69
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia		Silte		Argila		
	mg dm ⁻³					g kg ⁻¹		g kg ⁻¹				
Local 1	0,40	3,6	14	7,6	0,9	287		22		630		
Local 2	0,44	4,3	16	8,1	1,1	280		90		567		

Figura 1 - Precipitação pluviométrica (■), irrigação (■), temperatura mínima (—) e temperatura máxima diária (—) entre abril e novembro de 2015 no Local 1 (a) e Local 2 (b)



3.2. Caracterização das cultivares

A cultivar Agata apresenta alta produtividade, porém, possui teor muito baixo de MS nos tubérculos, sendo recomendada para o consumo na forma cozida ou assada. Apresenta maturação precoce a muito precoce. É um material susceptível a requeima das folhas (*Phytophthora infestans*), razoavelmente resistente ao vírus Yn e imune ao cancro (NIVAP, 2007; ABBA, 2009). Desde 1990 é a cultivar mais plantada no Brasil, ocupando aproximadamente 70% da área cultivada (PADUA et al., 2016).

A cultivar Electra é indicada para o mercado “in natura”, apresentando excelente aparência de pele e coloração amarela clara com alto brilho, polpa de coloração amarela clara, resistente ao esverdeamento, sendo indicada para o consumo culinário na forma cozida e assada e por apresentar um baixo arraste de óleo, pode ser utilizada para frituras. É um material que apresenta alta resistência a sarna comum (*Streptomyces* spp) e requeima das folhas e susceptibilidade ao Potato Mop Top Virus - PMTV (IPM, 2016).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Nos quatro experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis manejos do N, conforme descrito na tabela 2. Cada parcela experimental foi composta de cinco fileiras de plantas com 8 m de comprimento, espaçadas em 0,8 m, totalizando 32 m². Para as avaliações foram consideradas as três fileiras centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada fileira.

Tabela 2 - Descrição dos manejos da adubação nitrogenada utilizados nos experimentos

Manejo do N	Descrição do Manejo
M1	80 kg ha ⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha ⁻¹ de N aos 10 dias após a emergência (DAE) + 80 kg ha ⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha ⁻¹ de N aos 45 DAE (manejo referência)
M2	80 kg ha ⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha ⁻¹ de N aos 10 DAE (recomendado)
M3	160 kg ha ⁻¹ de N no sulco de plantio (baseado na adubação comumente utilizada pelos produtores, simulando aplicação utilizada de 4.000 kg ha ⁻¹ da fórmula N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 04-14-08).
M4	60 kg ha ⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha ⁻¹ de N quando as leituras do clorofilômetro indicaram ISN < 90%.
M5	60 kg ha ⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha ⁻¹ de N quando as leituras do clorofilômetro indicaram ISN < 95%.
M6	Testemunha (sem aplicação do N)

O monitoramento do Índice de Suficiência de N (ISN), mediante as leituras com o clorofilômetro (IRC), foi realizado semanalmente a partir de 10 dias após a emergência (DAE) até aproximadamente 60 DAE, sendo amostradas dez plantas e as leituras realizadas no folíolo terminal da quarta folha completamente expandida a

partir do ápice da planta, ou da folha mais velha, caso a planta ainda não apresente quatro folhas totalmente expandidas, evitando-se realizar na nervura central dos folíolos. Em cada folha foram feitas três leituras, a partir das quais foi calculada a média da parcela. Imediatamente após cada leitura foi feita coleta das mesmas folhas para análise do teor de N total.

O cálculo do ISN foi obtido através da relação das medidas dos valores das leituras do clorofilômetro (SPAD-502) em cada parcela (LA) e na parcela referência (LR) (maior dose de N aplicada) pela equação 1.

$$\text{ISN (\%)} = (\text{LA} / \text{LR}) \times 100 \dots\dots\dots (\text{Eq. 1})$$

Foram consideradas como áreas de referências as parcelas do tratamento M1, as quais receberam uma dose de 320 kg ha⁻¹ de N, aplicados 80 kg ha⁻¹ de N na semeadura, 80 kg ha⁻¹ aos 10 dias após a emergência, 80 kg ha⁻¹ aos 30 dias após a emergência e 80 kg ha⁻¹ aos 45 dias após a emergência. Quando o ISN foi maior ou igual a 90% ou 95%, dependendo do tratamento (manejo), não foi aplicado N em cobertura e quando o ISN foi menor que 90% ou 95% aplicaram-se as doses anteriormente citadas na Tabela 2, nas suas respectivas parcelas, aproximadamente 24 horas após a determinação do IRC.

3.4 Instalação e condução dos experimentos

Os solos das áreas experimentais foram manejados de forma convencional com duas gradagens pesadas e uma leve antes do plantio. Nos dias 14/05 e 04/08/2016 foram instalados os experimentos no Local 1 e Local 2, respectivamente.

Para o plantio, os sulcos foram abertos mecanicamente no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e, em seguida, realizou-se a distribuição dos fertilizantes manualmente, de acordo com os tratamentos. As doses de N foram aplicadas a fim de alcançar os níveis definidos para cada tratamento, conforme descrito na Tabela 2, utilizando como fonte de adubo o nitrato de amônio (34% de N). A adubação de plantio em ambos os experimentos foi realizada com 350 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples, 18% de P₂O₅, 16% de Ca e 10% de S) e 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio, 60% de K₂O). Também foram aplicados no sulco de plantio 4,5

kg ha⁻¹ de Zn, 0,9 kg ha⁻¹ de B, 0,4 kg ha⁻¹ de Cu, 1,5 kg ha⁻¹ de Fe, 1,0 kg ha⁻¹ de Mn, e 0,5 kg ha⁻¹ de Mo (FTE BR-12).

Em seguida, os fertilizantes foram incorporados ao solo, com auxílio de enxada, evitando assim o contato com os tubérculos-sementes. Após a distribuição e incorporação dos fertilizantes no sulco de plantio, os tubérculos-semente certificados, tipo III (diâmetro entre 30 e 40 mm), foram distribuídos manualmente, no espaçamento de 0,30 m entre eles. Foram pulverizados nos sulcos de plantio, com auxílio de pulverizador costal, os inseticidas clorpirifós (960 g i.a. ha⁻¹) e imidacloprido (200 g i.a. ha⁻¹), além do fungicida carboxina+tiram (1000+1000 g i.a. ha⁻¹) e o bactericida/fungicida casugamicina (200 g ha⁻¹), em seguida os sulcos foram fechados, nas datas descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Atividades realizadas nos experimentos.

Atividade	Local 1			Local 2		
	Data	DAP	DAE	Data	DAP	DAE
Plantio	13/05	-	-	04/08	-	-
Emergência	28/05	15	-	18/08	14	-
Cobertura	07/06	25	10	29/08	24	10
Amontoa	07/06	25	10	29/08	24	10
Dessecação	21/08	100	85	05/11	93	79
Colheita	08/09	118	103	17/11	106	92

DAP: dias após o plantio; DAE: dias após a emergência.

Observou-se que as plantas emergiram aos 15 dias após o plantio (DAP) no Local 1 e aos 14 DAP no Local 2. Nos quatro experimentos, a primeira aplicação do N em cobertura nos tratamentos M1 e M2 foram realizadas aos 10 DAE (Tabela 4). Foi feita adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio, 60% de K₂O), em sequência foi realizada a amontoa aos 10 DAE (Tabela 3).

Dos 10 aos 24 DAE, os tratamentos M4 e M5 não apresentaram deficiência de N em nenhum dos dois locais de estudo, ou seja, o ISN foi maior que 90% e 95%, respectivamente, do observado no tratamento referência (M1), não necessitando de adubação de cobertura. Aos 30 DAE, foi aplicada a segunda dose de N em cobertura para o manejo M1. Aos 31 DAE foi aplicada cobertura de N nas duas cultivares de batata, no Local 1, de acordo com o ISN < 90% para o manejo M4 e ISN < 95% para o manejo M5. Aos 38 DAE foi aplicada cobertura de N nas duas cultivares de batata, nos dois locais, de acordo com o ISN < 90% para o manejo M4 e ISN < 95% para o manejo M5. Aos 45 DAE foi realizada adubação de cobertura

para o manejo M5, que apresentou ISN < 90%, nas duas cultivares de batata, no local 2, concomitantemente, neste período foi feita a terceira dose de N em cobertura para o manejo M1. Assim, para ambas as cultivares, para o tratamento M4 foi aplicado um total de 140 kg ha⁻¹ de N no Local 1 e 100 kg ha⁻¹ no Local 2 e para o tratamento M5 foram aplicados 140 kg ha⁻¹ de N em ambos os locais (Tabela 4).

Tabela 4 - Épocas de aplicação e total de N aplicado em cada manejo e cultivar, em dois locais de cultivo.

Manejos do N	Época de aplicação de N em cobertura		Total N aplicado	
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2
	DAE		kg ha ⁻¹	
	Agata			
M1	10, 30 e 45	10, 30 e 45	320	320
M2	10	10	160	160
M3	-	-	160	160
M4	31 e 38	38	140	100
M5	31 e 38	38 e 45	140	140
M6	-	-	0	0
	Electra			
M1	10, 30 e 45	10, 30 e 45	320	320
M2	10	10	160	160
M3	-	-	160	160
M4	31 e 38	38	140	100
M5	31 e 38	38 e 45	140	140
M6	-	-	0	0

DAE: dias após emergência

O controle de plantas invasoras foi realizado aos 7 DAP, utilizando os herbicidas metribuzim (480 g i.a. ha⁻¹) e paraquate (300 g i.a. ha⁻¹) nos dois locais. Quando necessário foi realizado com capina manual. Em todos os experimentos, o controle fitossanitário foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura, sendo que no Local 2, foram feitos também de acordo com os critérios adotados pelo produtor (Tabelas 5 e 6).

As plantas de batata de ambos os experimentos foram dessecadas com herbicida paraquate (600 g i.a. ha⁻¹), sendo a colheita de tubérculos realizada 18 e 13 dias após, respectivamente, no Local 1 e Local 2 (Tabela 3).

Tabela 5 – Tratamento fitossanitário empregado nos experimentos do Local 1.

Data da aplicação	Ingrediente ativo	Dose g i.a. ha ⁻¹
01/06/2016	mancozebe	1125
	cloridrato de propamocarbe+fluopicolide	937+656
06/06/2016	casugamicina	60
	imidacloprido	70
	mancozebe	1500
10/06/2016	fipronil	160
	metiran+piraclostrobina	1650+150
17/06/2016	tiofanto metílico+clorotalonil	400+1000
	clorofinapir	168
	imidacloprido	80
24/06/2016	metiran+piraclostrobina	1650+150
	oxicloreto de cobre	620
01/07/2016	tiametoxan+lambda-cialotrina	14,1+10,6
	boscalida	75
	mancozebe	1500
08/07/2016	casugamicina	60
	ciazofanida	69
15/07/2016	oxicloreto de cobre	620
	metamidofós	348
22/07/2016	tiofanto metílico+clorotalonil	400+1000
	clorofinapir	168
	imidacloprido	80
29/07/2016	clorotalonil	1562
	tiflubenzuron	26
	dimetorfe+cloratoloil	58+290
05/08/2016	casugamicina	60
	mancozebe	1500
	azoxistrobina+difenaconazol	72+45
12/08/2016	oxicloreto de cobre	620
	metamidofós	348

3.5 Avaliações

3.5.1 Índice relativo de clorofila

O IRC foi determinado utilizando um clorofilômetro portátil, modelo SPAD-502 (*Soil and Plant Analysis Development*) da Minolta Co., Osaka, Japão (1989). Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado com o verificador de leitura (“reading checker”) de acordo com as recomendações do manual. Foi tomado o cuidado de não amostrar plantas anômalas (com ataque de pragas e ocorrência de doenças) e atípicas (fora de espaçamento).

As determinações do IRC foram realizadas no período da manhã (08h00min-10h00min), sombreando o aparelho com o corpo, para evitar a interferência da luz solar. As mesmas foram iniciadas aos 10 DAE e a partir desta data, as leituras foram

tomadas, semanalmente, ou seja, aos 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52 e 59 DAE, amostrando-se dez plantas por unidade experimental, sendo que em cada folha avaliada como diagnóstica (quarta folha totalmente expandida a partir do ápice) foram realizadas três leituras, somando, assim, 30 leituras por parcela, a partir das quais foi calculada a média. Na primeira leitura (10 DAE), como as plantas não apresentaram ainda quatro folhas totalmente expandidas, as leituras foram tomadas na folha mais velha totalmente expandida a partir do ápice.

Tabela 6 – Tratamento fitossanitário empregado nos experimentos do Local 2.

Data da aplicação	Ingrediente ativo	Dose g i.a. ha ⁻¹
22/08/2016	mancozebe	2250
	clorpirifós	480
27/08/2016	mancozebe	2250
	oxicloreto de cobre	1344
	profenós+lufenuron	200+20
01/09/2016	oxicloreto de cobre	1344
	mancozebe	2250
	tiametoxan+lambda-cialotrina	85+64
	cloridrato de propamocarbe	722
05/09/2016	metribuzin	144
	mancozebe	2250
10/09/2016	mandipropamida	100
	profenós+lufenuron	200+20
	oxicloreto de cobre	1344
15/09/2016	mancozebe	2250
	acefato	1125
	mancozebe	2250
21/09/2016	cloridrato de cartap	750
	oxicloreto de cobre	1344
26/09/2016	lufenuron	30
	mancozebe	2250
30/09/2016	clorpirifós	480
	mancozebe	2250
05/10/2016	profenós+lufenuron	200+20
	cresoxim-metílico+tebuconazol	100+125
	oxicloreto de cobre	1344
10/10/2016	acefato	1050
	mancozebe	2250
17/10/2016	cloridrato de cartap	750
	paraquate	500
26/10/2016	clorpirifós	720

3.5.2 Teor de nitrogênio na folha

Após a determinação do IRC, as folhas avaliadas foram imediatamente coletadas, submetidas à lavagem com água destilada, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar para secagem a 65 °C por

aproximadamente 72 h e posteriormente moídas para análise do teor de N total, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.5.3 Teor de nutrientes na folha diagnose

Em todos os experimentos, nas folhas amostradas aos 31 DAE também foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn e Mn (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

3.5.4 Quantidade de MS acumulada e teor e extração de nitrogênio

Para determinar o acúmulo de MS e o teor e a extração de N pela cultura, foram coletadas quatro plantas na área útil de cada parcela experimental no final do ciclo, ou seja, antes da dessecação, período no qual a cultura atinge o acúmulo máximo de MS e de nutrientes (FERNANDES et al., 2010; FERNANDES; SORATTO; SILVA, 2011).

Depois de colhidas, as plantas foram lavadas, separada em tubérculos e resto da planta (folhas, caules, estolões e raízes) e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 96 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da MS e moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 1 mm. Esta porção 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 e realizada o somatório para o cálculo da quantidade de N absorvida.

3.5.5 Número, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos

Na colheita foram coletados tubérculos de 15 plantas da área útil de cada unidade experimental. Estes foram lavados, contados e classificados segundo o diâmetro em quatro classes: especial (tubérculos com diâmetro maior que 45 mm), primeira (tubérculos com diâmetro entre 33 e 45 mm), segunda (tubérculos com diâmetro entre 23 e 33 mm) e miúda (tubérculos com diâmetro inferior a 23 mm). Após classificados os tubérculos foram pesados para determinação da produtividade de tubérculos por classe. A partir do somatório de todas as classes foi determinada a produtividade total de tubérculos.

3.5.6 Massa média de tubérculos

Foi obtida mediante a relação entre o peso total e o número total de tubérculos de cada parcela obtida após contagem e classificação dos tubérculos.

3.5.7 Porcentagem de MS nos tubérculos

Para a determinação da MS uma amostra de tubérculos (proporcional entre todos os tamanhos) de cada tratamento, foi coletada aleatoriamente e pesada (peso fresco), fatiadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, obtendo-se a MS.

3.5.8 Produtividade relativa de tubérculos

A produtividade relativa foi obtida calculando-se a porcentagem de aumento da média de produtividade de tubérculos em cada tratamento com N em relação à média da testemunha (sem aplicação de N, tratamento M6).

3.5.9 Eficiência de utilização do nitrogênio aplicado

Foi determinado mediante a relação kg ha^{-1} de tuberculos incrementado / kg ha^{-1} de N aplicado em cada tratamento, em relação ao tratamento testemunha (sem aplicação de N).

3.6 Análise estatística

Para cada experimento separadamente, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram estabelecidas correlações lineares como medida de dependência entre a leitura do clorofilômetro (IRC) e o teor de N na folha coletada no momento da leitura do clorofilômetro. Para verificar a significância do coeficiente de correlação foi utilizado o teste t.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

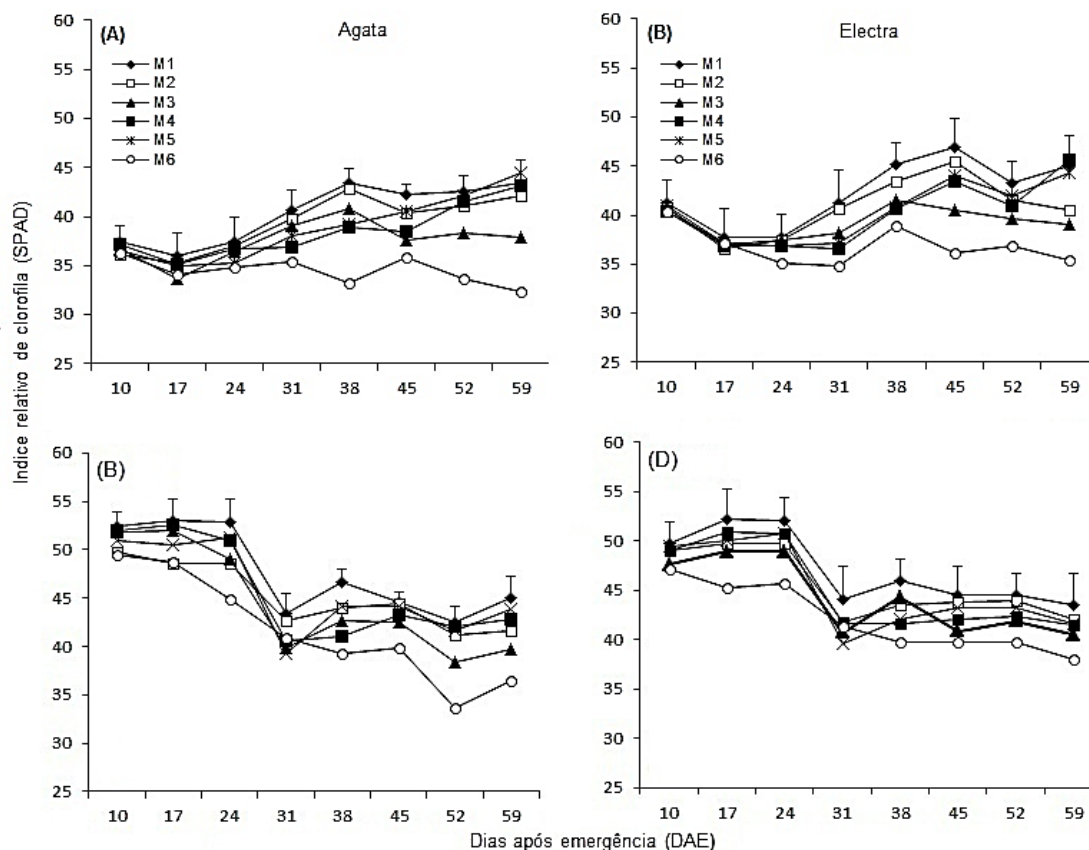
4.1 Estimativa da nutrição nitrogenada pelo índice relativo de clorofila

No Local 1, os valores de IRC para a cultivar Agata apresentaram, em todos os tratamentos, ligeira redução dos 10 aos 17 DAE, a partir desse período ocorreu aumento nos valores com o decorrer do ciclo da cultura, especialmente nos tratamentos que receberam aplicação de N (Figura 2A). A partir dos 31 DAE foi notada diferença entre o tratamento referência (M1) os tratamentos manejados com clorofilômetro (M4 e M5) e a testemunha (M6), até o final das avaliações aos 59 DAE. A partir de 38 DAE, todos os tratamentos com aplicação de N apresentaram valores de IRC superiores que o tratamento M6.

No Local 2, os valores de IRC para a cultivar Agata apresentaram diferenças entre o tratamento referência (M1) e a testemunha (M6), dos 10 aos 59 DAE (Figura 2B). Dos 10 aos 17 DAE, o tratamento M4 apresentou valores próximos ao M1. O tratamento M5 apresentou diferença no valor de IRC em relação a M1, dos 10 aos 17 DAE, igualando-se aos 24 DAE, porém com valores abaixo do tratamento M1. A partir dos 31 DAE houve queda acentuada nos valores de IRC de M4 e M5, que aumentaram ligeiramente aos 45 DAE e a partir desse período mantiveram-se semelhantes até o final das avaliações aos 59 DAE.

Como observado para a cultivar Agata, no Local 1, a cultivar Electra apresentou redução nos valores de 10 aos 17 DAE em todos os tratamentos (Figura 2C). A partir dos 31 DAE, os valores de IRC de todos os tratamentos com aplicação de N (M2, M3, M4 e M5) apresentaram aumento, diferenciando estes do tratamento referência (M1). Ao final das avaliações, os tratamentos M4 e M5 apresentaram valores semelhantes ao observados no M1. Dos 10 aos 24 DAE, os valores de IRC do tratamento M1 na cultivar Electra, no Local 2, foram semelhantes aos demais tratamentos com aplicação de N (M2, M3, M4 e M5), no entanto, aos 31 DAE apresentaram redução acentuada nos valores de IRC (Figura 2D). Dos 31 DAE aos 38 DAE o tratamento referência (M1) apresentou os maiores valores de IRC que se manteve estável até o final das avaliações, aos 59 DAE. Entre 38 e 59 DAE aos valores de IRC proporcionados pelos tratamentos M1 e M2 foram maiores que a testemunha (M6).

Figura 2 – Índice relativo de clorofila (SPAD) nas folhas das cultivares de batata Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais, Fazenda Experimental Lageado (A e C) e área de produção comercial (B e D), em função do manejo da adubação nitrogenada.



Legenda: M1: 80 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 80 kg ha^{-1} de N aos 10 dias após a emergência (DAE) + 80 kg ha^{-1} de N aos 30 DAE + 80 kg ha^{-1} de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 80 kg ha^{-1} de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 40 kg ha^{-1} de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 40 kg ha^{-1} de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. Barras verticais são indicativo do valor de DMS pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores críticos de IRC (SPAD) obtidos no presente experimento, no Local 1, foram observados no tratamento M5 para ambas as variedades, sendo, 44,4 para a cultivar Agata e 45,6 para a cultivar Electra, por outro lado, no Local 2, os maiores valores de IRC (SPAD) foram obtidos no tratamento M1, com valores de 45,6 para a cultivar Agata e 52,2 para a cultivar Electra. Segundo Arregui et al. (2000), Fontes e Araújo (2007), Silva et al. (2009) e Coelho et al. (2013), o valor crítico do índice SPAD pode ser afetado por vários fatores como posição de leitura na folha, estado hídrico da folha, genótipo, estágio de crescimento da planta, idade da folha, temperaturas extremas, luminosidade no momento da leitura, época do ano,

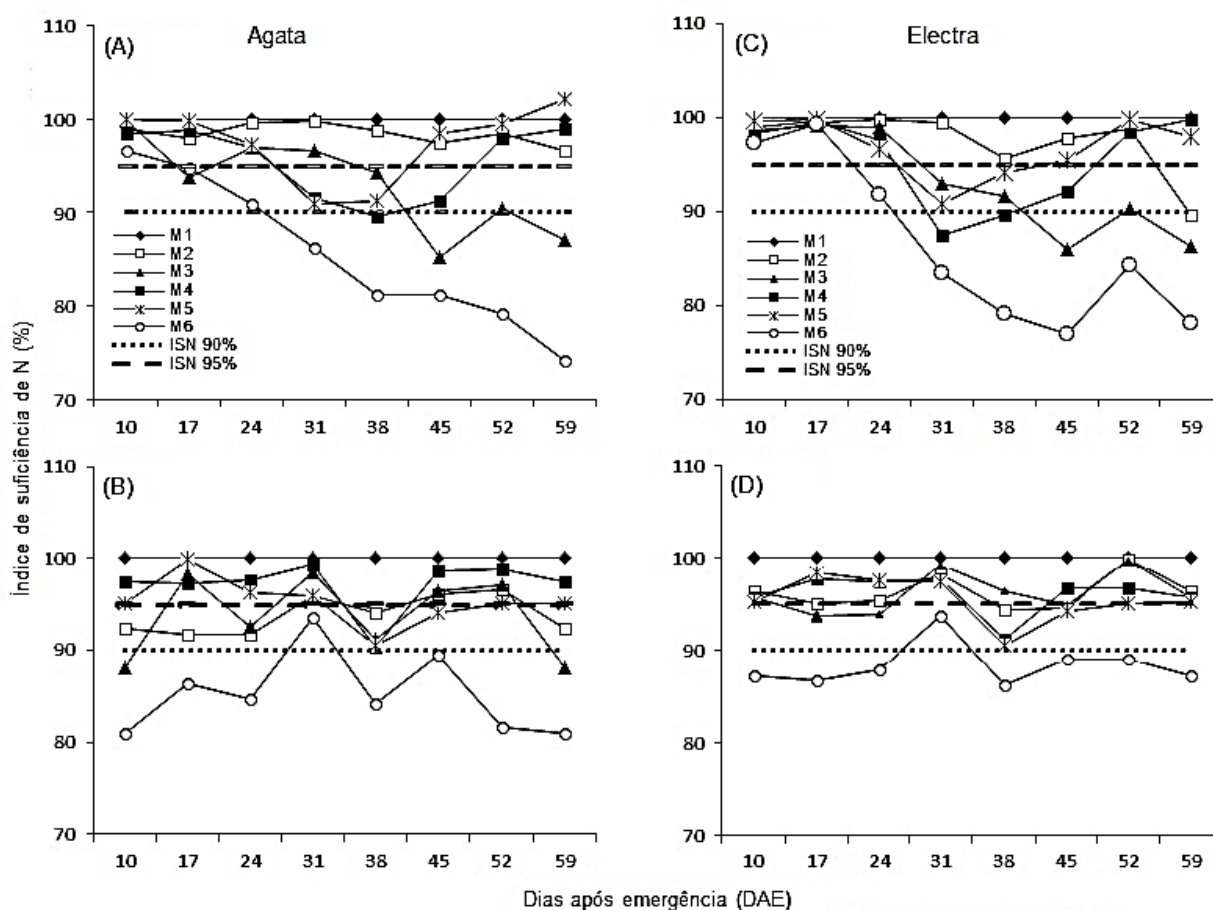
inclusão da nervura na leitura e outros como até mesmo o procedimento adotado para os cálculos da dose ótima de N e do nível crítico.

De maneira geral, os valores obtidos nos dois locais de cultivo corroboram resultados observados por Gil et al. (2002), Silva et al. (2009), Busato et al. (2010), Fontes et al. (2010) e Coelho et al. (2012), que verificaram variação de 35 a 53 no valor crítico do índice SPAD medido na quarta folha da batata em diferentes condições experimentais, épocas de plantio e cultivares. É importante ressaltar ainda que os valores estão próximos do que Malavolta et al. (1997) consideraram como adequado para a cultura da batata, de 49 a 56 unidades SPAD, uma vez que deficiência de N é imediatamente refletida em baixas concentrações de clorofilas as quais são registradas por baixos valores de SPAD. Segundo Cardoso (2011), a concentração de clorofila nas folhas é reduzida com o avanço do desenvolvimento da batateira em todas as cultivares. Porém, no presente estudo foi observado incremento nos valores de IRC entre as avaliações realizadas entre 17 e 45 DAE, no Local 1, que pode ser justificado pela realização de leituras de folhas mais jovens devido ao desenvolvimento mais lento que a cultura apresentou neste local de estudo, uma vez que folhas mais jovens são mais sensíveis à variações de N, o que influencia no valor obtido de IRC (Figuras 2A e 2C). Maia et al. (2017) relatou diferentes IRC, ao analisar folhas com diferentes fases fenológicas na cultura do feijão, indicando que diferenças morfofisiológicas, quantidade de pigmento presente e estrutura foliar podem influenciar nos valores obtidos de IRC.

No Local 1, o ISN dos 10 aos 24 DAE apresentaram valores médios de 98,1% e 98,7%, respectivamente, para os tratamentos M4 e M5, na cultivar Agata, e 98,8% e 98,7%, respectivamente, para M4 e M5, na cultivar Electra (Figuras 3A e 3C), ou seja, valores acima de 90% para M4 e de 95% para M5, indicando que não havia necessidade da aplicação de N em cobertura. Aos 31 DAE, o ISN observado do tratamento M4 foi de 89,9% para a cultivar Agata e 87,5% para a cultivar Electra. Já no tratamento M5 foi observado ISN de 91% para a cultivar Agata e 90,8% para a cultivar Electra, indicando assim a necessidade da primeira adubação de cobertura nos dois manejos, a qual foi realizada no dia seguinte, no período da manhã, aplicando-se 40 kg ha⁻¹ de N. Considerando-se que foi realizada adubação de cobertura, com aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N, no tratamento referência (M1) aos 30 DAE, aos 38 DAE foi observado novamente que os ISN dos tratamentos M4 e M5 mantiveram-se abaixo dos valores pré-estabelecidos, ou seja, o tratamento M4

apresentou ISN de 89,5% para a cultivar Agata e 89,7% para a cultivar Electra e para o tratamento M5, o ISN foi de 91,3% para a cultivar Agata e 94,2% para a cultivar Electra, implicando uma nova adubação de cobertura em ambos os tratamentos e cultivares, realizada no dia seguinte. Dos 45 DAE até o final das avaliações, aos 59 DAE, não foram verificados valores de ISN abaixo dos limites, mesmo sendo realizada uma nova aplicação de N em cobertura no tratamento M1 aos 45 DAE, não necessitando assim, de novas aplicações de N em cobertura nos manejos com clorofilômetro.

Figura 3 – Índice de suficiência de N (ISN) nas folhas das cultivares de batata Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais, Fazenda Experimental Lageado (A e C) e área de produção comercial (B e D), em função do manejo da adubação nitrogenada.



Legenda: M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 dias após a emergência (DAE) + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha.

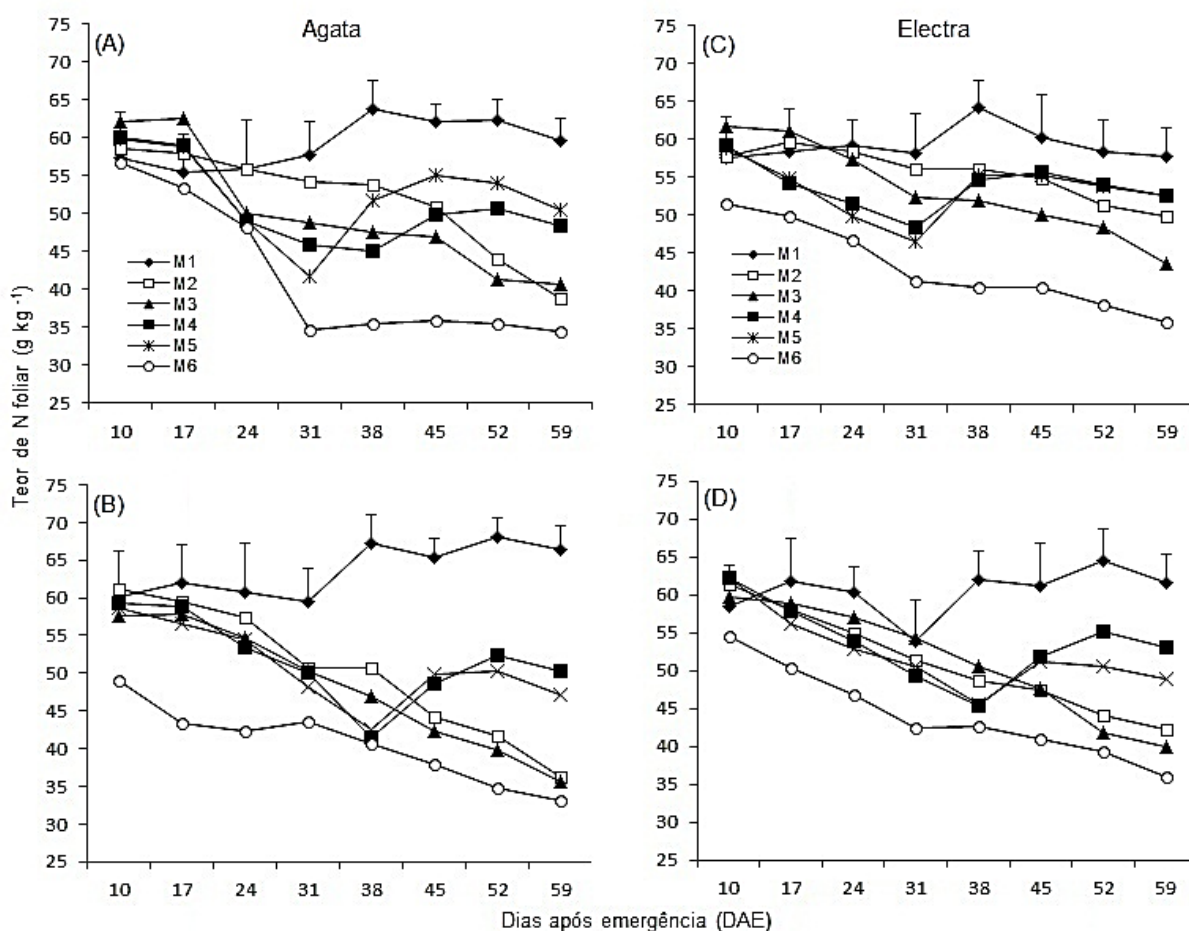
No Local 2, dos 10 DAE aos 31 DAE, os valores de ISN ficaram acima de 90% para o tratamento M4 e acima de 95% para o tratamento M5, indicando que não havia necessidade da aplicação de N em cobertura para os tratamentos baseados no clorofilômetro (M4 e M5), para ambas as cultivares (Figuras 3B e 3D). Aos 38 DAE, o ISN observado no tratamento M4 foi de 89,7% para cultivar Agata e 89,9% para cultivar Electra, da mesma forma observou-se ISN no tratamento M5 de 90,5% na cultivar Agata e 90,6% na cultivar Electra, indicando a necessidade da primeira adubação de cobertura nos dois manejos em ambas as variedades, a qual foi realizada no período da manhã do dia seguinte, aplicando-se 40 kg ha^{-1} de N. Aos 45 DAE foi observado que os ISN no tratamento M4 de ambas as cultivares estavam acima de 90%, não necessitando de adubação de cobertura neste tratamento, porém no mesmo período observado nota-se que o ISN do tratamento M5 manteve-se abaixo dos valores de 95%, sendo 94,3% para a cultivar Agata e 94,5% para a cultivar Electra, totalizando assim aplicação de 100 kg ha^{-1} de N, no tratamento M4 e 140 kg ha^{-1} de N no tratamento M5, no Local 2. Dos 52 DAE aos 59 DAE, não foram verificados ISN abaixo do limite para nenhum dos dois tratamentos manejados com clorofilômetro, em ambas as cultivares.

A determinação do ISN é importante justamente por detectar carências de N na planta jovem, no caso da batata, no início da tuberização, assegurando altas produtividades no final do ciclo da cultura, pois após esse período a absorção de N é muito intensa pela planta. Segundo estudos de Coelho (2011), o uso do ISN de 0,95 (95%) não foi adequado para a batateira, pois para a obtenção de 95% da produtividade relativa, o ISN estimado foi 98%, porém, ainda se têm dúvidas sobre a dose a ser utilizada na parcela de referência e qual ISN deve ser utilizado para melhor predizer a necessidade da cultura da batata, uma vez que quanto mais próximo de 100% de ISN, maior será o número de adubações de cobertura necessárias, o que não demonstraria a necessidade real de demanda de N pela cultura em determinado estágio de desenvolvimento, além de que os estudos citados apenas comparam a relação entre clorofila e produtividade, sem considerar a utilização de uma área referência para o manejo da adubação nitrogenada.

No Local 1, os teores de N foliar observados na cultivar Agata, apresentaram valores constantes dos 10 DAE aos 17 DAE e não apresentaram correlação com IRC (Figura 4A; Tabela 7). Dos 17 DAE aos 24 DAE foi observado uma queda acentuada no teor de N foliar nos tratamentos M3, M4, M5 e M6, que apresentaram

valores semelhantes. Dos 31 aos 38 DAE, o teor de N no tratamento referência (M1) apresentou aumento devido à aplicação de N em cobertura aos 30 DAE, da mesma forma, notou-se aumento dos teores de N nos tratamentos M4 e M5 após determinação de valores abaixo do pré-estabelecido de ISN aos 31 DAE.

Figura 4 – Teor de N nas folhas das cultivares de batata Agata (A e B) e Electra (C e D), cultivadas em dois locais, Fazenda Experimental Lageado (A e C) e área de produção comercial (B e D), em função do manejo da adubação nitrogenada.



Legenda: M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 dias após a emergência (DAE) + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. Barras verticais são indicativo do valor de DMS pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dos 45 DAE aos 59 DAE os teores de N foram reduzidos de acordo com o decorrer do desenvolvimento da cultura, havendo correlação linear positiva dos 24 aos 59 DAE, comprovando a eficiência da utilização do clorofilômetro como método para estimar a necessidade de N na cultura da batata, assim sendo observa-se que

o tratamento M1 (referência) atingiu 59,5 g kg⁻¹ de N e o tratamento testemunha (M6) 34,4 g kg⁻¹ (Figura 4A Tabela 7).

No Local 2, a cultivar Agata apresentou teores de N estabilizados no período de 10 DAE a 31 DAE (Figura 4B). Com exceção da primeira avaliação, aos 10 DAE, em todos os outros períodos analisados, houve correlação positiva de forma significativa (Tabela 7). Aos 31 DAE o tratamento referência (M1) apresentou maiores teores de N foliar ao ser comparado com os outros manejos que receberam N (M2, M3, M4 e M5), que apresentaram valores semelhantes. Aos 38 DAE ocorreu uma redução nos teores de N foliar, nesse período, os teores dos tratamentos M4 e M5 foram semelhantes ao do tratamento testemunha (M6) e compatíveis com os dados observados de ISN, indicando necessidade de adubação de cobertura. Dos 45 DAE aos 59 DAE, ocorreu aumento nos teores de N foliar do manejo referência e dos tratamentos que receberam adubação de cobertura (M4 e M5) em relação aos demais tratamentos que apresentaram redução nos teores de N foliar.

A cultivar Electra, no Local 1, apresentou correlação linear positiva significativa dos teores de N foliar com o IRC dos 24 aos 59 DAE (Tabela 7) e redução dos teores de N dos tratamentos M4 e M5, assim como observado no IRC (Figura 4C). Aos 31 DAE, os teores de N de todos os tratamentos foram reduzidos e de acordo com ISN houve necessidade de adubação nos tratamentos conduzidos com o clorofilômetro (M4 e M5). Dos 38 DAE até o final das avaliações (59 DAE), os teores de N dos manejos M2, M4 e M5 foram semelhantes.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação linear simples entre o índice relativo de clorofila (IRC) e teor de N foliar das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Dias após emergência (DAE)	Agata		Electra	
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2
	Coeficientes de correlação (<i>P</i> > <i>F</i>)			
10 DAE	-0,114 (0,601)	0,092 (0,673)	-0,017 (0,932)	0,324 (0,128)
17 DAE	-0,247 (0,242)	0,722 (<0,001)	-0,286 (0,177)	0,623 (0,001)
24 DAE	0,407 (0,050)	0,737 (<0,001)	0,525 (<0,001)	0,697 (<0,001)
31 DAE	0,846 (<0,001)	0,578 (<0,001)	0,875 (<0,001)	0,122 (0,576)
38 DAE	0,791 (<0,001)	0,740 (<0,001)	0,877 (<0,001)	0,836 (<0,001)
45 DAE	0,582 (<0,001)	0,631 (<0,001)	0,843 (<0,001)	0,733 (<0,001)
52 DAE	0,773 (<0,001)	0,725 (<0,001)	0,792 (<0,001)	0,621 (<0,001)
59 DAE	0,743 (<0,001)	0,793 (<0,001)	0,877 (<0,001)	0,722 (<0,001)

DAE: dias após emergência.

Aos 10 DAE, a cultivar Electra, no Local 2, não apresentou correlação significativa entre teores de N e o IRC (Tabela 7), sendo assim, apresentou teores de N foliar semelhantes entre o tratamento referência (M1) e os tratamentos que receberam aplicação de N em cobertura (M2, M3, M4 e M5), mantendo-se este valores semelhantes até os 31 DAE (Figura 4D). Dos 17 aos 59 DAE, com exceção dos 31 DAE, houve correlação linear positiva entre teor de N e IRC, nesse mesmo período os teores de N foliar do tratamento referência (M1) seguiram aumentando, diferenciando dos demais tratamentos. Exceto os tratamentos M4 e M5, que receberam adubações de cobertura, notou-se que os índices dos tratamentos sem parcelamento de N (M3 e M2), apresentaram reduções dos teores até o final das observações, aos 59 DAE, de acordo com o desenvolvimento da cultura da batata.

Segundo Gianquinto e Bona (2000), a alta correlação entre teor de N foliar e IRC é válida para determinar o momento exato da adubação nitrogenada, pois, a maior proporção de N está localizada na parte aérea, principalmente nas folhas, além disso, a obtenção de um índice relativo da clorofila na folha (IRC) não responde ao consumo de luxo de N pela planta, e sim, a correlação entre o IRC e a concentração de N, fato que pode ser observado nesse experimento e confirmando estudos de Godoy et al., 2008.

4.2 Teores de nutrientes na folha diagnose

Em ambas as cultivares, houve efeito da interação entre local e manejo da adubação nitrogenada sobre o teor de N na folha diagnose aos 31 DAE (Tabela 8). Para a cultivar Agata, os maiores teores foliares de N foram observados nos tratamentos M1, M2 e M3, do Local 1, e nos tratamentos M1 e M2 Local 2. Para a Electra, no Local 1, todos os tratamentos que receberam aplicação de N apresentaram teores foliares desse nutriente maiores que o tratamentos testemunha (M6). No Local 2, os tratamentos M1 e M2 apresentaram os maiores teores e a testemunha os menores, semelhante ao observado para a Agata. De maneira geral, tratamentos que receberam maiores doses de N apresentaram maiores teores de N foliar. No Local 2, o parcelamento da dose recomendada de N (M2), proporcionou os maiores teores de N foliar quando comparada com aplicação única no sulco de plantio (M3). Na cultivar Agata, os tratamentos M4 e M5 apresentaram maiores

teores de N foliar no Local 2 que no Local 1. Na cultivar Electra, nos tratamentos M1 e M2 o Local 2 proporcionou maiores valores que o Local 1.

Tabela 8 - Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na folha diagnose das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	N		P		K	Ca	Mg	S
	L1	L2	L1	L2				
g kg ⁻¹								
Agata								
Local								
L1	-	-	-	-	41,6a	8,8a	3,1b	2,6a
L2	-	-	-	-	39,8a	7,5b	4,4a	2,9a
Manejo do N								
M1	57,7Aa	59,2aA	4,2aA	2,9aB	41,5ab	8,3a	4,1a	3,0a
M2	54,5Aa	55,8aA	3,3bA	2,5abB	44,3a	8,2a	3,9a	2,1a
M3	48,7Ba	50,3bA	3,4bA	2,2abB	41,8ab	8,0a	3,6a	2,7a
M4	45,8bcA	48,3bA	3,4bA	2,3abB	39,8ab	8,1a	3,5a	2,7a
M5	41,7cB	50,0bA	3,5abA	2,2abB	37,1b	8,1a	3,5a	2,9a
M6	34,7dA	43,5cB	4,0abA	2,1bB	39,9ab	8,6a	3,9a	2,8a
FV	<i>P > F</i>							
Local (L)	0,001		<0,001		0,118	0,006	<0,001	0,107
Manejo (M)	<0,001		0,005		0,021	0,975	0,468	0,211
L x M	0,002		0,040		0,105	0,755	0,785	0,397
CV(%)	4,1		11,2		9,1	17,0	21,2	25,5
Electra								
Local								
L1	-	-	2,3b		38,9b	8,6a	4,0a	2,6a
L2	-	-	3,9a		44,0a	9,0a	3,5b	2,6a
Manejo do N								
M1	53,9aB	58,1aA	3,0a		43,1a	8,7a	3,6a	2,5a
M2	51,4aB	56,1abB	2,9a		42,1ab	8,3a	3,5a	2,4a
M3	54,7aA	52,2bcA	3,4a		43,3a	7,6a	3,1a	2,7a
M4	50,5aA	48,4cdA	3,0a		40,5ab	9,8a	4,2a	2,6a
M5	49,3aA	46,6deA	3,2a		38,3b	8,9a	4,1a	2,9a
M6	42,4bA	41,4eA	3,0a		41,5ab	9,3a	4,0a	2,7a
FV	<i>P > F</i>							
Local (L)	0,786		<0,001		<0,001	0,412	0,026	0,764
Manejo (M)	0,001		0,834		0,013	0,139	0,096	0,509
L x M	0,013		0,313		0,206	0,714	0,675	0,691
CV(%)	4,7		22,5		6,4	26,7	21,5	19,9

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com exceção do tratamento testemunha (M6) no Local 1, que apresentou teores de 34,7 g kg⁻¹ para a cultivar Agata, em todos os tratamentos nos dois locais e em ambas as cultivares, os teores estão dentro da faixa considerada adequada para batateira, que é de 40 e 50 g kg⁻¹ de N (LORENZI et al., 1997), e bem próximo aos valores obtido por Fernandes, Soratto e Silva (2011) de 53 g kg⁻¹ de N, uma vez que a cultura da batata apresenta potencial para atingir teor de até 60 g kg⁻¹ de N na folha diagnose (JONES JUNIOR, 1991).

Quanto ao teor de P foliar, houve efeito da interação entre local e manejos da adubação nitrogenada para a cultivar Agata e apenas efeito de local para cultivar Electra (Tabela 8). Para a cultivar Agata, no Local 1, os maiores valores de P foram observados nos tratamentos M1, M5 e M6, porém em todos os tratamentos os teores de P estavam dentro da faixa tida como adequada para a cultura, que é de 2,5 a 5 g kg⁻¹ (LORENZI et al., 1997). No Local 2, apenas o tratamento M6 proporcionou teor menor que o M1; contudo, nos tratamentos M3, M4, M5 e M6 os teores estavam abaixo da faixa tida como adequada. Essa menor concentração de P na folha diagnose da batateira observada no Local 2, provavelmente, está relacionada com a menor disponibilidade de P no solo (Tabela 1), assim como foi observado por Fernandes, Soratto e Pilon (2015), ou pelos maior crescimento vegetativo da cultura, o que pode ter proporcionado um efeito de diluição.

Na cultivar Agata, o teor foliar de K foi influenciado somente pelos manejos de N, sendo o tratamento M3 o que apresentou os maiores teores de K 44,3 g kg⁻¹, em contrapartida, a cultivar Electra, sofreu influência do local, apresentando o maior teor de K 44,0 g kg⁻¹ no Local 2 e dos manejos de N, sendo observados no tratamento M3 o maior teor de 43,3 g kg⁻¹ (Tabela 8). Para ambas as cultivares, o tratamento M5 foi o que proporcionou menores valores de K. Com exceção do tratamento M5, em ambas as cultivares, e dos tratamentos M4 e M6 na cultivar Agata, os teores de K permaneceu dentro da faixa considerada adequada (40 a 65 g kg⁻¹ de K) por Lorenzi et al. (1997).

Os teores foliares de Ca, na cultivar Agata, foram influenciados pelo local de cultivo com teores de 8,8 g kg⁻¹ de Ca, no Local 1, e 7,5 g kg⁻¹, no Local 2 (Tabela 8). De maneira geral, em todos os tratamentos, os teores de Ca na folha diagnose permaneceram abaixo da faixa considerada adequada por Lorenzi et al. (1997), que é de 10 a 20 g kg⁻¹ e dentro do estabelecido por Jones Junior (1991) que é de 7,6 a 10 g kg⁻¹, este fato também foi observado em estudos realizados por Fernandes et

al. (2011), o que justifica que uma nova faixa de valores deve ser revista para ser considerada como ideal para a cultura da batata. O Ca é absorvido pelas raízes como Ca^{2+} , podendo sua absorção ser diminuída por altas concentrações de K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+ no meio de cultivo (VITTI et al., 2007).

Tabela 9 - Teores de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) na folha diagnose das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg ⁻¹				
Agata				
Local				
L1	23,6b	221,2b	190,4a	126,5a
L2	213,8a	556,1a	194,7a	34,2b
Manejo do N				
M1	111,3a	457,4a	226,7a	85,8a
M2	117,4a	316,2a	175,7a	91,0a
M3	115,2a	375,6a	185,8a	79,6a
M4	115,7a	439,2a	195,4a	66,6a
M5	132,3a	383,8a	210,8a	85,8a
M6	120,4a	348,0a	160,8a	73,3a
FV	<i>P > F</i>			
Local (L)	<0,001	<0,001	0,778	<0,001
Manejo(M)	0,655	0,972	0,181	0,113
L x M	0,480	0,340	0,576	0,189
CV(%)	21,3	27,0	26,7	22,1
Electra				
Local				
L1	24,0b	612,2b	210,1a	111,1a
L2	248,7a	2199,2a	214,0a	37,0b
Manejo do N				
M1	143,7a	1024,5b	217,6a	82,9a
M2	138,2a	1487,4ab	211,4a	79,5a
M3	127,1a	1432,6ab	233,4a	79,7a
M4	146,4a	1395,0ab	226,7a	68,5a
M5	123,5a	1354,1ab	187,2a	68,6a
M6	138,7a	1740,6a	195,7a	68,9a
FV	<i>P > F</i>			
Local (L)	<0,001	<0,001	0,757	<0,001
Manejo(M)	0,642	0,052	0,273	0,145
L x M	0,450	0,332	0,285	0,065
CV(%)	23,0	28,1	20,1	21,2

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em ambas as cultivares, houve influência do local de cultivo sobre os teores foliares de Mg, sendo que para a cultivar Agata os maiores teores foram observados no Local 2 ($4,4 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto na cultivar Electra, os maiores valores de Mg, foram encontrados no Local 1 (Tabela 8). Nos resultados que foram obtidos em todos os tratamentos, os teores foliares de Mg ficaram dentro do intervalo considerado como adequado por Lorenzi et al. (1997), que é de 3 a 5 g kg^{-1} .

Na Tabela 8, verificou-se que para ambas as cultivares, não houve efeito de nenhum dos fatores estudados em relação ao teor foliar de S, que apresentaram valor médio de $2,6 \text{ g kg}^{-1}$ de S, tanto para a cultivar Agata quanto para a cultivar Electra (Tabela 8), e os resultados obtidos ficaram dentro do intervalo que Lorenzi et al. (1997), considera ideal, entre 2,5 e $5,0 \text{ g kg}^{-1}$.

O teor foliar de Cu foi afetado apenas pelo local, nas duas cultivares estudadas, sendo que o Local 2, foi observado os maiores valores de Cu (Tabela 9). De acordo com Lorenzi et al. (1997), os teores de Cu na folha da batateira considerados dentro da faixa adequada estão entre 7 e 20 mg kg^{-1} ; no entanto, os teores Cu obtidos na folha diagnose ficaram muito acima desta faixa. Estes valores elevados podem ser explicados devido à aplicação de 5 kg ha^{-1} do fertilizante FTE no plantio, que possui 7,5% de Cu em sua formulação, e a aplicações recorrentes de oxiclreto de Cu, realizadas como parte do tratamento fitossanitário na cultura da batata, em datas próximas da coleta para folha diagnose (Tabela 6).

Houve efeito isolado do local sobre o teor de Fe foliar em ambas as cultivares, os valores mais altos foram observados no Local 2, sendo estes $556,1 \text{ mg kg}^{-1}$ na cultivar Agata e $2199,2 \text{ mg kg}^{-1}$ na cultivar Electra (Tabela 9). Os valores obtidos ficaram acima do considerado adequado para a cultura da batata segundo Lorenzi et al. (1997) e até mesmo para Jones Junior (1991), que considera como ideal valores entre 50 e 100 mg kg^{-1} . Para a cultivar Electra, houve efeito também do manejo do N sobre os teores foliares de Fe, sendo que o tratamento testemunha (M6) proporcionou teor de Fe acima do tratamento referência (M1). Os teores de Fe mais elevados na folha diagnose da batateira podem ser atribuídos a alta disponibilidade de Fe devido à irrigação ou ao tipo de solo. Em estudos feitos com a cultivar Agata, Soratto et al. (2011) verificaram o teor de 520 mg kg^{-1} de Fe na folha diagnose, teor este também acima dos descritos como dentro do adequado por esses pesquisadores citados e próximo do valor obtido neste experimento.

Não houve efeito dos fatores estudados sobre o teor foliar de Mn em nenhuma das duas cultivares (Tabela 9). Os valores obtidos estão dentro da faixa que Lorenzi et al. (1997) consideraram adequada, de 30 a 250 mg kg⁻¹ de Mn, porém, contraria resultados obtidos por Soratto, Fernandes e Souza-Schlick (2011), que observaram na cultivar Agata, teor de 449 mg kg⁻¹ de Mn. A aplicação de fungicidas que contém Mn em sua composição, como por exemplo, mancozebe, pode explicar a falta de efeito dos fatores estudados nos teores de Mn.

O teor de Zn sofreu efeito isolado do local em ambas as cultivares, cujos maiores valores foram encontrados no Local 1, sendo 126,5 mg kg⁻¹ de Zn para a cultivar Agata e 111,1 mg kg⁻¹ de Zn para a cultivar Electra (Tabela 9). De forma geral, o teor de Zn obtido nos tratamentos estavam acima da faixa considerada adequada à cultura da batata, que vai de 20 a 60 mg kg⁻¹ de Zn (LORENZI et al., 1997). Soratto et al. (2011) verificaram teor de 76 mg kg⁻¹ na folha diagnose da cultivar Agata, valor próximo dos observados no presente estudo. A aplicação dos fungicidas que possuem Zn em sua composição como o metiram e o mancozebe durante o tratamento fitossanitário da ao longo do ciclo da cultura também pode ter contribuído para que teores de Zn nas folhas da batateira aumentassem (Tabela 6).

4.3 Acúmulo de matéria seca, teor e acúmulo de nitrogênio

As quantidades de matéria seca acumuladas na parte aérea, nos tubérculos e total da cultura da batata antes da dessecação foram influenciadas apenas de forma isolada pelos fatores estudados (Tabela 10).

Na cultivar Agata, o acúmulo de MS nos tubérculos antes da dessecação foi influenciado pelo local, apresentando maior acúmulo de MS 7603 kg ha⁻¹ no Local 2 e dos manejos de N, sendo observados nos tratamentos M1, M2 e M5 os maiores valores 10398 kg ha⁻¹, 8683 kg ha⁻¹ e 7331 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo tratamento referência M1 acumulou valores 45% maior que os valores encontrados no tratamento M4, aproximadamente 30% a mais que o obtido no tratamento M5 e quase três vezes maior que a testemunha (M6) (Tabela 10).

Assim como observado na cultivar Agata, a cultivar Electra também foi influenciada pelo local, ocorrendo maior acúmulo de MS no Local 2, e pelo manejo de N (Tabela 10). O tratamento referência M1 apresentou os maiores valores para MS acumulada nos tubérculos, 11299 kg ha⁻¹ de MS. Os tratamentos conduzidos

com auxílio do clorofilômetro (M4 e M5), com aplicação de doses entre 100 kg ha^{-1} e 140 kg ha^{-1} de N, respectivamente, foram representativos e acumularam 7789 kg ha^{-1} de MS no tratamento M4 (31% abaixo que o acumulado pelo tratamento M1) e 8041 kg ha^{-1} de MS no tratamento M5 (28% abaixo que o acumulado pelo tratamento M1).

Tabela 10 – Matéria seca (MS) acumulada nos tubérculos, resto da planta e total das cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	MS acumulado nos tubérculos	MS acumulado no resto da planta	MS acumulada total
kg ha^{-1}			
Agata			
Local			
L1	6395b	1524b	7920b
L2	7603a	1747a	9350a
Manejo do N			
M1	10398a	2038a	12436a
M2	8683ab	1443c	10126b
M3	5979bc	1420c	7399c
M4	5737bc	1785b	7522c
M5	7331bc	1886b	9218bc
M6	3863c	1245d	5108d
FV		$P > F$	
Local (L)	<0,001	<0,001	0,002
Manejo(M)	<0,001	<0,001	<0,001
L x M	0,305	0,986	0,364
CV(%)	20,4	6,0	17,2
Electra			
Local			
L1	6959b	1660b	8620b
L2	8993a	1883a	10876a
Manejo do N			
M1	11299a	2078a	13378a
M2	9579ab	1765c	11345ab
M3	6953c	1670d	8623c
M4	7789bc	1888b	9677bc
M5	8041bc	2003a	10044bc
M6	4196d	1225e	5421d
FV		$P > F$	
Local (L)	<0,001	<0,001	<0,001
Manejo (M)	<0,001	<0,001	<0,001
L x M	0,701	0,986	0,707
CV(%)	18,6	3,1	15,3

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 80 kg ha^{-1} de N aos 10 DAE + 80 kg ha^{-1} de N aos 30 DAE + 80 kg ha^{-1} de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 80 kg ha^{-1} de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 40 kg ha^{-1} de N quando $\text{ISN} < 90\%$; M5: 60 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio + 40 kg ha^{-1} de N quando as $\text{ISN} < 95\%$ e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A aplicação da dose de 160 kg ha^{-1} de N de forma parcelada (no plantio e na amontoa – tratamento M2), proporcionou maior quantidade de MS acumulada nos tubérculos que a aplicação dessa mesma dose totalmente no sulco de plantio (M3).

Tais dados de aplicação de N de forma parcelada e na necessidade da planta corroboram com estudos de Steiber e Mahler (2003), Davenport et al.(2005) e Barcelos et al.(2007), que estabelecem que o parcelamento da dose de N em condições de campo, melhora a eficiência da absorção do nutriente pela cultura da batata, incrementando assim o teor de MS dos tubérculos, pois ocorre um aumento proporcional da área foliar com o aumento da disponibilidade de N, sugerindo habilidade da planta em estocar N na folhagem para manter por maior período a área foliar fotossinteticamente ativa dos tratamentos com aplicação de N, em comparação ao baixo suprimento deste (BANGEMANN et al., 2014).

O acúmulo de MS no resto da planta apresentou efeito do local e do manejo de N, tanto na cultivar Agata quanto na cultivar Electra (Tabela 10). Nas duas cultivares estudadas, o Local 2 proporcionou MS acumulada no resto da planta aproximadamente 12% maior que o Local 1. Para ambas as cultivares, o maior incremento de MS no resto da planta foi observado no manejo referência (M1), com aplicação de 320 kg ha^{-1} , parcelado em quatro vezes, seguido dos manejos com clorofilômetro (M4 e M5), os quais foram aplicados 100 a 140 kg ha^{-1} , também de forma parcelada. Bangemann et al. (2014) verificaram aumento na MS da parte aérea da batateira com a aplicação de N, uma vez que este é constituinte da molécula de clorofila tendo, portanto, influência na fotossíntese promovendo o crescimento vegetativo (SORATTO et al., 2004).

A quantidade total de MS acumulada foi influenciada pelo local e pelo manejo de N nas cultivares Agata e Electra, proporcionando assim um maior acúmulo de MS nas maiores doses de N aplicadas de forma parcelada (Tabela 10). Assim como foi observado para acúmulo de MS nos tubérculos e no resto da planta, em ambas as cultivares, os experimentos conduzidos no Local 2 apresentaram maiores produções de MS total e o tratamento referência M1 apresentou os maiores acúmulos para ambas as cultivares (Tabela 11). Contudo, o tratamento M5, com aplicação de 140 kg ha^{-1} de N com base nas leituras do clorofilômetro e $ISN < 95\%$, proporcionou quantidade de MS acumuladas ligeiramente superiores às observadas no tratamento M3, que teve aplicação de 160 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio.

Tabela 11 – Teor de nitrogênio nos tubérculos e no resto da planta das cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	Teor de N nos tubérculos		Teor de N no resto da planta	
	L1	L2	L1	L2
g kg ⁻¹				
Agata				
Manejo do N				
M1	16,9aB	19,2aA	21,8aB	36,3aA
M2	15,5aA	16,4abA	18,9aB	33,6abA
M3	14,3aA	13,9bA	20,3aB	29,9bcA
M4	14,2aA	14,4bA	23,5aB	29,2bcA
M5	17,3aA	15,3bA	20,2aB	30,8abcA
M6	14,5aA	16,5abA	21,6aB	26,8cA
FV	P > F			
Local (L)	0,236		<0,001	
Manejo(M)	<0,001		0,021	
L x M	0,049		0,002	
CV(%)	8,6		11,6	
Electra				
Local				
L1	-	-	21,0b	
L2	-	-	28,9a	
Manejo do N				
M1	15,3aB	16,6aA	24,7bc	
M2	14,3aA	15,0abcA	23,4bc	
M3	13,8aB	16,5abA	24,7bc	
M4	13,9aB	16,0abcA	27,8a	
M5	13,7aA	14,8cdA	25,9ab	
M6	8,0bB	14,5dA	22,9c	
FV	P > F			
Local (L)	<0,001		<0,001	
Manejo(M)	<0,001		0,001	
L x M	<0,001		0,074	
CV(%)	5,6		7,3	

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para a cultivar Agata, os teores de N nos tubérculos e no resto da planta foram influenciados pelos fatores estudados e pela interação entre eles (Tabela 11). No Local 1, não houve diferença entre os manejos de N, porém, no Local 2 foram observados maiores teores de N no tratamento referência (M1), que diferiu dos tratamentos M3, M4 e M5. Apenas no tratamento M1 houve diferença entre os locais, sendo que no Local 2 o teor de N nos tubérculos foi superior ao do Local 1. Fernandes (2010), em experimento conduzido com a cultivar Agata encontrou teores

de N nos tubérculo de 16 g kg^{-1} valor o qual foi semelhante, de maneira geral, aos obtidos no presente experimento com a cultivar citada.

Na cultivar Electra, os teores de N nos tubérculos sofreram influência do local, manejos de N e da interação local x manejo de N (Tabela 11). No Local 1, o menor teor de N foi observado no tratamento testemunha (M6), diferindo de todos os demais. No Local 2, os tratamentos M6 e M5 proporcionaram menores teores de N, e diferiram significativamente do tratamento M1. Para a maioria dos manejos, houve maiores teores de N nos tubérculos produzidos no Local 2 do que no Local 1.

Segundo Harris (1992), Nunes et al. (2006) e Timlin et al. (2006), os fatores ambientais como é o caso de temperatura, intensidade de luz e irrigação, influenciam a taxa de crescimento das plantas consequentemente na absorção de nutrientes, comprovando que as condições ambientais influenciaram nos teores de N encontrados nos dois locais estudados. De maneira geral, os valores obtidos para a cultivar Electra, foram menores do que os verificados para a cultivar Agata, no mesmo local, tal fato pode ser explicado pela quantidade de nutrientes exportada pela planta depender de diversos fatores como espécie, cultivar, clima, e até mesmo resultado de um efeito diluição resultante do incremento de MS (MARSCHNER, 1995).

Os teores de N nos tubérculos encontrados no presente estudo foram maiores do que os verificados por Braum et al (2011) e semelhantes aos encontrados por Walworth e Muniz (1993), que encontraram $13,8 \text{ g kg}^{-1}$ e corroboram com dados que foram obtidos por Srek et al. (2010), os quais observaram teores de N entre 15 a 21 g kg^{-1} de N. Walworth e Muniz (1993), afirmam que o teor de N no tubérculo decresce com o avanço do desenvolvimento da batateira, de modo que é relevante a época da sua determinação.

Na cultivar Agata, o teor de N no resto da planta sofreu influência do local, do manejo de N e da interação entre local e manejos de N (Tabela 11). No Local 1, os teores de N foram menores que no Local 2, independentemente do manejo de N utilizado. Contudo, no Local 2 houve diferença entre os manejos de N, com o maior teor do elemento sendo verificado no tratamento M1, que diferiu de todos os demais tratamentos, sendo o menor teor verificado no tratamento testemunha (M6). Os maiores teores de N no resto da planta observados no tratamento M1 foram de $36,3 \text{ g kg}^{-1}$ de N, seguido do tratamento M2, com $33,6 \text{ g kg}^{-1}$ de N, nos quais foram aplicadas doses de 320 kg ha^{-1} e 160 kg ha^{-1} de N, respectivamente, de forma

parcelada na cultura. Segundo Zebarth et al. (2006), a disponibilidade de N varia de acordo com a época do ano e com condições climáticas, o que justifica os melhores resultados obtidos no Local 2, que sofreu menores interferências das chuvas principalmente no período entre plantio e emergência das plantas de batata (Figura 1).

Na cultivar Electra, os teores de N no resto da planta foram influenciados pelo local e pelo manejo do N (Tabela 11). No Local 2 foi observado maior teor de N do que no Local 1. Quanto aos manejos de N, o tratamento M4 proporcionou o maior teor de N $27,8 \text{ g kg}^{-1}$, seguido do tratamento M5 com $25,9 \text{ g kg}^{-1}$ de N. O tratamento M4 diferiu dos tratamentos M1, M2, M3 e M6, sendo que este último proporcionou o menor teor de N no resto da planta.

Para a cultivar Agata, as quantidades acumuladas de N nos tubérculos, no resto da planta e total foram influenciadas pelos fatores estudados e pela interação entre eles (Tabela 12). No Local 1, foram observados maiores quantidades de N acumulada nos tubérculos nos tratamentos M1, M2 e M5 que não diferiram entre si. No Local 2, também as maiores quantidades de N acumulada nos tubérculos foram no tratamento M1, porém que diferiu de todos os demais tratamentos. Em ambos os locais, as menores quantidades de N acumulada nos tubérculos foram observadas nos tratamentos M3, M4 e M6, ou seja, naqueles com aplicação de menores doses de N ou com aplicação de 160 kg ha^{-1} totalmente no sulco de plantio. No tratamento M1, houve diferença entre os locais, uma vez que a quantidade de N acumulada nos tubérculos no Local 2 foi de 36 kg ha^{-1} de N a mais que o Local 1.

Na cultivar Electra, assim como observado na cultivar Agata, as quantidades acumuladas de N nos tubérculos foram influenciadas pelos fatores estudados e pela interação entre eles (Tabela 12). No Local 1, a maior quantidade de N acumulada nos tubérculos foi observada no tratamento referência (M1) $113,7 \text{ kg ha}^{-1}$, seguida do tratamento M2 que acumulou $95,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, aproximadamente 5 vezes mais que o tratamento testemunha (M6). Assim como no Local 1, as maiores quantidades de N foram nos tratamentos M1 e M2, que não diferiram entre si. No Local 2, o tratamento referência (M1) foi o único tratamento que não apresentou diferenças entre os locais, sendo que, de maneira geral, são observadas maiores quantidades de N acumuladas nos tubérculos no Local 2, o que está relacionado com os maiores teores de N e acúmulo de MS nos tubérculos (Tabelas 10 e 11).

Tabela 12 – Quantidade de nitrogênio acumulada nos tubérculos, no resto da planta e total nas cultivares de batata Agata e Electra, antes da dessecação, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	N acumulado nos tubérculos		N acumulado no resto da planta		Total de N acumulado	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
kg ha ⁻¹						
Agata						
Manejo do N						
M1	111,4aB	147,4aA	42,2aB	77,7aA	153,6aB	225,1aA
M2	98,3aA	98,6bA	25,3bcB	52,1bcA	123,6bB	150,8bA
M3	57,6bA	54,9cA	26,9bcB	45,8cdA	84,5cdA	100,7cdA
M4	53,6bcA	55,4cA	39,5aB	55,1bcA	93,1cA	110,6cA
M5	92,1aA	84,3bA	35,9abB	61,5bA	128,0bA	145,8bA
M6	33,9cA	44,5cA	23,9cB	37,0dA	57,9dB	81,6dA
FV			<i>P > F</i>			
Local (L)	0,022		<0,001		<0,001	
Manejo(M)	<0,001		<0,001		<0,001	
L x M	0,007		0,001		0,007	
CV(%)	11,9		11,5		10,3	
Electra						
Local						
L1	-	-	35,5b		108,4b	
L2	-	-	54,5a		144,4a	
Manejo do N						
M1	113,7aA	114,8aA	51,9a		166,2a	
M2	95,9bB	112,4aA	41,8b		146,0b	
M3	66,9cB	90,8bA	41,7b		120,6d	
M4	70,0cB	93,8bA	52,4a		134,8c	
M5	71,1cB	85,5bA	52,9a		130,6cd	
M6	21,1dB	42,4cA	28,6c		60,4e	
FV			<i>P > F</i>			
Local (L)	<0,001		<0,001		<0,001	
Manejo (M)	<0,001		<0,001		<0,001	
L x M	0,014		0,251		0,148	
CV(%)	8,1		8,2		5,8	

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Segundo Fernandes (2010), os tubérculos são os órgãos que acumulam a maior quantidade de nutrientes, podendo concluir assim que as variações na eficiência de acúmulo de N ocorrem em função da produção de matéria seca do tubérculo e do teor de N nesse órgão, fatores estes que são dependentes de variáveis gerenciais, ambientais e genotípicos que estão envolvidos nos diversos

processos que ocorrem na planta, como absorção e translocação de N, crescimento, desenvolvimento e partição de assimilados.

Maidl et al. (2002) explicaram que as condições favoráveis ao crescimento e à produção de tubérculos têm efeito positivo na recuperação do N pelos mesmos e valores de 30% a 60% de recuperação do N adicionado como fertilizante, fato observado no presente estudo, dependendo do ano e do modo de aplicar o fertilizante.

As quantidades de N acumulado no resto da planta na cultivar Agata, sofreu efeito dos fatores e da interação entre local x manejo de N (Tabela 12). Diferente do observado para a quantidade de N acumulada nos tubérculos, o Local 2 proporcionou quantidades de N no resto da planta 1,8 maiores que o Local 1. No Local 1, os maiores valores foram observados nos tratamentos M1, com aplicação de 320 kg ha⁻¹ de N na forma de quatro parcelamentos e no tratamento M4 (manejo com o clorofilômetro quando ISN < 90%), seguidos do tratamento M5 (manejo com o clorofilômetro quando ISN < 95%). No Local 2, a maior quantidade de N acumulada no resto da planta foi obtida no tratamento M1 (77,7 kg ha⁻¹), seguido do tratamento M5, que recebeu 140 kg ha⁻¹ de N de forma parcelada de acordo com monitoramento com clorofilômetro. Os tratamentos com aplicação de menor N ou com aplicação de N apenas no sulco de plantio proporcionaram menor acúmulo de N no resto da planta da cultivar Agata.

Na cultivar Electra, a quantidade de N acumulado no resto da planta sofreu apenas efeitos isolados do local e do manejo do N (Tabela 12). O Local 2 proporcionou acúmulo de 53,5% mais N que o Local 1. Os tratamentos M1 e com manejo do clorofilômetro (M4 e M5) proporcionaram os maiores valores de N acumulado no resto da planta, diferindo dos demais tratamentos. O tratamento M5 acumulou aproximadamente 85% mais N que o tratamento sem aplicação de N (M6).

Em relação a quantidade total de N acumulado houve efeito do local, manejo de N e da interação significativa entre local e manejos de N somente para a cultivar Agata, enquanto que para a cultivar Electra houve efeito de local e manejos de N isolados (Tabela 12).

Para a cultivar Agata, a maior quantidade total de N acumulada foi observada no tratamento M1, que diferiu de todos os demais tratamentos, seguidos de M2 e M5, em ambos os locais (Tabela 12). Os tratamentos M1, M2 e M6 apresentaram

diferenças entre os locais, sendo as maiores quantidades totais de N acumulado foram observadas no Local 2. Em ambos os locais o tratamento referência M1 apresentou quantidades totais de N acumulado aproximadamente de 2,6 vezes maiores que o tratamento testemunha (M6). Braun et. al (2011) e Fernandes (2010), em estudos com a cultivar Agata, observaram acúmulos de N de 87,07 e 90 kg ha⁻¹, valores inferiores ao observados no presente estudo, que atingiu valor crítico de 225,1 kg ha⁻¹ com aplicação de 360 kg ha⁻¹ na forma parcelada. Destaca-se que neste experimento acúmulo de N próximos aos obtidos por Fernandes et al. (2011), somente foi observado com aplicação de 140 kg ha⁻¹ no tratamento M4, auxiliado pelo uso do clorofilômetro.

Na cultivar Electra, notou-se efeito local, sendo que o Local 2 apresentou uma quantidade de N total acumulada 36 kg ha⁻¹ maior que o Local 1 (Tabela 12). Quanto aos manejos de N, o tratamento M1, assim como observados para as quantidades acumuladas de N nos tubérculos e resto da planta, também apresentou os maiores valores totais de N acumulados. O tratamento M1 diferiu dos demais tratamentos obtendo valores aproximadamente 25% maiores que os tratamentos M4 e M5 (Tabela 12).

De maneira geral, o acúmulo total de N foi proporcional ao incremento de doses de N aplicadas de forma parcelada para cultivares Agata e Electra (Tabela 12). No entanto, era de se esperar que o Local 2 apresentasse valores mais elevados, fato que pode ser comprovado devido as adversidades climáticas e até mesmo da condução realizada pelo fato de ser uma área de produção comercial e histórico da cultura anterior à implantação do experimento.

Ao estudar a absorção de nutrientes na cultura da batata, Fernandes (2010), notou que as taxas diárias de absorção de N são crescentes e maiores que as taxas de acúmulo de N nos tubérculos dos 52 a 58 DAP, sofrendo reduções após esse período, no entanto, entre 67 e 74 DAP, as taxas de absorção são reduzidas, ocorrendo as maiores taxas de acúmulo de N nos tubérculos, que pode ser observado nas adubações parceladas do N que foram realizadas 25, 45, 60 DAP, pois, o fornecimento de N próximos a esses períodos de maior acúmulo pela planta consequentemente favoreceu o incremento no acúmulo deste nutriente.

4.4 Número, massa média, produtividade, classificação e porcentagem de matéria seca dos tubérculos

De maneira geral, pode-se dizer que o número de tubérculos da batata é um parâmetro importante, pois seu aumento geralmente vem acompanhado por aumentos na produtividade total (ROSEN; BIERMAN, 2008).

Na cultivar Agata, apenas o manejo do N proporcionou efeito no número total de tubérculos por planta (Tabela 13). O tratamento testemunha (M6) produziu em média 3 tubérculos por planta a menos que os tratamentos M5 e M1, nos quais foram observados os maiores números de tubérculos por planta. Silva (2004) e Cardoso (2007) relataram média de 10 tubérculos por planta ao trabalharem com as cultivares Agata e Vivaldi após 108 DAP, ou seja, média parecida com as encontradas no presente estudo, o qual verificou-se que incremento na dose de nitrogênio aumentou o número total de tubérculos.

Em relação ao número de tubérculos da classe especial houve efeito de locais e manejos de N e da interação entre esses fatores (Tabela 13). No Local 1 foi observado no tratamento M1 o maior número de tubérculos por planta, que diferiu dos demais, com exceção do tratamento M2. Entretanto, observou-se que no Local 2 não houve diferença entre os manejos de N. De maneira geral, o Local 2 proporcionou maiores quantidades de tubérculos da classe especial, ao ser comparado com o Local 1, até mesmo no tratamento testemunha (M6), onde ocorreu a produção de aproximadamente 5 tubérculos por planta a mais no Local 2, uma vez as maiores temperaturas provocadas pela época de plantio nesse local (Agosto), favoreceram maior decomposição da matéria orgânica do solo aumentando assim a disponibilidade do N nativo no solo, fato que pode ter contribuído com um maior número de tubérculos por planta no Local 2 ao ser comparado com o Local 1. Segundo Gil et al. (2002), o aumento no número de tubérculos na classe especial pode ser obtida a partir do aumento na dose de N, fato que pôde ser observado no presente trabalho.

O número de tubérculos da classe primeira (tubérculos com diâmetro entre 33 e 45 mm) na cultivar Agata sofreram influência do local, sendo o Local 1 produzida maior quantidade de tubérculos por planta da classe primeira (Tabela 13). Quanto o efeito dos manejos, o tratamento M3, com aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N no sulco, proporcionou maior número de tubérculos por planta diferindo somente no

tratamento testemunha (M6). O número de tubérculos da classe segunda (tubérculos com diâmetro entre 23 e 33 mm) sofreram apenas influência do local e assim como observado para a classe primeira, os maiores números de tubérculos por planta foram observados no Local 1.

Tabela 13 - Número total de tubérculos, número de tubérculos das classes especial, primeira e segunda e peso médio de tubérculos das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	Classes de tamanho				Peso médio de tubérculos g	
	Total	Especial		Primeira		Segunda
		L1	L2			
no. planta ⁻¹						
Agata						
Local						
L1	10,6a	-	-	3,7a	2,3a	61,6b
L2	10,9a	-	-	2,0b	1,7b	121,1a
Manejo do N						
M1	11,7a	5,2aB	7,2aA	2,7ab	1,8a	106,2a
M2	11,0ab	4,2abB	6,8aA	3,2ab	2,0a	97,5ab
M3	10,8ab	2,7bcB	7,5aA	3,3a	1,7a	95,2ab
M4	10,3ab	3,3bB	6,7aA	2,8ab	1,8a	97,5ab
M5	12,0a	3,4bcB	6,6aA	2,7ab	1,8a	86,7ab
M6	8,7b	1,3cB	5,9aA	2,5b	1,6a	64,9b
FV				<i>P > F</i>		
Local (L)	0,677	<0,001		<0,001	0,091	<0,001
Manejo (M)	0,042	<0,001		0,048	0,831	0,003
L x M	0,707	0,011		0,172	0,757	0,345
CV(%)	14,2	16,6		16,1	17,0	21,0
Electra						
Local						
L1	7,4b	4,3b		2,0b	0,8b	110,7a
L2	10,6a	6,8a		2,3a	1,1a	111,3a
Manejo do N						
M1	8,9a	6,2a		1,6a	0,7a	119,6ab
M2	9,3a	5,8a		2,3a	0,8a	151,1a
M3	9,6a	5,8a		2,4a	0,9a	100,5ab
M4	9,2a	6,0a		1,9a	0,9a	110,1ab
M5	9,3a	5,3a		2,4a	1,0a	99,6ab
M6	7,5a	4,0a		2,1a	0,9a	85,0b
FV				<i>P > F</i>		
Local (L)	<0,001	<0,001		0,050	0,042	0,964
Manejo(M)	0,508	0,140		0,116	0,712	0,050
L x M	0,652	0,371		0,450	0,650	0,187
CV(%)	15,1	19,6		18,8	20,8	16,9

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na cultivar Electra, houve efeito somente do local para os números de tubérculos por planta total, da classe especial, classe primeira e classe segunda, sendo que os maiores números de tubérculos por plantas de todas as categorias foram observados no Local 2 (Tabela 13). O número médio de tubérculos total, produzido por cada cultivar pode ser influenciado pela genética da planta, pela condução da lavoura, pela disponibilidade de água, pelo ciclo da planta, justificando a interferência do local de cultivo, uma vez que foram verificadas diferenças nas condições edafoclimáticas nos dois locais de cultivo, principalmente na fase de emergência da cultura, podendo ser observadas na Figura 1, tal fato pode ter afetado a disponibilidade do N às plantas de batata.

O peso médio de tubérculos da cultivar Agata sofreu efeitos isolados de local e manejo de N (Tabela 13). O Local 2 proporcionou tubérculos com peso médio aproximadamente duas vezes maior que o Local 1. Independentemente do local, no tratamento M1 foi observado o maior peso médio de tubérculo, que diferiu somente do tratamento testemunha (M6). Ressalta-se que os tratamentos M4 e M5 (manejados com auxílio do clorofilômetro) proporcionaram peso médio de tubérculos semelhantes aos dos tratamentos M2 e M3, os quais receberam aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N. Cardoso (2007), ao estudar parcelamentos e doses de N e K na cultura da batata concluiu que a realização da aplicação parcelada da dose recomendada de N proporcionou maior peso médio de tubérculos em relação à aplicação total do adubo nitrogenado e a utilização da maior dose apresentou melhor resposta, em peso médio de tubérculos graúdos, comparada com a aplicação a menor dose de N e K, assim como observado no presente estudo para a cultivar Agata.

Na cultivar Electra houve efeito somente do manejo da adubação nitrogenada, sendo os maiores valores de peso médio dos tubérculos observados no tratamento M2 (151,2 g), que diferiu apenas do tratamento testemunha (M6) (Tabela 13). Nas duas cultivares o tratamento M4, com aplicação de N quando as leituras do clorofilômetro indicaram ISN<90%, proporcionou resultados próximos aos valores máximos observados, comprovando que esse método pode ser uma opção viável para a condução de uma adubação nitrogenada consciente considerando essa componente de produção.

Durante o seu desenvolvimento, a planta de batata absorve o N mineralizado, que com o passar do tempo, pode ser acumulado no solo na forma de “N orgânico”

originalmente vindo do adubo, que necessita ser mineralizado. Em novo plantio, após a mineralização, a fração orgânica do N mais a quantidade fornecida como adubo ficam disponíveis para as plantas. Intensidade dos fatores ambientais, como umidade do solo, topografia, temperatura, práticas culturais, quantidades original de N e de matéria orgânica no solo além do adubo nitrogenado adicionado ao solo estão associado à resposta, em massa e em número de tubérculos à dose de N sendo variável de acordo com diversos fatores ligados ao solo, genótipo e manejo da cultura que influenciam a disponibilidade de N à batata (CARDOSO, 2007).

Na cultivar Agata, as produtividades de tubérculos totais e das classes especial e primeira foram influenciadas pelo local, manejo de N e interação entre esses fatores, enquanto que a produtividade da classe segunda foi influenciada apenas pelo local (Tabela 14). Por outro lado, na cultivar Electra, ocorreu efeito de local, manejo de N e interação entre local e manejo de N apenas para produtividade total e da classe especial de tubérculos. As produtividades das classes primeira e segunda não sofreram interferência de nenhum dos fatores estudados.

No Local 1, a produtividade total de tubérculos da cultivar Agata foi maior no tratamento referência (M1), que recebeu aplicação de dose de 320 kg ha^{-1} de N, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 14). O tratamento testemunha (M6) proporcionou produtividade 3 vezes menor que a do tratamento M1 e cerca de metade da produtividade obtida nos tratamentos M2 e M5 (Tabelas 14 e 15). No Local 2, o tratamento testemunha (M6) proporcionou produtividade menor que os demais tratamentos, porém, os tratamentos que proporcionaram as máximas produtividades, M1 e M2, foram apenas 51% superiores ao tratamento M6. Os tratamentos M4 e M5, manejados com o clorofilômetro, proporcionaram produtividade 40 e 33% maiores que a testemunha M6, respectivamente. Porém, estes mesmos tratamentos proporcionaram produtividade 11% e 18% menores que o tratamento referência (M1). De maneira geral, o Local 2 apresentou maior produtividade total de tubérculos, apesar de não ter ocorrido diferença entre os locais de cultivo no tratamento M1.

Na cultivar Electra, a produtividade total de tubérculos sofreu efeito do local de cultivo, manejo de N e interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 14). No Local 1, os tratamentos M1 e M2 diferiram do tratamento testemunha (M6), produzindo $44,3$ e $40,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. As menores produtividades foram observadas no tratamento M6 ($14,4 \text{ Mg ha}^{-1}$).

Tabela 14 - Produtividade de tubérculos total e das classes especial, primeira e segunda das cultivares de batata Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamentos	Produtividade de tubérculos						Segunda
	Total		Especial		Primeira		
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	
Mg ha ⁻¹							
Agata							
Local							
L1	-	-	-	-	-	-	1,8a
L2	-	-	-	-	-	-	0,8b
Manejo do N							
M1	41,8aA	60,9aA	33,0aB	56,0aA	6,8bcA	3,9aB	1,3a
M2	31,6bB	60,9aA	20,7bB	54,6aA	8,8abA	3,8aB	1,4a
M3	24,6bcB	57,0aA	13,2bcB	54,0aA	9,4aA	4,2aB	1,2a
M4	23,2bcB	56,6aA	16,7bB	52,7aA	8,0abcA	2,9aB	1,3a
M5	26,5bcB	53,6aA	15,8bcB	48,7aA	8,3abcA	4,0aB	1,3a
M6	14,0cB	40,4bA	5,7cB	37,0bA	6,2cA	4,0aB	1,2a
FV	<i>P > F</i>						
Local (L)	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Manejo (M)	<0,001		<0,001		0,005		0,397
L x M	0,007		0,003		0,009		0,732
CV(%)	11,3		12,0		15,3		19,0
Electra							
Local							
L1	-	-	-	-	4,1a		0,6a
L2	-	-	-	-	4,8a		0,8a
Manejo do N							
M1	44,3aA	52,9aA	40,1aA	48,6aA	3,6a		0,5a
M2	40,5aA	52,1aA	36,3abA	49,9aA	4,5a		0,6a
M3	33,1abB	48,1aA	28,3bcB	41,6aA	4,9a		0,7a
M4	33,5abB	51,1aA	29,1bcB	45,9aA	4,1a		0,7a
M5	29,3abB	49,0aA	22,8cB	45,7aA	5,3a		0,8a
M6	14,4bB	41,7bA	9,5dB	36,4bA	4,3a		0,6a
FV	<i>P > F</i>						
Local (L)	<0,001		<0,001		0,093		0,070
Manejo(M)	0,001		<0,001		0,207		0,719
L x M	0,049		0,036		0,461		0,380
CV(%)	17,2		15,2		19,7		20,6

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os tratamentos M3, M4 e M5 proporcionaram produtividades intermediárias, porém, entre 103 e 132% superiores ao tratamento testemunha (M6) (Tabelas 14 e 15). Assim como observado para a cultivar Agata, no Local 2, todos os tratamentos com aplicação de N foram similares e diferiram do tratamento testemunha (M6). O

Local 2 proporcionou maiores produtividades que o Local 1, porém, nos tratamentos M1 e M2 não houve diferença entre os locais. Assim como observado na cultivar Agata, o tratamento que proporcionou maior produtividade no Local 1 (M1) apresentou valores semelhantes aos observados no tratamento testemunha (M6) no Local 2, o que pode ser justificado pelo fato de que, apesar de ambos os locais apresentarem características de solos semelhantes, por se tratar de uma área de produção comercial, o preparo de solo muito foi mais intensificado no Local 2, apresentando um número maior de operações antes da instalação da cultura, o que implicou em condições de cultivo diferentes além das características observadas em relação à época de plantio que favoreceram uma maior mineralização e disponibilização do N presente no solo.

Vale destacar que, para ambas as cultivares, no Local 1, os tratamentos com auxílio do clorofilômetro (M4 e M5) proporcionaram produtividades de tubérculos maiores que a testemunha (M6), similares as observadas no tratamento M3 (aplicação de 160 kg ha^{-1} de N no sulco de plantio), porém, bastante inferiores as produtividades observadas nos tratamentos M1 e M2 (Tabela 14). Já no Local 2, os tratamentos M4 e M5 proporcionaram produtividades mais próximas as observadas nos tratamentos M1 e M2, diferindo do tratamento M6. Como no Local 1 a resposta à adubação nitrogenada foi maior, os resultados indicam que, independentemente do valor de ISN utilizado, o manejo com o clorofilômetro foi mais preciso em indicar a ausência de necessidade de aplicar N (Local 2), do que a presença de deficiência do nutriente e, portanto, a necessidade de realização da adubação nitrogenada (Local 1). Ressalta-se também que, no Local 2, o tratamento M4 (manejo com o clorofilômetro quando o $\text{ISN} < 90\%$) proporcionou eficiência do uso do N superior inclusive que os tratamentos M1 e M2, para ambas as cultivares (Tabela 15).

Assim, apesar do parcelamento da dose de 160 kg ha^{-1} de N ter se mostrado opção interessante no local com elevada resposta ao N, o manejo com o clorofilômetro (M4) mostrou-se um método que proporciona maior eficiência de utilização do N aplicado, no local com menor resposta da batateira ao N (Local 2), além do fato de que dose excessiva de N favorece o crescimento luxuriante de folhas e hastes provocando retardamento na maturação do tubérculo e redução da produtividade (ERREBHI et al., 1998; GIL et al., 2002; BUSATO, 2007).

A produtividade de tubérculos da classe especial comportou-se de forma semelhante à observada para a produtividade total, ocorrendo também interação

significativa entre local e manejos de N, tanto para a cultivar Agata quanto para a Electra (Tabela 14). Para as duas variedades, no Local 2, o manejo do N com o auxílio do clorofilômetro e $INS < 90\%$ proporcionou produtividade de tubérculos da classe especial muito semelhantes à proporcionadas pelos tratamentos M1 e, especialmente, pelo M2, isso com aplicação de dose menor de N. Já no Local 1, a utilização do clorofilômetro não foi eficiente em estimar a necessidade de adubação nitrogenada. A cultivar Electra respondeu a menores doses de N, fato que pode ser observado no tratamento M2, o qual com aplicação de 160 kg ha^{-1} na forma parcelada proporcionou incrementos na produtividade de tubérculos da classe especial semelhantes ao tratamento M1, com aplicação de 320 kg ha^{-1} . Tal fato comprova que para essa cultivar a dose excessiva de N favoreceu o crescimento excessivo de folhas e hastes, provocando retardamento na maturação do tubérculo e redução da produtividade de tubérculos da classe especial, no Local 2 (Tabela 14). Segundo Williams e Maier (1990), a recomendação da dose de N para o cultivo da batata irrigada é variável em diferentes regiões do mundo, desde 30 a 350 kg ha^{-1} . Fontes et al. (2012), ressaltaram ainda que a recomendação pode variar de 60 a 250 kg ha^{-1} no Brasil. Somente os tratamentos M1 e M2 não foram influenciados pelo local de cultivo, porém observa-se que a produtividade de tubérculos da classe especial obtida no Local 2 foi maior que a obtida no Local 1, na cultivar Electra (Tabela 14)

É importante ressaltar que a produtividade obtida nas duas cultivares foi elevada, principalmente no Local 2 (Tabela 14), além de que o processo de desenvolvimento da planta e a disponibilidade de N não são controlados na mesma intensidade, e diversos fatores como condições climáticas da região, resquícios de adubação da cultura anteriormente conduzida no local (quantidades de N originalmente no solo) associadas com teores de matéria orgânica no solo, topografia, disponibilidade de água e do controle fitossanitário feito de forma mais acentuada no Local 2 como já foi citado anteriormente, pelo fato de ser uma área de produção comercial, fazendo com que a resposta a dose de N seja muito variável, de acordo com a disponibilidade de N a planta de batata.

A produção de tubérculos da classe primeira foi influenciada pela interação local x manejo de N, para a cultivar Agata, no qual mediante desdobramento, notou-se que as maiores produtividades foram encontradas no M3 (aplicação de 160 kg ha^{-1} no sulco de plantio) que diferiu apenas dos tratamentos M1 e M6 (Tabela

14). No Local 2 não houve efeito de manejos de N para a produtividade da classe primeira. O Local 1 proporcionou maior produtividade de tubérculos da classe primeira que o Local 2, o que se deveu as menores produtividades da classe especial. Para a cultivar Electra, não houve efeito de nenhum dos fatores estudados em relação a produtividade de tubérculos da classe primeira.

Maia et al. (2017) observou que o monitoramento da adubação nitrogenada com o auxílio do clorofilômetro portátil é capaz de prevenir uma aplicação excessiva deste nutriente em cobertura no feijoeiro, tal fato também foi observado nos presentes experimentos.

Somente para a cultivar Agata foi observado efeito de local ao analisar a produtividade da classe de tubérculos segunda, uma vez que para a cultivar Electra não houve efeito de nenhum dos fatores estudados (Tabela 14). Sendo assim, na cultivar Agata, o Local 1 proporcionou aproximadamente 1000 kg ha⁻¹ a mais que o Local 2. Tal fato pode ser relacionado com o maior número de tubérculos produzidos nesse local (Tabela 13).

A porcentagem de MS nos tubérculos sofreu influência da interação entre local e manejo de N nas duas cultivares (Tabela 15). Para a cultivar Agata, no Local 1, as maiores porcentagens de MS nos tubérculos foram observados nos tratamentos M2 e M5, indicando que tanto a aplicação de altas doses de N, quanto a ausência de N, proporcionaram menores porcentagens de MS nos tubérculos.

No Local 2, as maiores porcentagens de MS foram obtidas nos tratamento com manejo realizado com o auxílio do clorofilômetro (M4 e M5). Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores (OLIVEIRA et al., 2006; GOFFART et al., 2008), corroborando a informação de que altas doses de N podem afetar negativamente a qualidade dos tubérculos, ou ainda, segundo Joern e Vitosh (1995), em condições ótimas de cultivo, o efeito de N sobre a porcentagem de MS nos tubérculos pode não ser percebido. Na cultivar Electra, houve menor variação nas porcentagens de MS dos tubérculos em função dos tratamentos. Porém, no Local 1 o menor valor foi observado no tratamento M5 e no Local 2, no tratamento M6. Evangelista et al. (2011) constataram valores de MS de 14,5% na cultivar Agata cultivada em solo argiloso, valores acima foram encontrados no presente estudo, porém, para a cultivar Electra essa característica foi observada. Cardoso et al. (2007), ao estudar a qualidade de tubérculos de batata em função de

doses e parcelamento de N e K não verificaram incrementos na percentagem de MS nos tubérculos, em função do acréscimo das doses de N e K.

Tabela 15 - Produtividade relativa dos tubérculos, eficiência de utilização do N aplicado e percentagem de matéria seca nos tubérculos das cultivares de batata de Agata e Electra, em resposta a manejos da adubação nitrogenada, em dois locais de cultivo.

Tratamento	Produtividade Relativa (%)		Eficiência de utilização do N aplicado (kg kg ⁻¹)		MS nos tubérculos (%)	
	L1	L2			L1	L2
Agata						
Manejo do N						
M1	299	151	86,9	64,0	15,4cA	15,5bA
M2	225	151	110,0	128,1	17,1abB	15,1bA
M3	176	141	66,3	103,8	16,5bcB	14,9bA
M4	166	140	65,7	162,0	15,5cB	17,1aA
M5	189	133	89,3	97,1	17,6abA	17,3aA
M6	100	100	-	-	13,2cA	12,6cB
FV			<i>P > F</i>			
Local (L)	-	-	-	-	<0,001	
Tratamento (T)	-	-	-	-	<0,001	
L x T	-	-	-	-	<0,001	
CV(%)	-	-	-	-	3,7	
Electra						
Manejo do N						
M1	307	127	93,4	35,0	15,5aA	15,1abA
M2	281	125	163,1	65,0	14,8aA	15,6abA
M3	229	115	116,9	40,0	15,8aA	15,2abA
M4	232	122	136,6	94,0	15,8aA	15,5abA
M5	203	117	106,4	52,1	13,3bB	15,9aA
M6	100	100	-	-	14,2aA	14,2bA
FV			<i>P > F</i>			
Local (L)	-	-	-	-	0,550	
Manejo (M)	-	-	-	-	0,045	
L x M	-	-	-	-	0,001	
CV(%)	-	-	-	-	9,7	

L1: Local 1 - Fazenda Experimental Lageado; L2: Local 2 - área comercial de produção; M1: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 30 DAE + 80 kg ha⁻¹ de N aos 45 DAE; M2: 80 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 80 kg ha⁻¹ de N aos 10 DAE; M3: 160 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio; M4: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando ISN < 90%; M5: 60 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio + 40 kg ha⁻¹ de N quando as ISN < 95% e M6: testemunha. L x T: interação. FV: fonte de variação. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha (local) e minúsculas na coluna (manejos), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5 CONCLUSÕES

Houve maior correlação entre as leituras do clorofilômetro (IRC) no folíolo terminal e o teor de N da folha das cultivares de batata a partir dos 24 DAE (início da tuberização).

A aplicação de maiores doses de N, especialmente de forma parcelada, proporcionou maiores quantidades de N acumuladas e maior produtividade de tubérculos pela batateira, especialmente em local com maior resposta da cultura ao N.

De maneira geral, o monitoramento com o clorofilômetro portátil é mais preciso em indicar a ausência de deficiência de N, do que a necessidade de realização da adubação nitrogenada, fazendo com que seja necessário ajustes para que se torne uma ferramenta útil na definição do momento adequado de aplicação de N.

O ISN<90%, baseado na medida do clorofilômetro em uma área referência (com elevada disponibilidade de N), permite definir quando se deve aplicar o N em cobertura na cultura da batata nas cultivares Agata e Electra, melhorando a eficiência de utilização do N, sendo este o capaz de proporcionar economia de N aplicado sem ocasionar redução na produtividade de tubérculos, quando comparadas com o tratamento referência (sem deficiência de N) e com a dose de N recomendada para a cultura.

REFERÊNCIAS

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Batata Brasileira**: área, produção e produtividade. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/Brasil_area.html>. Acesso em: 12 mar. 2017.

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Batata**. São Paulo, FNP, 2016. 464 p.

ARGENTA, G. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.109-119, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P. F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.519-27, 2002.

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

ARREGUI, L. M.; MERINA M.; MINGO-CASTEL, A. M. Aplicacion del medidor portatil de clorofila em los programas de fertilizacion nitrogenada em patata de siembra. In: PASCUALENA, J.; RITTER, E. (Ed). **Libro de Actas Del Congreso Iberoamericano de Investigacion y Desarrollo em Patata**. Vitoria-Gastéis: s. l., p. 157-170, 2000.

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.

BANGEMANN, L. W.; SIELING, K.; KAGE, H. The effect of nitrogen and late blight on crop growth, solar radiation interception and yield of two potato cultivars. **Field Crops Research**, Dordrecht, v.155, p.56-66, 2014.

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**, Santa Maria, 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**, Lavras, v.33, p.425-431, 2009.

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL Jr., V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.21-27, 2007.

BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D. E. **Potato improvement**. Some factors and facts. Wageningen, International Agricultural Centre, 1979.

BÉLANGER, G.; WALSH, J. R.; RICHARDS, J. E.; MILBURN, P. H.; ZIADI, N. Comparison of three statistical models describing potato yield response to nitrogen fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v.92, p.902-908, 2000.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.8, p.56-60, 1995.

BORGES, M.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, I. R.; FRANÇA, R. O. **O cultivo da batata no Brasil: aspectos gerais da cultura**. Itapetininga: Associação Brasileira da Batata., 156 p. 1 CD-ROM, 2008

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, p.285-293, 2010.

BREDEMEIER, C. **Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia**. 1999. 101 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BULLOCK, D. G.; ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SPAD 502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, p.741-755, 1998

BUSATO, C. **Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio**. 129 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2007.

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. ; MELO, T. L.; VIANA, A. E. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1729-1736, 2007.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N. Índice SPAD no limbo foliar da batateira sob parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, p.159-167, 2011.

COELHO, F. S. **Uso de clorofilômetro como ferramenta de manejo d adubação nitrogenada da cultura da batata**. 162 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- Minas Gerais, 2011.

COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R. Índices agronômicos do meloeiro associado à dose adequada de nitrogênio, em ambiente protegido e no campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p.974-979, 2005.

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.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M.; NEVES, J. C. L. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.1175-1183, 2010.

DAVENPORT, J. R.; MILBURN, P. H.; ROSEN, C. J.; THORTON, R. E. Environmental impacts of potatoes nutrient requirements. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 82, p. 321-328, 2005.

ERREBHI, M.; ROSEN, C. J.; GUPTA, S. C.; BIRONG, D. E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, p.10-15, 1998.

EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I.; FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.953-960, 2011.

FERNANDES, A. M. **Adubação fosfatada em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2013. 145 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)** 2010. 158 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I - Macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.2039-2056, 2011.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.826-835, 2010.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. **Nutrição mineral, calagem e adubação da batateira**. Botucatu/Itapetininga: FEPAF/ ABBA. 2012a. 121p.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; PILON, C. Soil phosphorus increases dry matter and nutrient accumulation and allocation in potato cultivars. **American Journal of Potato Research**, Orono, v.92, p.117-127, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: FILGUEIRA, F. A. R. Nutrição mineral e adubação de hortaliças. Piracicaba, **Potafós**. p.401-428, 1993

FOLLETT, R. H.; FOLLETT, R. F.; HALVORSON, A. D. Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, 1992, p.687-697.

FONTES, P. C. R. **Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose**. Viçosa, MG: Arka editora, 2011. 296p.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122p.

FONTES, P. C. R. Cultura da Batata. In: FONTES, P. C. R. (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV. p. 323-343, 2005.

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**, Dordrecht, v.53, p.167-179, 2010.

FONTES, P. C. R.; NUNES, J. C. S.; MOREIRA, M. A. Produção classificada de batata em resposta ao espaçamento e critério de recomendação da adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, p.404-412, 2012.

FONTES, P. C. R.; SILVA, M. C. C. Proposição de uma tabela de cor (UFV 80-Monalisa) para a avaliação do estado de nitrogênio da batateira. **Batata Show**, Itapetininga, v.6, n.16, 2006.

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

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Batata-semente pré-básica: Cultura de Tecidos. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 421-433, 2003

FOX, R. H.; PIEKIELEK, W. P.; MACNEAL, K. M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.25, p.171-181, 1994.

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

GIANQUINTO, G., J. P. GOFFART, M. OLIVIER, G. GUARDA, M. COLAUZZI, L. DALLA COSTA, G. DELLE VEDOVE, J. VOS, D.K.L. MACKERRON. The use of hand-held chlorophyll meters as tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop. **Potato Research**, Dordrecht, v.47, p.35-80, 2004.

GIL, P. T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura**. 2001. 81

f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001

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.

GILETTO, C. M.; DÍAZ, C.; RATTIN, J. E.; ECHEVERRÍA, H. E.; CALDIZ, D. O. Green index to estimate crop nitrogen status in potato processing varieties. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.70, p.142-149, 2010.

GODOY, L. J. G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila**. Dissertação. (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

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

GODOY, L. J. G.; SOUTO, L. S.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.38-44, 2006.

GOFFART, J. P.; OLIVIER, M.; FRANKINET, M. Potato crop nitrogen status assessment to improve n fertilization management and efficiency: past– present– future. **Potato Research**, Dordrecht, v.51, p.355-383, 2008.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V., V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.209-216, 1999.

HARRIS, P. M. Mineral Nutrition. In: Harris, P. M. (ed), **The Potato Crop: The Scientific Basis for Improvement**. Chapman and Hall, London, p.162-213, 1992.

HOEL, B. O. Chlorophyll meter reading in winter wheat: cultivar differences and prediction of grain protein content. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, Uppsala, v.53, p.147-157, 2003.

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**, Madison, v.92, p.875-879, 2000.

IPM POTATO GROUP. **Variedades de Batata IPM**. Disponível em: <http://www.ipmpotato.com/varieties/?show_1=14&order_1=ASC&orderby_1=nome>. Acesso em: 12 jun. 2017.

JEMISON, J. M.; LYTLE, D. E. Field evaluation of two nitrogen testing methods in maize. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.9, p.106-113, 1996.

JOERN B. C.; VITOSH M. L. Influence of applied nitrogen on potato part i: yield, quality, and nitrogen uptake. **American Potato Journal**, Orono, v.72, p.51-73, 1995

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B. & MILL, H. A. **Plant analysis handbook**. Georgia, Micro-Macro Publishing, 1991. 213p

KOLBE, H.; BECKMANN, S. E. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. leaf and stem. **Potato Research**, Dordrecht, v.40, p.111-129, 1997.

LI, L.; QIN, Y.; LIU, Y.; HU, Y.; FAN, M. Leaf positions of potato suitable for determination of nitrogen content with a SPAD meter. **Plant Production Science**, New York, v.15, p.317-322, 2012.

LISINSKA, G.; LESZCZYNSKI, W. **Potato Science and Technology**. Springer Science & Business Media, 1989.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. (coords.). **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. V. III CATI. Campinas: CATI, 1994. P.121-156. Manual Técnico, 40.

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 Agronômico de Campinas, p.221-229. (Boletim Técnico, 100), 1997

MAIA, S. C. M.; SORATTO, R. P.; LIEBE, S. M.; ALMEIDA, A. Q. Criteria for topdressing nitrogen application to common bean using chlorophyll meter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, p.512-520, 2017.

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**, Viçosa, v.36, p.183-191, 2012.

MAIDL, F. X.; BRUNNER, H.; STICKSEL, E. Potato uptake and recovery of nitrogen ¹⁵N-enriched ammonium nitrate. **Geoderma**, Dordrecht, v.105, p.167-177, 2002.

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

MAROUANI, A.; BEHI, O.; SALAH, H. B. H. e QUILEZ, O. A. Establishment of chlorophyll meter measurements to manage crop nitrogen status in potato crop. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.46, p.476-489, 2015

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v.46, p.467-472, 1995.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 889 p, 1995.

MARQUARD, R. D.; TIPTON, J. L. Relationship between extractable chlorophyll and an *in situ* method to estimate leaf greenness. **HortScience**, Alexandria, v.22, p.1327, 1987.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, London, v.274, p.1-36, 2005

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Division, 22 p., 1989.

MINOTTI, P. L.; HALSETH, D. E.; SIECZKA, J. B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **HortScience**, Alexandria, v.29, p.1497-1500, 1994.

MOREIRA, M. A.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R. ARAÚJO, P. R. Índices para avaliar o estado de nitrogênio da batata multiplicada por distintos materiais propagativos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, p.384392, 2011

MOUILLÉ. B.; CHARRONDIÈRE, U. R.; BURLINGAME, B. The contribution of plant genetic resource to health and dietary diversity thematic background study. **FAO**, Roma. Disponível em: <http://typo3.fao.org/filedmen/templates/agphome/documents/PGR/SoW2/Dietary_Diversity_Thematic_Study.pdf> Acesso em: 17 junho de 2017.

NIVAP - NETHERLANDS POTATO CONSULTATIVE FOUNDATION. **Netherlands catalogue of potato varieties**. 2007. 287p.

NUNES, J. C. S.; FONTES, P. C. R.; ARAUJO, E. F.; SEDIYAMA, S. C. Potato plant growth and macronutrient uptake as affected by soil tillage and irrigation systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.1787-1792, 2006.

OLIVEIRA, C. A. S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.939-950, 2000.

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

OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; ANTES, R. B.; TREVISAN, A. P. Influência de cinco doses de nitrogênio sobre a qualidade de batata frita tipo chips. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande. Campo Grande: SOB, 2004. 1CD-ROM.

PADUA, J. G.; ARAUJO, T. H.; MESQUITA, H. A.; MELO, P. C. T.; GONÇALVES, E. D. **Aptidão de cultivares de batata para produção de batata palha no sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2016. 4p. (EPAMIG, Circular Técnica, 237)

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J.; FREIRE, C. J. S.; BERTONCINI, O.; NAZARENO, N. R. X.; BRISOLA, A. D.; SALLES, L. A. B.; MADAIL, J. C. M.. **Produção de batata no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 14p (Embrapa Clima Temperado, Circular Técnica, 2005).

PENG, S., GARCIA, F. V., LAZA, R. C., Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, p.987-990, 1993.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.59-65, 1992.

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.

RAMESH, K., CHANDRASEKARAN, B., BALASUBRAMANIAN, T.N., BANGARUSAMY, U., SIVASAMY, R., SANKARAN, N. Chlorophyll dynamics in Rice (*Oryza sativa*) before and after flowering based on SPAD (Chlorophyll) meter monitoring and its relation with grain yield. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Hoboken, v.188, p.102-105, 2002.

REEVES, D. W.; MASK, P. L.; WOOD, C. W.; DELANEY, D. P. Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: influence of management practices. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, p.781-796, 1993.

ROSEN, C. J.; BIERMAN, P. M. Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. **American Journal of Potato Research**, Orono, v.85, n.2, p.110-120, 2008.

ROSOLEM, C. A.; VAN MELLIS, V. Monitoring nitrogen nutrition in cotton. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.1601-1607, 2010.

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

SANTELITH, G.; EWING, E. E. Effects of nitrogen fertilization on growth and development of potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v.58, p.517-518, 1981

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.

SILVA, J. E. L. **Rendimento e teor de amido da batata-doce em função de doses de P_2O_5 e de espaçamentos de plantio**. 68 f. (Dissertação mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2004.

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**. Goiânia, v.47, p.1-6, 2017.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.25, p.1495-1503, 1994.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.895-901, 2004.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: II-Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.2057-2071, 2011.

SOUZA, E. F. C. **Fontes e manejo de nitrogênio na cultura da batata em solos arenosos**. 2014. 120 f. Tese (Mestrado em Agronomia - Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2014.

SPANER, D.; TODD, A. G.; NAVABI, T. A.; CKENZIE, D. B.; GOONEWARDENE, L. A. Can leaf chlorophyll measures at differing growth stages be used as an indicator of winter wheat and spring barley nitrogen requirements in eastern Canada? **Journal of Agronomy and Crop Science**, Hoboken, v.191, p.393-399, 2005.

SREK, P.; HEJCMAN, M.; KUNZOVÁ, E. Multivariate analysis of relationship between potato (*Solanum tuberosum* L.) yield, amount of applied elements, their concentrations in tubers and uptake in a long-term fertilizer experiment. **Field Crops Research**, Dordrecht, v.118, p.183-193, 2010.

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**, Makati, v.5, p.25-26, 2000.

STEIBER, T. D.; MAHLER, R. L. **Cropping practices survey: fertilizer results**. Idaho: University of Idaho. 3 p, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p,

TIMLIN, D.; RAHMAN, S. M. L.; BAKER, J.; REDDY, V. R.; FLEISHER, D.; QUEBEDEAUX, B. Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function of temperature. **Agronomy Journal**, Madison, v.98, p.1195-1203, 2006.

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

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

VITTI, A. C.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Balanço de massas e de nutrientes da palhada e da rebrota de cana desseca com glifosato. **STAB**, Piracicaba, v.25, p.30-33, 2007.

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.

VOS, J.; BOM, M. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to assess the N status of potato foliage. **Potato Research**, Dordrecht, v.36, p.301-308, 1993.

ZEBARTH, B. J.; ARSENAULT, W. J.; SANDERSON, J. B. Effect of seedpiece spacing and nitrogen fertilization on tuber yield, yield components and nitrogen use efficiency parameters of two potato cultivars. **American Journal of Potato Research**, Orono, v.83, p.289-296, 2006.

ZEBARTH, B. J.; LECLERC, Y.; MOREATL, G. Rate and timing of nitrogen fertilization on Russet Burbank potato: nitrogen use efficiency. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.84, p.845-854, 2004.

ZEBARTH, B. J.; ROSEN, C. J. Research perspective on nitrogen BMP development for potato. **American Journal of Potato Research**, Orono, v.84, p.3-18, 2007.

WALWORTH, J. L.; MUNIZ, J. E. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v.70, p.579-597, 1993

WASKOM, R. M. et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 27, p. 545-560, 1996.

WILLIAMS, C. M. J.; MAIER, N. A. Determination of the nitrogen status of irrigated potato crops. I. Critical nutrient ranges for nitrate-nitrogen in petioles. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 13, n. 8, p. 971-984, 1990.

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**, Couterbury, v. 23, p. 1-9, 1993.

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