

**NATÁLIA SILVA ASSUNÇÃO**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BATATA EM RESPOSTA AO MANEJO DA  
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

**Botucatu**

**2020**



**NATÁLIA SILVA ASSUNÇÃO**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BATATA EM RESPOSTA AO MANEJO DA  
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes

Coorientador: Rogério Peres Soratto

**Botucatu**

**2020**

A851p	<p>Assunção, Natália Silva</p> <p>Produtividade e qualidade da batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada / Natália Silva Assunção. – Botucatu, 2020</p> <p>103 p. : il., tabs.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu</p> <p>Orientador: Adalton Mazetti Fernandes</p> <p>Coorientador: Rogério Peres Soratto</p> <p>1. Solanum tuberosum L.. 2. Dose de nitrogênio. 3. Época de aplicação. 4. Qualidade de fritura. 5. Qualidade nutricional. I. Título.</p>
-------	---

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

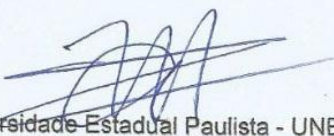
TÍTULO DA TESE: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BATATA EM RESPOSTA AO MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

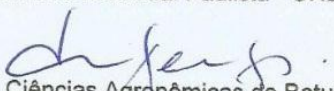
AUTORA: NATÁLIA SILVA ASSUNÇÃO

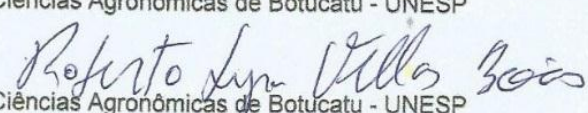
ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

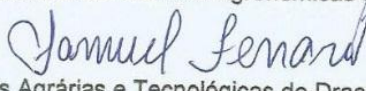
COORIENTADOR: ROGÉRIO PERES SORATTO

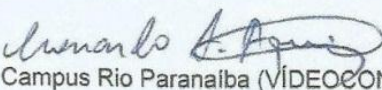
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES   
Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista - UNESP

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

Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS   
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. SAMUEL FERRARI   
Agronomia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. LEONARDO ANGELO DE AQUINO   
Agronomia / Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba (VÍDEOCONFERÊNCIA)

Botucatu, 06 de março de 2020



*Aos meus pais, Heli e Carmen, por serem minha  
força e inspiração.*

*A minha irmã, Fernanda, meu maior orgulho,  
pelo apoio e carinho,*

*dedico*



## AGRADECIMENTOS

À Deus por conceder o dom da vida e possibilitar trilhar esse caminho e alcançar essa conquista.

À Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, em particular, aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura, pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Centro de Raízes e Amidos Tropicais - CERAT pelo suporte e apoio institucional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processo nº 140386/2017-3), pela concessão de bolsa de doutorado durante o período de 5 meses.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processo nº 2017/11166-8) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que pelo âmbito do convênio entre ambas instituições, me apoiaram financeiramente, por meio da concessão de bolsa de doutorado durante o período de 31 meses.

Ao Prof. Dr. Adalton pelos ensinamentos, paciência, incentivo, compreensão e orientação que muito contribuíram para meu desenvolvimento profissional.

Ao Prof. Dr. Rogério Peres Soratto pela atenção e excelente coorientação.

Aos funcionários e alunos do CERAT, e amigos, em especial ao Élder, Débora, Danilo, Pâmela, Luís, Thaís, Davenil, Rudieli, Ricardo, Gyslane, Jesion, Jason, Hebert, Gustavo, Erilene e Michely que muito contribuíram para realização desse trabalho e não mediram esforços para me ajudar.

Às amigas Juliana, Lydia, Nathalia e Jéssica Gorri que juntas compartilhamos o trabalho e comemoramos cada passo dado.

Aos meus pais, à minha irmã e ao Nícollas por compartilharem comigo os momentos de alegria e sempre me apoiarem e incentivarem nos momentos difíceis e de indecisões. Com vocês compartilho essa conquista.

Aos meu avós, Carmita e Divino, e Dominga e Isidoro (*in memoriam*) pelas bênçãos que derramam em mim todos os dias, independente da distância que estamos.

E a todos que contribuíram de alguma forma para realização desse trabalho. Minha eterna gratidão!



“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar.



## RESUMO

A otimização do manejo da adubação nitrogenada com fornecimento do nitrogênio (N) no período de maior demanda pelas plantas pode ser uma estratégia para maximizar a produtividade e a qualidade de tubérculos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade e a qualidade físico-química e nutricional dos tubérculos das cultivares de batata Agata e Markies submetidas a diferentes formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional combinada com a aplicação de doses de N na fase de enchimento de tubérculos. Foram conduzidos quatro experimentos, com as cultivares Agata e Markies durante a safra de inverno dos anos de 2017 e 2018. A área de 2018 não foi a mesma do ano anterior, e ambos experimentos localizavam-se em áreas comerciais de produção de batata em Botucatu-SP. O delineamento experimental adotado em todos experimentos foi em blocos ao acaso com esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. As formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional foram: M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa, combinadas com as doses de 0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas na fase de enchimento dos tubérculos. As formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional combinadas com as doses de N na fase de enchimento de tubérculos, não causaram deficiência de N nas plantas de batata em ambas cultivares, quando a amostragem foliar foi realizada na época indicada para a cultura. Na cultivar Markies a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos aumentou os teores foliares de N. As formas de aplicação da adubação nitrogenada tradicional e o fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos, para as cultivares Agata e Markies, tiveram pouca influência sobre a produtividade e as características físico-químicas e nutricional dos tubérculos. A cultivar Markies apresentou-se mais responsiva a aplicação de N fertilizante para os parâmetros produtivos, de modo que a aplicação de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N apenas no plantio ou parcelada igualmente entre o plantio e a amontoa tendeu a apresentar melhores produtividade de tubérculos. A cultivar Agata apresentou produtividades relativamente menores, apenas quando aplicado 80 kg ha<sup>-1</sup> de N apenas no plantio. Sob as condições de cultivo desse trabalho, o fornecimento

de N na fase de enchimento de tubérculos não demonstrou ser eficiente em incrementar a produtividade e qualidade de tubérculos de ambas cultivares avaliadas.

**Palavras-Chave:** *Solanum tuberosum* L. Dose de nitrogênio. Época de aplicação. Qualidade de fritura. Qualidade nutricional.

## ABSTRACT

Optimizing the management of nitrogen (N) fertilization with supply of N in the period of greatest demand for plants can be a strategy to maximize the yield and quality of tubers in the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). Thus, the objective of this work was to evaluate the yield and the physico-chemical and nutritional quality of the tubers of potato cultivars Agata and Markies submitted to different forms of management of traditional N fertilization combined with N application rates at the tuber bulking stage. Four experiments were conducted with the cultivars Agata and Markies during the winter growing season of the 2017 and 2018 years. The 2018 area was not the same as the previous year, and both experiments were located in potato producer areas in Botucatu-SP. The experimental design adopted in all experiments was in randomized blocks with a 4 x 4 factorial scheme, with four replications. The forms of management of traditional N fertilization were: M1 = 160 kg N ha<sup>-1</sup> at planting; M2 = 80 kg N ha<sup>-1</sup> at planting; M3 = 40 kg N ha<sup>-1</sup> at planting plus 120 kg N ha<sup>-1</sup> at hilling; M4 = 80 kg N ha<sup>-1</sup> at planting plus 80 kg N ha<sup>-1</sup> at hilling, combined with rates of 0, 20, 40, and 80 kg N ha<sup>-1</sup> applied at tuber bulking stage. The forms of traditional N fertilization management combined with the N rates at tuber bulking stage did not cause N deficiency in potato plants in both cultivars, when leaf sampling was performed at the time indicated for the crop. In the cultivar Markies, application of N at tuber bulking stage increased the leaf N concentration. The forms of application of traditional N fertilization and the supply of N at tuber bulking stage, for the cultivars Agata and Markies, had little influence on the yield and the physico-chemical and nutritional characteristics of the tubers. The cultivar Markies was more responsive to the application of N fertilizer for the yield parameters, so that the application of 160 kg N ha<sup>-1</sup> only at planting or evenly split between the planting and the hilling showed better tuber yield. The cultivar Agata showed relatively lower yields when 80 kg N ha<sup>-1</sup> was applied only at planting. Under the conditions of cultivation of this work, supply of N at tuber bulking stage did not show to be efficient in increasing the yield and quality of tubers of both evaluated cultivars.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L. Nitrogen rate. Time of application. Frying quality. Nutritional quality.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação pluvial (■), irrigação (■), temperaturas máximas (—) e mínimas (—) registradas durante o período de condução dos experimentos. Área 1 (2017) (a) e área 2 (2018) (b).....	35
Figura 2 – Incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 61 e 52 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada no ano de 2017 (a) e 2018 (b). * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	49
Figura 3 – Teor de N no resto da planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	52
Figura 4 – Número de tubérculos por planta (a), peso médio de tubérculos (b) e produtividade da classe segunda (c) de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	56
Figura 5 – Produtividade das classes primeira (a) e miúda (b) de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	56
Figura 6 – Teor (a) e exportação (b) de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	57
Figura 7 – Teor de proteína bruta nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ ...	62
Figura 8 – Teor de açúcares totais nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	63
Figura 9 – Teor de Ca (a) e Cu (b) nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	65

Figura 10 – Teor de N na folha diagnóstica aos 53 (a) e 69 (b) DAE na planta batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	68
Figura 11 – Teor de N na folha diagnóstica aos 45 (a), 60 (b) e 73 (c) DAE na planta batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	68
Figura 12 – Número de folhas por planta (a) e incidência de canela preta (b) nas hastes das plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	70
Figura 13 – Incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	71
Figura 14 – Matéria seca (MS) acumulada no resto da planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	73
Figura 15 – Acúmulo de N no resto da planta (a) e acúmulo de N total (b) na planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	75
Figura 16 – Produtividade de tubérculos das classes primeira (a), segunda (b) e miúda (c) de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	80
Figura 17 – Produtividade de tubérculos das classes primeira (a), segunda (b) e miúda (c) de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	80
Figura 18 – pH da polpa dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ .....	83
Figura 19 – Teor de açúcares redutores nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018.	

	* $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	86
Figura 20 –	Teor de Ca nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	88
Figura 21 –	Teor de Fe nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	89
Figura 22 –	Ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) das fritas na forma de palitos (a) e chips (b) dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	93
Figura 23 –	Ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) das fritas na forma de palitos (a) e chips (b) dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. * $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).....	93



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características químicas do solo na profundidade de 0-0,20 m das áreas de ambos experimentos dos anos de 2017 e 2018..	37
Tabela 2 –	Teor foliar de N em plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	47
Tabela 3 –	Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 61 e 52 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	49
Tabela 4 –	Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	50
Tabela 5 –	Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	52
Tabela 6 –	Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, produtividade total de tubérculos, produtividade comercial de tubérculos e produtividade classificada de tubérculos em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	55
Tabela 7 –	Teor e exportação de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	57
Tabela 8 –	Firmeza, sólido solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	60
Tabela 9 –	Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibra total e cinzas nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	62

Tabela 10 – Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	65
Tabela 11 – Teor foliar de N em plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	67
Tabela 12 – Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 62 e 60 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	70
Tabela 13 – Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	73
Tabela 14 – Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	75
Tabela 15 – Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, produtividade total de tubérculos, produtividade comercial de tubérculos e produtividade classificada de tubérculos em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	79
Tabela 16 – Teor e exportação de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	81
Tabela 17 – Firmeza, sólido solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	83
Tabela 18 – Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibra total e cinzas nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	85
Tabela 19 – Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	88

Tabela 20 – Cor das fritas na forma de palitos e chips e da polpa fresca de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.....	92
---	----



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Delineamento experimental e tratamentos .....	36
3.2	Instalação e condução do experimento.....	36
3.3	Avaliações fitotécnicas.....	39
3.3.1	Diagnose nutricional de N.....	39
3.3.2	Número de hastes e folhas por planta.....	39
3.3.3	Incidência de canela preta nas hastes.....	39
3.3.4	Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência.....	39
3.3.5	Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total.....	40
3.3.6	Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos.....	40
3.3.7	Teor e exportação de N pelos tubérculos.....	41
3.4	Avaliações de qualidade físico-química e nutricional dos tubérculos.....	41
3.4.1	Firmeza da polpa.....	41
3.4.2	Sólidos solúveis.....	41
3.4.3	Acidez titulável.....	41
3.4.4	pH da polpa.....	42
3.4.5	Teor de MS dos tubérculos.....	42
3.4.6	Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais e carboidratos.....	42
3.4.7	Teores de proteína bruta, fibras totais e cinzas.....	42
3.4.8	Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.....	43
3.4.9	Qualidade de fritura.....	43
3.5	Análise estatística.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1	CULTIVAR AGATA.....	45
4.1.1	Diagnose nutricional de N.....	45

4.1.2	Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta.....	47
4.1.3	Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência.....	49
4.1.4	Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total.....	50
4.1.5	Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos.....	53
4.1.6	Teor e exportação de N pelos tubérculos.....	56
4.1.7	Firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos.....	58
4.1.8	Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibras totais e cinzas.....	60
4.1.9	Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.....	63
4.2	CULTIVAR MARKIES.....	66
4.2.1	Diagnose nutricional de N.....	66
4.2.2	Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta.....	68
4.2.3	Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência.....	71
4.2.4	Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total.....	73
4.2.5	Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzido.....	76
4.2.6	Teor e exportação de N pelos tubérculos.....	81
4.2.7	Firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos.....	81
4.2.8	Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibras totais e cinzas.....	84
4.2.9	Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.....	86
4.2.10	Qualidade de fritura.....	89
5	CONCLUSÕES.....	94
	REFERÊNCIAS.....	95

## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) apresenta grande importância econômica por ser cultivada e consumida em vários países do mundo, sendo um alimento com alto valor nutricional (NAUMANN et al., 2019). No Brasil, a batata é cultivada visando atender a dois segmentos de mercado, o de mesa (*in natura*) e o de processamento industrial, havendo cultivares específicas para cada um desses segmentos. A diferença no teor de matéria seca (MS) dos tubérculos de batata é um dos motivos pelos quais estes são destinados aos diferentes tipos de consumo. Cultivares que apresentam teores de MS menores que 20% são destinadas ao consumo *in natura* e àquelas com teores de MS superiores a este são destinadas ao processamento industrial (SILVA; CARVALHO, 2015). A cultivar de batata Agata é a principal cultivar plantada no Brasil para atender ao segmento de consumo *in natura*, enquanto a cultivar Markies tem se destacado por ser uma cultivar com dupla aptidão de uso, podendo ser destinada ao consumo *in natura* e ao processamento industrial.

A nutrição mineral é um dos principais fatores que interferem na produção e na qualidade nutricional dos tubérculos de batata, a qual deve ser manejada para que não seja um parâmetro limitante no processo produtivo. Entre os nutrientes demandados pela batateira, o nitrogênio (N) apresenta grande importância por ser fundamental no desenvolvimento das plantas, e interferir no equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo (ALVA, 2004). Além disso, é o segundo macronutriente mais absorvido pela cultura da batata (FERNANDES et al., 2011), cuja produtividade de tubérculos é dependente da adubação nitrogenada fornecida a cultura e/ou da disponibilidade desse nutriente no solo (GETAHUN et al., 2019).

A absorção de N durante o ciclo de desenvolvimento de cultivares de batata como a Agata e a Markies é semelhante, mas não ocorre de forma contínua ao longo do ciclo. Do plantio até os 40 dias, as plantas de batata absorvem cerca de 22% da sua exigência total (FERNANDES et al., 2011; FERNANDES; SORATTO, 2012). No entanto, a maior demanda da batateira por N ocorre durante a fase de enchimento de tubérculos, quando as plantas absorvem 49% da exigência total nos primeiros 20 dias desta fase e 39% do total nos próximos 27 dias (FERNANDES et al., 2011). Porém, a maioria dos bataticultores geralmente realizam a aplicação de N somente no plantio ou de forma parcelada entre o plantio e uma única aplicação em cobertura junto com a amontoa por volta dos 35 dias após o plantio (DAP). Dessa forma, o parcelamento

da adubação nitrogenada com a garantia do fornecimento deste nutriente em estágios mais tardios do ciclo de desenvolvimento da batateira pode ser uma alternativa eficiente para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade nutricional dos tubérculos, uma vez que parte do N será aplicado durante a fase de maior demanda da cultura em quantidades adequadas.

A produtividade da batata depende indiretamente da quantidade de área foliar fotossinteticamente ativa responsável pela síntese de carboidratos nas folhas e posterior mobilização desses fotoassimilados para os tubérculos em desenvolvimento. Porém, na fase final do ciclo da cultura da batata, tanto os fotoassimilados como o N são remobilizados da parte aérea para os tubérculos, ocasionando uma redução na longevidade das folhas (MILLARD et al., 1989; SILVA; PINTO, 2005), o que reflete em menor duração do ciclo e, conseqüentemente, em menor produtividade. Neste caso, o fornecimento de N em fases mais tardias do ciclo pode contribuir positivamente para a manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa e favorecer o enchimento dos tubérculos, proporcionando melhorias na produtividade, nos teores de MS e na qualidade dos tubérculos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a qualidade físico-química e nutricional dos tubérculos das cultivares de batata Agata e Markies submetidas a diferentes formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional combinada com a aplicação de doses de N na fase de enchimento de tubérculos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A batateira apresenta grande importância econômica por ser cultivada e consumida em vários países do mundo. Trata-se também de uma cultura que destaca-se nos sistemas produtivos pelo alto potencial de produtividade aliado ao elevado valor nutricional dos tubérculos (KOCH et al., 2019). Em termos de consumo, a batata é fonte de alimento para mais de um bilhão de pessoas em todo mundo (CIP, 2020). É considerada uma cultura com destacada importância na segurança alimentar, devido ao seu alto valor nutricional (DEVAUX et al., 2014; DINGENEN et al., 2019; MULETA; AGA, 2019), sendo uma ótima fonte de carboidratos com baixo teor de gordura (CIP, 2020).

A cultura da batata proporciona elevada rentabilidade aos produtores, os quais almejam alta produtividade de tubérculos comerciais por área (FONTES et al., 2012). No Brasil, a área colhida com batata em 2017 foi de 118 mil hectares com uma produção de 3,6 milhões de toneladas, o que refletiu em uma produtividade de 30,9 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2020). Essa elevada produção nacional mostra a importância da batata como fonte de alimento no nosso país.

A produção de batata no Brasil visa basicamente atender a dois segmentos de mercado, sendo um destinado a produção de batata para consumo *in natura* (mesa) e outro para atender as demandas do setor de processamento industrial, no qual um dos principais fatores que interferem na qualidade da batata processada é o teor de MS dos tubérculos (BRAUN et al., 2010). Tubérculos que apresentam menos de 20% de MS são destinados ao segmento *in natura* para venda em mercados, quitandas, etc. Já aqueles tubérculos com teores de MS acima de 20% são mais adequados para uso na indústria de processamento (SILVA; CARVALHO, 2015).

No mercado *in natura*, os consumidores buscam tubérculos que apresentam características visuais atrativas, como cor, textura e brilho da pele, formato alongado, gemas superficiais e resistência ao esverdeamento (PEREIRA; BORTOLETTO, 2015). Os tubérculos com altos teores de MS, bem como aqueles que apresentam cor clara após o processo de fritura são características almejadas pelo segmento industrial (PEREIRA et al., 2007; EVANGELISTA et al., 2011), uma vez que a cor do produto final é vista como a principal característica que determina a qualidade da batata frita (ARAÚJO et al., 2016). No entanto, ambas características definem a aceitação da batata para o processamento na forma de chips ou palito. A cor escura

após o processo de fritura influi na rejeição do produto pelos consumidores, a qual é resultado principalmente do teor de açúcares redutores nos tubérculos. Dessa forma, o processamento industrial da batata requer que os tubérculos tenham teor de açúcares redutores abaixo de 0,035% no caso dos chips e 0,12% para os palitos (STARK et al., 2003; SILVA; CARVALHO, 2015).

A cultivar Agata é uma das cultivares mais plantadas no Brasil representando cerca de 50% da área de cultivo (RIBEIRO et al., 2017), devido a algumas particularidades como, rápida brotação, plantas vigorosas, e alto potencial produtivo de tubérculos que apresentam boa aparência visual (ARAÚJO et al., 2016). Sua principal finalidade é para o consumo *in natura* devido principalmente ao seu baixo teor de MS (ABBA, 2020; EVANGELISTA et al., 2011), sendo que os tubérculos dessa cultivar são mais adequados para a preparação de massas e uso culinário (EVANGELISTA et al., 2011), ou seja, para um mercado em que a conservação de sua forma é essencial (FERNANDES et al., 2010a). Seus tubérculos são considerados padrões de consumo em virtude de atender preferencialmente a demanda dos consumidores, especialmente em relação ao formato e qualidade da pele, os quais apresentam pele amarela e lisa, além do formato oval com gemas superficiais (ABBA, 2020).

Outra cultivar que sobressai em algumas regiões produtoras devido a sua produtividade e qualidade dos tubérculos produzidos é a Markies (FERNANDES et al., 2010b). Esta cultivar possui a característica de dupla aptidão, podendo ser amplamente utilizada para o consumo *in natura* bem como para o processamento industrial, com destaque ao preparo de massas e frituras (FERNANDES et al., 2010a; EVANGELISTA et al., 2011; ARAÚJO et al., 2016). Seus tubérculos apresentam formato uniforme, pele amarela e olhos rasos (NIVAP, 2011), propiciando boa aceitação por parte do mercado consumidor. Dessa forma, como cada cultivar apresenta uma finalidade de uso distinta, torna-se necessário determinar suas características particulares (KUMAR et al., 2007), principalmente as relacionadas a produtividade e a qualidade de tubérculos.

Dentre os parâmetros que influenciam a produção da cultura e a qualidade dos tubérculos colhidos, destaca-se o manejo da nutrição mineral (ALVA et al., 2011; KAWAKAMI, 2015; CARDOSO et al., 2017; SORATTO et al., 2017; MULETA; AGA, 2019; NAUMANN et al., 2019). Para o ajuste desse manejo é primordial a adição de fertilizantes mesmo que haja o suprimento dos nutrientes via solo (GEARY et al., 2015)

e, além disso, é importante se ter o conhecimento das quantidades de nutrientes extraídas por cada cultivar de batata (FERNANDES et al., 2011).

A alta taxa de crescimento, o sistema radicular superficial, o ciclo curto e as altas produtividades alcançadas por unidade de área fazem com que a batateira seja exigente em termos de disponibilidade de nutrientes no solo (FERNANDES et al., 2011; TEIN et al., 2014; SORATTO et al., 2017, MULETA; AGA, 2019). São elevados os investimentos dos produtores para produção de batata, de forma que o custo com fertilizantes e tubérculos-semente, apresentam uma proporção considerável entre os gastos com sua produção (KAWAKAMI, 2015). Dessa forma, os bataticultores aplicam quantidades de fertilizantes acima das necessárias, objetivando a ausência de deficiências nutricionais nas plantas e consequentemente a obtenção de altas produtividades de tubérculos bem como rentabilidade financeira (KAWAKAMI, 2015).

O manejo inadequado da adubação mineral por parte de muitos bataticultores se inicia, muitas vezes, com a aplicação sem critérios de quantidades elevadas de nutrientes. No Brasil, uma grande parte dos bataticultores ainda fornecem no sulco de plantio a dose de 3,3 a 4,1 t ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P-K 04-14-08, sem considerar aspectos importantes que influenciam diretamente na disponibilidade dos nutrientes no solo e na demanda pelas plantas (SORATTO et al., 2017). Dentre tais fatores, pode-se ressaltar a diferente exigência nutricional em relação a cada cultivar, o histórico da área e principalmente a análise do solo a ser cultivado (SORATTO et al., 2017).

Entre os nutrientes exigidos pela batateira, o N é fundamental para o desenvolvimento das plantas (ZEBARTH; ROSEN, 2007), uma vez que interfere no equilíbrio existente entre o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas (ALVA, 2004). Dessa maneira, a fertilização nitrogenada deve ser manejada de forma eficiente e racional, uma vez que tanto o excesso como a deficiência deste nutriente podem acarretar em prejuízos para a produção agrícola além de sérios problemas ambientais (ALVA, 2004; COHEN et al., 2010; LUZ et al., 2014; GAO et al., 2015). A complexidade no ajuste da aplicação de N, ainda está vinculada ao fato deste nutriente estar sujeito a processos dinâmicos no solo, tanto de perdas como de fornecimento, tais como nitrificação, lixiviação, volatilização, desnitrificação, imobilização e mineralização, os quais interferem na sua disponibilidade no solo e consequentemente no desenvolvimento das plantas (RAMBO et al., 2004).

A cultura da batata é uma das espécies que mais respondem a adubação nitrogenada (GEARY et al., 2015; DARABI et al., 2018), requerendo altas quantidades

desse nutriente em função da sua baixa eficiência de absorção de N por possuir sistema radicular pouco desenvolvido (MALTAS et al., 2018; MILROY et al., 2019). A aplicação de N é um dos vários aspectos essenciais que influenciam diretamente no crescimento, produtividade e qualidade dos tubérculos da batateira (ZEBARTH; ROSEN, 2007; COELHO et al., 2010; ALVA et al., 2011; JIAO et al., 2013; LUZ et al., 2014; BANGEMANN et al., 2014; GAO et al., 2015; KELLING et al., 2015; AHMED et al., 2017), sendo que este elemento é o segundo macronutriente mais absorvido por essa tuberosa (FERNANDES et al., 2011).

Diante da importância desse nutriente à batateira, as suas recomendações pelos boletins, no Brasil, variam de 60 a 250 kg ha<sup>-1</sup> de N com variações bem acentuadas a depender do local de cultivo (FERNANDES; SORATTO, 2012). No entanto, tais recomendações não consideram atributos particulares entre as cultivares (FERNANDES et al., 2011; SILVA et al., 2014), principalmente no que diz respeito a finalidade de uso dos tubérculos produzidos, a qual a dose a ser fornecida às plantas de batata pode influenciar diretamente a qualidade do produto final. Em estudo realizado sob condições tropicais de cultivo, as cultivares Agata e Asterix, destinados ao mercado *in natura* e ao processamento industrial, respectivamente, atingiram produtividades máximas de tubérculos com as doses de 297 e 250 kg ha<sup>-1</sup> de N (COELHO et al., 2010), o que indica respostas distintas quanto a necessidade de N das cultivares de batata destinadas a diferentes usos.

É imprescindível manter adequados os níveis de N ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas de batata, uma vez que as quantidades requeridas desse nutriente variam em função da fase fenológica da cultura (FERNANDES et al., 2011). Para isso, torna-se necessário a avaliação do estado nutricional de N na batateira, a partir do qual pode-se monitorar possíveis deficiências que podem ser corrigidas durante o período de cultivo da batateira. Mais uma vez, há uma certa variação da recomendação da amostragem foliar para esse monitoramento nutricional da batateira (FERNANDES; SORATTO, 2012). No entanto, para o estado de São Paulo, recomenda-se amostrar a terceira folha totalmente desenvolvida a partir do tufo apical aos 30 dias após a emergência (DAE) (LORENZI et al., 1997), sendo essa uma ferramenta que pode auxiliar no manejo da adubação nitrogenada na batateira.

A adequação do manejo desse nutriente à batateira deve ser voltada a práticas que potencializem a eficiência de absorção de N, a produtividade de tubérculos e reduza as suas perdas para o meio ambiente (RENS et al., 2015a), o que

consequentemente poderá acarretar redução na recomendação das doses de N (EVANYLO, 1989). Além disso, fatores como a demanda de N pelas plantas, o desenvolvimento das raízes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, a produção almejada de tubérculos, o cultivo anterior, o volume de chuvas, o tipo de solo e o manejo cultural adotado devem ser considerados para se ajustar esse manejo, os quais afetarão a calibração da dose, tempo e local de aplicação do N via fertilizantes (FONTES et al., 2010; ZOTARELLI et al., 2015). A condutividade elétrica do solo (CE) na fase inicial da cultura também é um fator que pode auxiliar no manejo da adubação nitrogenada, no que se refere a tomada de decisão em relação a aplicação de nutriente, uma vez que com CE maior que  $1,7 \text{ ds m}^{-1}$  pode haver comprometimento do desempenho da batateira.

O N é o nutriente responsável por controlar o desenvolvimento das plantas de batata, uma vez que ele atua impulsionando o crescimento da parte aérea, além de contribuir para a produção de tubérculos grandes (SORATTO et al., 2017). No entanto, sua absorção não ocorre de forma contínua ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas. Após a tuberização, como há um aumento quase que linear na taxa de crescimento dos tubérculos (FERNANDES et al., 2010b), as quantidades de N absorvidas pelas plantas aumentam consideravelmente, atingindo taxas diárias de absorção de N de até  $2,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  durante a fase de enchimento de tubérculos (FERNANDES et al., 2011; FERNANDES; SORATTO, 2012). Dessa forma, a maior demanda das plantas de batata por N ocorre na fase de enchimento dos tubérculos, sendo que nos primeiros 20 dias dessa fase as plantas absorvem até 49% da sua demanda total, e nos próximos 27 dias elas absorvem até 39% do total acumulado durante o ciclo inteiro (FERNANDES et al., 2011). Porém, normalmente é até essa fase ( $\pm 40 \text{ DAP}$ ) que a maioria dos produtores realizam a adubação nitrogenada de cobertura. A absorção de N pelas plantas de batata tende a ser reduzida na fase final do período de enchimento de tubérculos e maturação das plantas (ZOTARELLI et al., 2014). Esses trabalhos mostram que há uma absorção tardia de N pelas plantas de batata, inclusive depois dos 60 DAP (FERNANDES et al., 2011; FERNANDES; SORATTO, 2012), e talvez por isso, muitas vezes, a aplicação de N apenas na fase de implantação e crescimento inicial da cultura não seja suficiente para disponibilizar quantidades adequadas de N no solo durante a fase de maior demanda pelas plantas e, consequentemente, garantir elevadas produtividades de tubérculos.

Sendo assim, fica evidente que a aplicação da quantidade de N no estágio fenológico correto à batateira é uma das grandes dificuldades do manejo desse nutriente encontradas pelos produtores (ZEBARTH; ROSEN, 2007; COHEN et al., 2010; GOFFART et al., 2008; KELLING et al., 2015), aliado ao fato da necessidade de se considerar a relação existente entre a cultivar utilizada e sua demanda por N (COHAN et al., 2018), além de outros fatores como a susceptibilidade do solo às perdas de N e sua disponibilidade no solo de cultivo (RENS et al., 2018). Isso porque doses excessivas de N à batateira aumenta o crescimento da parte aérea das plantas e dos estolões, retarda a diferenciação dos tubérculos, reduz a fase de enchimento de tubérculos, o teor de matéria seca, a qualidade e a eficiência de uso do N; enquanto a deficiência, reduz consideravelmente tanto a produtividade como o tamanho dos tubérculos, devido ao menor desenvolvimento da área foliar e queda prematura das folhas (GOFFART et al., 2008; FONTES et al., 2010; DARABI et al., 2018). Dessa forma, práticas de manejo de N que o disponibilize ao solo, suprimindo a necessidade das plantas de batata durante o crescimento vegetativo, o início da tuberização e o período de enchimento dos tubérculos, são fundamentais para potencializar a produtividade de tubérculos e minimizar possíveis perdas desse nutriente no sistema solo-planta (ZOTARELLI et al., 2014).

Alguns estudos envolvendo formas de parcelamento do N têm sido realizados com a cultura da batata nas condições brasileiras (CARDOSO et al., 2007; SOUZA, 2014; KAWAKAMI, 2015; SILVA et al., 2009). Na maioria desses estudos têm se observado que quando se utiliza doses menores de N, o parcelamento da aplicação entre o plantio e o início da tuberização (amontoa) proporciona produtividade de tubérculos maior do que quando o N é aplicado somente no plantio (CARDOSO et al., 2007; SOUZA, 2014; KAWAKAMI, 2015), mesmo quando se utiliza fonte de N com inibidor da nitrificação (SOUZA, 2014). Isso mostra que o fornecimento parcelado do N proporciona um maior sincronismo entre as quantidades do nutriente disponíveis no solo e o período de maior demanda pela cultura.

No entanto, pesquisa realizada em outros países mostra que o fornecimento de baixas doses de N na fase de emergência da cultura combinadas com baixas doses de N no início da tuberização pode não fornecer todo o N suficiente para maximizar a produtividade de tubérculos, se a disponibilidade de N no solo estiver baixa ou houver perda por lixiviação antes da fase de máxima absorção de N pelas plantas (RENS et al., 2015a). Esses resultados mostram que a aplicação tardia de N pode ser uma

alternativa para disponibilizar N na fase de maior demanda pela cultura, o que poderá melhorar a produtividade da batata, uma vez que para a obtenção de elevadas produtividades os nutrientes devem ser aplicados de acordo com as exigências da cultura, nas quantidades e épocas adequadas (CORASPE-LÉON et al., 2009).

Na cultura da batata, a produtividade final de tubérculos depende da capacidade da planta de produzir MS, da porcentagem de MS que é alocada para o crescimento dos tubérculos e do teor de umidade presente nos tubérculos (EWING, 1997). Dessa forma, como a produtividade da batata depende da capacidade da planta sintetizar carboidratos nas folhas e mobilizá-los para os tubérculos em crescimento, a manutenção de uma maior área foliar fotossinteticamente ativa nos estágios tardios do ciclo da cultura pode ser favorável para a produção de tubérculos, isso porque o acúmulo de biomassa nas plantas está diretamente relacionado com a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura (MONTEITH, 1977; STÖCKLE; KEMANIAN, 2009; SANDAÑA; KALAZICH, 2015).

Na fase final do ciclo de desenvolvimento, os fotoassimilados e o N presentes na parte aérea das plantas são remobilizados para os tubérculos e esta remobilização causa uma redução na longevidade das folhas (MILLARD et al., 1989; SILVA; PINTO, 2005), o que pode levar a uma diminuição do ciclo e da produtividade. Assim, considerando que o N exerce um efeito positivo sobre a longevidade das folhas (VOS; BIEMOND, 1992; OLIVEIRA, 2000), a sua aplicação de forma parcelada na implantação da cultura e em pequenas doses nas fases mais tardias do ciclo pode ser uma alternativa para manter maior área foliar fotossinteticamente ativa e favorecer o enchimento dos tubérculos, melhorando assim a qualidade dos tubérculos produzidos.

A qualidade dos tubérculos é uma característica que tem se tornado cada vez mais importante nos dias atuais podendo ser melhorada pelo fornecimento de N. No caso da batata, os atributos de qualidade dos tubérculos almejados relacionam-se à sua finalidade de uso (NAUMANN et al., 2019). O valor nutricional dos tubérculos de batata é bastante desvalorizado e muitas vezes não são conhecidos pelos consumidores, uma vez que trata-se de uma ótima fonte de minerais, como K, P, Mg e Fe, além de fibras alimentares e proteínas com alto valor biológico (CAMIRE et al., 2009; ANDRE et al., 2014; DINGENEN et al., 2019).

Estudos mostram que a adubação nitrogenada além de aumentar o tamanho dos tubérculos (SOUZA, 2014; SORATTO et al., 2017) também pode aumentar os teores de vitamina C (GAO et al., 2015) e de amido deles (EL-GALIL, 2006; GAO et al., 2015).

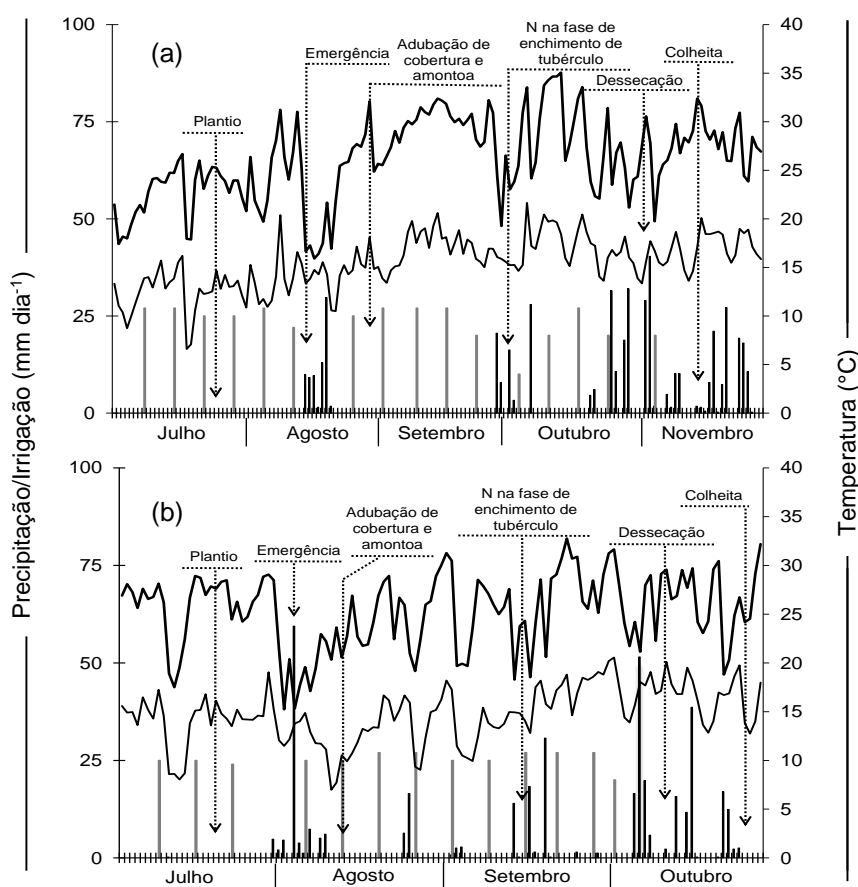
No entanto, pouco se sabe sobre a influência que o manejo diferencial da adubação nitrogenada de plantio combinada com a aplicação tardia de N pode proporcionar para a qualidade dos tubérculos produzidos. Em culturas produtoras de grãos como feijão, soja e trigo têm-se observado que a aplicação tardia de N proporciona melhorias na qualidade dos grãos (SORATTO et al., 2005; MORSHED et al., 2008; XUE et al., 2016), inclusive com aumento no tamanho, na massa e no teor de proteína dos grãos, quando o N é fornecido via foliar na fase reprodutiva de culturas como o feijão (SORATTO et al., 2011).

Dessa forma, como o período de máxima absorção de N pela batateira ocorre durante a fase de enchimento de tubérculos e a adubação nitrogenada normalmente é aplicada somente no plantio ou parcelada entre o plantio e uma cobertura junto com a amontoa ( $\pm$  25-30 DAP), é de se esperar que o manejo diferencial da adubação na fase de implantação da cultura combinada com a aplicação de pequenas doses de N em fases mais tardias do ciclo, contribua para aumentar a longevidade das folhas e a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa. Com isso, possivelmente a produção e alocação de fotoassimilados para os tubérculos aumentará, ocasionando reflexos positivos sobre a produtividade, os teores de MS e a qualidade interna dos tubérculos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos, um com a cultivar Agata e outro com a cultivar Markies, na safra de inverno de 2017 e repetidos em 2018 em áreas comerciais de produção de batata no município de Botucatu-SP. Em cada ano, os experimentos foram conduzidos em áreas diferentes (Área 1 (2017) = 22° 59' 49" S; 48° 25' 52" W e 873 m de altitude; Área 2 (2018) = 23° 07' 49" S; 48° 26' 14" W e 618 m de altitude). Durante a condução da pesquisa foram coletados os dados de precipitação, irrigação e temperaturas máxima e mínima ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura (Figura 1).

**Figura 1 – Precipitação pluvial (■), irrigação (■), temperaturas máximas (—) e mínimas (—) registradas durante o período de condução dos experimentos. Área 1 (2017) (a) e área 2 (2018) (b).**



### 3.1 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado, em todos os experimentos, foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por quatro formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional (M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa), combinadas com as doses de 0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> N aplicadas na fase de enchimento dos tubérculos. O manejo M1 equivale a quantidade de N fornecida com a aplicação no sulco de plantio de 4,1 t ha<sup>-1</sup> do fertilizante N-P-K 04-14-08, adubação essa, bastante praticada por produtores de batata. O manejo M2 corresponde a aplicação no sulco de plantio de metade da dose de N do manejo M1 e equivale a máxima dose de N recomendada para aplicação no sulco de plantio para o Estado de São Paulo (LORENZI et al., 1997). O manejo M3 representa a mesma dose de N do manejo M1, aplicada de forma parcelada com 25% da dose no sulco de plantio e 75% da dose em cobertura junto com a amontoa. O manejo M4 representa a mesma dose de N do manejo M1 e equivale a máxima dose de N recomendada oficialmente para a cultura da batata no Estado de São Paulo para aplicação de forma parcelada, com 50% da dose no sulco de plantio e 50% em cobertura junto com a amontoa. A adubação de cobertura referente as formas de manejo do N dos tratamentos M3 e M4 foi realizada aos 7 e 11 DAE (37 e 33 DAP) junto com a operação de amontoa no ano de 2017, e aos 9 e 10 DAE (31 e 24 DAP) no ano de 2018 para a cultivar Agata e Markies, respectivamente. Cada parcela experimental foi constituída de 5 fileiras de plantas de 4 metros de comprimento, espaçadas de 0,80 entre fileiras e 0,30 m entre plantas. As duas fileiras laterais e 0,5 m nas extremidades das fileiras centrais de cada parcela foram consideradas como bordadura e não foram utilizadas nas avaliações.

### 3.2 Instalação e condução do experimento

Em 2017 e 2018, a condução da pesquisa ocorreu em as áreas comerciais distintas. Porém, os experimentos com cada cultivar (Agata e Markies) foram instalados um ao lado do outro nos dois anos. Em ambos anos, as áreas experimentais haviam sido cultivadas anteriormente com milho (*Zea mays*). Antes da

instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo na camada de 0,0-0,2 m da área experimental para determinação das características químicas de acordo com a metodologia proposta por van Raij et al. (2001). Os resultados da análise de solo das áreas dos experimentos encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1 – Características químicas do solo na profundidade de 0-0,20 m das áreas de ambos experimentos dos anos de 2017 e 2018.**

Características químicas	Área de cultivo de 2017	Área de cultivo de 2018
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,6	5,8
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	27	33
P <sub>resina</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	73	29
S (g dm <sup>-3</sup> )	9	14
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,2	3,5
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	50	82
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	16	48
H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	25	22
CTC (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	92	156
V (%)	72	86
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,23	0,28
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	2,7	6,2
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	26	42
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	2,8	14,4
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	3,4	2,2

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com três gradagens pesadas e uma leve, subsolador e uma enxada rotativa executada na proximidade do plantio. No dia do plantio, os sulcos foram abertos mecanicamente com auxílio da sulcadora-plantadora, no espaçamento de 0,80 m entre sulcos. Em seguida, foi realizada a adubação de plantio, distribuindo-se manualmente os fertilizantes nos sulcos, os quais foram incorporados com auxílio de enxadas. Em 2017, a adubação de plantio foi realizada com as doses de N estabelecidas em cada tratamento, juntamente com 250 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 1 kg ha<sup>-1</sup> de boro (B), enquanto que em 2018 as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e B foram 550, 100 e 1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, aplicadas em ambos anos com base na análise de solo, nas recomendações de Lorenzi et al. (1997) e nos critérios adotados pelo produtor. Como fonte de N, P e K foram utilizados os fertilizantes nitrato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Como fonte de B foi utilizado o bórax, o qual foi pulverizado, na forma de solução, no sulco de plantio sobre os tubérculos-semente.

Após a incorporação dos fertilizantes foi realizada a distribuição manual dos tubérculos-semente das cultivares Agata e Markies nos sulcos de plantio de cada experimento. Os tubérculos-semente da cultivar Agata de ambos experimentos foram classificados como tipo III, enquanto que os da cultivar Markies como tipo IV, porém todos tubérculos-sementes apresentavam-se em pleno vigor de brotação, ou seja, desenvolvimento simultâneo da maioria das brotações. Posteriormente, foram aplicados sobre os tubérculos-semente inseticida e fungicida recomendados para a cultura e, em seguida, os sulcos fechados com o auxílio de enxadas.

A adubação de cobertura dos tratamentos M3 e M4 foi realizada aplicando-se as quantidades de N (nitrato de amônio) estabelecidas em cada tratamento juntamente com a dose de 150 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) em todas as parcelas no ano de 2017 e 2018, respectivamente. A distribuição dos fertilizantes foi realizada manualmente em filete contínuo ao lado das plantas e em seguida foi realizada a operação de amontoa.

As doses de N referentes aos tratamentos com aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos (0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) foram as mesmas fontes de N e os mesmos procedimentos de aplicação da adubação de cobertura dos manejos M3 e M4, realizada no ano de 2017 aos 41 DAE para ambas cultivares (71 e 63 DAP para a cultivar Agata e Markies, respectivamente). Em 2018, a adubação de N nessa fase do ciclo da cultura foi realizada aos 37 e 40 DAE (59 e 54 DAP) para a cultivar Agata e Markies, respectivamente.

Os tratamentos culturais como irrigação, manejo de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados conforme as práticas agrícolas adotadas pelos bataticultores da região de Botucatu (SP) e recomendações técnicas para a cultura. A irrigação das áreas experimentais de ambos anos de cultivo foi realizada por aspersão utilizando sistema de carreteis enroladores, com intuito de atender as exigências hídricas da cultura durante todo o ciclo. As quantidades de água aplicadas ao longo do ciclo da batateira nos cultivos do ano de 2017 e 2018 encontram-se na Figura 1.

### **3.3 Avaliações fitotécnicas**

#### **3.3.1 Diagnose nutricional de N**

Esta avaliação foi realizada a cada 15 dias após a emergência das plantas (4 e 5 coletas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura para a cultivar Agata e Markies, respectivamente, em ambos anos). Foram coletadas 10 folhas diagnósticas (terceira folha totalmente expandida a partir do ápice) de cada parcela, segundo metodologia proposta por Lorenzi et al. (1997). As folhas amostradas foram lavadas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h, trituradas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 1 mm, e submetidas a análise dos teores de N (MALAVOLTA et al., 1997).

#### **3.3.2 Número de hastes e folhas por planta**

O número de hastes e folhas por planta foi avaliado a partir da contagem dessas estruturas em quatro plantas de cada parcela aos 61 e 62 DAE em 2017 e aos 52 e 60 DAE em 2018 para a cultivar Agata e Markies, respectivamente, período que compreende entre 15 e 21 dias após a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos.

#### **3.3.3 Incidência de canela preta nas hastes**

A avaliação da incidência de canela preta foi realizada em ambos anos de cultivo juntamente com a avaliação do número de hastes e folhas por planta. Para esta avaliação foram contados o número de hastes sadias e infectadas por canela preta em duas linhas de 3 m na área útil de cada parcela. Em seguida, foi calculada a porcentagem de hastes doentes pela relação entre o número total de hastes e o número de hastes infectadas.

#### **3.3.4 Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência**

Antes da dessecação da parte aérea das plantas, foram colhidas quatro plantas sequenciadas em uma linha da área útil das unidades experimentais. As plantas foram

separadas em tubérculos e o resto da planta, que incluiu a parte aérea e a parte subterrânea do caule e estolões. O material coletado foi lavado e submetido a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h. Posteriormente, as amostras foram pesadas para determinação da quantidade de MS acumulada. A MS total foi determinada pelo somatório das quantidades de MS acumuladas no resto da planta e nos tubérculos.

### **3.3.5 Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total**

As amostras obtidas no item “3.4.4” após secas foram trituradas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 1 mm. As amostras moídas foram submetidas a determinação dos teores de N (MALAVOLTA et al., 1997). Com os dados de MS e teor de N foram calculadas as quantidades de N acumuladas em cada parte da planta. O acúmulo total de N foi obtido pelo somatório das quantidades acumuladas em cada parte da planta.

### **3.3.6 Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos**

Na ocasião da colheita final, foram colhidos os tubérculos de duas linhas de 1,5 m de comprimento ( $\pm 10$  plantas) na área útil de cada parcela. Os tubérculos colhidos foram escovados e classificados de acordo com o diâmetro transversal em quatro classes: especial ou “graúda” (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). Em seguida os tubérculos foram pesados a fim de determinar a produtividade por classes. A partir do somatório destes resultados foi calculada a produtividade total de tubérculos, enquanto a produtividade comercial de tubérculos foi determinada pelo somatório da produtividade das três primeiras classes (especial, primeira e segunda).

### **3.3.7 Teor e exportação de N pelos tubérculos**

Para esta avaliação foi retirada uma amostra de cada parcela dos tubérculos obtidos na colheita final. Os tubérculos foram lavados, pesados, fatiados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h para determinação da MS. Posteriormente, as amostras secas foram trituradas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 1 mm e foram submetidas a determinação do teor de N (MALAVOLTA et al., 1997). Com base na multiplicação dos dados de quantidade de MS acumulada e teor de N dos tubérculos foi determinada a exportação de N por área.

### **3.4 Avaliações de qualidade físico-química e nutricional dos tubérculos**

Para a realização das avaliações físico-químicas e nutricionais dos tubérculos foi utilizada uma amostra de tubérculos da classe especial, na qual os tubérculos foram lavados e secos ao ar para serem submetidos as avaliações.

#### **3.4.1 Firmeza da polpa**

A firmeza da polpa foi determinada em três tubérculos (com casca) de cada parcela, realizando duas leituras (uma em cada lado do tubérculo). Esta avaliação foi realizada em um texturômetro, com profundidade de penetração de 20 mm, velocidade de 2,0 mm s<sup>-1</sup> e ponteira SMS P/2N.

#### **3.4.2 Sólidos solúveis**

Nesta determinação, a polpa dos tubérculos foi triturada e duas gotas dos solutos foram colocadas sobre o prisma do refratômetro digital e após um minuto foi realizada a leitura direta em °Brix (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2005).

#### **3.4.3 Acidez titulável**

A acidez titulável foi determinada em 10 g da polpa triturada, que foi diluída em 100 mL de água destilada, filtrada e titulada com solução de hidróxido de sódio a 0,1

N, tendo-se como indicador a fenolftaleína (ZENEBOM; PASCUET, 2005) e expressa em porcentagem de ácido cítrico por 100 g de matéria fresca (MF).

#### **3.4.4 pH da polpa**

A determinação do pH foi realizada em 10 g da polpa triturada de tubérculos, que foi diluída em 100 mL de água destilada e em seguida foi realizada a leitura direta do pH com medidor de pH digital (ZENEBOM; PASCUET, 2005).

#### **3.4.5 Teor de MS dos tubérculos**

O teor de MS dos tubérculos foi determinado pelo método gravimétrico. Nesta avaliação os tubérculos foram fatiados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 105 °C até peso constante (ZENEBOM; PASCUET, 2005).

#### **3.4.6 Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais e carboidratos**

Os teores de amido, açúcares redutores e totais foram determinados nas amostras de tubérculos secas a 65° por 96 h e moídas. Nestas amostras, os teores de amido, açúcares redutores e totais foram determinados na matéria seca, segundo metodologia de Somogyi, adaptada por Nelson (1944), e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 535 nm. Posteriormente, os dados de açúcares e amido foram convertidos para teores na matéria fresca e os teores de carboidratos foram obtidos pela soma dos teores de amido e açúcares totais.

#### **3.4.7 Teores de proteína bruta, fibras totais e cinzas**

Amostras secas e moídas de tubérculos foram utilizadas para determinação do teor de proteína pelo método Kjeldahl (920.87 da AOAC) (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2005), utilizando-se no cálculo o fator de 6,25 para conversão em proteína bruta. Posteriormente, os dados foram convertidos para teores de proteína na matéria fresca. O teor de fibras totais foi determinado nas amostras secas dos tubérculos de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1997) e, em seguida, os valores

foram convertidos para teores na matéria fresca. O teor de cinzas foi obtido por meio da calcinação em mufla a 550 °C, de acordo com o método 942.05 da AOAC (2000).

#### **3.4.8 Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn**

Nas amostras secas de tubérculos foram determinados os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Em seguida, os teores de nutrientes foram convertidos para mg 100 g<sup>-1</sup> de matéria fresca.

#### **3.4.9 Qualidade de fritura**

A qualidade da fritura foi realizada apenas com a cultivar Markies. Nesta avaliação, foram utilizados tubérculos frescos da classe especial, os quais foram processados na forma de palito e chips. Em seguida, foi determinada a coloração da polpa crua dos tubérculos, utilizando colorímetro digital. Posteriormente, foi realizada a fritura em óleo de soja durante quatro minutos com auxílio de um fogão doméstico. A temperatura do óleo foi monitorada com termômetro de forma que o início da fritura ocorreu quando o óleo atingiu 180 °C e foi mantida a relação de 1 L de óleo para cada 100 gramas de batata processada. Depois de fritas foi determinada a coloração do material processado em colorímetro digital. Foram determinados os valores de  $L^*$  (representa luminosidade),  $a^*$  (representa variação de cor do verde ao vermelho),  $b^*$  (representa variação de cor do azul ao amarelo) (PAPADAKIS et al., 2000). A partir dos valores de  $a^*$  e  $b^*$  foi calculado o ângulo hue ( $^{\circ}h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) que define a tonalidade de cor e o chroma ( $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ ) que define a intensidade de cor (MCGUIRE, 1992).

### **3.5 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância separadamente por experimento (cultivar). As médias das formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional foram comparadas pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ), enquanto as doses de N

aplicadas na fase de enchimento de tubérculos foram submetidas a análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cultivar Agata

#### 4.1.1 Diagnose nutricional de N

No primeiro ano de cultivo, o teor foliar de N aos 17 DAE não foi influenciado pelos fatores estudados e foi em média  $48,7 \text{ g kg}^{-1}$ , enquanto que nas demais épocas de amostragens, os teores desse nutriente foram afetados pelas formas de manejo (Tabela 2). Os teores de N aos 17 e 33 DAE no cultivo de 2017 estavam dentro da faixa adequada estabelecida para a cultura da batata que é de 40 a  $50 \text{ g kg}^{-1}$  de N, a qual foi determinada por Lorenzi et al. (1997) aos 30 DAE. Aos 33 DAE, os manejos M1 e M2 proporcionaram valores inferiores dos teores de N nas folhas da batateira em relação aos manejos que receberam a aplicação de N na amontoa. Esse resultado pode ser devido ao N ter sido fornecido exclusivamente no plantio em ambos manejos, uma vez que nessa época de amostragem os manejos M3 e M4 já haviam sido supridos com a adubação de cobertura nitrogenada realizada juntamente com a operação de amontoa, o que contribuiu para nutrição de N as plantas de batata. Nas demais épocas de amostragem desse ano, os teores foliares em todos manejos foram inferiores ao nível crítico determinado para a cultura de acordo com Lorenzi et al. (1997), sendo que o manejo M2 apresentou o menor teor foliar de N, indicando a deficiência desse manejo em suprir adequadamente as plantas de batata em N.

No segundo ano de cultivo, o teor foliar de N aos 16 e 65 DAE foram afetados apenas pelas formas de manejo da adubação tradicional, sendo que aos 16 DAE, o maior teor de N nas folhas de batata foi obtido nos manejos M1 e M2 (Tabela 2). Os valores dos teores foliares de N foram semelhantes entre esses dois manejos, mesmo o manejo M2 recebendo metade da dose de N do M1, devido provavelmente a absorção pelas plantas do N disponível no solo, uma vez que suponha-se que o teor de N nas folhas aumente proporcionalmente com as doses desse nutriente (NOBILE et al., 2012). No entanto, em todos manejos avaliados, tais teores encontraram-se acima da faixa estabelecida por Lorenzi et al. (1997), mas semelhante ao valor de  $53 \text{ g kg}^{-1}$  encontrado por Fernandes et al. (2011). Diferentemente das amostragens realizadas aos 37 e 52 DAE, em que os teores de N nas folhas mantiveram-se dentro dessa faixa considerada adequada para a batateira, com exceção do teor de N no

manejo M2 aos 52 DAE, o qual foi 2,3% menor do que o limite inferior de teor estabelecido como adequado por Lorenzi et al. (1997). Aos 65 DAE, os manejos que receberam N apenas no plantio (M1 e M2) reduziram os teores foliares de N em relação aos manejos em que o N foi parcelado entre o plantio e a amontoa. No entanto nas épocas intermediárias (37 e 52 DAE) tais teores não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados.

Os resultados também revelaram, em ambos anos de cultivo, que independente do manejo da adubação nitrogenada, os teores foliares de N diminuíram ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, o que também foi encontrado por Nobile et al. (2012), os quais relatam que isso ocorre basicamente devido a redução do metabolismo das plantas e consequente fase de tuberização da cultura. Esse autores sugeriram que provavelmente as respostas das plantas de batata a aplicação de doses crescentes de N, em termos de diagnose foliar de N ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, está mais relacionada a expansão foliar do que a adubação propriamente dita.

A ausência de efeito da aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos quanto aos teores foliares de N, indica que a aplicação tardia de N nas plantas de batata não melhoram a nutrição nitrogenada da cultura, mesmo sendo a fase que a cultura demanda mais N (FERNANDES et al., 2011), provavelmente devido a contribuição do N do solo à nutrição de N das plantas de batata.

**Tabela 2 – Teor foliar de N em plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Época de coleta	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
	(g kg <sup>-1</sup> )							
	<b>2017</b>							
17 DAE	49,5	48,1	48,2	49,1	ns	ns	ns	3,8
33 DAE	45,0bc	43,3c	46,0ab	47,1a	0,001	ns	ns	5,9
45 DAE	35,8b	34,5c	36,4ab	36,9a	<0,001	ns	ns	4,3
61 DAE	30,6a	29,0b	30,4a	31,1a	0,003	ns	ns	5,2
	<b>2018</b>							
16 DAE	53,8a	52,6ab	50,5c	51,5bc	<0,001	ns	ns	3,6
37 DAE	46,4	47,1	47,9	47,7	ns	ns	ns	5,3
52 DAE	40,0	39,1	40,7	40,7	ns	ns	ns	5,7
65 DAE	32,0c	32,8bc	34,6ab	35,0a	0,010	ns	ns	8,6

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

#### 4.1.2 Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta

No ano de 2017, o número de hastes e folhas, determinados aos 61 DAE, não foram influenciados pelos fatores estudados, os quais foram em média duas hastes e 37 folhas por planta, enquanto que a incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata foi afetada pelas formas de manejo e interação M x D (Tabela 3). A adubação na fase de enchimento de tubérculos não influenciou a incidência de canela preta nos manejos M1, M3 e M4 (Figura 2a). Contudo, no manejo M2, a incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aumentou até a dose estimada de 38 kg ha<sup>-1</sup> de N. O fornecimento de N apenas no plantio (M1) reduziu a incidência de canela preta nas hastes, na ausência da adubação nitrogenada tardia, apenas em relação ao manejo M4. No entanto, na maior dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos, as menores porcentagens de incidência de canela preta foram obtidas nos manejos que M1 e M2, ou seja, nas formas de manejo que receberam N apenas no plantio.

No segundo ano de cultivo, o número de hastes por planta, aos 52 DAE, foi influenciado apenas pelas formas de manejo, enquanto que o número de folhas não foi afetado pelos fatores estudados e foi em média 53 folhas por planta (Tabela 3). A incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata foi influenciada pelas formas de manejo e interação M x D. O número de hastes por planta no manejo M1

foi 21 e 19% menor do que nos manejos M2 e M3, respectivamente. Possivelmente, a aplicação de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no sulco de plantio no manejo M1, possa ter contribuído para aumentar a salinidade do solo, reduzindo a brotação dos tubérculos-semente e conseqüentemente o número de hastes. Apesar da diferença entre as formas de manejo, de acordo com Feltran e Lemos (2005), o número de hastes por planta é diretamente relacionado com a condição de brotação do tubérculo-semente no plantio, ou seja, trata-se de uma característica mais associada aos fatores fisiológicos do tubérculo-semente do que ao manejo adotado.

Nos manejos M1 e M4, a incidência de canela preta aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos, mas no manejo M3 houve redução linear dessa variável em resposta a adubação nitrogenada nessa fase do ciclo da cultura (Figura 2b). No manejo M2, a incidência de canela preta nas hastes reduziu de forma quadrática até a dose estimada de  $42 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos. Quando não se aplicou N na fase de enchimento de tubérculos, a menor incidência de canela preta foi obtida no manejo M4, mas na maior dose de N aplicada nessa fase da cultura, a incidência de canela preta foi menor nos manejos M2 e M3.

Apesar do N ser um nutriente que interfere no número total de folhas de uma planta (VOS; van der PUTTEN, 1998), em ambos anos de cultivos da cultivar Agata, a aplicação de N mineral, seja no plantio e/ou na amontoa, ou na fase de enchimento de tubérculos não alterou o número de folhas por planta, provavelmente devido ao fato das plantas terem sido supridas com o N disponível no solo.

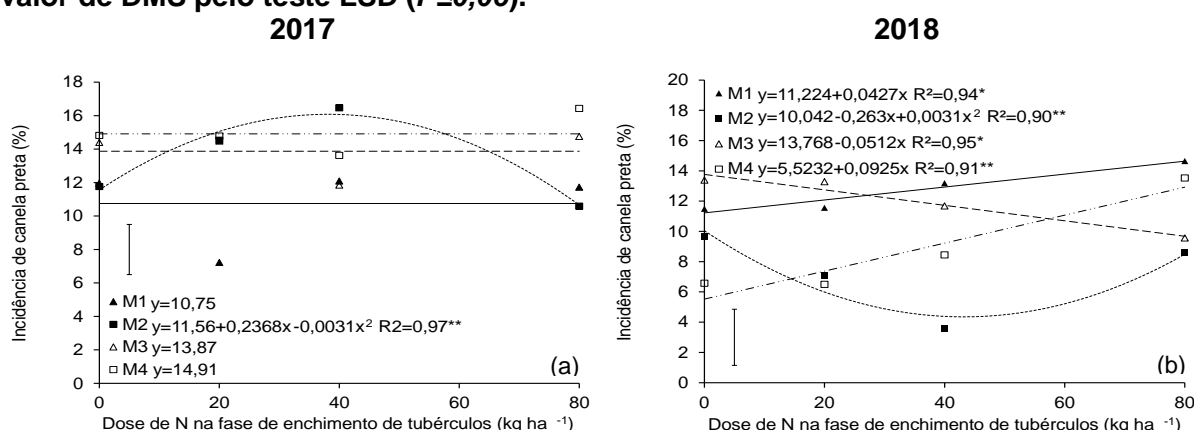
A avaliação da incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata é importante principalmente quando se maneja o N nessa cultura, uma vez que o excesso desse nutriente pode favorecer o crescimento da parte aérea das plantas, deixando-as quebradiças e assim susceptíveis a ocorrência de doenças (SORATTO et al., 2017). Nesse caso, os resultados demonstram que principalmente no ano de 2018, em que as plantas apresentaram um maior acúmulo de MS (Tabela 4), ou seja, maior desenvolvimento, os efeitos dos manejos e das doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos foram mais evidenciados, demonstrando que o fornecimento de N em partes iguais entre o plantio e amontoa (M4) na ausência da adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos, tende a apresentar menor incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata.

**Tabela 3 – Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 61 e 52 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Hastes por planta (no.)	1,7	1,8	1,6	1,7	ns	ns	ns	20,5
Folhas por planta (no.)	36,5	36,0	36,2	39,2	ns	ns	ns	12,6
Canela preta (%)	10,7	13,3	13,9	15,0	<0,001	ns	<0,001	16,0
<b>2018</b>								
Hastes por planta (no.)	2,6b	3,3a	3,2a	3,0ab	0,017	ns	ns	21,5
Folhas por planta (no.)	52,4	53,9	55,5	51,2	ns	ns	ns	20,2
Canela preta (%)	12,7	7,2	11,9	8,7	<0,001	ns	0,001	25,6

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 2 – Incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 61 e 52 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada no ano de 2017 (a) e 2018 (b). \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



#### 4.1.3 Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência

No primeiro ano de cultivo, a quantidade de MS acumulada em todas as partes da planta não foi influenciada pelos fatores estudados, sendo em média 1.269, 5.217 e 6.486 kg ha<sup>-1</sup> no resto da planta, tubérculos e total, respectivamente (Tabela 4). Outro estudo também demonstra que a aplicação de N em cobertura no início da fase de tuberização em solos arenosos não alterou a biomassa das plantas de batata (RENS et al., 2015b).

Em 2018, o acúmulo de MS no resto da planta foi influenciado apenas pelas formas de manejos, enquanto que a MS dos tubérculos e total não foram afetadas por

nenhum dos fatores estudados (Tabela 4). O manejo M1 incrementou em média 19% a MS acumulada no resto da planta de batata em relação aos demais manejos, o que evidencia um maior desenvolvimento das plantas quando foi aplicado a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N exclusivamente no plantio. Esse resultado indica a maior exigência de N pelas plantas de batata dessa cultivar no início do ciclo de desenvolvimento, para maior produção de biomassa. O N é um nutriente fundamental para formação da biomassa acima do solo responsável pelo processo fotossintético, de forma que a relação existente entre a cultivar utilizada e sua demanda por N deve ser levada em consideração para se ajustar o manejo desse nutriente na cultura da batata (COHAN et al., 2018).

**Tabela 4 – Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M3	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
<i>MS (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	1317,6	1207,3	1311,9	1238,5	ns	ns	ns	16,5
Tubérculos	5479,3	4906,0	5278,3	5205,3	ns	ns	ns	18,1
Total	6797,0	6113,2	6590,2	6443,8	ns	ns	ns	15,3
<b>2018</b>								
Resto da planta	1672,2a	1486,0b	1405,4b	1333,3b	0,001	ns	ns	16,4
Tubérculos	6766,4	6686,6	6503,4	6697,3	ns	ns	ns	10,0
Total	8438,6	8172,6	7908,9	8030,6	ns	ns	ns	8,4

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

#### 4.1.4 Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total

No ano de 2017, o teor de N no resto da planta de batata foi afetado apenas pelas doses de N na fase de enchimento de tubérculos (Tabela 5). O teor de N no resto da planta aumentou linearmente com o incremento das doses de N (Figura 3). O teor de N nos tubérculos e total e o acúmulo desse nutriente em todas as partes da planta não foram influenciados por nenhum dos fatores estudados.

No entanto, no segundo ano de cultivo, o teor de N no resto da planta de batata não foi influenciado pelos fatores estudados sendo em média 28,3 g kg<sup>-1</sup>, enquanto que os teores de N nos tubérculo e total, e os acúmulos desse nutriente em todas as

partes da planta de batata foram afetados pelas formas de manejo (Tabela 5). Os teores de N nos tubérculos e o total no manejo M4 foi em média 7 a 10% maior que nos demais manejos.

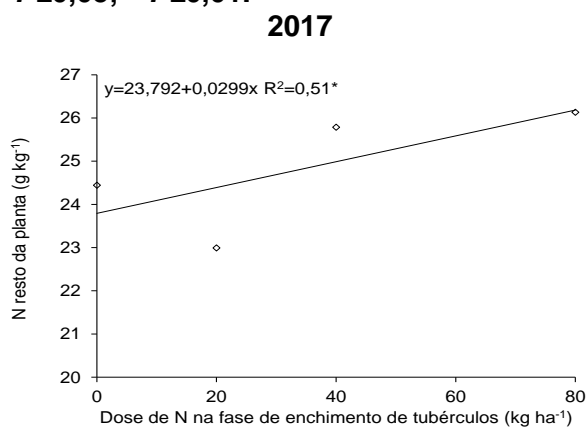
Os resultados deste estudo indicam que as doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos causam um certo aumento no acúmulo de N no resto da planta (parte aérea e a parte subterrânea do caule e estolões), no entanto, isso não se reflete em maior acúmulo de N nos tubérculos, ou maior absorção desse nutriente pelas plantas de batata. O maior acúmulo de N no resto das plantas de batata, em 2018, no manejo M1 (Tabela 5) é reflexo do maior acúmulo de MS nessa parte da planta (Tabela 4). No entanto, o maior acúmulo de N nos tubérculos ocorreu no manejo M4, demonstrando a contribuição da aplicação de N de forma parcelada igualmente entre o plantio e a amontoa, sobre as quantidades de N acumuladas nos tubérculos. Em 2017 a extração de N pela cultivar Agata foi em média de  $101 \text{ kg ha}^{-1}$  e em 2018 ela variou de 155 a  $166 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, ou seja, valores superiores aos  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  obtidos por Fernandes et al. (2011) para essa mesma cultivar. Essa maior extração de N observada no ano de 2018 pode ser atribuída ao aumento de 36% na produtividade total de tubérculos obtido nesse ano em comparação ao ano de 2017.

**Tabela 5 – Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
<i>Teor de N (g kg<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	25,1	24,5	24,8	25,0	ns	0,007	ns	10,9
Tubérculos	13,1	13,0	13,7	13,9	ns	ns	ns	8,6
Total	15,5	15,2	15,9	16,1	ns	ns	ns	7,4
<i>Acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	33,2	29,5	32,5	31,0	ns	ns	ns	17,9
Tubérculos	71,2	63,2	72,0	71,3	ns	ns	ns	16,8
Total	104,4	92,7	104,5	102,3	ns	ns	ns	14,2
<b>2018</b>								
<i>Teor de N (g kg<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	28,3	27,1	29,1	28,8	ns	ns	ns	7,7
Tubérculos	17,3b	17,3b	17,6b	19,1a	0,002	ns	ns	8,2
Total	19,5b	19,1b	19,7b	20,7a	0,016	ns	ns	7,2
<i>Acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	47,4a	40,3b	40,6b	38,4b	0,003	ns	ns	16,5
Tubérculos	117,1b	115,2b	114,4b	127,6a	0,015	ns	ns	10,5
Total	164,6ab	155,5b	155,0b	166,0a	0,045	ns	ns	8,5

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 3 – Teor de N no resto da planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### **4.1.5 Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos**

Em 2017, o número de tubérculos por planta foi influenciado apenas pela dose de N, enquanto que o peso médio de tubérculos foi afetado por ambos fatores isolados (Tabela 6). O peso médio dos tubérculos nos manejos M1, M3 e M4 foram entre 11 e 17% maior que no manejo M2. O número de tubérculos por planta aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos, mas o peso médio dos tubérculos reduziu de forma linear com a aplicação de N nessa fase da cultura (Figuras 4a e 4b). No entanto, essas alterações não foram suficientes para proporcionar mudanças significativas na produtividade total e comercial de tubérculos, uma vez que a maior quantidade de tubérculos por planta foi compensada pela produção de tubérculos de menor massa. Fernandes et al. (2010b) também relataram que o maior número de tubérculos por planta não está necessariamente relacionado a maior produtividade de tubérculos.

Em ambos anos de cultivo, a produtividade total, comercial e das classe especial não foi afetada por nenhum dos fatores estudados, e foram em média no ano de 2017, 41.097, 41.065 e 36.542 kg ha<sup>-1</sup>, e em 2018, 55.787, 54.358 e 45.562 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 6). No primeiro ano de cultivo, a produtividade de tubérculos da classe primeira foi influenciada apenas pelas formas de manejo, enquanto que a produtividade da classe segunda foi afetada pelas formas de manejo, doses de N e interação M x D. As produtividades de tubérculos da classe primeira nos manejos M1, M3 e M4 foram entre 9 e 21% maiores do que no manejo M2, apesar das produtividades nos manejos M2, M3 e M4 não terem diferido entre si.

A produtividade de tubérculos da classe segunda nos manejos M2, M3 e M4 reduziu de forma quadrática até as doses estimadas de 42, 38 e 48 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos, respectivamente (Figura 4c). Porém, no manejo M1, a produtividade desta classe aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos. Quando não se aplicou N na fase de enchimento de tubérculos, o manejo M1 obteve a menor produtividade de tubérculos da classe segunda em relação aos demais manejos, enquanto que na maior dose de N avaliada as menores produtividades dessa classe de tubérculos foram obtidas nos manejos M1 e M4. A produtividade de tubérculos da classe miúda não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados sendo em média 33 kg ha<sup>-1</sup>.

No segundo ano de cultivo, o número de tubérculos por planta e o peso médio de tubérculos não foram influenciados pelos fatores avaliados, e foram em média 14 e 98 g, respectivamente (Tabela 6). As produtividades de tubérculos das classes primeira e miúda foram afetadas pelas formas de manejo e doses de N isoladamente, enquanto que a produtividade de tubérculos da segunda classe foi influenciada apenas pelas formas de manejo. A produtividade de tubérculos da classe primeira aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos, e a produtividade da classe miúda aumentou até a dose estimada de 56 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos (Figuras 5a e 5b). Os manejos M4 e M1 obtiveram produtividade de tubérculos das classes primeira e segunda com valores, em média, de 15 e 27% maior, respectivamente, do que os demais manejos. No entanto, os resultados demonstram que ambos manejos M1 e M4 aumentaram a produtividade da classe de tubérculos miúda, o que não é interessante.

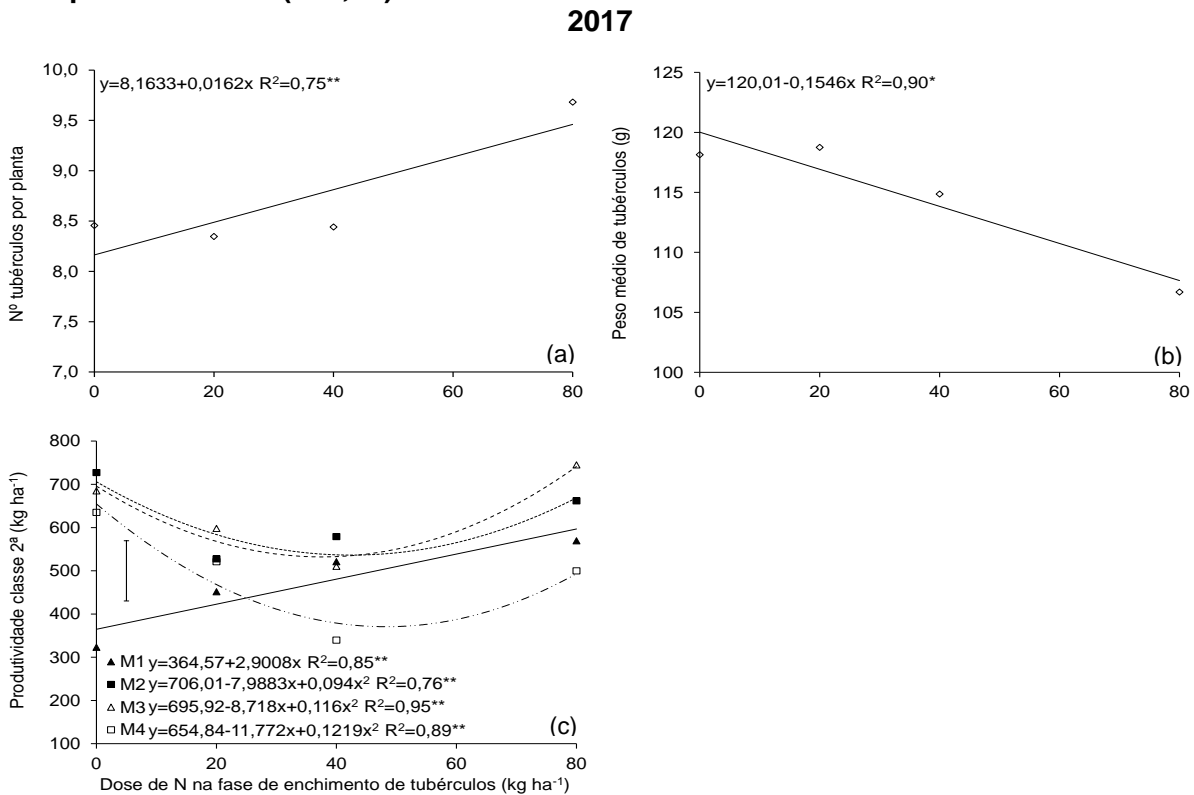
A ausência de resposta da produtividade comercial de tubérculos quanto a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos pode ser devido ao fato de que as plantas de batata estavam suficientemente nutridas com N, seja pelo fornecimento no plantio e/ou parcelado na amontoa, ou pelo N disponível no solo, ou seja, as plantas apenas responderiam ao N mineral aplicado nessa fase caso estivessem deficientes em N (EVANYLO, 1989) ou esse nutriente fosse perdido por meio de lixiviação como citado por Rens et al. (2015a). Esses autores, em estudo feito na Flórida, também verificaram a ausência de efeito positivo da fertilização nitrogenada sobre a produtividade comercial de tubérculos com a aplicação de doses acima de 56 kg ha<sup>-1</sup> na fase de início da tuberização da batateira, o que provavelmente ocorreu por se tratar de cultivos de batata em solos extremamente arenosos. Dessa forma, verifica-se que apesar da batateira absorver grandes quantidades de N durante a fase de enchimento de tubérculos (FERNANDES et al., 2011), a aplicação de N no início dessa fase da cultura não beneficia a produtividade de tubérculos, possivelmente porque neste estudo o solo não era propenso à ocorrência de perdas significativas de N por lixiviação. Ademais, o N fornecido entre o plantio e a amontoa foi suficiente para nutrir adequadamente as plantas de batata, como se verificou nos resultados de avaliação da diagnose foliar de N (Tabela 2). Por último, as diferenças entre as produtividades total, comercial e classificada de tubérculos observadas nos dois anos de cultivo, de forma que os maiores valores foram obtidos no ano de 2018, pode estar atribuída ao cultivo ter sido realizado em áreas distintas.

**Tabela 6 – Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, produtividade total de tubérculos, produtividade comercial de tubérculos e produtividade classificada de tubérculos em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

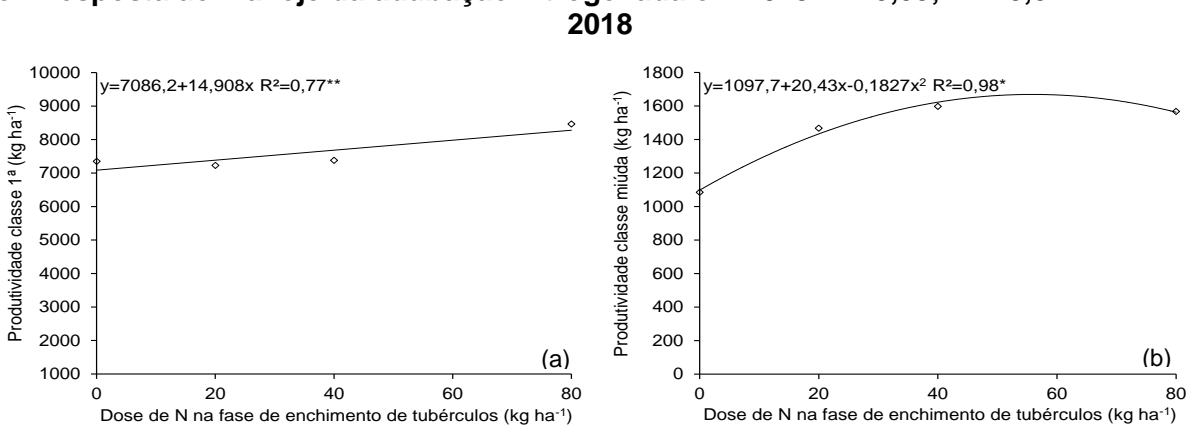
Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
				<b>2017</b>				
Tubérculos por planta (no.)	8,7	9,2	8,5	8,5	ns	0,027	ns	16,0
Peso médio de tubérculo (g)	121a	103b	120a	114ab	0,008	0,050	ns	13,7
	<i>Produtividades (kg ha<sup>-1</sup>)</i>							
Total	42722	39445	42352	39869	ns	ns	ns	12,3
Comercial	42686	39423	42314	39835	ns	ns	ns	12,2
Classe especial	37759	35219	37792	35399	ns	ns	ns	11,6
Classe primeira	4335a	3580b	3887ab	3938ab	0,028	ns	ns	17,4
Classe segunda	466	624	635	499	<0,001	0,001	<0,001	17,6
Classe miúda	37	22	38	34	ns	ns	ns	17,0
				<b>2018</b>				
Tubérculos por planta (no.)	13	14	13	14	ns	ns	ns	13,4
Peso médio de tubérculo (g)	95	98	103	95	ns	ns	ns	12,9
	<i>Produtividades (kg ha<sup>-1</sup>)</i>							
Total	54627	57272	55271	55976	ns	ns	ns	9,3
Comercial	52709	55823	54464	54435	ns	ns	ns	9,1
Classe especial	44066	47204	46058	44919	ns	ns	ns	11,4
Classe primeira	7230b	7446b	7300b	8454a	0,020	0,018	ns	15,8
Classe segunda	1411a	1172b	1105b	1061b	<0,001	ns	ns	17,5
Classe miúda	1918a	1449b	807c	1540ab	<0,001	0,043	ns	38,5

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 4 – Número de tubérculos por planta (a), peso médio de tubérculos (b) e produtividade da classe segunda (c) de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



**Figura 5 – Produtividade das classes primeira (a) e miúda (b) de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### 4.1.6 Teor e exportação de N pelos tubérculos

Em 2017, o teor de N nos tubérculos foi influenciado apenas pelas doses de N na fase de enchimento dos tubérculos, enquanto a exportação deste nutriente foi afetada por ambos fatores isolados (Tabela 7). O teor e a exportação de N pelos tubérculos aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de

tubérculos, de forma que a aplicação da dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N nessa fase aumentou entre 11% e 20% o teor e a exportação deste nutriente em relação a ausência da aplicação de N nessa fase da cultura (Figuras 6a e 6b).

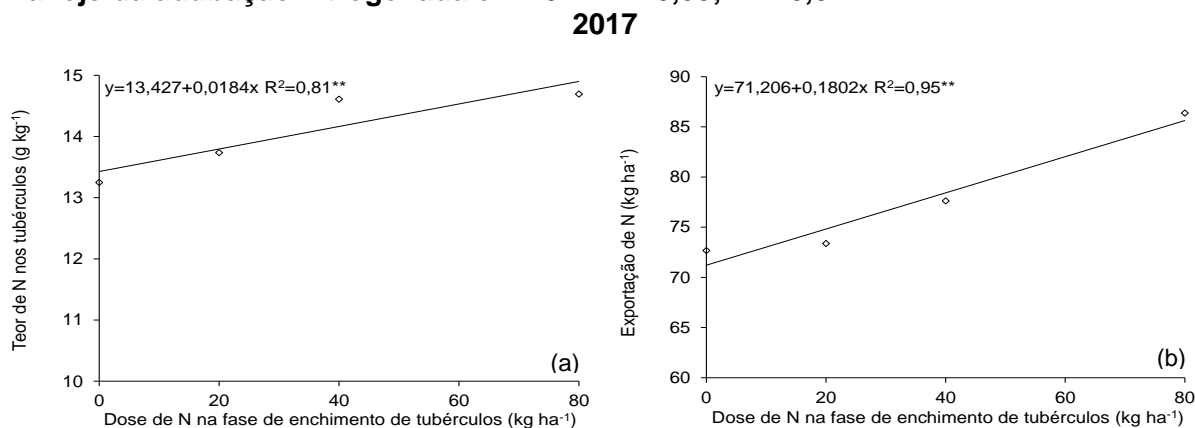
No entanto, no segundo ano de cultivo, o teor e a exportação de N nos tubérculos foram afetados apenas pelas formas de manejo da adubação tradicional, os quais foram em média cerca de 10% maiores no manejo M4 do que nos demais (Tabela 7). Esses resultados mostram que a aplicação parcelada do N com metade da dose no plantio e o restante na amontoa favoreceu o aumento nos teores de N nos tubérculos e na exportação desse nutriente.

**Tabela 7 – Teor e exportação de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	14,4	13,5	14,3	14,1	ns	0,002	ns	8,5
Exportação de N (kg ha <sup>-1</sup> )	82,1a	70,3b	80,4a	75,3ab	0,046	0,044	ns	16,4
<b>2018</b>								
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	17,3b	17,3b	17,6b	19,1a	0,002	ns	ns	8,2
Exportação de N (kg ha <sup>-1</sup> )	117,1b	115,2b	114,4b	127,6a	0,015	ns	ns	10,5

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 6 – Teor (a) e exportação (b) de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### 4.1.7 Firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos

No primeiro ano de cultivo, nenhum dos fatores estudados afetaram a firmeza, o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, o pH da polpa e o teor de MS dos tubérculos, os quais foram em média 11,4 N, 3,81 °Brix, 0,15%, 6,06% e 13,3%, respectivamente (Tabela 8).

No entanto, no cultivo de 2018, a acidez titulável e o pH da polpa dos tubérculos foram influenciados pelas formas de manejo da adubação tradicional (Tabela 8). A firmeza da polpa, o teor de sólidos solúveis e o teor de MS dos tubérculos não foram afetados por nenhum dos fatores estudados e foram em média 9,68 N, 3,47 °Brix e 12,4%, respectivamente. Os manejos M2 e M3 aumentaram a acidez titulável, enquanto que os maiores valores de pH da polpa dos tubérculos foram obtidos nos manejos que receberam N apenas no plantio (M1 e M2). Fontes et al. (2010) obtiveram incrementos na acidez titulável dos tubérculos a partir do fornecimento de doses crescentes de N na batateira, enquanto que Cardoso et al. (2017) não verificaram alterações dessa variável submetida a diferentes tipos de parcelamento do N juntamente com o K. No entanto, os resultados obtidos nesse estudo ainda foram 30% menores que os encontrados por Fernandes et al. (2010) para essa mesma cultivar. O teor de acidez titulável nos tubérculos afeta o seu sabor e odor, e corresponde aos ácidos orgânicos presentes nos tubérculos (FELTRAN et al., 2004; FONTES et al., 2010).

A ausência de resposta da batateira ao N fertilizante em relação a firmeza dos tubérculos também foi verificada por Cardoso et al. (2017) que avaliaram formas de parcelamento desse nutriente juntamente com o K. No entanto, os valores obtidos nesse trabalho foram, em média, 57% maiores que os encontrados por Fernandes et al. (2010a) para esta mesma cultivar, o que é uma característica de qualidade de grande importância pela preferência dos consumidores de tubérculos na forma *in natura* a um produto final mais firme, já que os tubérculos dessa cultivar são os mais aceitos nesse mercado (CARDOSO et al., 2017).

Outros autores também não verificaram influência da aplicação parcelada do N e K quanto ao teor de sólidos solúveis nos tubérculos da cultivar Agata (CARDOSO et al., 2017), assim como o obtido nesse estudo, cujo valor médio entre os dois anos

avaliados foi de 3,64 °Brix, o qual foi 16% menor do que o encontrado por Fernandes et al. (2010a).

A influência das formas de manejo da adubação tradicional no valor do pH dos tubérculos em 2018, indica que as plantas de batata dessa cultivar precisam de um suprimento de N apenas no plantio para incrementar essa variável, o qual seja possivelmente equivalente a dose de N de 160 kg ha<sup>-1</sup>. O efeito positivo do manejo M2, que recebeu apenas 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio, ao aumento dessa variável pode ser atribuído ao fato de que nesse ano a precipitação foi melhor distribuída ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, que aliado ao maior teor de matéria orgânica presente no solo e as temperaturas, acarretou em aumentos na taxa de mineralização disponibilizando N as plantas de batata. Outros autores não obtiveram incrementos dessa variável com a aplicação de N fertilizante nas plantas de batata dessa mesma cultivar (FONTES et al., 2010). No entanto, é necessário ressaltar que independentemente das formas de manejos adotadas, os valores obtidos de pH da polpa dos tubérculos foram superiores a 6,0, sugerindo boas condições de maturação e conservação dos tubérculos (FELTRAN et al., 2004).

Quanto ao teor de MS dos tubérculos, a ausência de resposta a aplicação do N fertilizante também foi relatado por Braun et al. (2010) para essa mesma cultivar. No entanto, os valores de MS dos tubérculos obtidos nesse estudo, foram em média, entre 9 e 22% menores do que os encontrados por Braun et al. (2010) e Fernandes et al. (2010a).

**Tabela 8 – Firmeza, sólido solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Firmeza da polpa (N)	11,4	11,2	11,3	11,5	ns	ns	ns	4,5
Sólidos solúveis (°Brix)	3,86	3,61	3,89	3,86	ns	ns	ns	8,7
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	0,15	0,15	0,16	0,15	ns	ns	ns	9,3
pH da polpa	6,12	6,04	6,05	6,04	ns	ns	ns	1,6
MS dos tubérculo (%)	13,3	13,2	13,2	13,4	ns	ns	ns	4,4
<b>2018</b>								
Firmeza da polpa (N)	9,79	9,82	9,58	9,52	ns	ns	ns	4,0
Sólidos solúveis (°Brix)	3,43	3,45	3,43	3,56	ns	ns	ns	10,1
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	0,12bc	0,13ab	0,14a	0,11c	0,005	ns	ns	12,8
pH da polpa	6,35a	6,31ab	6,24b	6,27b	0,029	ns	ns	1,7
MS dos tubérculo (%)	12,5	12,5	12,3	12,3	ns	ns	ns	6,1

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE). <sup>(3)</sup> Porcentagem de ácido cítrico por 100 g da matéria fresca.

#### **4.1.8 Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibras totais e cinzas**

No primeiro ano de cultivo, os teores de amido, açúcares redutores e totais, carboidratos, fibras totais e cinzas nos tubérculos não foram afetados pelos fatores estudados, os quais foram em média 8,99, 0,07, 0,12, 9,12, 0,38 e 0,66%, respectivamente (Tabela 9). No entanto, a dose de N na fase de enchimento de tubérculos influenciou o teor de proteínas nos tubérculos. O teor de proteína aumentou linearmente com o incremento dessas doses de N aplicadas nessa fase da cultura (Figura 7). Na maior dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos o teor de proteína obtido nesse estudo ainda foi 11,7% menor do que o encontrado por Evangelista et al. (2011). Apesar disso, nossos resultados indicam resposta positiva da aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos sobre o aumento do teor de proteínas nos tubérculos. Outros autores não verificaram alterações desses teores em

função do manejo da adubação fosfatada (FERNANDES et al., 2015), o que é desejável, uma vez que as proteínas presente nos tubérculos são de elevada qualidade, constituídas por todos os aminoácidos fundamentais na dieta humana (HAYNES et al., 2012), além de ser atributo importante que determinam a qualidade dos tubérculos (MITRUS et al., 2003; FONTES et al., 2010).

No ano de 2018, nenhum dos fatores estudados influenciaram os teores de amido, açúcares redutores, carboidratos, fibras totais e cinzas, cujos valores médios foram 8,93, 0,16, 8,96, 0,42 e 0,69%, respectivamente (Tabela 9). Contudo, o teor de açúcares totais foi afetado pela interação M x D, e o de proteína pelas formas de manejo da adubação tradicional. O incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos reduziu linearmente os teores de açúcares totais nos manejos M1 e M2, mas essa adubação aumentou de forma linear os teores de açúcares totais no manejo M3 (Figura 8). No manejo M4, as doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos não afetaram o teor dessa variável. Na ausência da adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos, o teor de açúcares totais no manejo M2 foi 69% maior que no M3, enquanto que na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos, essa variável no manejo M3 foi em média 57% maior do que nos manejos M1 e M2. O teor de proteína nos tubérculos no manejo M4 foi de 8 a 10% maior que nos demais manejos.

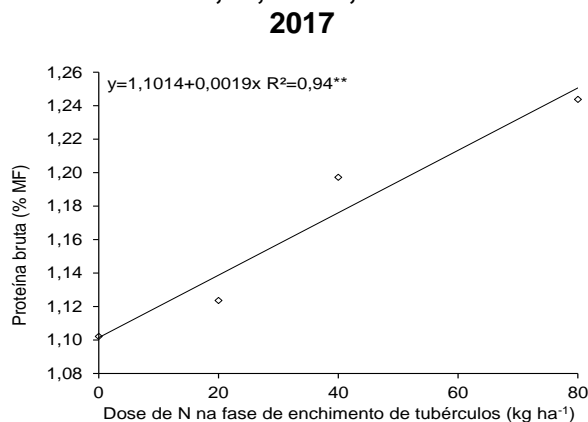
Os resultados deste estudo não indicaram efeito do N fertilizante, independente da forma e época de aplicação, sobre os teores de amido, carboidratos, fibras totais e cinzas nos tubérculos em ambos anos de cultivo. No entanto, existem na literatura resultados indicando que o N mineral não altera e/ou reduz o teor de amido nos tubérculos de batata (BRAUN et al., 2010; MALTAS et al. 2018). Os valores de fibras totais e cinzas obtidos nesse estudo foram em média entre 6 e 33% menores do que os encontrados por Fernandes et al. (2010a) para essa mesma cultivar.

**Tabela 9 – Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibra total e cinzas nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

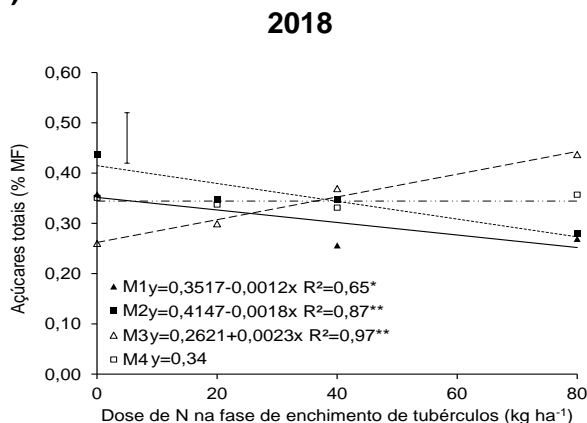
Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			CV
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	
<b>2017</b>								
	( % matéria fresca )							
Amido	8,96	9,17	8,88	8,96	ns	ns	ns	7,7
Açúcares redutores	0,07	0,07	0,07	0,08	ns	ns	ns	22,9
Açúcares totais	0,14	0,10	0,11	0,12	ns	ns	ns	27,9
Carboidratos	9,13	9,28	8,99	9,09	ns	ns	ns	7,6
Proteína bruta	1,19	1,11	1,18	1,17	ns	0,003	ns	9,9
Fibras totais	0,38	0,39	0,39	0,37	ns	ns	ns	12,8
Cinzas	0,67	0,65	0,66	0,65	ns	ns	ns	6,5
<b>2018</b>								
Amido	8,98	9,80	8,83	8,10	ns	ns	ns	12,3
Açúcares redutores	0,17	0,16	0,16	0,16	ns	ns	ns	20,6
Açúcares totais	0,31	0,35	0,34	0,34	ns	ns	0,003	21,0
Carboidratos	9,29	9,25	8,87	8,44	ns	ns	ns	11,9
Proteína bruta	1,33b	1,35b	1,35b	1,46a	0,043	ns	ns	10,1
Fibras totais	0,41	0,42	0,43	0,42	ns	ns	ns	15,5
Cinzas	0,70	0,68	0,69	0,68	ns	ns	ns	9,8

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 7 – Teor de proteína bruta nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



**Figura 8 – Teor de açúcares totais nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



#### 4.1.9 Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn

Em 2017, nenhum dos fatores estudados influenciaram os teores de P, Mg, Cu e Mn nos tubérculos, cujos valores médios foram 32,82, 12,56, 0,066 e 0,312 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 10). No entanto, os teores de K, Ca, Fe e Zn foram afetados pelas formas de manejos. O manejo M1 aumentou em média 17% e o manejo M4 aumentou em 33% os teores de K e Ca, respectivamente, em relação aos demais manejos. No entanto, o manejo que recebeu apenas 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio incrementou em 23% o teor de Fe nos tubérculos em comparação ao manejo M4, mas a aplicação de N exclusivamente no plantio, independente da dose de N, reduziu em 12% o teor de Zn em relação aos tratamentos em que o N foi parcelado.

No segundo ano de cultivo, os teores nos tubérculos de P, K, Mg, Fe e Zn não foram influenciados pelos fatores estudados, os quais foram em média de 29,78, 251,72, 13,99, 0,73 e 0,27 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 10). Contudo, as formas de manejo e as doses de N na fase de enchimento de tubérculos afetaram os teores de Ca e Cu nos tubérculos, enquanto que apenas as formas de manejo da adubação tradicional influenciaram o teor de Mn. O manejo M1 aumentou o teor de Ca nos tubérculos em relação aos manejos M2 e M4. O teor de Cu foi incrementado entre 21 e 23% no manejo M1 em comparação aos manejos M2 e M3. No entanto, a adubação de N na fase de enchimento de tubérculos aumentou em 33% os teores de Ca dos tubérculos; e reduziu em 25% os teores de Cu nos mesmos (Figuras 9a e 9b). Quanto ao teor de Mn dos tubérculos, nota-se que no manejo M4 houve redução, em

média, de 19% nos valores dessa variável em relação aos valores obtidos nos demais manejos.

Em geral, os resultados dos dois anos de cultivo demonstram que apenas os teores de P, K e Mg nos tubérculos dessa cultivar não são afetados pela aplicação de N fertilizante, independentemente da forma de manejo adotada ou do fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos. No entanto, há uma variação, principalmente, quanto a forma de manejo da adubação nitrogenada tradicional em relação ao aumento dos demais nutrientes nos tubérculos. A aplicação da dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio ou parcelado igualmente entre o plantio e a amontoa pode contribuir para aumentar o teor de Cu nos tubérculos. O fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos favorece o incremento do teor de Ca nos tubérculos, possivelmente pelo fato do N favorecer o crescimento das raízes das plantas de batata e conseqüentemente facilitar a absorção de Ca. Os teores de Fe e Mn são reduzidos quando são fornecidas doses iguais de N no plantio e na amontoa. Os teores de Zn nos tubérculos podem ser beneficiados pelo fornecimento parcelado do N entre o plantio e a amontoa.

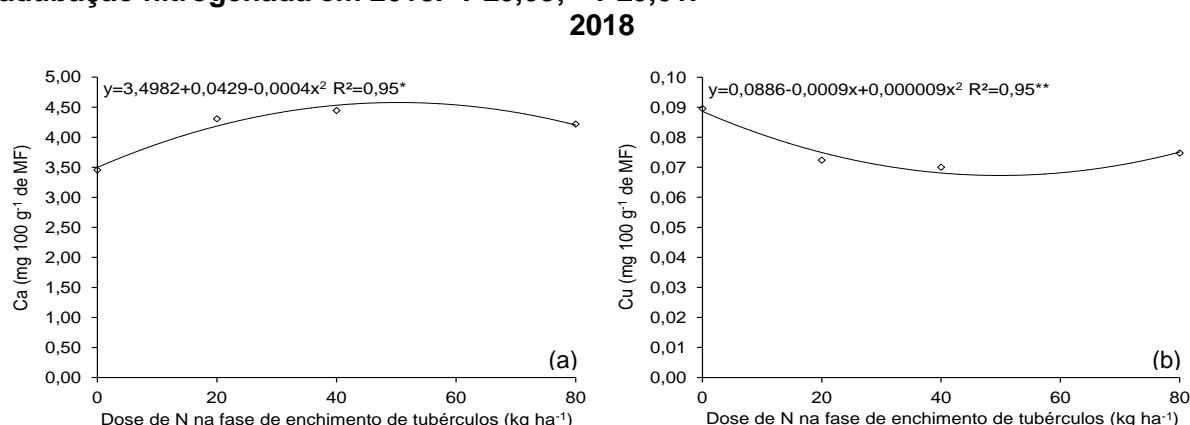
Dessa forma, em virtude das quantidades de minerais já presentes nos tubérculos de batata, e como observado nesse estudo, alguns desses nutrientes ainda podem ser incrementados em função do ajuste do fornecimento de N, e considerando a crescente produção mundial, a batateira apresenta potencial para ser incluída em programas de biofortificação (HAYNES et al., 2012).

**Tabela 10 – Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
— (mg 100 g <sup>-1</sup> de matéria fresca) —								
P	31,69	31,25	33,73	34,61	ns	ns	ns	12,5
K	227,44a	197,12b	187,24b	196,97b	0,007	ns	ns	16,2
Ca	4,34b	4,53b	4,79b	6,03a	0,002	ns	ns	26,0
Mg	12,38	12,62	12,35	12,90	ns	ns	ns	11,3
Cu	0,067	0,062	0,063	0,070	ns	ns	ns	14,9
Fe	1,12ab	1,30a	1,14ab	1,06b	0,050	ns	ns	21,1
Mn	0,078	0,078	0,078	0,078	ns	ns	ns	17,2
Zn	0,22b	0,21b	0,25a	0,25a	0,003	ns	ns	15,4
<b>2018</b>								
P	30,84	30,01	27,12	31,16	ns	ns	ns	16,7
K	256,72	239,65	256,98	253,52	ns	ns	ns	9,3
Ca	4,67a	3,83b	4,10ab	3,81b	0,048	0,022	ns	23,1
Mg	13,81	14,79	13,64	13,72	ns	ns	ns	17,0
Cu	0,085a	0,069c	0,070bc	0,080ab	0,014	0,005	ns	20,2
Fe	0,68	0,78	0,68	0,77	ns	ns	ns	21,3
Mn	0,054a	0,053a	0,052a	0,043b	<0,001	ns	ns	14,2
Zn	0,26	0,28	0,26	0,26	ns	ns	ns	16,7

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 9 – Teor de Ca (a) e Cu (b) nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



## 4.2 Cultivar Markies

### 4.2.1 Diagnose nutricional de N

No ano de 2017, os teores foliares de N aos 15, 29 e 43 DAE foram influenciados apenas pelas formas de manejo, enquanto que os teores de N aos 53 e 69 DAE foram afetados por ambos fatores isolados (Tabela 11). Os maiores teores de N aos 15 e 29 DAE foram obtidos no manejo M1, o qual não diferiu significativamente do manejo M4 aos 15 DAE. Aos 43 DAE, os teores de N nas folhas das plantas de batata do manejo M2 foram em média 8% menores do que nos demais manejos. Nessas épocas de amostragem, os teores de N em todas formas de manejos da adubação tradicional encontraram-se dentro ou acima da faixa considerada adequada para a cultura, que é de 40 a 50 g kg<sup>-1</sup> (LORENZI et al., 1997). Contudo, Jones Junior (1991) estabelece uma faixa de N considerada adequada para a cultura de 45 a 60 g kg<sup>-1</sup>, na qual a maioria dos manejos avaliados se enquadram.

Aos 53 DAE os menores teores de N nas folhas foram obtidos nos manejos M2 e M3, e aos 69 DAE o menor teor foliar de N ocorreu no manejo M2 mas não diferiu do manejo M1 (Tabela 11). Aos 53 DAE, os teores de N aumentaram de forma quadrática cuja dose estimada foi maior do que a máxima dose avaliada (82 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 10a). Na amostragem aos 69 DAE, os teores foliares desse nutriente aumentaram linearmente com o incremento da dose de N na fase de enchimento de tubérculos (Figura 10b). Isto indica que a partir da segunda metade do ciclo da batateira, as doses de N na fase de enchimento de tubérculos contribuíram para a nutrição de N das plantas de batata da cultivar Markies, provavelmente pela maior demanda de N durante esse período. No entanto, é necessário ressaltar que os teores foliares de N diminuíram ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura (Tabela 11) devido basicamente a redução do metabolismo das plantas e consequente fase de tuberização (NOBILE et al., 2012).

Nas duas primeiras épocas de amostragem do segundo ano de cultivo, aos 17 e 32 DAE, os teores foliares de N foram afetados pelas formas de manejo da adubação tradicional, enquanto que tais teores aos 45, 60 e 73 DAE foram influenciados apenas pelas doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos (Tabela 11). Aos 17 DAE, o maior teor de N nas folhas das plantas de batata foi obtido no manejo M1 provavelmente devido ao fornecimento da dose total de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N

exclusivamente no plantio, enquanto que aos 32 DAE os manejos M1 e M4 apresentaram os maiores valores do teor foliar desse nutriente. Aos 45 DAE o teor foliar de N aumentou até a dose estimada de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos, e nas avaliações aos 60 e 73 DAE o teor foliar desse nutriente aumentou linearmente com o incremento das doses de N nessa fase da cultura (Figuras 11a, 11b e 11c). Evanylo et al. (1989) também relataram incrementos no teor foliar de N nas plantas de batata com o aumento da dose de N aplicada na fase de florescimento da cultura. No entanto, apenas nas duas últimas épocas de amostragem, que os teores foliares de N nas plantas de batata encontraram-se abaixo da faixa estabelecida como adequada por Lorenzi et al. (1997).

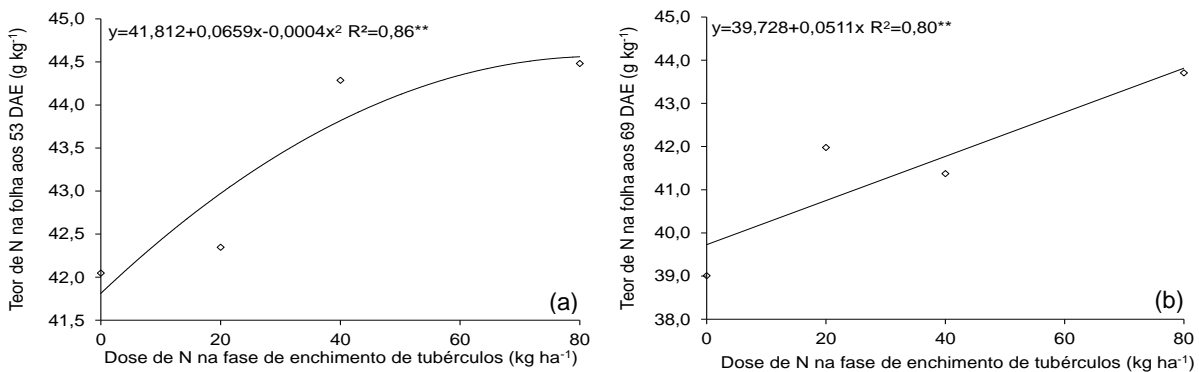
Dessa forma, a partir desses resultados, verifica-se a maior exigência das plantas da cultivar Markies ao N e sua resposta em incrementos na nutrição de N à aplicação desse nutriente na fase de enchimento de tubérculos, podendo essa ser uma boa estratégia de manejo.

**Tabela 11 – Teor foliar de N em plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

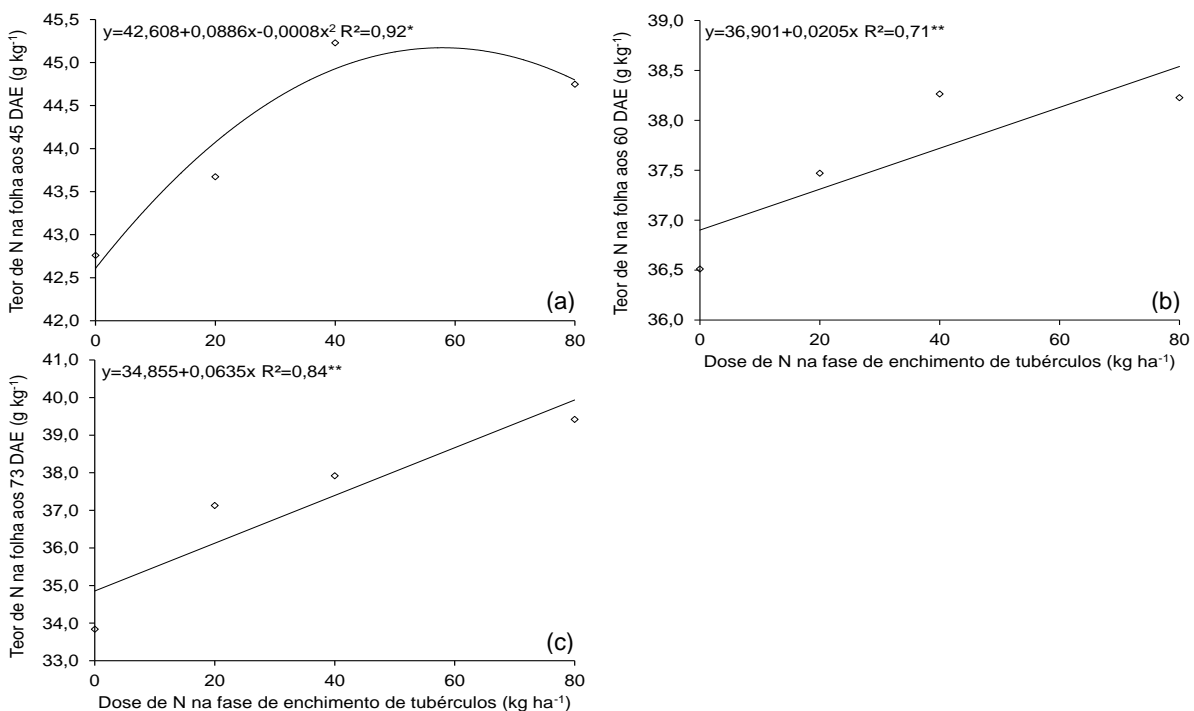
Época de coleta	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
	(g kg <sup>-1</sup> )							
<b>2017</b>								
15 DAE	61,1a	59,5b	59,4b	60,1ab	0,035	ns	ns	3,0
29 DAE	60,1a	55,1c	56,1bc	57,1b	<0,001	ns	ns	4,1
43 DAE	46,4a	42,8b	45,8a	47,4a	<0,001	ns	ns	5,6
53 DAE	44,0a	41,5b	42,6b	45,0a	<0,001	<0,001	ns	4,2
69 DAE	41,0ab	39,3b	43,1a	42,6a	0,010	0,003	ns	8,1
<b>2018</b>								
17 DAE	62,6a	59,8bc	58,3c	60,7b	<0,001	ns	ns	3,7
32 DAE	60,6a	57,7bc	55,8c	58,9ab	<0,001	ns	ns	5,2
45 DAE	44,2	42,6	44,6	44,8	ns	0,039	ns	5,8
60 DAE	37,7	37,1	37,5	38,0	ns	0,019	ns	4,6
73 DAE	36,2	37,6	37,5	36,5	ns	<0,001	ns	8,8

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm$  41 DAE).

**Figura 10 – Teor de N na folha diagnóstica aos 53 (a) e 69 (b) DAE na planta batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**  
2017



**Figura 11 – Teor de N na folha diagnóstica aos 45 (a), 60 (b) e 73 (c) DAE na planta batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**  
2018



#### 4.2.2 Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta

Em 2017, o número de hastes e folhas por planta foi influenciado pelas formas de manejo da adubação tradicional e pelas doses de N, respectivamente, e a incidência de canela preta nas hastes das plantas foi afetada pelas formas de manejo, doses de N e pela interação M x D (Tabela 12). Os manejos M1 e M4 aumentaram o número de hastes por planta em relação ao manejo M2. Já o número de folhas por planta aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de

tubérculos (Figura 12a), o que indica a contribuição da adubação nitrogenada nessa fase para o aumento do número de folhas por planta que pode refletir em uma maior área fotossinteticamente ativa e conseqüentemente em incrementos na produtividade de tubérculos. Kumar et al. (2007) também obtiveram respostas positivas quanto ao aumento do número de folhas por planta em relação à adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos não influenciou a incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata nos manejos cujo N foi parcelado entre o plantio e a amontoa (M3 e M4) (Figura 12b). No entanto, no manejo M2 a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos aumentou linearmente a incidência de canela preta, enquanto no manejo M1 ocorreu o contrário, o fornecimento de N nessa fase reduziu de forma linear esta variável. Estes resultados indicam que o efeito da dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos quanto a incidência dessa doença, varia em função da dose de N aplicada apenas no sulco de plantio. Nas doses inferiores a  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na fase de enchimento de tubérculos, a menor porcentagem de plantas com incidência dessa doença ocorreu no manejo M2, que recebeu exclusivamente  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no plantio. Porém, como a adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos aumentou linearmente a incidência dessa doença no manejo M2, a incidência de canela preta nas doses de  $40$  e  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N se tornou igual à dos manejos M1 e M4. Esses resultados indicam que quando o fornecimento de N para a batateira é baixo, há uma maior incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata, mas que o N aplicado mesmo tardiamente pode aumentar a incidência dessa doença na lavoura.

No ano de 2018, o número de hastes e folhas por planta não foi influenciado pelos fatores estudados, os quais foram em média 3,2 hastes e 32 folhas por planta, respectivamente (Tabela 12). A incidência de canela preta foi afetada pelas formas de manejo, doses de N e pela interação M x D. No manejo M1 as doses de N na fase de enchimento de tubérculos aumentaram a incidência de canela preta até os  $76 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, mas no manejo M3 ocorreu redução na incidência dessa doença até a dose estimada de  $38 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 13). As doses de N aplicadas nessa fase não afetaram a incidência de canela preta nas hastes das plantas no manejo M4, a qual foi em média 1,9%, mas no manejo M2 a incidência de canela preta reduziu de forma linear com a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos. Quando não se aplicou N na fase de enchimento de tubérculos a incidência de canela preta foi maior no manejo M2; porém, nas maiores doses de N nessa fase, as plantas do manejo M1

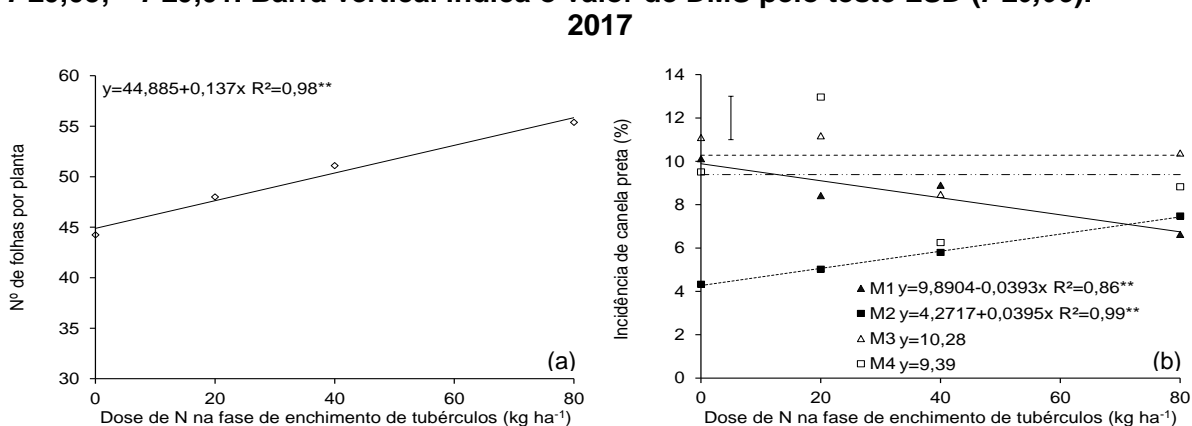
apresentaram incidência de canela preta superior à dos demais manejos. Isso mostra que o alto fornecimento de N no início do ciclo associado a aplicação de maiores doses de N na fase de enchimento de tubérculos favorece a incidência dessa doença na batateira.

**Tabela 12 – Número de hastes e folhas por planta e incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata aos 62 e 60 DAE nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

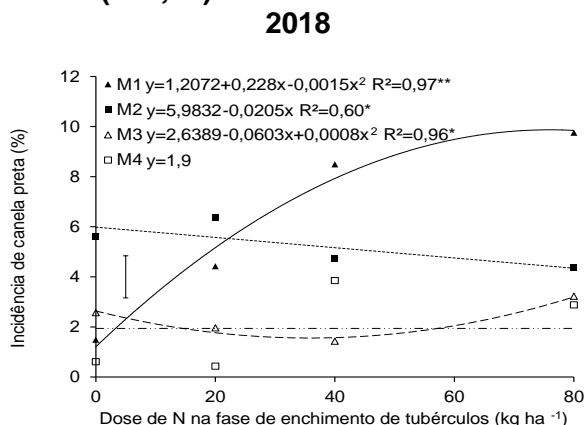
Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Hastes por planta (no.)	1,8a	1,5b	1,7ab	1,8a	0,011	ns	ns	15,1
Folhas por planta (no.)	50,2	45,7	50,4	52,5	ns	0,003	ns	16,7
Canela preta (%)	8,5	5,7	10,3	9,4	<0,001	0,005	<0,001	18,6
<b>2018</b>								
Hastes por planta (no.)	3,3	3,2	3,1	3,3	ns	ns	ns	20,2
Folhas por planta (no.)	30,5	33,3	29,6	34,8	ns	ns	ns	18,8
Canela preta (%)	6,0	5,3	2,3	1,9	<0,001	<0,001	<0,001	30,4

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 12 – Número de folhas por planta (a) e incidência de canela preta (b) nas hastes das plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



**Figura 13 – Incidência de canela preta nas hastes das plantas de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



#### 4.2.3 Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total, antes da senescência

No primeiro ano de cultivo, apenas o acúmulo de MS no resto da planta foi afetado pelas doses de N, enquanto nenhum dos fatores estudados influenciaram os acúmulos de MS nos tubérculos e total, cujos valores médios foram 5.628 e 6.990 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 13). O acúmulo de MS no resto da planta aumentou de forma linear com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos (Figura 14). Esse resultado indica a contribuição do N aplicado nessa fase da cultura para o desenvolvimento das plantas de batata, uma vez que o acúmulo de MS nessa parte da planta foi 14% maior quando aplicado a máxima dose de N avaliada na fase de enchimento de tubérculos em relação a ausência do fornecimento de N nessa fase.

No entanto no ano de 2018, o acúmulo de MS no resto da planta de batata foi influenciado apenas pelas formas de manejo da adubação tradicional, enquanto que as quantidades de MS acumuladas nos tubérculos e a MS total não foram afetadas por nenhum dos fatores estudados e foram em média 7.251 e 8.372 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 13). A quantidade de MS acumulada no resto da planta nos manejos M2, M3 e M4 foi em média 30% maior do que no manejo M1.

O efeito do N mineral na produção de biomassa acima do solo é fundamental e tende a ser significativo quando o solo utilizado não é capaz de satisfazer a demanda das plantas (COHAN et al., 2018). Dessa forma, no ano de 2017 a ausência de resposta da batata ao N aplicado em termos de crescimento, independente da forma de manejo adotada e época de aplicação, deve estar atribuída a maior mineralização da matéria orgânica do solo e conseqüente disponibilidade de N às plantas de batata.

As temperaturas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura em 2017 foram maiores do que em 2018, o que provavelmente aumentou a mineralização da matéria orgânica do solo, a qual é afetada principalmente pela temperatura (MILER; GEISSELER, 2018).

No entanto, no segundo ano de cultivo, o efeito significativo das formas de manejo sobre o incremento de MS no resto da planta indica que nem sempre o N disponibilizado no solo pela mineralização da matéria orgânica é suficiente para suprir a demanda das plantas, sendo necessário recorrer ao N fertilizante. Porém, apesar do manejo M2 ter apresentado acúmulo de MS semelhante ao dos manejos M3 e M4, verifica-se que as plantas da cultivar Markies apresentaram maior desenvolvimento no resto da planta quando o N foi aplicado de forma parcelada entre o plantio e a amontoa.

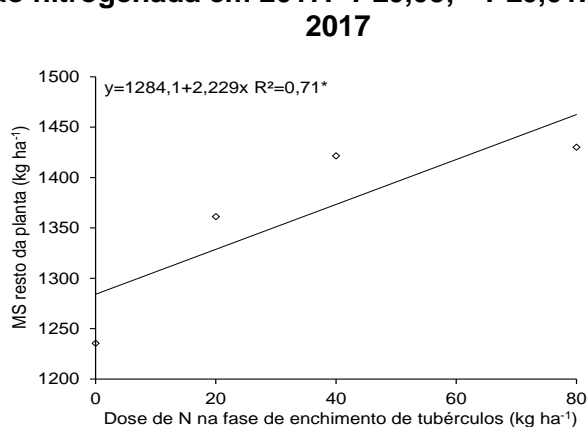
Verifica-se com os resultados de acúmulos de MS nos anos de 2017 e 2018, que no primeiro ano de cultivo, o resto da planta batata tendeu a apresentar um desenvolvimento de em média 21% maior do que no ano de 2018, provavelmente devido ao registro de temperaturas mais elevadas durante esse período de cultivo, o que favoreceu o crescimento da parte aérea. No entanto, esse maior desenvolvimento não refletiu em maior acúmulo de MS nos tubérculos e total, uma vez que em 2018, tais acúmulos foram em média entre 20 e 29% maiores do que no ano de 2017. Isso demonstra que as plantas de batata do segundo ano de cultivo, apresentaram-se mais eficiente no processo de translocação de carboidratos para os tubérculos de modo que isso acarretou efeitos significativos no incremento da produtividade de tubérculos (Tabela 15).

**Tabela 13 – Acúmulo de MS no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
<i>MS (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	1424,1	1299,9	1325,6	1398,7	ns	0,050	ns	20,7
Tubérculos	5343,5	5607,2	5879,6	5681,2	ns	ns	ns	14,1
Total	6767,7	6907,1	7205,2	7079,9	ns	ns	ns	12,0
<b>2018</b>								
<i>MS (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	915,7b	1170,6a	1177,2a	1221,7a	<0,001	ns	ns	17,5
Tubérculos	7274,9	7229,9	7160,0	7338,1	ns	ns	ns	8,3
Total	8190,6	8400,6	8337,3	8559,8	ns	ns	ns	8,0

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 14 – Matéria seca (MS) acumulada no resto da planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### 4.2.4 Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total

No ano de 2017, os teores de N em todas as partes da planta não foram influenciados por nenhum dos fatores estudados (Tabela 14). Os acúmulos de N no resto da planta e total foram afetados pelas doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos. O acúmulo de N no resto da planta aumentou linearmente com o incremento das doses de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos com aumentos de até 24% quando aplicado a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 15a). A adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos aumentou expressivamente as

quantidades de N absorvidas pela batateira até a dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, as quais mantiveram-se estável nas maiores doses de N (Figura 15b). Porém, o acúmulo de N nos tubérculos não foi influenciado por nenhum dos fatores avaliados e foi em média  $72,7 \text{ kg ha}^{-1}$ . Verifica-se com esses resultados a contribuição do N aplicado na fase de enchimento de tubérculos para o desenvolvimento das plantas de batata (parte aérea e a parte subterrânea do caule e estolões), de forma que o aumento de 24% no acúmulo de N no resto da planta deve-se aos incrementos que ocorreram no acúmulo de MS (Tabela 13) e nos teores de N.

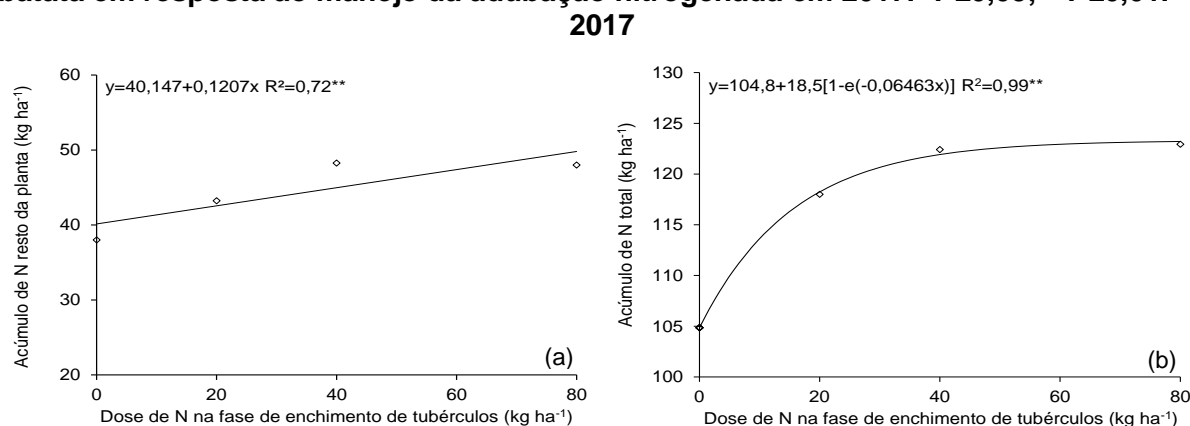
No entanto, no segundo ano de cultivo, apenas o teor e o acúmulo de N no resto da planta foram afetados pelas formas de manejo da adubação tradicional, enquanto que os teores e acúmulos desse nutriente nas demais partes das plantas de batata não foram influenciados por nenhum dos fatores estudados (Tabela 14). Os maiores teores de N no resto da planta foram obtidos nos manejos M1, M3 e M4. No entanto, os acúmulos de N nessa parte da planta de batata nos manejos M2, M3 e M4 foram em média 28% maiores do que no manejo M1. Esse comportamento reflete a resposta dos manejos da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de MS no resto da planta (Tabela 13), ou seja, o acúmulo de N no resto da planta foi mais afetado pelo acúmulo de MS do que pelo teor de N nessa parte da planta.

**Tabela 14 – Teor e acúmulo de N no resto da planta, tubérculos e total em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
<i>Teor de N (g kg<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	31,2	33,2	32,6	33,4	ns	ns	ns	12,2
Tubérculos	13,4	12,7	13,2	12,4	ns	ns	ns	8,6
Total	17,0	16,6	16,9	16,5	ns	ns	ns	9,4
<i>Acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	44,3	43,3	43,3	46,6	ns	0,007	ns	20,5
Tubérculos	71,4	70,9	77,5	70,9	ns	ns	ns	16,8
Total	115,8	114,2	120,7	117,5	ns	0,020	ns	15,3
<b>2018</b>								
<i>Teor de N (g kg<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	29,4a	27,2b	30,4a	29,1ab	0,014	ns	ns	9,3
Tubérculos	17,0	16,2	16,9	17,0	ns	ns	ns	8,0
Total	18,4	17,7	18,8	18,7	ns	ns	ns	6,8
<i>Acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Resto da planta	26,9b	31,8a	36,0a	35,6a	0,001	ns	ns	20,7
Tubérculos	123,4	117,0	120,9	124,1	ns	ns	ns	11,4
Total	150,3	148,8	156,8	159,7	ns	ns	ns	10,5

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 15 – Acúmulo de N no resto da planta (a) e acúmulo de N total (b) na planta de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### 4.2.5 Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e classificação dos tubérculos produzidos

Em 2017, o número de tubérculos por planta, o peso médio de tubérculos, e as produtividades total, comercial e da classe especial não foram afetados pelos fatores estudados, os quais foram em média 6,7 tubérculos, 125,5 g, 34.849, 34.826 e 31.077 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 15). A falta de resposta da batata a adubação nitrogenada tem relação com o manejo de solo adotado pelo produtor em associação as altas temperaturas ocorridas durante o período de cultivo. As áreas estavam ocupadas com palhada de milho do cultivo anterior, mas o preparo do solo para o plantio da batata foi intenso (várias operação) o que diminui significativamente o tamanho das partículas dos resíduos, além de incorporá-los no solo. Além disso, como a batata foi conduzida com irrigação, ou seja, não faltou umidade e ocorreram temperaturas elevadas, pode ter ocorrido uma alta disponibilidade de N no solo advindo da mineralização de restos culturais.

Altas temperaturas também podem prejudicar negativamente a produtividade. Em um estudo conduzido na Coreia do Sul, visando avaliar o efeito da temperatura na produção de tubérculos de batata, Kim et al. (2017) verificaram redução de 11% na produtividade comercial para o aumento de 1°C em uma faixa de temperatura semelhante a desse cultivo.

No entanto, nesse mesmo ano de cultivo, a produtividade de tubérculos da classe primeira foi influenciada pela interação M x D, enquanto que as produtividades das classes segunda e miúda foram afetadas pelas formas de manejo, doses de N e pela interação M x D (Tabela 15). As doses de N na fase de enchimento de tubérculos não afetaram a produtividade da classe primeira nos manejos M1 e M4 (Figura 16a). Contudo, a produtividade dessa classe no manejo M2 reduziu linearmente com o incremento da dose de N na fase de enchimento de tubérculos, enquanto que no manejo M3 a produtividade reduziu até a dose estimada de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N. Na ausência da adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos, as produtividades de tubérculos da classe primeira em todos manejos foram iguais estatisticamente. Porém, nas doses intermediárias de N aplicadas nessa fase, o fornecimento de N para a batateira apenas na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> no plantio, aumentou a produtividade de tubérculos dessa classe em relação ao manejo com a aplicação de 25% de N no plantio e o restante na amontoa. No entanto, nesse último manejo,

quando foi aplicado  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na fase de enchimento de tubérculos, a produtividade de tubérculos da classe primeira foi maior do que nos manejos M1 e M2.

A adubação nitrogenada na fase de enchimento de tubérculos não influenciou a produtividade de tubérculos da classe segunda nos manejos M1, M3 e M4, mas no manejo M2 aumentou até a dose estimada de  $33 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 16b). No entanto, na ausência da adubação nitrogenada e quando foi aplicado a dose de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na fase de enchimento de tubérculos, o manejo M3 obteve a maior produtividade de tubérculos dessa classe.

A produtividade de tubérculos da classe miúda aumentou linearmente com o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos nos manejos M1 e M4, mas reduziu de forma linear no manejo M3 (Figura 16c). No manejo M2, a produtividade desta classe de tubérculos aumentou até a dose estimada de  $44 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos. Em todas as doses avaliadas, exceto na ausência da adubação nitrogenada aplicada nessa fase, a maior produtividade de tubérculos da classe miúda foi obtida no manejo M2, o que não é comercialmente desejável por se tratar de tubérculos que possuem dupla aptidão de uso.

Em 2018, apenas o número de tubérculos por planta não foi influenciado pelos fatores estudados e foi em média 11,4 (Tabela 15). O peso médio de tubérculos, e as produtividades total, comercial e da classe especial foram afetadas pelas formas de manejo da adubação tradicional, enquanto que as produtividades das classes primeira, segunda e miúda foram influenciadas pelas formas de manejo e doses de N. O peso médio de tubérculos nos manejos M1, M2 e M4 foi em média 10% maior do que no manejo M3, o que refletiu em um aumento entre 8 e 17% nas produtividades total, comercial e da classe especial nesses manejos em relação ao manejo M3. Ou seja, esses resultados indicam que a cultivar Markies necessita da aplicação de pelo menos  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no plantio para produção de tubérculos de maior diâmetro, o que é altamente desejável, uma vez que por possuir dupla aptidão, trata-se de uma característica requerida e incentivada pelas indústrias de processamento (ZEBARTH; ROSEN, 2007). Além disso, esse resultado também demonstra a influência da fertilização nitrogenada no crescimento e conseqüentemente no tamanho dos tubérculos (ZEBARTH; ROSEN, 2007).

A produtividade de tubérculos da classe primeira com a aplicação da dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N apenas no plantio foi em média 22% menor do que as produtividades obtidas nos demais manejos da adubação tradicional. No entanto, a produtividade dessa classe de tubérculos aumentou com as doses de N na fase de enchimento de tubérculos até a dose estimada de 38 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 17a). O parcelamento da dose de N entre o plantio e a amonta (M3 e M4) aumentou a produtividade de tubérculos da classe segunda, enquanto que o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos reduziu de forma linear a produtividade dessa classe (Figura 17b). No entanto, a produtividade da classe miúda no manejo M4 foi 103, 90 e 68% maior que a produtividade dessa classe nos manejos M1, M2 e M3, respectivamente, enquanto que o incremento da adubação de N na fase de enchimento de tubérculos aumentou linearmente a produtividade dessa classe (Figura 17c).

Verifica-se nos dois anos de cultivo, a pouca resposta do N fertilizante aplicado na fase de enchimento de tubérculos a incrementos na produtividade de tubérculos, apesar de ser a época de maior demanda desse nutriente pelas plantas de batata (FERNANDES et al., 2011; RENS et al., 2016). No entanto, até mesmo em outras condições de cultivo, como em solos arenosos, há relatos da redução da produtividade de tubérculos sob condições crescentes de aplicação de N nessa fase da cultura da batata (RENS et al., 2016).

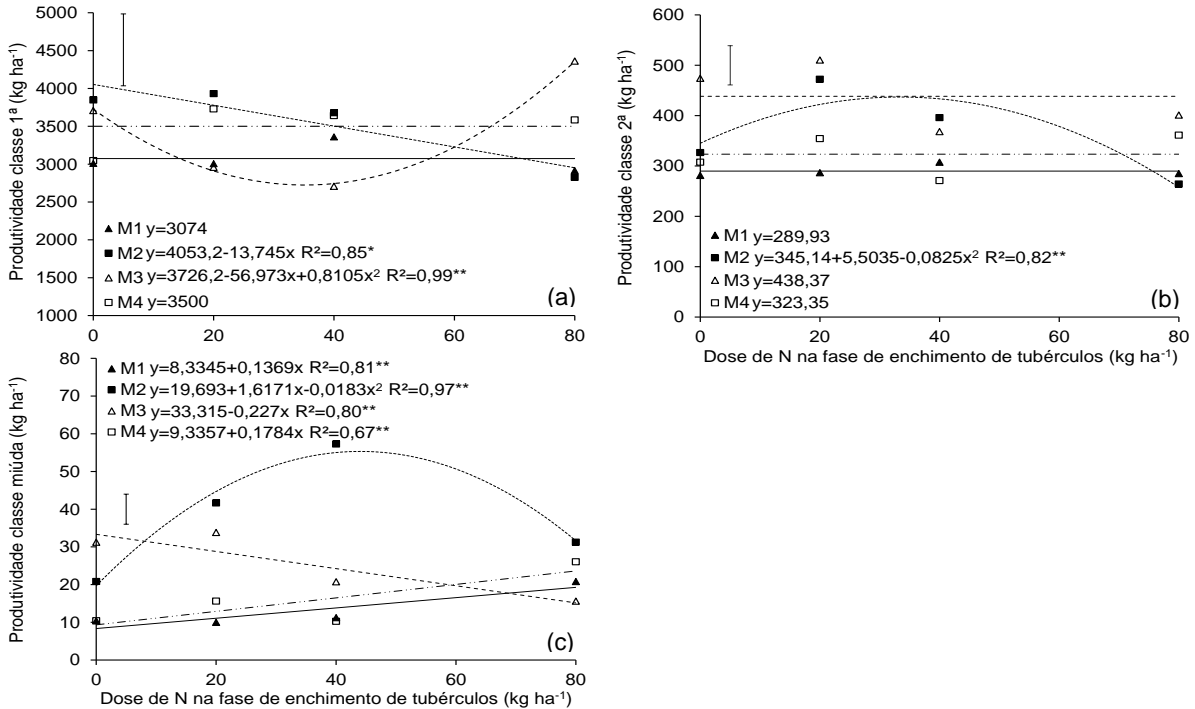
**Tabela 15 – Número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, produtividade total de tubérculos, produtividade comercial de tubérculos e produtividade classificada de tubérculos em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
				<b>2017</b>				
Tubérculos por planta (no.)	6,3	6,7	6,6	7,1	ns	ns	ns	15,8
Peso médio de tubérculo (g)	128,2	120,8	127,3	125,7	ns	ns	ns	18,8
<i>Produtividades (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Total	33541	34560	35303	35992	ns	ns	ns	14,5
Comercial	33528	34522	35278	35976	ns	ns	ns	14,5
Especial	30164	30585	31406	32153	ns	ns	ns	15,9
Primeira	3074	3572	3434	3500	ns	ns	0,009	19,7
Segunda	290	365	438	323	<0,001	<0,001	<0,001	15,3
Miúda	13,1	37,8	25,3	15,6	<0,001	0,002	<0,001	23,9
				<b>2018</b>				
Tubérculos por planta (no.)	11,0	11,5	11,5	11,5	ns	ns	ns	11,1
Peso médio de tubérculo (g)	88,7a	83,7ab	78,6b	86,1a	0,050	ns	ns	12,5
<i>Produtividades (kg ha<sup>-1</sup>)</i>								
Total	40043a	39604ab	37304b	40815a	0,029	ns	ns	8,5
Comercial	39961a	39516ab	37205b	40648a	0,032	ns	ns	8,5
Especial	30819a	28570a	25082b	28591a	0,001	ns	ns	13,2
Primeira	8554b	10295a	11361a	11249a	<0,001	<0,001	ns	15,8
Segunda	587b	651b	761a	806a	<0,001	0,011	ns	16,7
Miúda	82,3c	87,7bc	99,4b	166,7a	<0,001	0,034	ns	19,7

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

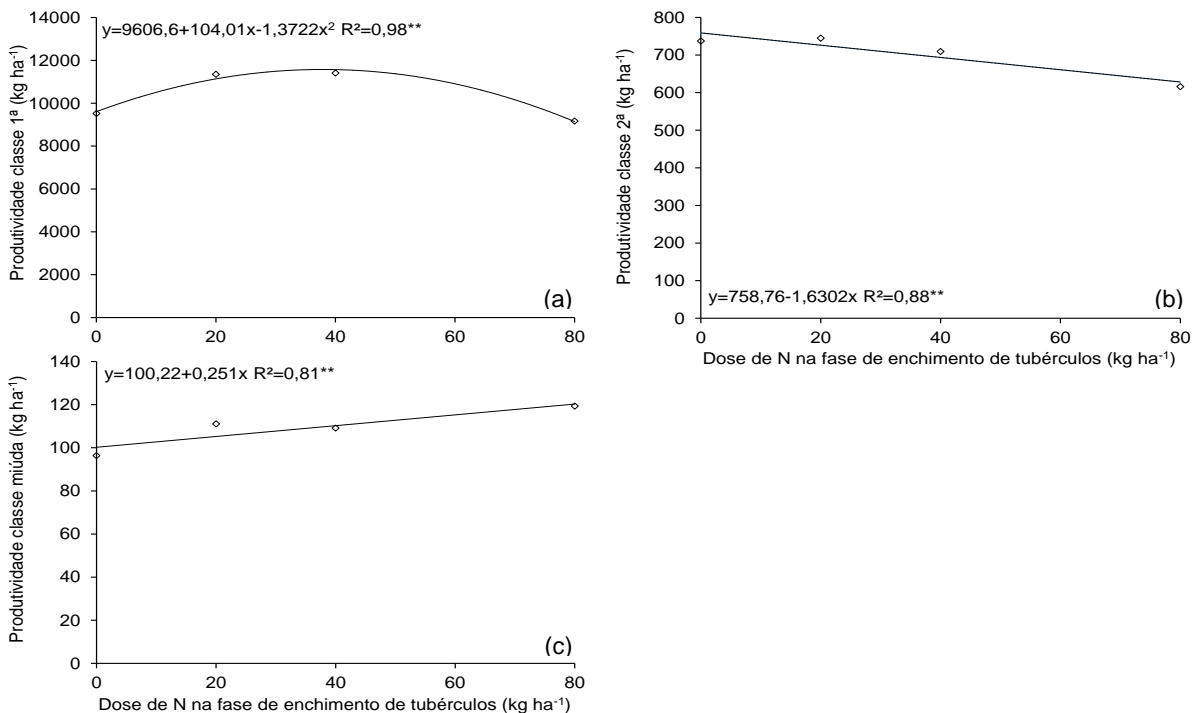
**Figura 16 – Produtividade de tubérculos das classes primeira (a), segunda (b) e miúda (c) de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**

2017



**Figura 17 – Produtividade de tubérculos das classes primeira (a), segunda (b) e miúda (c) de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**

2018



#### 4.2.6 Teor e exportação de N pelos tubérculos

Em ambos anos de cultivo, o teor e a exportação de N pelos tubérculos não foram influenciados pelos fatores estudados (Tabela 16). Em 2017, os valores médios do teor e exportação de N pelos tubérculos foram 13,5 g kg<sup>-1</sup> e 77,5 kg ha<sup>-1</sup>, e em 2018, 16,8 g kg<sup>-1</sup> e 121,4 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Possivelmente, a ausência de resposta dessas variáveis ao N mineral aplicado nos manejos tradicionais e na fase de enchimento de tubérculos, deve-se a maior disponibilidade de N no solo acarretada pelo processo de mineralização da matéria orgânica suprimindo a necessidade das plantas de batata. Janat (2007) verificou que do total de N demandado pela batateira cerca de 51 a 73% foi suprido pelo N disponível no solo.

**Tabela 16 – Teor e exportação de N pelos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
	<b>2017</b>							
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	13,8	12,9	13,7	13,4	ns	ns	ns	10,6
Exportação de N (kg ha <sup>-1</sup> )	76,0	74,8	81,5	77,5	ns	ns	ns	18,9
	<b>2018</b>							
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	17,0	16,2	16,9	17,0	ns	ns	ns	8,0
Exportação de N (kg ha <sup>-1</sup> )	123,4	117,0	120,9	124,1	ns	ns	ns	11,4

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

#### 4.2.7 Firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos

No primeiro ano de cultivo, nenhum dos fatores estudados afetaram a firmeza, o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, o pH da polpa e o teor de MS dos tubérculos, os quais foram em média 13 N, 4,25 °Brix, 0,16%, 6,28 e 16,5%, respectivamente (Tabela 17).

No entanto em 2018, a firmeza, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável dos tubérculos foram influenciados apenas pelas formas de manejo da adubação tradicional, enquanto que o pH da polpa dos tubérculos foi afetado pelas doses de N

(Tabela 17). Os manejos que receberam apenas  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  no plantio e/ou doses de N no plantio menores que essa, produziram tubérculos mais firmes do que os demais manejos, cujos valores médios obtidos nesses manejos foram 37% maiores que os encontrados por Fernandes et al. (2010a) para essa mesma cultivar. Dessa forma, tais manejos representam importantes estratégias de aplicação de N às plantas de batata da cultivar Markies, que principalmente por se tratar de uma cultivar que possui dupla aptidão de uso, a obtenção de tubérculos mais firmes são requeridos tanto pelos consumidores desse produto na forma *in natura*, como pelo processamento industrial, por ocasionar maior aproveitamento dos tubérculos na remoção da pele e no corte da polpa (CARDOSO et al., 2017).

Verifica-se que o manejo M4 aumentou em média entre 10 e 14% o teor de sólidos solúveis e acidez titulável na polpa dos tubérculos em relação ao demais manejos (Tabela 17). Esses resultados demonstram o benefício do parcelamento de doses de N iguais entre o plantio e a amontoa sobre o incremento dos teores de sólidos solúveis e ácidos orgânicos na polpa dos tubérculos. Verificou-se que o aumento da dose de N na fase de enchimento de tubérculos reduziu de forma linear o valor de pH da polpa dos tubérculos (Figura 18). No entanto, independentemente das formas de manejos tradicionais adotadas e o fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos, nos dois anos de cultivo, os valores obtidos de pH da polpa dos tubérculos foram superiores a 6,0, sugerindo boas condições de maturação e conservação dos tubérculos (FELTRAN et al., 2004).

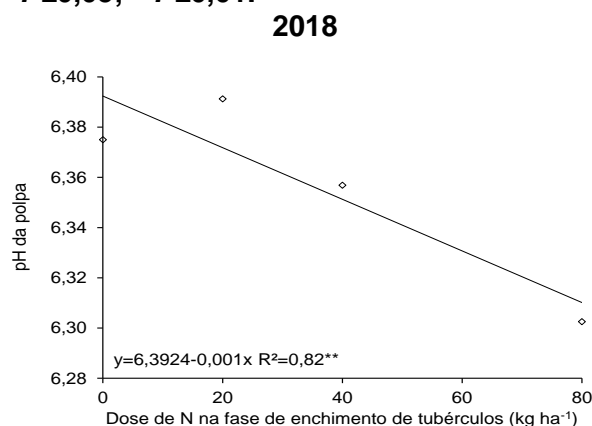
O teor de MS nos tubérculos não foi influenciado por nenhum dos fatores estudados e foi em média 18,4%. Apesar da ausência de resposta da aplicação do N mineral sobre o teor de MS dos tubérculos nos dois anos de cultivo, o valor médio obtido nesse estudo (17,5%) foi semelhante ao encontrado por Fernandes et al., (2010a) para essa mesma cultivar. Por se tratar de uma cultivar com dupla aptidão de uso, o teor de MS dos tubérculos é uma característica importante de qualidade, principalmente se os tubérculos forem destinados ao mercado de processamento industrial, uma vez que altos teores de MS implicam em menor absorção de óleo no processo de fritura, no rendimento da fritura, na aparência e textura do produto final (ARAÚJO et al., 2016; NAUMANN et al., 2019).

**Tabela 17 – Firmeza, sólido solúveis, acidez titulável, pH da polpa e teor de MS dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Firmeza da polpa (N)	13,2	13,1	12,9	12,7	ns	ns	ns	4,8
Sólidos solúveis (°Brix)	4,11	4,29	4,33	4,27	ns	ns	ns	9,2
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	0,15	0,16	0,17	0,16	ns	ns	ns	11,5
pH da polpa	6,26	6,29	6,27	6,28	ns	ns	ns	1,5
MS dos tubérculo (%)	16,4	16,6	16,9	16,1	ns	ns	ns	5,4
<b>2018</b>								
Firmeza da polpa (N)	11,9c	12,4a	12,3ab	12,0bc	0,030	ns	ns	4,0
Sólidos solúveis (°Brix)	4,51b	4,46b	4,54b	4,95a	0,005	ns	ns	9,1
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	0,14b	0,14b	0,15b	0,16a	0,008	ns	ns	9,0
pH da polpa	6,37	6,39	6,35	6,32	ns	0,018	ns	1,3
MS dos tubérculo (%)	18,5	18,2	18,4	18,4	ns	ns	ns	4,4

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE). <sup>(3)</sup> % de ácido cítrico por 100 g da matéria fresca.

**Figura 18 – pH da polpa dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ .**



#### **4.2.8 Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibras totais e cinzas**

Em 2017, os teores de amido, açúcares redutores, carboidratos, proteínas, fibras totais e cinzas dos tubérculos não foram influenciados pelos fatores estudados e foram em média 11,58, 0,08, 11,67, 0,80, 1,39 e 0,37%, respectivamente (Tabela 18). Porém, as formas de manejo da adubação tradicional afetaram o teor de açúcares totais nos tubérculos, de modo que a aplicação de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio aumentou em média 33% o teor dessa variável em relação aos demais manejos.

No ano de 2018, os fatores avaliados não afetaram os teores de amido, açúcares totais, carboidratos e cinzas dos tubérculos os quais foram em média 13,07, 0,45, 13,52 e 0,90%, respectivamente (Tabela 18). O teor de açúcares redutores foi influenciado pela interação M x D. A dose de N na fase de enchimento de tubérculos não afetou o teor de açúcares redutores nos manejos M2 e M3 (Figura 19). Porém, no manejo M1 as doses de N na fase de enchimento dos tubérculos aumentaram os teores de açúcares redutores até a dose de 41 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto no manejo M4 houve redução desta variável até a dose de 68 kg ha<sup>-1</sup>. Quando não foi aplicada a dose de N na fase de enchimento de tubérculos o maior teor de açúcares totais foram obtidos no manejo M4. Porém, na dose intermediária de 40 kg ha<sup>-1</sup> aplicada nessa fase, o maior valor dessa variável foi obtido no manejo M1. Esses incrementos no teor de açúcares redutores não são desejáveis, principalmente se os tubérculos forem destinados ao processamento industrial por interferir na cor do produto final tornando-o mais escuro (CAMIRE et al., 2009; ARAÚJO et al., 2016).

Ainda nesse ano, as formas de manejos influenciaram os teores de proteínas e fibras totais nos tubérculos (Tabela 18). Os teores de proteínas no manejo M4 foi maior do que os teores obtidos nos manejos M1 e M2, enquanto que o teor de fibras totais nos tubérculos do manejo M4 foi em média 24% maior que nos demais manejos e cerca de 6% maior do que o valor encontrado por Fernandes et al. (2010a) para essa mesma cultivar. Esses resultados demonstram a necessidade das plantas de batata da cultivar Markies em receberem N no plantio e na amontoa, para incrementar os teores de proteínas e fibras totais nos tubérculos. Diante do fato de que o teor de proteínas nos tubérculos é considerado um importante atributo que diz respeito a qualidade final do produto, de forma que o aumento alcançado nesse estudo a partir do manejo da adubação nitrogenada é desejável, uma vez que o consumo desses

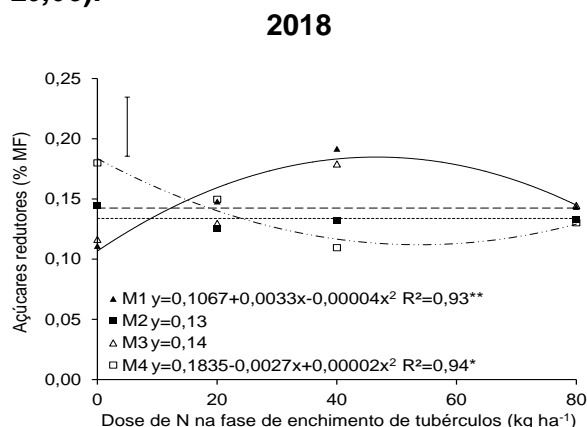
tubérculos, apesar do baixo teor de proteínas, acarreta benefícios à dieta humana pela ingestão de proteínas de alto valor biológico (FONTES et al., 2010). O incremento no teor de fibras totais também é um resultado importante principalmente por se tratar de tubérculos destinados ao mercado *in natura* e ao processamento industrial, por assegurar uma dieta rica em fibras (GARCIA et al., 2015).

**Tabela 18 – Teores de amido, açúcares redutores, açúcares totais, carboidratos, proteína bruta, fibra total e cinzas nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
	____ (% matéria fresca) ____							
Amido	11,78	11,52	11,55	11,45	ns	ns	ns	8,2
Açúcares redutores	0,08	0,07	0,08	0,07	ns	ns	ns	20,3
Açúcares totais	0,12a	0,08b	0,09b	0,09b	<0,001	ns	ns	19,2
Carboidratos	11,90	11,60	11,64	11,53	ns	ns	ns	8,2
Proteína	0,81	0,80	0,79	0,78	ns	ns	ns	11,0
Fibras totais	1,42	1,34	1,42	1,35	ns	ns	ns	13,3
Cinzas	0,38	0,36	0,39	0,35	ns	ns	ns	7,4
<b>2018</b>								
Amido	13,11	12,68	12,78	13,72	ns	ns	ns	10,1
Açúcares redutores	0,15	0,13	0,14	0,14	ns	ns	0,011	24,3
Açúcares totais	0,43	0,45	0,46	0,45	ns	ns	ns	20,3
Carboidratos	13,54	13,12	13,24	14,17	ns	ns	ns	10,0
Proteína	1,97b	1,97b	2,04ab	2,19a	0,026	ns	ns	11,2
Fibras totais	0,45b	0,46b	0,46b	0,57a	0,016	ns	ns	23,3
Cinzas	0,88	0,89	0,92	0,91	ns	ns	ns	9,1

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

**Figura 19 – Teor de açúcares redutores nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**



#### 4.2.9 Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn

No ano de 2017, os teores de P, Cu e Fe nos tubérculos foram influenciados apenas pelas formas de manejo, enquanto que nenhum dos fatores estudados afetaram os teores de K, Mg, Mn e Zn os quais foram em média 258,65, 14,40, 0,109 e 0,42 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 19). O teor de P nos tubérculos do manejo M2 foi 9% maior que no manejo M4. Os teores de Cu nos tubérculos dos manejos M1 e M2 foram em média entre 19 e 42% maiores do que nos manejos M3 e M4, enquanto que o teor de Fe no manejo M4 foi 25% maior do que nos demais manejos.

O teor de Ca nos tubérculos foi afetado pela interação M x D (Tabela 19). Os teores de Ca nos tubérculos nos manejos M1 e M3 não foram afetados pelas doses de N na fase de enchimento de tubérculos (Figura 20). No manejo M2, o teor desse nutriente nos tubérculos reduziu até a dose estimada de 44 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos, enquanto que no manejo M4, o teor desse nutriente aumentou até os 35 kg ha<sup>-1</sup> de N. Na ausência e na maior dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos, não houve diferença entre os manejos quanto ao teor de Ca nos tubérculos, mas nas doses intermediárias de N, o maior teor de Ca foi obtido no manejo M4.

Em 2018, as formas de manejo afetaram apenas os teores de P e Ca nos tubérculos, enquanto que os teores de K, Mg, Cu, Mn e Zn não foram influenciados por nenhum dos fatores avaliados, cujos valores médios foram 297, 17,21, 0,095, 0,132 e 0,35 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 19). A aplicação de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N apenas no plantio ou parcelada em partes iguais entre o plantio e a amontoa

incrementou em média 11% o teor de P nos tubérculos em comparação a aplicação de 25% da dose de N no plantio e 75% na amontoa. O teor de Ca nos tubérculos do manejo M4 foi entre 16 e 51% maior que nas demais formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional.

O teor de Fe nos tubérculos foi influenciado pelas formas de manejo e pela interação M x D (Tabela 19). Apenas no manejo M3, o teor de Fe não foi afetado pelas doses de N na fase de enchimento de tubérculos, mas no manejo M1 os teores de Fe aumentaram linearmente com o incremento das doses de N aplicadas nessa fase, enquanto que no manejo M2 os aumentos ocorreram até os 41 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 21). No manejo M4 os teores de Fe reduziram de forma linear com a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos. Os maiores teores de Fe nos tubérculos foram obtidos nos manejos M1 e M3 quando foi aplicado 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na fase de enchimento de tubérculos.

De maneira geral, nos dois anos de cultivo, os teores de K, Mg, Mn e Zn nos tubérculos não foram influenciados pela aplicação de N mineral, independentemente da forma de manejo adotada e da dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculo (Tabela 19), o que indica que outros fatores, como por exemplo a cultivar utilizada, apresentam maior influência em tais teores do que o manejo da adubação nitrogenada. Para os demais nutrientes, verifica-se uma certa variação quanto aos teores nos tubérculos, principalmente em relação a forma de manejo da adubação nitrogenada tradicional. Em média, todos os manejos incrementaram os teores de P nos tubérculos, o que infere que talvez as condições ambientais interfiram mais no maior ou menor teor desse nutriente do que a forma de manejo de N adotada. Quanto ao Ca, os resultados demonstraram que o parcelamento de metade da dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e o restante na amontoa juntamente com o fornecimento desse nutriente na fase de enchimento de tubérculos, contribuiu para aumentar o teor desse nutriente nos tubérculos. No entanto, para o Cu verifica-se que esse aumento foi obtido com a aplicação de N apenas no plantio. Já os incrementos no teor de Fe dos tubérculos ocorreram nos manejos que receberam N apenas no plantio combinado com a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos e/ou quando foi fornecida a dose de N de 80 kg ha<sup>-1</sup> no plantio e 80 kg ha<sup>-1</sup> na amontoa.

**Tabela 19 – Teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
— (mg 100 g <sup>-1</sup> de matéria fresca) —								
P	41,27ab	42,51a	40,94ab	39,15b	0,050	ns	ns	8,7
K	246,55	263,87	262,77	261,39	ns	ns	ns	15,9
Ca	7,99	7,98	8,60	9,37	ns	ns	0,023	20,5
Mg	13,91	14,90	14,60	14,16	ns	ns	ns	12,2
Cu	0,105a	0,098a	0,086b	0,072c	<0,001	ns	ns	13,7
Fe	1,25b	1,15b	1,18b	1,49a	0,005	ns	ns	22,0
Mn	0,110	0,097	0,116	0,112	ns	ns	ns	17,9
Zn	0,41	0,42	0,44	0,41	ns	ns	ns	14,7
<b>2018</b>								
P	44,07a	41,37ab	39,55b	43,46a	0,014	ns	ns	9,9
K	303,54	312,65	280,60	291,21	ns	ns	ns	14,7
Ca	4,79c	4,36c	5,68b	6,57a	<0,001	ns	ns	21,9
Mg	17,34	17,38	17,31	16,82	ns	ns	ns	10,7
Cu	0,098	0,098	0,092	0,090	ns	ns	ns	13,1
Fe	0,77	0,64	0,86	0,70	<0,001	ns	<0,001	15,9
Mn	0,139	0,120	0,131	0,138	ns	ns	ns	17,6
Zn	0,34	0,35	0,34	0,38	ns	ns	ns	15,9

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm$  41 DAE).

**Figura 20 – Teor de Ca nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**

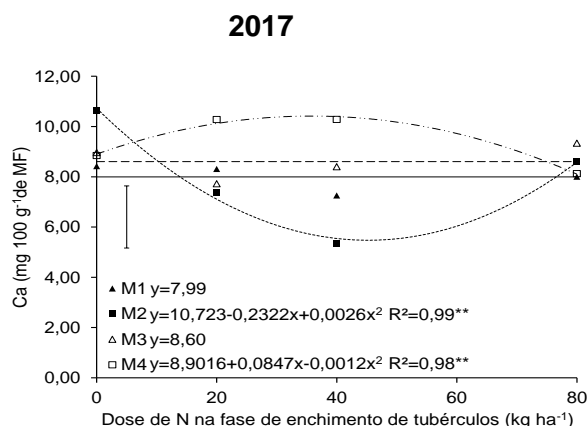
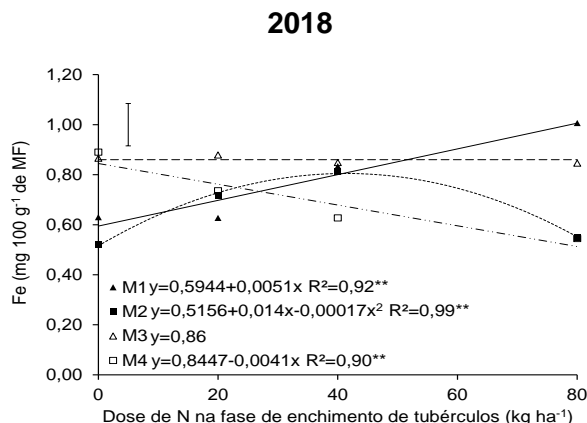


Figura 21 – Teor de Fe nos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).



#### 4.2.10 Qualidade de fritura

A cor dos tubérculos de batata após a fritura é determinante na qualidade do processamento (AFFLECK et al., 2012), a qual foi avaliada nesse estudo a partir da análise dos parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ), ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) e chroma ( $C^*$ ), em que: a  $L^*$  diferencia cores claras de escuras e seu valor varia de zero para cores escuras a 100 para cores claras; o  $C^*$  define a intensidade de cor, ou seja, valores próximos a zero são indicativos de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 indicam cores vívidas e/ou intensas; e o  $^{\circ}h$  indica a tonalidade de cor em que:  $^{\circ}h=0$  indica cor vermelha,  $^{\circ}h=90$  indica cor amarela,  $^{\circ}h=180$  indica cor verde, e  $^{\circ}h=270$  indica cor azul.

Em 2017, nas fritas na forma de palitos apenas o ângulo hue foi influenciado pelas formas de manejo, pelas doses de N e pela interação M x D (Tabela 20). A dose de N na fase de enchimento de tubérculos não alterou o ângulo hue dos palitos nos manejos M2 e M3, mas no manejo M1 a adubação nitrogenada reduziu essa variável até a dose estimada de 52 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto no manejo M4 a redução ocorreu de forma linear (Figura 22a). Apenas na ausência de N na fase de enchimento de tubérculos, não houve diferença entre os manejos estudados sobre o ângulo hue, mas os menores valores dessa variável foram obtidos nos manejos M1 e M4, especialmente nas maiores doses de N aplicadas nessa fase da cultura. No entanto, em todas as formas de manejo, os palitos apresentaram coloração amarelada (ângulo hue próximo a 90<sup>o</sup>) (MCGUIRE, 1992). Os fatores estudados não afetaram a  $L^*$  e o  $C^*$  dessa forma de fritas, cujos valores médios foram 69,52 e 35,94, respectivamente, indicando palitos

com qualidade aceitável de acordo com Coleman (2004) ( $L^* \geq 50$  e  $\leq 70$ ), os quais tenderam a apresentarem cor clara e intensa.

Os fatores avaliados também não afetaram a  $L^*$  das fritas na forma de chips, a qual foi em média 70,65 indicando chips com alta qualidade ( $L^* > 70$ ) (COLEMAN, 2004) (Tabela 20). Porém, o ângulo hue dos chips foi influenciado pelas formas de manejo e pela interação M x D, enquanto que o  $C^*$  foi afetado apenas pelas formas de manejo da adubação tradicional. As doses de N na fase de enchimento de tubérculos não influenciaram o ângulo hue dos chips nos manejos M3 e M4. No manejo M1 as doses de N aplicada nessa fase reduziu o ângulo hue dessa forma de fritas até os 53 kg ha<sup>-1</sup> de N, mas no manejo M2, houve um aumento de forma quadrática dessa variável até a dose de N de 43 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 22b). Sendo assim, em geral, as fritas na forma de chips em todos manejos avaliados apresentaram coloração amarela levemente avermelhada (MCGUIRE, 1992). O manejo M1 obteve o maior valor de ângulo hue na ausência do fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos, mas na máxima dose de N avaliada nessa fase, o ângulo hue dos chips desse manejo foi menor do que os demais manejos. O  $C^*$  dos chips no manejo M1 foi 6% maior que os valores obtidos nos manejos M2 e M3.

No segundo ano de cultivo, em ambas formas de fritas, apenas o ângulo hue foi afetado pelas formas de manejo, pelas doses de N e pela interação M x D (Tabela 20). A  $L^*$  e o  $C^*$  dos palitos foram em média 72,07 e 36,13, e dos chips 74,04 e 38,81, respectivamente. No manejo M1, as doses de N na fase de enchimento de tubérculos não alteraram o ângulo hue dos palitos (Figura 23a). Porém, no manejo M2 essa variável reduziu até os 51 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto que nos manejos M3 e M4, a redução no ângulo hue dos palitos ocorreu de forma linear com o incremento das doses de N aplicadas na fase de enchimento de tubérculos. Na ausência e na dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas nessa fase da cultura, os manejos M2 e M4 obtiveram os maiores valores de ângulo hue dos palitos. Porém, nas demais doses, os maiores valores dessa variável foram obtidos no manejo M3.

Já no ângulo hue das fritas na forma de chips, os manejos M1 e M3 não foram afetados pelas doses de N na fase de enchimento de tubérculos (Figura 23b). No entanto, o incremento das doses de N na fase de enchimento de tubérculos reduziu linearmente essa variável no manejo M2 e até os 38 kg ha<sup>-1</sup> de N no manejo M4. Na ausência de N na fase de enchimento de tubérculos, os manejos M1, M3 e M4 apresentaram menores valores de ângulo hue dos chips em relação ao manejo M2.

No entanto, na maior dose de N aplicada nessa fase, o manejo M2 proporcionou menor ângulo hue dos chips do que os outros manejos.

Já em relação a polpa fresca nos dois anos de cultivo, nenhum dos fatores estudados afetaram a  $L^*$ , o ângulo hue e o  $C^*$  cujos valores médios foram 79,31, 94,01° e 42,00, respectivamente, o que indica tubérculos com coloração da polpa clara ( $L^* > 70$ ), amarela (valores próximos a 90°h) e intensa ( $C^* =$ próximo a 60°) (Tabela 20). Esse resultado sugere tanto uma boa aceitabilidade dos tubérculos da cultivar Markies no mercado *in natura*, uma vez que a cor e o brilho são características visuais importantes requeridas pelos consumidores (FELTRAN et al., 2004; FERNANDES et al., 2010a), quanto no processamento industrial, por proporcionar um produto final de coloração atrativa, uma vez que a cor da polpa fresca afeta diretamente a cor do produto final (FERNANDES et al., 2010a).

Foram pequenos os efeitos da aplicação do N mineral, seja na forma de manejo adotada ou época de aplicação, sobre a coloração das fritas nas formas de palitos e chips. Porém, apesar da adubação na fase de enchimento de tubérculos tender a reduzir o ângulo hue, em todas as formas de manejo nos dois anos de cultivo, com exceção do manejo M3 nos chips, ambas formas de fritas foram classificadas como sendo de alta qualidade (COLEMAN, 2004), apresentando em geral, coloração amarela intensa, o que é desejável, uma vez que a cor do produto final é um fator determinante na qualidade do processamento sendo fundamental para sua aceitação no mercado (PEREIRA et al., 2007; AFFLECK et al., 2012).

No entanto, ainda é necessário ressaltar que outras variáveis podem serem consideradas na avaliação da qualidade da fritura dos tubérculos, como a porcentagem de MS e o teor de açúcares redutores, por exercerem funções na absorção de gordura, apresentação e textura do produto final (FONTES et al., 2010; PEDRESCHI, 2012; ARAÚJO et al., 2016). As baixas concentrações de açúcares redutores são recomendadas na produção de tubérculos fritos, por proporcionar coloração mais clara e melhor sabor ao produto final (CAMIRE et al., 2009; ARAÚJO et al., 2016). Altos teores de açúcares redutores geram a reação não enzimática de Maillard, envolvendo asparagina e o açúcar redutor, resultando na formação de acrilamida (GERENDÁS et al., 2007; DANIALI et al., 2013; YANG et al., 2016; NAUMMAN et al., 2019).

Dessa forma, como as formas de manejo e a dose de N aplicada na fase de enchimento de tubérculos não afetaram a porcentagem de MS nos tubérculos, e

tiveram pouco efeito no teor de açúcares redutores, provavelmente por se tratar de uma cultivar que apresenta dupla aptidão de uso, os tubérculos processados dessa cultivar apresentaram uma boa qualidade após a fritura, assim com relatado por Araújo et al. (2016) os quais indicaram seus tubérculos ideais para esse processamento. Em outro estudo, Pereira et al. (2007) relataram que o teor de açúcares redutores nos tubérculos não é o único fator que determina a cor do produto após a fritura, e por isso a avaliação da cor do produto final melhor conclui a qualidade dos tubérculos após serem fritos.

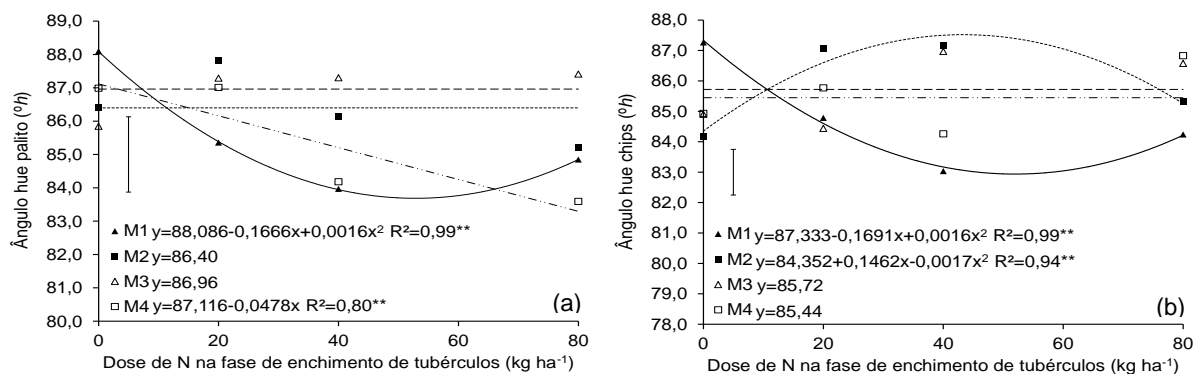
**Tabela 20 – Cor das fritas na forma de palitos e chips e da polpa fresca de tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada, e análise de variância.**

Variáveis	Manejos <sup>(1)</sup>				ANOVA (P>F)			
	M1	M2	M3	M4	Manejo (M)	Dose N (D) <sup>(2)</sup>	M x D	CV
<b>2017</b>								
Fritas na forma de palitos								
L*	68,59	69,50	70,19	69,80	ns	ns	ns	3,5
°h	85,57	86,40	86,97	85,44	0,029	0,004	0,013	1,8
C*	35,18	35,44	36,64	36,51	ns	ns	ns	5,5
Fritas na forma de chips								
L*	72,22	70,75	69,57	70,06	ns	ns	ns	4,6
°h	84,83	85,93	85,72	85,45	0,029	ns	<0,001	1,2
C*	42,04a	39,66b	39,56b	40,84ab	0,007	ns	ns	5,4
Polpa fresca								
L*	78,61	78,61	79,11	78,86	ns	ns	ns	0,8
°h	93,76a	93,64a	93,81a	93,44b	ns	ns	ns	0,4
C*	42,00	42,51	42,00	42,50	ns	ns	ns	2,0
<b>2018</b>								
Fritas na forma de palitos								
L*	71,66	71,80	72,45	72,35	ns	ns	ns	1,9
°h	89,15	89,60	89,96	89,75	<0,001	<0,001	<0,001	0,1
C*	35,55	36,28	36,40	36,30	ns	ns	ns	4,8
Fritas na forma de chips								
L*	74,03	74,15	73,44	74,52	ns	ns	ns	3,4
°h	89,68	88,38	89,36	89,41	<0,001	<0,001	<0,001	0,4
C*	38,83	38,80	38,70	38,90	ns	ns	ns	5,0
Polpa fresca								
L*	79,71	79,84	79,95	79,78	ns	ns	ns	0,69
°h	94,38	94,11	94,48	94,41	ns	ns	ns	0,6
C*	42,00	41,27	41,83	41,87	ns	ns	ns	2,9

Valores seguidos pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. <sup>(1)</sup> M1 = 160 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M2 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio; M3 = 40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa; M4 = 80 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na amontoa. <sup>(2)</sup> Dose de N na fase de enchimento de tubérculos ( $\pm 41$  DAE).

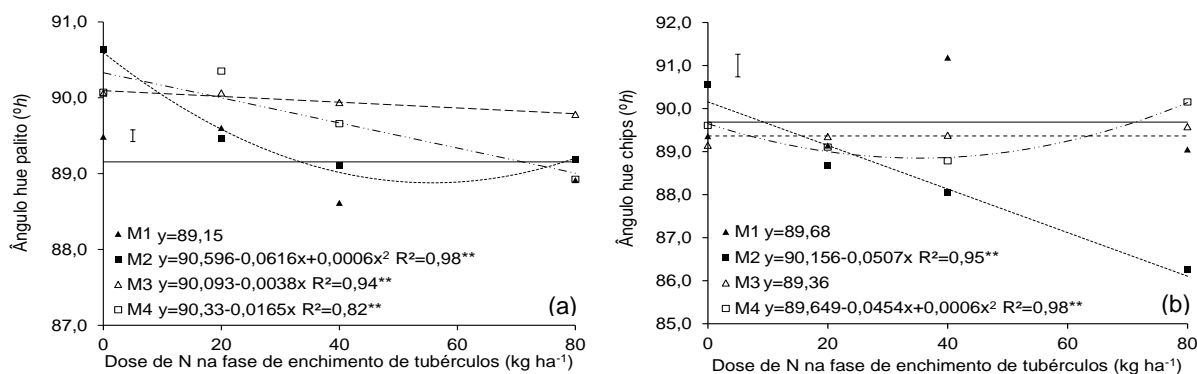
**Figura 22 – Ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) das fritas na forma de palitos (a) e chips (b) dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2017. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**

2017



**Figura 23 – Ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) das fritas na forma de palitos (a) e chips (b) dos tubérculos de batata em resposta ao manejo da adubação nitrogenada em 2018. \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ . Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ).**

2018



## 5 CONCLUSÕES

As formas de manejo da adubação nitrogenada tradicional combinadas com as doses de N na fase de enchimento de tubérculos, não causaram deficiência de N nas plantas de batata em ambas cultivares, quando a amostragem foliar foi realizada na época indicada para a cultura. Na cultivar Markies a aplicação de N na fase de enchimento de tubérculos aumentou os teores foliares de N.

As formas de aplicação da adubação nitrogenada tradicional e o fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos, para as cultivares Agata e Markies, tiveram pouca influência sobre a produtividade e as características físico-químicas e nutricional dos tubérculos. A cultivar Markies apresentou-se mais responsiva a aplicação de N fertilizante para os parâmetros produtivos, de modo que a aplicação de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de N apenas no plantio ou parcelada igualmente entre o plantio e a amontoa tendeu a apresentar melhores produtividade de tubérculos, enquanto que a cultivar Agata apresentou produtividades relativamente menores, apenas quando aplicado  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no plantio.

Sob as condições de cultivo desse trabalho, o fornecimento de N na fase de enchimento de tubérculos não demonstrou ser eficiente em incrementar a produtividade e qualidade de tubérculos de ambas cultivares avaliadas.

## REFERÊNCIAS

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/variedades.asp>> Acesso em: 19 jan. 2020.

AFFLECK, I.; SULLIVAN, J. A.; TARN, R.; YADA, R. Stability of eight potato genotypes for sugar content and French fry quality at harvest and after storage. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, p. 87-96, 2012.

AHMED, N. U.; FERDOUS, Z.; MAHMUD, N. U.; HOSSAIN, A.; ZAMAN, Md. A. U. Effect of split application of nitrogen fertilizer on the yield and quality of potato (*Solanum tuberosum*). **International Journal of Natural and Social Sciences**, v. 4, p. 60-66, 2017.

ALVA, A. Potato nitrogen management. **Journal of Vegetable Crop Production**, v. 10, p. 97-132, 2004.

ALVA, A.; FAN, M.; QING, C.; ROSEN, C.; REN, H. Improving nutriente-use efficiency in chinese potato production: Experiences from the United States. **Journal of Crop Improvement**, v. 25, p. 46-85, 2011.

ANDRE, C. M.; LEGAY, S.; IAMMARINO, C.; ZIEBEL, J.; GUIGNARD, C.; LARONDELLE, Y.; HAUSMAN, J. F.; EVERS, D.; MIRANDA, L. M. The potato in the human diet: a complex matrix with potential health benefits. **Potato Research**, v. 57, p. 201-214, 2014.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 16. ed. Gaytheersburg: AOAC, 1997.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 17. ed. Gaythersburg: AOAC, 2000.

ARAÚJO, T. H.; PÁDUA, J. G.; SPOTO, M. H. F.; ORTIZ, V. D. G.; MARGOSSIAN, P. L.; DIAS, C. T. S.; MELO, P. C. T. Productivity and quality of potato cultivars for processing as shoestrings and chips. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 554-560, 2016.

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**, v. 155, p. 56-66, 2014.

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**, v. 34, p. 285-293, 2010.

CAMIRE, M. E.; KUBOW, S.; DONNELLY, D. J. Potatoes and Human Health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, p. 823-840, 2009.

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

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

CIP - International Potato Center. **Potato**. Disponível em: <<http://cipotato.org/potato/>> Acesso em: 20/01/2020.

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

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

COHEN, Y.; ALCHANATIS, V.; ZUSMAN, Y.; DAR, Z.; BONFIL, D. J.; KARNIELI, A.; ZILBERMAN, A.; MOULIN, A.; OSTROVSKY, V.; LEVI, A.; BRIKMAN, R.; SHENKER, M. Leaf nitrogen estimation in potato based on spectral data and on simulated bands of the VENIS satellite. **Precision Agriculture**, v. 11, p. 520-537, 2010.

COLEMAN, W. K. Comparative performance of the  $L^* a^* b^*$  colour space and North American colour charts for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, p. 291-298, 2004.

CORASPE-LÓN, H. M.; MURAOKA, T.; FRANZINI, V. I.; PIEDADE, S. A. S.; GRANJA, N. P. Absorción de macronutrientes por plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) em la producción de tubérculo-semilla. **Interciencia**, v. 34, p. 57-63, 2009.

DANIALI, G.; JINAP, S.; HANIFAH, M. L.; HAJEB, P. The effect of maturity stages of banana on the formation of acrylamide in banana fritters. **Food Control**, v. 32, p. 386-391, 2013.

DARABI, A.; OMIDVARI, S.; SHAFIEZARGAR, A.; RAFIE, M.; JAVADZADEH, M. Impact of integrated management of nitrogen fertilizers on yield and nutritional quality of potato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, p. 2482-2494, 2018.

DEVAUX, A.; KROMANN, P.; ORTIZ, O. Potatoes for sustainable global food security. **Potato Research**, v. 57, p. 185-199, 2014.

DINGENEN, J. V.; HANZALOVA, K.; SALEM, M. A. A.; ABEL, C.; SEIBERT, T.; GIAVALISCO, P.; WAHL, V. Limited nitrogen availability has cultivar-dependent effects on potato tuber yield and tuber quality traits. **Food Chemistry**, v. 288, p. 170–177, 2019.

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

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**, v. 46, p. 953-960, 2011.

EVANYLO, G. K. Rate and timing of nitrogen fertilizer for white potatoes in Virginia. **American Potato Journal**, v. 66, p. 461-470, 1989.

EWING, E. E. Potato. *In*: WIEN, H.C. **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: Cab International, 1997, p. 295-344.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Produção: Culturas**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default>> Acesso em: 19/01/2020.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. **Científica**, v. 33, p. 106-113, 2005.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, v. 61, p. 598-603, 2004.

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

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 299-304, 2010a.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; MORENO, L. A.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de tubérculos frescos de cultivares de batata em função da nutrição fosfatada. **Bragantia**, v. 74, p. 102-109, 2015.

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**, 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**, v. 45, p. 826-835, 2010b.

FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. **Potato Research**, v. 53, p. 167-179, 2010.

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

GAO, X.; LI, C.; ZHANG, M.; WANG, R.; CHEN, B. Controlled release urea improved the nitrogen use efficiency, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) on silt loamy soil. **Field Crops Research**, v. 181, p. 60-68, 2015.

GARCIA, E. L.; CARMO, E. L.; PÁDUA, J. G.; LEONEL, M. Potencialidade de processamento industrial de cultivares de batatas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1742-1747, 2015.

GEARY, B.; CLARK, J.; HOPKINS, B. G.; JOLLEY, V. D. Deficient, adequate and excess nitrogen levels established in hydroponics for biotic and abiotic stress-interaction studies in potato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 41-50, 2015.

GERENDÁS, J.; HEUSER, F.; SATTELMACHER, B. Influence of nitrogen and potassium supply on contents of acrylamide precursors in potato tubers and on acrylamide accumulation in french fries. **Journal of Plant Nutrition**, v. 30, p. 1499-1516, 2007.

GETAHUN, B. B.; KASSIE, M. M.; VISSER, R. G. F.; van der LINDEN, C. G. Genetic diversity of potato cultivars for nitrogen use efficiency under contrasting nitrogen regimes. **Potato Research**, p. 1-24, 2019.

GOFFART, J. P.; OLIVIER, M.; FRANKINET, M. Potato crop nitrogen status assessment to improve n fertilization management and efficiency: Past-Present-Future. **Potato Research**, v. 51, p. 355-383, 2008.

HAYNES, K. G.; YENCHI, G. C.; CLOUGH, M. E.; HENNINGER, M. R.; STERRETT, S. B. Genetic variation for potato tuber micronutrient content and implications for biofortification of potatoes to reduce micronutrient malnutrition. **American Journal Potato Research**, v. 89, p. 192-198, 2012.

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

JANAT, M. Efficiency of nitrogen fertilizer for potato under fertigation utilizing a nitrogen tracer technique. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 38, p. 2401-2422, 2007.

JIAO, F.; WU, J.; YU, L.; ZHAI, R. <sup>15</sup>N tracer technique analysis of the absorption and utilisation of nitrogen fertiliser by potatoes. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 95, p. 345-351, 2013.

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

KAWAKAMI, J. Redução da adubação e doses e parcelamento de nitrogênio no crescimento e produtividade de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 168-173, 2015.

KELLING, K. A.; HENSLER, R. F.; SPETH, P. E. Importance of early-season nitrogen rate and placement to Russet Burbank potatoes. **American Journal Potato Research**, v. 92, p. 502-510, 2015.

KIM, Y. U.; SEO, B. S.; CHOI, D. H.; BAN, H. Y.; LEE, B. W. Impact of high temperatures on the marketable tuber yield and related traits of potato. **European Journal of Agronomy**, v. 89, p. 46-52, 2017.

KOCH, M.; NAUMANN, M.; PAWELZIK, E.; GRANSEE, A.; THIEL, H. The importance of nutrient management for potato production part I: Plant nutrition and yield. **Potato Research**, p. 1-23, 2019.

KUMAR, P.; PANDEY, S. K.; SINGH, B. P.; SINGH, S. V.; KUMAR, D. Effect of nitrogen rate on growth, yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars. **Potato Research**, v. 50, p. 143-155, 2007.

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

LUZ, J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; OLIVEIRA, R. C. Teor crítico foliar de nitrogênio na batata 'Asterix' em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 225-229, 2014.

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

MALTAS, A.; DUPUIS, B.; SINAJ, S. Yield and quality response of two potato cultivars to nitrogen fertilization. **Potato Research**, v. 61, p. 97-114, 2018.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MILLARD, P.; ROBINSON, D.; MACKIE-DAWSON, L. A. Nitrogen partitioning within the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant in relation to nitrogen supply. **Annals of Botany**, v. 63, p. 289-296, 1989.

MILLER, K. S.; GEISSELER, D. Temperature sensitivity of nitrogen mineralization in agricultural soils. **Biology and Fertility of Soils**, v. 54, p. 853-860, 2018.

MILROY, S. P.; WANG, P.; SADRAS, V. O. Defining upper limits of nitrogen uptake and nitrogen use efficiency of potato in response to crop N supply. **Field Crops Research**, v. 239, p. 38-46, 2019.

MITRUS, J.; STANKIEWICZ, C.; STEÉ, E.; KAMECKI, M.; STARCZEWSKI, J. The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. **Plant, Soil and Environment**, v. 49, p. 131-134, 2003.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 281, p. 277-294, 1977.

MORSHED, R. M.; RAHMAN, M. M.; RAHMAN, M. A. Effect of nitrogen on seed yield, protein content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.). **Journal of Agriculture & Rural Development**, v. 6, p. 13-17, 2008.

MULETA, H. D.; AGA, M. C. Role of nitrogen on potato production: A review. **Journal of Plant Sciences**, v. 7, p. 36-42, 2019.

NAUMANN, M.; KOCH, M.; THIEL, H.; GRANSEE, A.; PAWELZIK, E. The importance of nutrient management for potato production Part II: Plant nutrition and tuber quality. **Potato Research**, 2019.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.

NIVAP - Netherlands Potato Consultative Foundation. **Netherlands catalogue of potato varieties**, Netherlands: NIVAP, 2011.

NOBILE, F. O.; PRADO, R. M.; SPADONI, T. B. Adubação nitrogenada e critérios de amostragem foliar para a cultura da batata. **Comunicata Scientiae**, v. 1, p. 23-29, 2012.

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

PAPADAKIS, S. E.; ABDUL-MALLEK, S.; KAMDEM, R. E.; Yam, K. L. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. **Food Technology**, v. 54, p. 48-51, 2000.

PEDRESCHI, F. Frying of potatoes: physical, chemical, and microstructural changes. **Drying Technology**, v. 30, p. 707-725, 2012.

PEREIRA, A. S.; NETO, R. F.; SILVA, R. S.; BENDER, C. I.; SCHUNEMANN, A. P.; FERRI, N. M. L.; VENDRUSCOLO, J. L. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 220-223, 2007.

PEREIRA, A.; BORTOLETTO, A. C. Cultivares. *In*: SILVA, G. O.; Lopes, C. A. **Sistema de Produção da Batata**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2015, p. 18-28.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1637-1645, 2004.

RENS, L. R.; ZOTARELLI, L.; CANTLIFFE, D. J.; STOFFELLA, P. J.; GERGELA, D.; FOURMAN, D. Biomass accumulation, marketable yield, and quality of Atlantic potato in response to nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 107, p. 931-942, 2015b.

RENS, L. R.; ZOTARELLI, L.; CANTLIFFE, D. J.; STOFFELLA, P. J.; GERGELA, D.; BURHANS, D. Rate and timing of nitrogen fertilizer application on potato 'FL1867' part II: Marketable yield and tuber quality. **Field Crops Research**, v. 183, p. 267-275, 2015a.

RENS, L. R.; ZOTARELLI, L.; CANTLIFFE, D. L.; STOFFELLA, P. J., GERGELA, D.; BURHANS, D. Commercial evaluation of seasonal distribution of nitrogen fertilizer for potato. **Potato Research**, v. 59, p. 1-20, 2016.

RENS, L. R.; ZOTARELLI, L.; ROWLAND, D. L.; MORGAN, K. T. Optimizing nitrogen fertilizer rates and time of application for potatoes under seepage irrigation. **Field Crops Research**, v. 215, p. 49-58, 2018.

RIBEIRO, G. H. M. R.; SAMARTINI, C. Q.; SILVA, L. F. L.; VIEIRA, S. D.; RESENDE, L. V. Cultivares. *In*: Nick, C.; Borém, A. **Batata do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017, v.1, p. 77-93.

SANDAÑA, P.; KALAZICH, J. Ecophysiological determinants of tuber yield as affected by potato genotype and phosphorus availability. **Field Crops Research**, v. 180, p. 21-28, 2015.

SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F. Industrialização. *In*: SILVA, G. O.; Lopes, C. A. **Sistema de Produção da Batata**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2015, p. 80-82.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SUINAGA, F. A.; PONIJALEKI, R. Adubação nitrogenada no rendimento da cultivar de batata BRS Ana. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 107-110, 2014

SILVA, L. A. S.; PINTO, C. A. B. P. Duration of the growth cycles and yield potential of potato genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, p. 20-28, 2005.

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**, v. 27, p. 17-22, 2009.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 64, p. 211-218, 2005.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA, E. F. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2019-2028, 2011.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; JOB, A. L. G. Nutrição, calagem e adubação. *In*: Nick, C.; Borém, A. **Batata do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017, v.1, p. 51-76.

SOUZA, E. F. C. **Fontes e manejo de nitrogênio na cultura da batata em solos arenosos**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014.

STARK, J. C.; OLSEN, N.; KLEINKOPF, G. E.; LOVE, S. L. Tuber quality. *In*: STARK, J. C.; LOVE, S. L. **Potato production systems**. Aberdeen: University of Idaho, 2003, p. 329-343.

STÖCKLE, C.; KEMANIAN, A. Crop radiation capture and use efficiency: a framework for crop growth analysis. *In*: Sadras, V. O.; Calderini, D. F. **Crop Physiology: applications for genetic improvement and agronomy**. San Diego: Academic Press, 2009, p.145-170.

TEIN, B.; KAUER, K.; EREMEEV, V.; LUIK, A.; SELGE, A.; LOIT, E. Farming systems affect potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber and soil quality. **Field Crops Research**, v. 156, p. 1-11, 2014.

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

VOS, J.; BIEMOND, H. Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 1. Leaf appearance, expansion growth, life spans of leaves and stem branching. **Annals of Botany**, v. 70, p. 27-35, 1992.

VOS, J.; van der PUTTEN, P. E. L. Effect of nitrogen supply on leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. **Field Crops Research**, v. 59, p. 63-72, 1998.

XUE, C.; ERLEY, G. S. auf'm.; RUCKER, S.; KOEHLER, P.; OBENAUF, U.; MUHLING, K. H. Late nitrogen application increased protein concentration but not baking quality of wheat. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 179, p. 591-601, 2016.

YANG, Y.; ACHAERANDIO, I.; PUJOLÀ, M. Influence of the frying process and potato cultivar on acrylamide formation in French fries. **Food Control**, v. 62, p. 216-223, 2016.

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

ZENEBOM, O.; PASCUET, N. S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

ZOTARELLI, L.; RENS, L. R.; CANTLIFFE, D. J.; STOFFELLA, P. J.; GERGELA, D.; FOURMAN, D. Nitrogen Fertilizer Rate and Application Timing for Chipping Potato Cultivar Atlantic. **Agronomy Journal**, v. 106, p. 2215-2226, 2014.

ZOTARELLI, L.; RENS, L. R.; CANTLIFFE, D. J.; STOFFELLA, P. J.; GERGELA, D.; BURHANS, D. Rate and timing of nitrogen fertilizer application on potato 'FL1867'. Part I: Plant nitrogen uptake and soil nitrogen availability. **Field Crops Research**, v. 183, p. 246-256, 2015.