

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO – PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA
MESTRADO

PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE
BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SOB DOSES DE NITROGÊNIO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CLETO TAMANINI JUNIOR

GUARAPUAVA-PR

2019

CLETO TAMANINI JUNIOR

Engenheiro Agrônomo

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE
BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Estadual do Centro-Oeste, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia - Mestrado, área de
concentração em Produção Vegetal, para a
obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Jackson Kawakami

Orientador

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho

Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2019

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Santa Cruz

T153p Tamanini Junior, Cleto
 Produtividade, qualidade e crescimento de cultivares de batata
destinadas à indústria sob doses de nitrogênio / Cleto Tamanini Junior. – –
Guarapuava, 2019.
 x, 54 f. : il. ; 28 cm

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em
Produção Vegetal, 2019.

 Orientador: Jackson Kawakami
 Co-orientador: Renato Vasconcelos Botelho
 Banca examinadora: Giovani Olegário da Silva, Fabricio William de
Avila, Jackson Kawakami

 Bibliografia

 1. Agronomia. 2. *Solanum tuberosum*. 3. Adubação. 4. Atlantic. 5. Batata
frita. 6. BRSIPR Bel. . I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia.

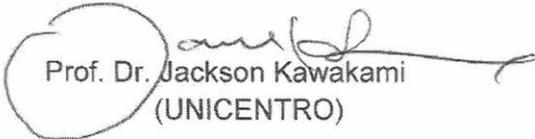
| CDD 630

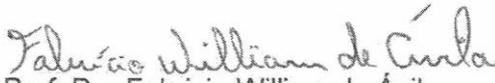
Cleto Tamanini Junior

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE BATATA
DESTINADAS À INDÚSTRIA SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2019.


Prof. Dr. Jackson Kawakami
(UNICENTRO)


Prof. Dr. Fabricio William de Ávila
(UNICENTRO)


Dr. Giovani Olegário da Silva
(EMBRAPA)

GUARAPUAVA-PR

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre em primeiro lugar a Deus por absolutamente tudo. “Mas buscai primeiro o Reino de Deus, e a sua Justiça, e as demais coisas vos serão acrescentadas (Mateus 6:33).” “Em tudo dai graças, porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco (1º Tessalonicenses 5:18).”

Agradeço a toda a minha família, a cada um que de sua maneira contribuiu para mais uma conquista na minha formação e na minha vida, gostaria de nomear em especial, representando os demais, minha mãe Cecília Aparecida dos Santos, meu pai Cleto Tamanini e minha esposa Fernanda Moura Mattos Tamanini, deixo a todos minha sincera gratidão.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), pela conquista e oferecimento do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) e pela oportunidade de fazer parte do programa, agradeço também aos professores do PPGA que transmitiram seus conhecimentos e possibilitaram aprimorar a formação pessoal e profissional.

Ao meu orientador Professor PhD. Jackson Kawakami, pela oportunidade de ser seu orientado, por todo o apoio, ensino e auxílio durante vários anos, desde a graduação.

Ao produtor Rene Bandeira grande agradecimento pela parceria durante anos, por ter aceitado contribuir com a presente pesquisa, também o agradecimento aos Engenheiros Agrônomos Jonas Zandonai e Antônio Roberto Camacho.

Pela amizade e trabalho em conjunto aos colegas da graduação Leonardo Zobot Anderle, Lucas Biggi de Souza, João Pedro Malanchuk, Inglerton José Moss, Dioni Stroparo e ao colega do mestrado Leonardo Balena.

À Embrapa e a Unicastro pelo fornecimento das batatas-sementes utilizadas.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| LISTA DE FIGURAS | i |
| LISTA DE TABELAS | ii |
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | iv |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 1.1 Referências bibliográficas..... | 2 |
| 2 OBJETIVOS..... | 4 |
| 2.1 Objetivo geral | 4 |
| 2.2 Objetivos específicos | 4 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 5 |
| 3.1 Histórico da batata | 5 |
| 3.2 Nutrição e versatilidade da batata | 5 |
| 3.3 Classificação taxonômica | 6 |
| 3.4 Panorama da produção..... | 6 |
| 3.4.1 Panorama mundial | 6 |
| 3.4.2 Panorama nacional..... | 6 |
| 3.5 Mercado da batata no Brasil | 7 |
| 3.6 Qualidade para indústria | 8 |
| 3.7 Cultivares | 10 |
| 3.7.1 Cultivar Atlantic | 10 |
| 3.7.2 Cultivar BRSIPR Bel..... | 11 |
| 3.8 Adubação | 13 |
| 3.8.1 Adubação nitrogenada | 13 |
| 3.9 Referências bibliográficas..... | 14 |
| 4 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CULTIVARES DE BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO | 21 |
| 4.1 Resumo | 21 |
| 4.2 Abstract..... | 22 |
| 4.3 Introdução | 23 |
| 4.4 Materiais e métodos | 24 |
| 4.5 Resultados e discussões | 26 |
| 4.6 Conclusões | 34 |
| 4.7 Referências bibliográficas..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 5 MORFOLOGIA E CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO | 37 |
| 5.1 Resumo | 37 |
| 5.2 Abstract..... | 38 |
| 5.3 Introdução | 39 |
| 5.4 Materiais e métodos | 40 |
| 5.5 Resultados e discussões | 42 |
| 5.6 Conclusões | 50 |
| 5.7 Referências bibliográficas..... | 50 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Planta de batata da cultivar Atlantic, experimento em Guarapuava-PR, porte ereto médio, hastes vigorosas e flores brancas. | 10 |
| Figura 2. Tubérculos da cultivar Atlantic, redondos, uniformes, pele amarela e áspera, polpa branca, olhos semi-profundos e cavidades profundas na inserção do estolão. | 11 |
| Figura 3. Planta de batata da cultivar BRSIPR Bel, experimento em Guarapuava-PR, porte semiereto médio, hastes moderadamente vigorosas e flores roxas. | 12 |
| Figura 4. Tubérculos da cultivar BRSIPR Bel, ovalados, uniformes, pele branca pouco áspera, polpa branca e olhos medianamente rasos. | 12 |
| Figura 5. Dados de temperatura média e precipitação total, durante 120 dias em que foram realizados os experimentos nos anos de 2016, 2017 e 2018, em Guarapuava-PR. | 26 |
| Figura 6. Resultados das análises estatísticas para a produtividade total (PT) e regressão quadrática da produtividade total (PT) e comercial (PC). ** = significativo a 1% ($p < 0,01$)... | 28 |
| Figura 7. Resultado da análise de regressão para o número de tubérculos totais (NTT) e comerciais (NTC). * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$). | 31 |
| Figura 8. Local do experimento com cultivares de batata indústria submetidas a diferentes doses de nitrogênio, implantado no dia 27/12/2017, safra 2017/2018, em Guarapuava-PR. | 40 |
| Figura 9. Regressões lineares para: A) número de hastes secundárias (NHS) e índice de área foliar (IAF) aos 42 DAP; B) NHS e IAF aos 63 DAP; C) número de tubérculos iniciados (NTI) e formados (NTF) aos 42 DAP e D) NTI e NTF aos 63 DAP, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18. | 45 |
| Figura 10. Regressões lineares para: A) massa fresca dos tubérculos formados (MFTF) e massa seca total (MSTotal) aos 42 DAP; B) massa seca dos tubérculos formados (MSTF) aos 42 DAP; C) massa fresca (MFTF) e seca (MSTF) dos tubérculos aos 63 DAP. Regressões quadráticas para: D) massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTotal) aos 63 DAP, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18. | 48 |
| Figura 11. Análise de regressões para: A) produtividade total e comercial; B) número de tubérculos totais e comerciais; C) massa média total e comercial e D) porcentagem de massa seca, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18. | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Resultado da análise química do solo de cada ano de experimento. | 25 |
| Tabela 2. Nível de significância para as variáveis quantificadas. | 27 |
| Tabela 3. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as duas cultivares. | 29 |
| Tabela 4. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as quatro doses de nitrogênio testadas. | 32 |
| Tabela 5. Nível de significância para as variáveis de qualidade. | 33 |
| Tabela 6. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as duas cultivares e também entre as quatro doses de nitrogênio testadas. | 33 |
| Tabela 7. Comprimento (cm), diâmetro (cm) e número de nós (NDN) da haste principal e a relação comprimento/diâmetro (C/D) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18..... | 43 |
| Tabela 8. Número de hastes principais (NHP planta-1), número de hastes secundárias (NHS planta-1), índice de área foliar (IAF), número de tubérculos iniciados (NTI planta-1) e número de tubérculos formados (NTF planta-1) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18. | 44 |
| Tabela 9. Massa fresca dos tubérculos formados (g m ⁻²) (MFTF), massa seca dos tubérculos formados (g m ⁻²) (MSTF), massa seca da parte aérea (g m ⁻²) (MSPA) e massa seca total (g m ⁻²) (MSTotal) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18. | 46 |
| Tabela 10. Produtividade total (PT) e comercial (PC) (t ha ⁻¹), número de tubérculos totais (NTT) e comerciais (NTC) (N° planta-1), massa média total (MMT) e comercial (MMC) (g tubérculo-1) e massa seca (MS) (%) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18..... | 48 |

RESUMO

TAMANINI JUNIOR, C. **Produtividade, qualidade e crescimento de cultivares de batata destinadas à indústria sob doses de nitrogênio.** Guarapuava, 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.

As principais cultivares para a indústria usadas no Brasil são estrangeiras, porém, programas de melhoramento desenvolveram cultivares nacionais para esse fim, sendo importante estudar se o manejo afeta cultivares de diferentes origens. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade, a qualidade e o crescimento de duas cultivares de batata destinadas à indústria, submetidas a quatro doses de nitrogênio. Foram conduzidos três experimentos em campo entre dezembro de 2015 a abril de 2018, com oito tratamentos em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial com duas cultivares (Atlantic e BRSIPR Bel) e quatro doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹) com quatro repetições. O espaçamento foi de 0,8 m entre linhas e 0,25 m entre plantas e a amontoa foi realizada por volta de 28 dias após o plantio (DAP). Foram feitas em 2018 duas avaliações da morfologia e do crescimento das cultivares aos 42 e 63 DAP, e nas colheitas foi avaliado a produtividade e os componentes produtivos em todos os anos. Em relação à qualidade foi quantificado o teor de massa seca e calculado o teor de óleo absorvido pelos chips em todos os anos. Para todas as variáveis estudadas no presente trabalho, não houve interação entre cultivar e dose, ou seja, o manejo de nitrogênio pode ser parecido tanto para Atlantic (estrangeira) como para a BRSIPR Bel (nacional). Na comparação entre as cultivares, a BRSIPR Bel apresenta maior produtividade total e comercial, devido ao maior número de tubérculos, principalmente na faixa de 100 a 200 g. Porém, a cultivar Atlantic apresenta maior porcentagem de massa seca nos tubérculos, fato que proporciona melhor qualidade na fritura, com menor absorção de óleo. As características morfológicas mais relevantes para a BRSIPR Bel ser mais produtiva são o número de hastes principais, número de tubérculos iniciados e índice de área foliar. Para os tubérculos formados da Atlantic, foi observado maior número, massa fresca e massa seca, essa cultivar enche tubérculos antes, tendo maior acúmulo de fotoassimilados. Conclui-se que a BRSIPR Bel é mais produtiva e a Atlantic tem maior qualidade de tubérculo. Para as doses de nitrogênio, a melhor dose é 151 kg ha⁻¹ para a maior produtividade comercial de 34 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, adubação, Atlantic, batata frita, BRSIPR Bel.

ABSTRACT

TAMANINI JUNIOR, C. **Yield, quality and growth of potato cultivars destined to industry under nitrogen doses.** Guarapuava, 2019. 54 s. Dissertation (Master's Degree in Agronomy - Plant Production), Midwestern Parana State University – UNICENTRO.

The majority of the cultivars for industry used in Brazil are from abroad, however, breeding programs have developed national cultivars for this purpose, being important to study if the fertilizer management affects cultivars of different origins. The objective of this work was to evaluate the yield, quality and growth of two potato cultivars for industry, submitted to four doses of nitrogen. Three field trials were conducted between December 2015 and April 2018, with eight treatments in a randomized block design (RBD) in a factorial scheme with two cultivars (Atlantic and BRSIPR Bel) and four nitrogen doses (0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹) with four replicates. The spacing was 0.8 m between rows and 0.25 m between plants, the hilling was performed around 28 days after planting (DAP). Two evaluations of the morphology and growth of the cultivars were carried out at 42 and 63 DAP in 2018, whereas at harvest tuber yields and its components were evaluated in all three years. For the quality measurements, we quantified the dry matter content and the oil absorbed by the chips in all three years. For all the variables studied in the present study, there was no interaction between cultivar and dose, therefore nitrogen management could be similar for both Atlantic (foreign) and BRSIPR Bel (national) cultivars. In the comparison between cultivars, BRSIPR Bel presents higher total and commercial yield due to its greater number of tubers, mostly in the range of 100 to 200 g. However, Atlantic cultivar presents a higher percentage of dry matter in the tubers, providing better quality in the frying, with less absorption of oil. The most relevant morphological characteristics for BRSIPR Bel which result in higher yield were the number of main stems, number of tubers initiated and leaf area index. For the tubers formed by Atlantic, greater number, fresh and dry matter were observed, this cultivar filled tubers earlier, with greater accumulation of photoassimilates. It is concluded that BRSIPR Bel has higher yield and Atlantic has tubers of higher quality. For nitrogen doses, the best dose was 151 kg ha⁻¹ for the highest commercial yield of 34 t ha⁻¹.

Keywords: *Solanum tuberosum*, Atlantic, BRSIPR Bel, fertilization, fried potato.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) tem grande importância mundial como fonte de alimento. O tubérculo, parte da planta consumida, é excelente fonte para a nutrição, tendo, em média, em 100 g de batata cozida sem casca: 87 kcal, 20 g de carboidratos, 2 g de proteínas, 380 mg de potássio, 45 mg de fósforo e 13 mg de vitamina C (FAO, 2008).

Em geral, no mundo o consumo de batata está migrando para produto de maior valor agregado, ou seja, produtos industrializados; o principal deles é a batata congelada, normalmente pré-frita em palitos, além das batatas chips (FAO, 2008). O preparo da batata frita é uma das formas de preparo mais apreciada pelos consumidores. Esse mercado tem consumo mundial de mais de 10 milhões de t ano⁻¹ (YORINORI, 2012).

No Brasil, a batata é comercializada tanto para mesa quanto para indústria. No entanto, apesar da demanda ser alta para ambos os destinos, a maior parte da produção de batata é destinada ao consumo fresco (mesa) (EMBRAPA, 2015). O segmento de consumo de batata no Brasil é de 61% proveniente do mercado *in natura* e 39% proveniente do industrial (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Dentro do segmento industrial, 21% ainda é produto importado (principalmente a pré-frita) e 18% é produto da indústria nacional (pré-frita e chips) (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Em 2006 o mercado *in natura* representava 82% e o industrial 28%, mostrando o crescimento do setor de batata-indústria no país, com tendência e expectativa de aumento (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Com o consumidor tomando gosto pela batata frita, o Brasil tende a seguir o mercado mundial. Além disso, pelo fato da batata destinada ao mercado *in natura* apresentar altas variações nos preços devido às oscilações de oferta, produtores estão diversificando a produção de suas lavouras e entrando no mercado de batata-indústria (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

As principais e dominantes cultivares de batata para a indústria são importadas: Asterix de origem holandesa, principal para a produção de batatas palitos e Atlantic de origem Estadunidense, que predomina no Brasil e no mundo para a produção de chips e de batata-palha (EVANGELISTA et al., 2011; PEREIRA, 2011). A cultivar selecionada deve apresentar características que a torne apropriada para fritura (FAO, 2008; QUADROS et al., 2009), como baixo teor de açúcares redutores, alto teor de amido e alto teor de massa seca quando comparada a cultivares de mesa (HAYASHI, 2005; FERNANDES et al., 2010).

Na indústria, para se obter produto final de alta qualidade e para ter menor custo de produção, é importante utilizar materiais que absorvam pouco óleo. Dessa forma é importante estudar esse fator nas diferentes cultivares que são específicas para esse fim, e testar se o

diferente manejo da adubação pode afetar essa característica (RIMAC-BRNCIC et al., 2004). Foi observado em estudo com a cultivar Asterix, que o teor de matéria seca é afetado pelas diferentes disponibilidades de nitrogênio, variando de 20,8 a 18,4% conforme variou a disponibilidade de nitrogênio (OLIVEIRA et al., 2006). Em outro estudo com diferentes cultivares em que foi disponibilizada a mesma adubação para todos os materiais, foi observado que a Atlantic se destacou em relação à diversos materiais nacionais por possuir maior teor de massa seca (23,05%) e menor teor de gordura absorvida (34,10%) (ZORZELLA et al., 2003). Porém, para as cultivares nacionais o manejo da adubação pode interferir de forma diferente do que em cultivares importadas, visto que foram desenvolvidas no clima e solo brasileiro. Dessa forma se torna importante estudar se o manejo da adubação nitrogenada afeta cultivares de diferentes origens em relação à produtividade, qualidade e crescimento.

1.1 Referências bibliográficas

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de Produção da Batata. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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.

FAO: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/potato-2008/en/index.html>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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

HAYASHI, P. Variedades de batata: Atlantic. **Batata Show**, v. 11, p. 12-15, 2005.

HORTIFRUTI BRASIL. **Especial Batata: Gestão Sustentável**. Ed. especial, nº 183, out. 2018. p. 4. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/como-sobreviver-a-pior-crise-da-batata-das-ultimas-decadas.aspx>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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

PEREIRA A. da S. A evolução da batata no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Horticultura Brasileira**, UFV, 2011. p. 5701-5710.

QUADROS, D. A. de; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 316-323, 2009.

RIMAC-BRNCIC, S.; LELAS, V.; RADE, D.; SIMUNDIC, B. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. **Journal of Food Engineering**, v.64, p. 237-241, 2004.

YORINORI, N. Panorama da indústria de batata chips no Brasil e no Mundo. In: XXV CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LA PAPA - ALAP. XIV ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA - ENB, 2012, Uberlândia. **Asociación Latinoamericana de la Papa**. UFU, 2012. 24 p. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wp-content/uploads/2016/06/3-newton_pep_sico.pdf>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; TREPTOW, R. O.; ALMEIDA, T. L. de. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 15-24, 2003.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Testar se a adubação nitrogenada e cultivares afetam a performance de plantas de batata destinadas à indústria.

2.2 Objetivos específicos

Verificar com qual dose de nitrogênio se obtém a melhor produtividade, a melhor qualidade de tubérculo e os melhores índices de crescimento.

Verificar se as cultivares Atlantic e BRSIPR Bel tem diferenças na produtividade, na qualidade dos tubérculos e no crescimento.

Verificar se as cultivares Atlantic e BRSIPR Bel respondem de forma diferente em produtividade, qualidade dos tubérculos e crescimento a doses de nitrogênio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico da batata

A batata é cultura antiga, com origem nos Andes onde foi domesticada e consumida há cerca de 8.000 anos. Hoje é alimento global, espalhado no mundo inteiro, com consumo crescente em países em desenvolvimento (FAO, 2008).

Foi introduzida no continente europeu por meio dos colonizadores espanhóis, os quais buscavam chegar à Índia, contudo chegaram à América, onde encontraram a batata. Na sequência levaram-na para a Europa por volta do século 16. Por volta do século 17 a batata foi levada da Europa para a América do Norte (CASTRO, 2008). Inicialmente, por incompatibilidade de fotoperíodo, não produzia tubérculos, apenas florescia, sendo que os Europeus apreciavam sua inflorescência (LOPES; BUSO, 1997). No século 17 ela também migrou para a Índia e China por meio de missionários ingleses. Também no século 17 foi introduzida no Japão e na África (HAWKES, 1990).

3.2 Nutrição e versatilidade da batata

Considerada alimento do futuro, devido ao constante aumento da população global, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) adotou o ano de 2008 como o ano internacional da batata, evidenciando sua importância como fonte alimentar (FAO, 2008). Tem grande importância no aspecto nutricional, fornecendo em média em 100 g de batata cozida sem casca: 87 kcal, 20% de carboidratos, 2% de proteínas, 380 mg de potássio, 45 mg de fósforo, 13 mg de vitamina C e conteúdo de água de 77% (FAO, 2008).

Com o passar dos anos, com a evolução culinária e gastronômica, inovou-se e aprimoraram-se os métodos de preparo de alimentos. Com a batata ocorreu algo semelhante, e vemos que hoje se tem uma diversidade de formas de se consumir batatas, sendo essas formas estudadas por pesquisadores quanto a características químicas e organolépticas (MICHALAK et al., 2011; SEEFELDT et al., 2011). Hoje há formas alternativas de se usar a batata e seus subprodutos, o descarte, a casca, como exemplo, utilizando seu amido como revestimento comestível em frutas e hortaliças (GARCIA et al., 1998; FAKHOURI et al., 2007), ou a produção de bebidas alcólicas com a fermentação do amido (FAO, 2008), como também de combustível (DELGADO et al., 2009), e como componente de ração animal (SULTANA et al., 2016), entre outras (ex: indústria não alimentícia) (EMBRAPA, 2015).

3.3 Classificação taxonômica

A batata cultivada apresenta a seguinte classificação taxonômica segundo o sistema de Grupo de Filogenia das Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group - APG III) (2009): Ordem: Solanales; Família: Solanaceae; Gênero: *Solanum*; Espécie: *S. tuberosum*.

Em relação ao fotoperíodo, tem plantas adaptadas a dias curtos e outras adaptadas a dias longos, conforme a subespécie. A subespécie andigena é de dia curto, planta de altitude, com os traços mais ancestrais, enquanto a *tuberosum* é de dia longo, devido a uma mutação para se adaptar a outras regiões onde foi disseminada, sendo a subespécie mais cultivada no mundo na atualidade (SUKHOTU et al., 2005).

A batata é autotetraploide ($2n = 4x = 48$). Curiosamente o gênero *Solanum* apresenta mais de 2000 espécies, fato importante para a variabilidade genética (LOPES, 2018).

3.4 Panorama da produção

3.4.1 Panorama mundial

Segundo os dados da FAO (2018), no mundo a área colhida foi de 19.246.462 ha, a produtividade média foi de 19.579 kg ha⁻¹, e a produção somou um total de 376.826.967 toneladas. Os maiores produtores são: em primeiro a China com 99.122.421 toneladas (26,3%) e segundo a Índia com 43.770.000 toneladas (11,6%), sendo que juntos os dois países produzem mais de 1/3 da produção mundial, e a Ásia produz 50,5% da batata do mundo.

3.4.2 Panorama nacional

O Brasil teve produção de 3.851.396 toneladas (1% da produção mundial), a área colhida foi de 129.842 ha, que proporcionou em média produtividade de 29.662 kg ha⁻¹ (maior que a mundial) e um valor de produção de 5.880.194,00 mil reais (FAO, 2018; IBGE, 2018).

O consumo per capita em alguns países europeus chega a mais de 100 kg ano⁻¹, no Brasil é de 10 a 15 kg ano⁻¹ (BANDINELLI, 2009). Comparado a alguns países europeus, o Brasil tem potencial de aumentar o consumo de batata; já a produtividade está acima da média mundial, isso porque as regiões e os produtores que cultivam batata empregam alta tecnologia e possuem boa infraestrutura na cadeia produtiva.

O Estado do Paraná é um dos principais produtores nacionais com 22% da produção nacional, junto com São Paulo (19%) e Minas Gerais (24%), esses três Estados produziram 65% da produção nacional. Dados do IBGE (2018) sobre o Paraná, da lavoura de 2017 de batata, apresentam os valores de: área plantada de 30.790 ha, produtividade média de 27.664 kg ha⁻¹ e produção de 851.784 toneladas. Valor da produção no ano foi de 564.250 mil reais.

Guarapuava é uma das cidades onde se tem grande cultivo de batata, assim a cultura tem grande relevância econômica e social na região. A cultura foi introduzida em Guarapuava através da Cooperativa Agrícola de Cotia, na década de 60 por imigrantes japoneses, alguns produtores cultivam batata até os dias atuais (OLIARI, 2011). A produção local reflete o modo de cultivo, com adoção de alta tecnologia, boa infraestrutura, conhecimento técnico e manejo adequado, fatos que culminam em altas produtividades. Guarapuava está entre os maiores produtores do país com 2,5% da produção total desse tubérculo (IBGE, 2018).

Os dados do IBGE (2018) para Guarapuava, também referente à lavoura de 2017, traz as seguintes informações: área plantada e colhida de 2.450 ha, rendimento médio de 39.758 kg ha⁻¹ e quantidade produzida de 97.408 toneladas. O valor da produção foi de 55.614 mil reais. Guarapuava é referência na produção de batata, pois tem produtividade média elevada e produz mais de 10.000 kg ha⁻¹ a mais que a média nacional.

3.5 Mercado da batata no Brasil

A maioria da produção nacional de batata é destinada ao mercado *in natura* (mesa), para esse mercado a aparência dos tubérculos é importante, pois o consumidor brasileiro dá muita importância à aparência dos tubérculos, e um dos entraves é que a maior parte da produção é dominada por uma única cultivar importada: a Ágata, de origem holandesa.

O mercado da batata processada no Brasil enfrenta os mesmos entraves que o mercado destinado à mesa em relação à disponibilidade de cultivares. Há forte dependência em duas cultivares importadas: a Asterix (Holandesa) e a Atlantic (Estadunidense). Devido ao fato da Ágata (destinada para o consumo de mesa) não apresentar bom aspecto ao ser frita, o consumidor é cada vez mais incentivado a comprar a batata processada quando deseja preparar batata frita, pois a batata processada apresenta melhores características por já ser destinada a esse fim (ABBA, 2007).

De maneira geral, devido o aumento da demanda por um preparo mais rápido e prático dos alimentos, a tendência para vários produtos é aumentar o consumo e a produção de industrializados, de maior valor agregado (CAVALCANTI, 2016). Vemos isso ocorrendo

com o mercado da batata em que o consumo e a produção estão migrando cada vez mais para os produtos industrializados; o principal deles é a batata congelada, normalmente pré-frita em palitos, além das batatas chips (FAO, 2008).

O consumo de batata no Brasil está dividido em 61% proveniente do mercado *in natura* e 39% proveniente do industrial, dentro do segmento industrial, 21% ainda é produto importado (principalmente a pré-frita) e 18% é produto da indústria nacional (pré-frita, chips e batata-palha) (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). O Brasil importa 74% da batata pré-frita congelada principalmente da Argentina e de países da Europa, sendo os outros 26% oriundos da produção nacional (EMBRAPA, 2015). O consumo per capita brasileiro foi estimado em 375 g ano⁻¹ de chips e 100 g ano⁻¹ de batata-palha, também se estimou que toda batata processada para chips e batata-palha é produzida no Brasil, com 300 mil toneladas e 80 mil toneladas para fazer chips e batata-palha, respectivamente (EMBRAPA, 2015). Apesar do constante aumento de batata processada no Brasil, quando comparamos a alguns países europeus que processam dois terços da sua produção de batata, vemos que o montante de batata processada no Brasil ainda é baixo, apresentando assim bastante espaço para crescimento desse segmento de mercado (EMBRAPA, 2015).

3.6 Qualidade para indústria

As cultivares que são destinadas ao processamento industrial, onde serão cortadas de diferentes formas e fritas, tem essa destinação devido a apresentarem características que as tornem apropriadas para esse fim. Cultivares de mesa não apresentam bom aspecto quando fritas, devido a características que as tornam impróprias para fritura como o elevado teor de água (que favorece para o preparo de purê ou cozida) (ABBA, 2007). Uma boa qualidade para processamento está relacionada ao produto final apresentar cor e textura adequadas. Para isso a batata a ser processada deve ter baixo teor de açúcares redutores, alto teor de amido, alto teor de massa seca e baixo teor de água se comparados a cultivares de mesa (HAYASHI, 2005; EVANGELISTA et al., 2011).

O teor de açúcares redutores influencia na coloração obtida com o processo de fritura, pois quando está acima de 2% causa o escurecimento e proporciona gosto amargo, resultados da queima dos açúcares com a temperatura da fritura (EMBRAPA, 2015). O teor de açúcares redutores é muito influenciado pela temperatura, sendo esse um fator importante no armazenamento. Estudos mostram que o teor de açúcares redutores de tubérculos de batatas armazenados em temperatura ambiente ($22,8 \pm 1,7$ °C) por 45 dias não aumentou

(QUADROS et al., 2010). Outro estudo avaliou as médias de teor de açúcares redutores em tubérculos de batata em armazenamento por quatro semanas a 4 °C e depois recondicionados em temperatura ambiente. Neste estudo notou-se aumento no teor quando submetidas ao armazenamento a 4 °C e quando recondicionadas notou-se reversão parcial dos açúcares redutores (PEREIRA et al., 2007). Quando os tubérculos são expostos a baixas temperaturas (abaixo de 20 °C), ocorre a conversão do amido em açúcares, e quando expostos a temperaturas altas (acima de 20 °C), ocorre a reversão parcial dos açúcares em amido (pois os açúcares são utilizados para a atividade respiratória dos tubérculos) (LYNCH et al., 2003).

O teor de amido está relacionado principalmente à textura que o material terá, cultivares destinadas à indústria tem textura farinácea, quando cozidas ficam secas e desagregam facilmente, não forma uma massa homogênea. Já cultivares de mesa tem textura cerosa, quando cozidas ficam úmidas e cremosas (EMBRAPA, 2015).

Na indústria, para obter um produto final de qualidade e para ter menor custo de produção, é importante utilizar materiais que absorvam pouco óleo, assim terão alto rendimento industrial. Esses fatores são relacionados ao teor de massa seca, que deve ser alto (GOULD, 1999). Teores diferentes de massa seca em cultivares apresentaram diferenças no rendimento industrial e na absorção de óleo, sendo maior a massa seca tem-se maior rendimento e menor absorção de óleo (KUMAR et al., 2007). Em estudo com a cultivar Asterix, o teor de massa seca foi afetado pelas diferentes disponibilidades de nitrogênio, variando de 20,8 a 18,4% conforme variou-se a dose de nitrogênio (OLIVEIRA et al., 2006).

Outro fator para destinação apropriada de determinada cultivar é o formato do tubérculo, quando são mais alongados e achatados são destinados ao corte em forma de palito, como exemplo a cultivar Asterix; já quando são mais arredondados são destinados ao corte em forma de chips, como exemplo a cultivar Atlantic (PÁDUA, 2010). Determinadas deformidades diminuem a qualidade, como o embonecamento, o coração-oco e a rachadura nos tubérculos, ambos ocasionados por distúrbios fisiológicos, levam o formato irregular no momento do corte do tubérculo (HILLER et al., 1985; FELTRAN; LEMOS, 2005).

Outro problema em cultivares para processamento é a alta susceptibilidade ao esverdeamento, devido ao fato de que não foram melhoradas para ficarem expostas em gôndolas de supermercados e feiras (FERNANDES et al., 2011a; EMBRAPA, 2015). O adequado é processar os tubérculos o quanto antes após terem sido colhidos, quando necessário, armazenar em ambiente escuro.

3.7 Cultivares

3.7.1 Cultivar Atlantic

A cultivar Atlantic tem origem Estadunidense, desenvolvida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), foi o resultado do cruzamento entre as cultivares Wauseon e Lenape (B5141-6), lançada em 1978 em Beltsville, Maryland (HAYASHI, 2005). As características da planta são o porte ereto (médio a alto), hastes vigorosas, a coloração das flores é branca (Figura 1), tem crescimento rápido e ciclo médio (HAYASHI, 2005).

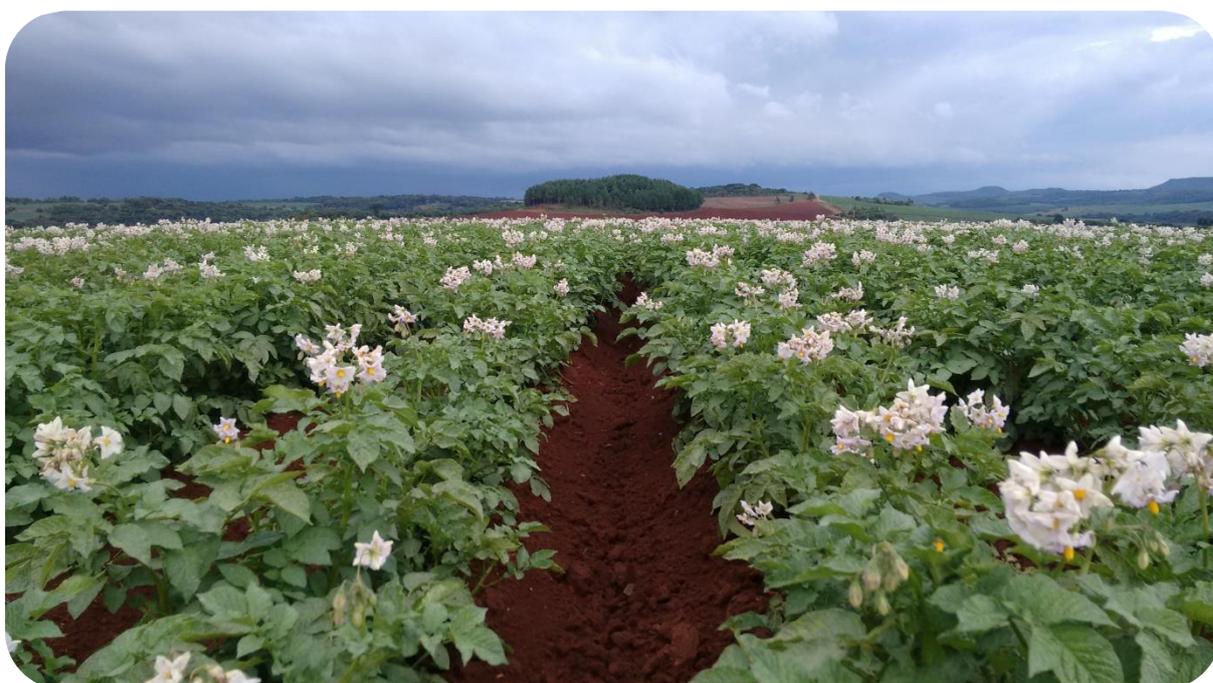


Figura 1. Planta de batata da cultivar Atlantic, experimento em Guarapuava-PR, porte ereto médio, hastes vigorosas e flores brancas.

FONTE: TAMANINI JUNIOR, 2016.

Uma doença importante na região de Guarapuava é a requeima (*Phytophthora infestans*) causada por um oomiceto. A Atlantic é susceptível a requeima, a pinta preta causada por um fungo (*Alternaria* spp.), a canela preta causada por uma bactéria (*Pectobacterium* spp.) e ao vírus Y da batata, conhecido como vírus do mosaico ou do mosaico rugoso - PVY (Potato Virus Y) (HAYASHI, 2005; QUEIROZ, 2011; SANTIAGO, 2011). Apresenta tolerância à sarna-comum causada por uma bactéria (*Streptomyces* spp.), tem média resistência ao vírus do enrolamento da folha - PRLV (Potato Leaf Roll Virus) e resistência ao vírus X da batata, conhecido como vírus do mosaico leve - PVX (Potato Virus X) (HAYASHI, 2005; QUEIROZ, 2011; SANTIAGO, 2011).

O tubérculo da Atlantic é redondo, uniforme, tem a pele branca-amarela e áspera, a polpa é branca, tem olhos semi-profundos e cavidades profundas na inserção do estolão (Figura 2) (HAYASHI, 2005). Possui alto teor de massa seca e baixo de açúcares redutores, cultivar muito usada para produção de chips e batata-palha, é a mais plantada no mundo e é considerada a cultivar referência (QUEIROZ, 2011). Pontos negativos são no armazenamento refrigerado, ocorre a reversão dos açúcares que ocasionam má aparência na fritura, e a alta susceptibilidade ao esverdeamento (FILGUEIRA, 2008).



Figura 2. Tubérculos da cultivar Atlantic, redondos, uniformes, pele amarela e áspera, polpa branca, olhos semi-profundos e cavidades profundas na inserção do estolão.

FONTE: SOLEILPAPA, 2018.

3.7.2 Cultivar BRSIPR Bel

Essa cultivar foi desenvolvida em uma parceria entre o Programa de Melhoramento Genético de Batata da Embrapa (Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS; Estação experimental da Embrapa de Canoinhas-SC e Embrapa Hortaliças, Brasília-DF) e o Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, foi lançada em 2012, oriunda do cruzamento entre a cultivar húngara Rioja e o clone C-1740-11-95 material da Embrapa desenvolvido em 2001 (EMBRAPA, 2019).

Tem como características da planta porte semiereto médio, suas hastes são moderadamente vigorosas, a coloração das flores é roxa (Figura 3), maturidade média de 110 dias, apresenta grande potencial produtivo, tendo grande número de tubérculos comerciais (EMBRAPA, 2019).



Figura 3. Planta de batata da cultivar BRSIPR Bel, experimento em Guarapuava-PR, porte semiereto médio, hastes moderadamente vigorosas e flores roxas.

FONTE: TAMANINI JUNIOR, 2016.

Os tubérculos tem forma oval, são uniformes, tem a pele branca-amarela pouco áspera, polpa branca/creme, olhos medianamente rasos (Figura 4). Indicada para indústria de chips e batata-palha, possui teor relativamente alto de massa seca. Como a Atlantic, é suscetível ao esverdeamento. É moderadamente suscetível a requeima e para pinta-preta, PVY e PLRV é moderadamente resistente, fator de vantagem em relação à Atlantic (EMBRAPA, 2019).



Figura 4. Tubérculos da cultivar BRSIPR Bel, ovalados, uniformes, pele branca pouco áspera, polpa branca e olhos medianamente rasos.

FONTE: ANTONIO CÉSAR BORTOLETTO, 2018.

3.8 Adubação

A resposta da batata à adubação depende do material genético, do espaçamento de plantio, do solo, do clima, ou seja, é dependente de todo o sistema de manejo (FERNANDES; SORATTO, 2012). Para fazer um manejo adequado da adubação como também da correção do solo, é necessário ter a análise do solo e buscar uma fonte com dados e avaliações técnicas e um profissional para interpretar a recomendação.

A batata tem alta produção por unidade de área, para isso existe a alta necessidade de extração de nutrientes, esses que tem exportações estimadas em: 120 a 180 kg de potássio, 100 a 120 kg de nitrogênio, 14 a 17 kg de fósforo, 10 kg de enxofre, 9 kg de cálcio e 9 kg de magnésio, para uma produtividade de 30 t ha⁻¹ (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001). A quantidade dos micronutrientes extraídos do solo pela cultura da batata por tonelada de tubérculos produzida é de: 32,9 a 136,6 g de ferro; 5,4 a 24,1 g de manganês; 3,4 a 12 g de zinco; 1,4 a 9,0 g de boro e 0,6 a 3,9 g de cobre (FERNANDES; SORATTO, 2012). Porém, a quantidade de nutrientes extraídos é dependente da cultivar e do ambiente (BERTSCH, 2003). Nesse ponto é importante o desenvolvimento de pesquisas com cultivares em diferentes ambientes com avaliação da absorção e exportação de nutrientes para que o manejo da adubação seja cada vez mais refinado (FERNANDES et al., 2011b).

A produção de batata apresenta um alto custo por área, mesmo assim alguns produtores não fazem a análise de solo e realizam a adubação sem critérios técnicos, sendo a adubação um dos itens mais onerosos (NAVA et al., 2007). Muitos produtores adubam em excesso, impactando a qualidade do tubérculo produzido, criando riscos de dano ao meio ambiente com a lixiviação e aumentando os custos de produção (ANDRIOLO et al., 2006).

Em Guarapuava, grande parte dos produtores padronizam a adubação em 4 t ha⁻¹ do formulado NPK 04-14-08, muitas vezes sem considerar critérios técnicos, também é comum o emprego da adubação com micronutrientes, como o boro e o zinco que são os principais para a cultura (OLIARI, 2011).

3.8.1 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é fundamental na composição de aminoácidos e proteínas que formarão a planta, sendo essencial para o crescimento das culturas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Na cultura da batata, o nitrogênio é necessário para ter bom crescimento da parte aérea, em especial de folhas e também para desenvolvimento dos tubérculos (WESTERMANN et al., 1994). A

adubação nitrogenada deve ser equilibrada, pois uma dose abaixo do necessário pode limitar o crescimento da planta e a produção de tubérculos (EMBRAPA, 2015), já uma dose acima do necessário pode acarretar em crescimento demasiado da planta (folhas e hastes) e diminuição do teor de massa seca dos tubérculos (ZAAG, 1993).

Como ressaltam NAVA et al. (2007), o nitrogênio terá sua disponibilidade afetada pela taxa de mineralização da matéria orgânica que é determinada pela atividade microbiana, que por sua vez é dependente dos fatores do ambiente. FILGUEIRA (2008) recomenda o parcelamento da adubação com nitrogênio junto com o potássio, sendo 1/3 no plantio e o restante na amontoa. Em Guarapuava é comum fazer a aplicação da dose total no plantio.

Estudos com a cultivar Atlantic encontraram maior taxa de acúmulo de nitrogênio no período de enchimento de tubérculos, sendo essa taxa de 3,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Ainda observaram absorção de 140 kg ha⁻¹ para produtividade de 36,5 t ha⁻¹ (YORINORI, 2003).

Alguns sintomas da deficiência de nitrogênio na batata são: clorose nas folhas mais velhas, plantas com o crescimento retardado e com pouco vigor, hastes finas com internódios curtos, produção de tubérculos de tamanho pequeno e em menor número e por final, se a planta ficar exposta a deficiência por um período prolongado ocorre a formação de manchas necróticas e a abscisão das folhas (EMBRAPA, 2015). Já os problemas do excesso de nitrogênio na batata são: a planta vegetar demais com o crescimento excessivo da parte aérea (folhas e hastes) sendo que se os fotoassimilados forem direcionados para produzir parte aérea ocorre a redução do teor de massa seca e de amido dos tubérculos (ZAAG, 1993). Pode levar mais tempo para a maturação da planta assim prolongando o ciclo vegetativo (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001). Favorecer a incidência de Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*) (CROZIER et al., 2000). Causar distúrbios fisiológicos como o embonecamento, que leva a problemas com danos mecânicos na colheita (MALLMANN, 2001) e a rachadura causada por rápida expansão do tubérculo, com maior crescimento interno do que externo (EMBRAPA, 2015).

3.9 Referências bibliográficas

ABBA: **Associação Brasileira da Batata**. 2007. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista17_033b.htm>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; PAULA, F. L. M.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Curva crítica de diluição de nitrogênio da cultivar Asterix de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1179-1184, 2006.

APG III: **Angiosperm Phylogeny Group**. 2009. Disponível em: <<http://dicionario.sensagent.com/sistema%20apg%20iii/pt-pt/>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

BANDINELLI, M. G. **Micropropagação e miniestaquia na propagação de batata**. Santa Maria, 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

BERTSCH, F. **Absorción de nutrimentos por los cultivos**. San José: ACCS, 2003.

CASTRO, C. M. Batata - O pão nosso das Américas. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 219-234. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746617/origem-e-evolucao-de-plantas-cultivadas>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

CAVALCANTI, G. Com disputa entre marcas, cresce venda de congelados e industrializados. **Agência O Globo Economia**, 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/com-disputa-entre-marcas-cresce-venda-de-congelados-industrializados-18735564>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

CROZIER, C. R.; CREAMER, N. G.; CUBETA, M. A. Fertilizer management impacts disease, and yield of Irish potato on stand establishment. **Potato Research**, v. 43, p. 49-59, 2000.

DELGADO, R.; CASTRO, A. J.; VAZQUEZ, M. A kinetic assessment of the enzymatic hydrolysis of potato (*Solanum tuberosum*). **Food Science and Tech.**, v. 42, p. 797-804, 2009.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de Produção da Batata. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/batata/cultivares>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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.

FAKHOURI, F. M.; FONTES L. C. B.; GONÇALVES, P. V. de M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 369-375, 2007.

FAO: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/potato-2008/en/index.html>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

FAO: **Food and Agriculture Organization's Statistics**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; SILVA, B. L.; SOUZA-SCLICK, G. D. Produtividade e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de inverno. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.502-508, 2011a.

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, 2011b.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized Starch-Based Coatings To Improve Strawberry (*Fragaria x Ananassa*) Quality and Stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 3758-3767, 1998.

GOULD, W. A. **Potato production, processing and technology**. Arlington - VA, USA: CTI Publications Inc., 1999. p. 51-72.

HAWKES, J. G. **The potato: evolution, biodiversity and genetic resources**. Belhaven - London, 1990. 259 p.

HAYASHI, P. Variedades de batata: Atlantic. **Batata Show**, v. 11, p. 12-15, 2005.

HILLER, L. K.; KOLLER, D. C.; THORNTON, R. E. Physiological disorders of potato tubers. In: LI, P. H. **Potato physiology**. Orlando: Academic Press, 1985. p. 389-455.

HORTIFRUTI BRASIL. **Especial Batata: Gestão Sustentável**. Ed. especial, nº 183, out. 2018. p. 4. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/como-sobreviver-a-pior-cri-se-da-batata-das-ultimas-decadas.aspx>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

IBGE: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estados - Paraná - Lavoura Temporária 2017. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

IBGE: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estados - Paraná - Guarapuava - Lavoura Temporária 2017. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

KUMAR, P.; PANDEY, S. K.; SINGH, B. P.; SINGH S. V.; KUMAR, D. Influence of Source and Time of Potassium Application on Potato Growth, Yield, Economics and Crisp Quality. **Potato Research**, v. 50, p. 1-13, 2007.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da Batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: Embrapa/CNPQ, 1997.

LOPES, C. A. **Árvore do conhecimento – Batata**. Brasília: AGEITEC: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2018. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/batata/arvore/CONT000gnc4knh102wx5ok0edacxlqjcdfigi.html>>. Acesso em: 10 julho 2018.

LYNCH, D. R.; KAWCHUK, R.; YADA, R.; ARMSTRONG, J. D. Inheritance of the response of fry color to low temperature storage. **American Potato Journal**, v. 80, p. 341-344, 2003.

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. Curitiba, 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná – UFPR.

MICHALAK, J.; GUJSKA, E.; KLEPACKA, J. The Effect of Domestic Preparation of Some Potato Products on Acrylamide Content. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, p. 307-312, 2011.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; IUCHI, V. L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 365-370, 2007.

OLIARI, I. C. R. **Relatório de Estágio Supervisionado: Gestão estratégica da cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.) visando otimização de seu cultivo na região de Guarapuava**. Guarapuava, 2011. 79 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia), Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO.

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

PÁDUA, J. G. Produção de batata e mandioquinha-salsa visando o processamento industrial. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 147-161, 2010.

PEREIRA, A. da S.; FRITSCHÉ NETO, R.; SILVA, R. da S.; BENDER, C. I.; SCHÜNEMANN, 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.

QUEIROZ, A. A. **Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de doses de NPK**. Uberlândia, 2011. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum**, v. 32, p. 439-443, 2010.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 360-364, 2001.

SANTIAGO, G. **Variação somaclonal nas cultivares de batata Asterix e Atlantic por marcadores morfológicos e microsatélites**. Santa Maria, 2011. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal), Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

SEEFELDT, H. F.; TONNING, E.; THYBO, A. K. Exploratory sensory profiling of three culinary preparations of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 104-112, 2011.

SUKHOTU, T.; KAMIJIMA, O.; HOSAKA, K. Genetic diversity of the Andean tetraploid cultivated potato (*Solanum tuberosum* L. subsp. *andigena* Hawkes) evaluated by chloroplast and nuclear DNA markers. **Genome**, v. 48, p. 55-64, 2005.

SULTANA, F.; KHATUN, H.; ALI, M. A. Use of potato as carbohydrate source in poultry ration. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 3, p. 1-7, 2016.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization on potatoes - yield and specific gravity. **American Potato Journal**, v. 71, p. 417-431, 1994.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. Atlantic**. Piracicaba, 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP.

ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya - Holanda: Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata, 1993. 76 p.

4 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CULTIVARES DE BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO

4.1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de produtividade e qualidade de tubérculos de cultivares de batata destinadas à indústria, submetidas a doses de nitrogênio. Foram conduzidos três experimentos em campo sendo: de dezembro de 2015 a abril de 2016, de janeiro a maio de 2017 e de dezembro de 2017 a abril de 2018. Os experimentos foram conduzidos na cidade de Guarapuava-PR, com oito tratamentos cada, sendo: duas cultivares (Atlantic e BRSIPR Bel) com quatro diferentes doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹) e quatro repetições. Os espaçamentos usados nos ensaios foram de 0,8 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, a amontoa foi realizada por volta de 28 dias após o plantio (DAP), tanto o plantio como a amontoa foram feitos de forma manual. Foram avaliadas as respectivas produtividades (total e comercial). Os dados relativos aos tubérculos comerciais foram separados em três classes de peso. Para avaliar a qualidade foi quantificado o teor de massa seca dos tubérculos e calculado o teor de óleo absorvido pelos chips. A cultivar BRSIPR Bel apresentou maior produtividade total e comercial, principalmente por apresentar maior número de tubérculos, em sua maioria na faixa de 100 a 200 g. Por outro lado, a cultivar Atlantic apresentou maior porcentagem de massa seca nos tubérculos, fato que proporciona melhor qualidade no processo de fritura, pois resulta em menor absorção de óleo. Para as doses de nitrogênio foi constatado que a melhor dose foi de 151,17 kg ha⁻¹ que proporcionou produtividade comercial de 33,95 t ha⁻¹. Para todas as variáveis estudadas não houve interação entre cultivar e dose, concluindo-se que as cultivares do presente trabalho (de origem estrangeira e nacional) respondem de maneira análoga às doses de nitrogênio.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, absorção de óleo, Atlantic, BRSIPR Bel, rendimento.

4.2 Abstract

Yield and quality of potato cultivars destined to industry submitted to doses of nitrogen

The objective of this work was to evaluate the yield and quality response of tubers of potato cultivars destined to the industry, submitted to doses of nitrogen. Three experiments were conducted in the field: from December 2015 to April 2016, from January to May 2017 and from December 2017 to April 2018. The experiments were conducted in Guarapuava-PR, with eight treatments each, being: two cultivars (Atlantic and BRSIPR Bel) with four different nitrogen doses (0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹) and four replicates. The spacing used in the trials were 0.8 m between rows and 0.25 m between plants, the hilling was performed about 28 days after planting (DAP), both planting and hilling were done manually. Total and commercial yield were evaluated. Data for yield of commercial tubers were separated into three weight classes. To evaluate the quality, the dry matter content of the tubers was quantified and the oil content absorbed by the chips was calculated. The cultivar BRSIPR Bel showed higher total and commercial yield, mainly due to the higher number of tubers, mostly in the range of 100 to 200 g. On the other hand, Atlantic cultivar presented a higher percentage of dry matter in the tubers, resulting in better quality in the frying process, since it provides less oil absorption. For the nitrogen doses, it was found that the best dose was 151.17 kg ha⁻¹ which provided commercial yield of 33.95 t ha⁻¹. For all the studied variables there was no interaction between cultivar and dose, then it is concluded that the cultivars of the present work (of foreign and national origin) respond in an analogous way to the doses of nitrogen.

Keywords: *Solanum tuberosum*, Atlantic, BRSIPR Bel, oil absorption, yield.

4.3 Introdução

A importância mundial da batata (*Solanum tuberosum* L.) se dá por ser um alimento muito nutritivo (87 kcal, 20 g de carboidratos, 2 g de proteínas, 380 mg de potássio, 45 mg de fósforo, 13 mg de vitamina C e conteúdo de água de 77% por 100 g de batata cozida sem casca) e compor a base da alimentação diária em diversos países (FAO, 2008). Mesmo em países que têm outras fontes de alimento como base, como o Brasil com o arroz e feijão, a produção e o consumo de batata vêm aumentando (BANDINELLI, 2009).

O Brasil tem uma produtividade média de batata de 29,6 t ha⁻¹, produtividade essa 10 t ha⁻¹ acima da média mundial (19,5 t ha⁻¹), o que resulta em produção de 3,8 milhões t em uma área de 129 mil ha (FAO, 2018).

Com o aumento da demanda por maior praticidade no preparo dos alimentos, a tendência para vários produtos é aumentar o mercado de produtos industrializados, que possuem preparo mais prático e rápido (CAVALCANTI, 2016). Podemos ver isso acontecendo com a batata, com o mercado de processados tendo um consumo mundial de mais de 10 milhões t ano⁻¹ (YORINORI, 2012). O segmento de batata-indústria no Brasil representa 39% do total (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Dentro do segmento industrial, 21% ainda é produto importado (principalmente a pré-frita) e 18% é produto da indústria nacional (pré-frita e chips) (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

As principais cultivares de batata para a indústria são importadas: Asterix de origem holandesa, principal cultivar para a produção de batatas palitos, e Atlantic de origem Estadunidense, que predomina no Brasil e no mundo para a produção de chips e de batata-palha (EVANGELISTA et al., 2011; PEREIRA, 2011). As cultivares destinadas ao processamento industrial apresentam características que permitem obter um produto final de qualidade, alguns exemplos são o teor de massa seca e o formato do tubérculo. Quanto melhor as características da cultivar, melhor será a qualidade do produto final e menor será o custo de produção, pois quanto maior o teor de massa seca, menor será a absorção de óleo, proporcionando maior rendimento de fritura (ZORZELLA et al., 2003; KUMAR et al., 2007). Dessa forma observa-se a importância da indústria em utilizar tubérculos de maior qualidade, pois absorverão menos óleo, sendo importante estudar as diferentes cultivares que são específicas para esse fim, e ver se o manejo da adubação afeta a produção e a qualidade.

Foi observado em estudo que doses de nitrogênio afetam o teor de massa seca da cultivar Asterix (variando de 18,4% a 20,8%) (OLIVEIRA et al., 2006). Outro estudo realizado em Guarapuava-PR com a cultivar Ágata observou que doses de nitrogênio afetaram

a porcentagem de massa seca dos tubérculos e que quando o nitrogênio foi fornecido em dose total no momento do plantio as plantas tiveram maior índice de área foliar e massa seca nos tubérculos (KAWAKAMI, 2015). Nestes estudos foram avaliadas variações na adubação em cultivares importadas, porém, a adubação pode afetar de maneira diferente as cultivares nacionais. Sendo que o manejo da adubação nitrogenada para as cultivares nacionais pode não ser o mesmo que o adotado para cultivares importadas, devido a suas origens diferentes, podendo responder em produtividade e qualidade de maneira diferente às doses de nitrogênio.

São poucas as informações sobre a resposta de cultivares nacionais para indústria a diferentes adubações. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de produtividade e qualidade de cultivares de batata destinadas à indústria submetidas a doses de nitrogênio.

4.4 Materiais e métodos

Foram conduzidos três experimentos em lavouras comerciais de batata para indústria, arrendadas por produtor local, todas localizadas em Guarapuava-PR. O solo da região é classificado como Latossolo Bruno (EMBRAPA, 2011) e o clima de Guarapuava é classificado como Cfb (Köppen, temperado de altitude) (IAPAR, 2000).

Os períodos dos experimentos foram: de dezembro de 2015 a abril de 2016 (2016), de janeiro a maio de 2017 (2017) e de dezembro de 2017 a abril de 2018 (2018). Em cada ano houve oito tratamentos: duas cultivares (Atlantic e BRSIPR Bel) e quatro doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹), com quatro repetições. Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados em parcela subdividida, na parcela principal foram alocados os anos e nas sub-parcelas as cultivares e as doses de nitrogênio (MCINTOSH, 1983).

Foi realizada a análise química do solo com a coleta na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1). O solo foi previamente preparado. Para o plantio foram utilizados tubérculos-sementes tipo III (3-4 cm de diâmetro) oriundos de produtor certificado para a Atlantic e da Estação Experimental da Embrapa de Canoinhas-SC, e da Cooperativa Agrícola União Castrense Ltda. (Unicastro) para a BRSIPR Bel. Os espaçamentos usados nos ensaios foram de 0,80 m entre linhas e 0,25 m entre plantas que formaram uma densidade de plantio de 50 mil plantas ha⁻¹. Nos anos de 2016 e 2017, cada parcela experimental teve 6 linhas com 7 plantas por linha sendo a dimensão da parcela de 4,8 m por 1,75 m, totalizando uma área de 8,4 m². Para o ano de 2018, cada parcela foi composta por 6 linhas com 15 plantas por linha sendo a dimensão da parcela de 4,8 m por 3,75 m com um total de 18 m² de área por parcela.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo de cada ano de experimento.

| 0-20 cm | pH | | K | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | CTC |
|---------|--------------------|-------|--|------|------|-------|------|-------|-------|
| | (CaCl) | (SMP) | complexo sortivo em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ | | | | | | |
| 2016 | 4,74 | 5,85 | 0,48 | 3,22 | 1,39 | 0,30 | 5,55 | 5,09 | 10,64 |
| 2017 | 4,08 | 5,12 | 0,35 | 2,18 | 0,89 | 2,20 | 9,56 | 3,42 | 12,98 |
| 2018 | 5,06 | 6,17 | 0,60 | 3,99 | 1,35 | 0,00 | 4,37 | 5,94 | 10,31 |
| 0-20 cm | V% | MO | P | S | B | Fe | Cu | Mn | Zn |
| | g dm^{-3} | | mg dm^{-3} | | | | | | |
| 2016 | 47,80 | 41,72 | 5,62 | 5,55 | 0,31 | 48,23 | 0,90 | 50,00 | 3,05 |
| 2017 | 26,40 | 36,08 | 3,76 | 7,80 | 0,38 | 42,90 | 0,85 | 68,90 | 2,40 |
| 2018 | 57,60 | 40,50 | 2,40 | 5,09 | 0,42 | 67,08 | 0,80 | 44,60 | 1,55 |

As quatro diferentes doses de nitrogênio foram fornecidas em forma de ureia (45% de nitrogênio). A adubação com fósforo e potássio seguiu o padrão utilizado pelos produtores da região: 560 kg ha^{-1} de P_2O_5 (supersimples) e 320 kg ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio). Essas doses de P_2O_5 e K_2O são doses bem próximas da dose de máxima eficiência técnica para a cultura na região (QUEIROZ et al., 2013a). Os adubos foram aplicados diretamente no sulco de plantio em sua dose total.

A amontoa foi realizada por volta de 28 dias após o plantio (DAP), sendo que tanto o plantio como a amontoa foram feitos de forma manual. O manejo fitossanitário (plantas daninhas, pragas e doenças) adotado foi o mesmo feito pelo produtor.

A colheita foi feita após a maturação fisiológica, cerca de 120 dias após o plantio (DAP). Para os anos de 2016 e 2018 foram coletados manualmente tubérculos de 10 plantas por parcela, e no ano de 2017, tubérculos de 12 plantas por parcela. Os tubérculos coletados foram retirados de plantas do centro da parcela, deixando as bordaduras.

Os tubérculos foram lavados e depois de secos foi avaliada a produtividade (número e massa) total e comercial, sendo os tubérculos comerciais aqueles com diâmetro maior que 45 mm. Os tubérculos comerciais foram separados por classes de massa (menor que 100 g, entre 100 e 200 g, e maior que 200 g). A porcentagem de massa seca de tubérculos foi estimada, retirando uma amostra entre 250 a 300 g de fatias de vários tubérculos de cada classe de massa, que foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado para secagem a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingir massa constante. Após secas, as fatias foram pesadas e com a massa fresca e seca da amostra foi calculado a porcentagem de massa seca. Para o cálculo da porcentagem de absorção de óleo pelos chips foi utilizada a seguinte equação: $Y=59,10894-(0,96768*X)$, sendo Y = a porcentagem de óleo absorvida pelos chips e X = a porcentagem de massa seca do tubérculo (GOULD, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão (linear e quadrática), utilizando-se o pacote estatístico SISVAR. Quando a regressão foi significativa, escolheu-se aquela com maior coeficiente de determinação (R^2).

4.5 Resultados e discussões

A Figura 5 apresenta os dados obtidos da estação meteorológica do campus CEDETEG relativos à temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e a precipitação total (mm), de 15 em 15 dias durante os 120 dias de ciclo da cultura em que foram realizados os experimentos nos anos de 2016, 2017 e 2018 em Guarapuava-PR.

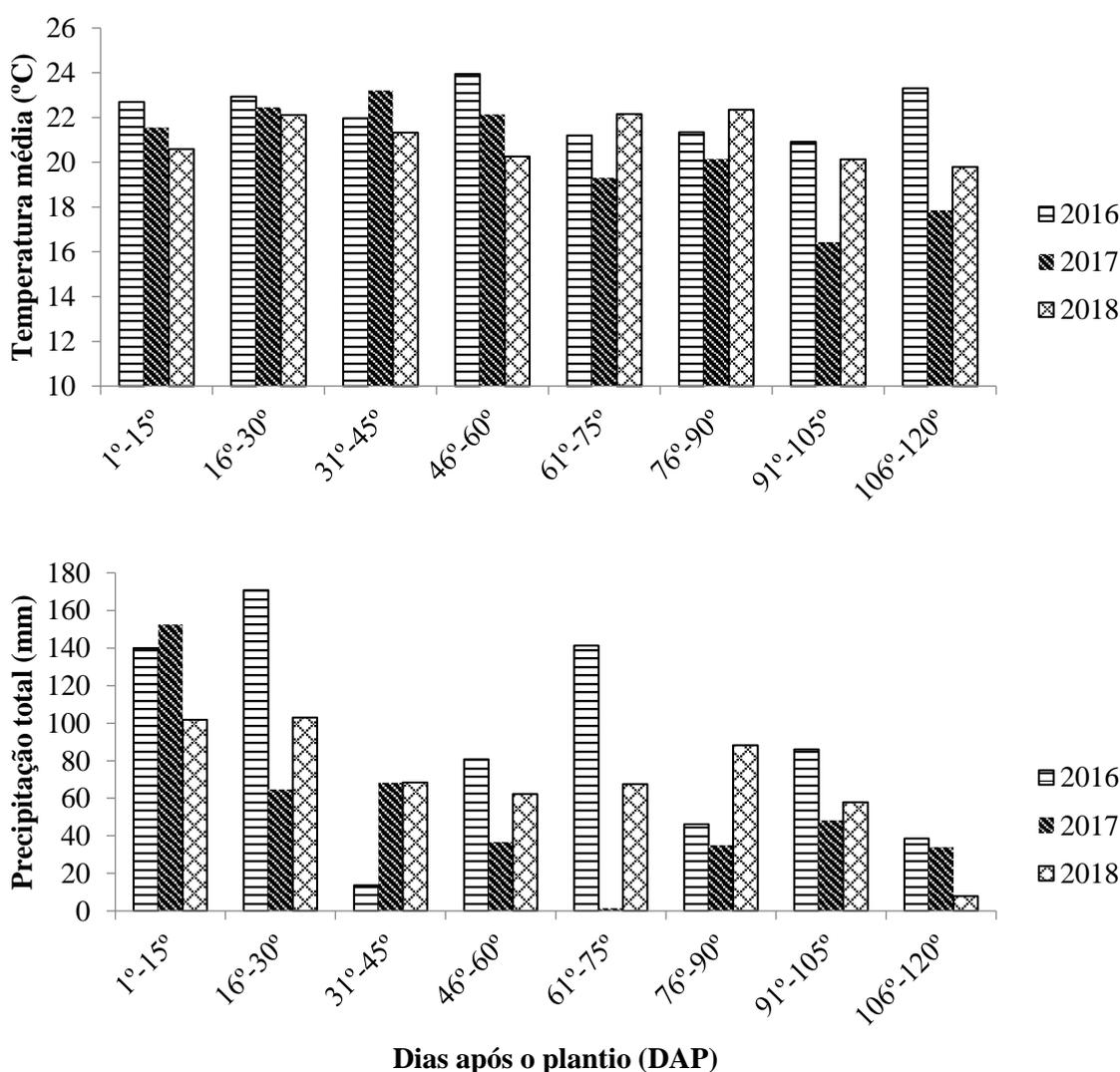


Figura 5. Dados de temperatura média e precipitação total, durante 120 dias em que foram realizados os experimentos nos anos de 2016, 2017 e 2018, em Guarapuava-PR.

FONTE: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO CAMPUS CEDETEG.

Para os dados de temperatura média, observa-se que do 1º ao 60º dia, o ano de 2018 apresentou as menores temperaturas médias, já do 61º ao 120º dia, o ano de 2017 teve as menores temperaturas médias. Para os dados de precipitação total, observa-se que do 46º ao 105º dia, o ano de 2017 teve as menores precipitações, destaque para a quinzena do 61º ao 75º dia período em que a precipitação foi de apenas 1,5 mm.

A Tabela 2 mostra o nível de significância para as variáveis relacionadas à produtividade, quantificadas após a colheita, realizada nos três anos para as duas cultivares com as quatro diferentes doses de nitrogênio.

Nenhuma variável apresentou interação tripla entre ano x cultivar x dose (AxCxD). De forma análoga, nenhuma variável apresentou interação entre cultivar x dose (CxD). Esse resultado é importante, pois descarta a hipótese de que cultivares de diferentes origens respondem de forma diferente em produtividade em relação a diferentes doses de nitrogênio. Ou seja, a cultivar estadunidense (Atlantic) e a brasileira (BRSIPR Bel) respondem de forma semelhante a doses de nitrogênio entre 0 a 225 kg ha⁻¹ nas condições edafoclimáticas do Sul do Estado do Paraná. Para ano e cultivar podemos relatar os resultados de forma separada somente para a produtividade total (PT) que foi a única variável que não foi significativa para a interação ano x cultivar (AxC).

Tabela 2. Nível de significância para as variáveis quantificadas.

| Variável | Ano (A) | CV1 (%) | Cultivar (C) | AxC | Dose (D) | AxD | CxD | AxCxD | CV2 (%) |
|----------|-----------------|--------------|-------------------|-----|---------------|-----|-----|-------|--------------|
| PT | ** ¹ | 16,3 | ** | ns | ** | ns | ns | ns | 12,3 |
| PC | ** | 18,0 | ** | * | ** | ns | ns | ns | 13,6 |
| NTT | ns | 12,2 | ** | ** | ** | ns | ns | ns | 13,6 |
| NTC | ** | 15,4 | ** | * | ** | ns | ns | ns | 13,9 |
| MMT | ** | 5,8 | ** | ** | ns | ** | ns | ns | 9,7 |
| MMC | ** | 5,7 | ** | ** | ** | ** | ns | ns | 5,8 |
| N<100 | ** | 9,9 | ** | ** | ** | * | ns | ns | 36,1 |
| N100-200 | * | 22,0 | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 19,6 |
| N>200 | ** | 25,4 | * | ** | ** | ** | ns | ns | 21,1 |
| M<100 | ** | 13,1 | ** | ** | ** | * | ns | ns | 33,9 |
| M100-200 | * | 21,0 | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 19,8 |
| M>200 | ** | 26,8 | ns | ** | ** | ** | ns | ns | 21,6 |

¹ ns = não significativo (p>0,05); * = significativo a 5% (p<0,05) e ** = significativo a 1% (p<0,01).

PT = Produtividade total; PC = Prod. comercial; NTT = Número de tubérculos totais; NTC = N° de tub. comerciais; MMT = Massa média total; MMC = M. méd. comercial; N<100 = Número de tubérculos menores que 100 g; N100-200 = N° de tub. entre 100 e 200 g; N>200 = N° de tub. maiores que 200 g; M<100 = Massa de tubérculos menores que 100 g; M100-200 = M. de tub. entre 100 e 200 g e M>200 = M de tub. maiores que 200 g.

Conforme mostra a Figura 6, todos os anos diferiram entre si, sendo a ordem decrescente 2018 > 2016 > 2017; o ano de 2018 produziu 40% a mais que o ano de 2017. A cultivar BRSIPR Bel apresentou maior PT, corroborando dados da literatura que relata que essa cultivar possui alto potencial produtivo (EMBRAPA, 2019) e teve PT maior que a cultivar referência (Atlantic).

A BRSIPR Bel é cultivar brasileira lançada em 2012 (EMBRAPA, 2019), selecionada nas condições edafoclimáticas do Brasil, sendo que o fato de ter maior produtividade é interessante por ser uma opção de cultivo para os produtores brasileiros. As doses de nitrogênio tiveram efeito quadrático, sendo a dose estimada que resultou em maior PT a de 147,5 kg ha⁻¹, que levaria a uma produtividade total de 35,7 t ha⁻¹.

| Ano | PT (t ha ⁻¹) |
|------------|--------------------------|
| 2016 | 33,59 b ¹ |
| 2017 | 27,59 c |
| 2018 | 38,62 a |
| Cultivar | |
| ATLANTIC | 30,47** |
| BRSIPR BEL | 36,06 |

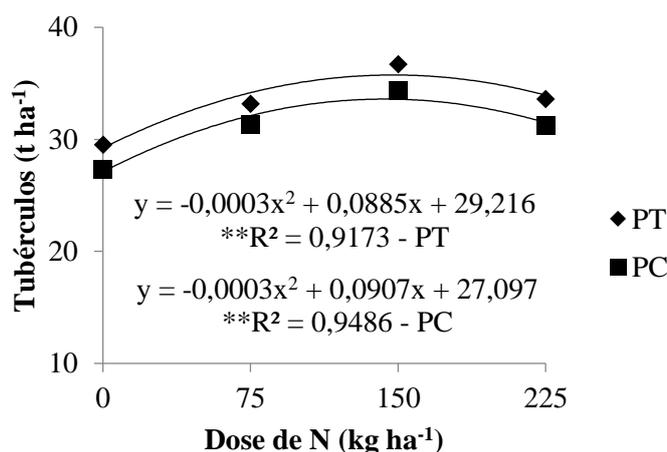


Figura 6. Resultados das análises estatísticas para a produtividade total (PT) e regressão quadrática da produtividade total (PT) e comercial (PC). ** = significativo a 1% (p<0,01).

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para todas as demais variáveis houve interação AxC e os resultados dos desdobramentos estão apresentados na Tabela 3.

Apenas em 2017 as cultivares não diferiram para a produtividade comercial (PC), sendo que nos outros dois anos, de forma análoga ao observado para a PT, a cultivar BRSIPR Bel apresentou maior PC (Tabela 3). O ano de 2017 foi o que apresentou menor produtividade total e comercial (Figura 6 e Tabela 3), nesse ano a precipitação a partir do 46º dia foi menor em relação aos outros anos, como também a temperatura média a partir do 61º dia (Figura 5).

As doses de nitrogênio tiveram efeito quadrático na PC (Figura 6). A dose estimada que resultaria em maior PC foi de 151,17 kg ha⁻¹ que proporcionou PC de 33,95 t ha⁻¹.

A BRSIPR Bel teve maior número de tubérculos totais (NTT) comparada à Atlantic, em todos os anos, sendo esse o fator que levou essa cultivar a ter maior PT. A Atlantic teve

maior NTT em 2018 comparado aos demais anos, por outro lado a BRSIPR Bel não diferiu entre os anos. Em dois anos a BRSIPR Bel teve maior número de tubérculos comerciais (NTC), porém em 2018 as cultivares não diferiram nessa variável. O ano de 2017 foi quando as cultivares produziram menor NTC, sendo esse o responsável pela menor PC nesse ano. Para a massa média de tubérculos totais (MMT), apenas em 2017 as cultivares foram diferentes, sendo a Atlantic com maior MMT em relação à BRSIPR Bel.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as duas cultivares.

| Variáveis | Cultivares | Anos | | |
|--|------------|----------------------|----------|----------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 |
| PC (t ha ⁻¹) | Atlantic | 28,9 Bb ¹ | 23,7 Ac | 34,2 Ba |
| | BRSIPR Bel | 35,9 Aa | 24,9 Ab | 38,9 Aa |
| NTT (planta ⁻¹) | Atlantic | 4,2 Bb | 3,9 Bb | 4,8 Ba |
| | BRSIPR Bel | 5,6 Aa | 5,8 Aa | 5,3 Aa |
| NTC (planta ⁻¹) | Atlantic | 3,4 Bb | 2,8 Bc | 4,2 Aa |
| | BRSIPR Bel | 4,5 Aa | 3,7 Ab | 4,5 Aa |
| MMT (g tubérculo ⁻¹) | Atlantic | 144,4 Aab | 135,2 Ab | 149,8 Aa |
| | BRSIPR Bel | 135,6 Ab | 102,4 Bc | 156,8 Aa |
| MMC (g tubérculo ⁻¹) | Atlantic | 172,0 Aa | 173,0 Aa | 162,5 Bb |
| | BRSIPR Bel | 160,9 Bb | 135,9 Bc | 171,3 Aa |
| N<100 (m ⁻²) | Atlantic | 3,3 Bb | 2,1 Bb | 4,1 Aa |
| | BRSIPR Bel | 5,3 Aa | 4,8 Aa | 4,3 Aa |
| N100-200 (m ⁻²) | Atlantic | 8,0 Bb | 7,9 Bb | 12,3 Aa |
| | BRSIPR Bel | 11,5 Aa | 11,6 Aa | 10,5 Ba |
| N>200 (m ⁻²) | Atlantic | 5,7 Aa | 3,8 Ab | 4,6 Bb |
| | BRSIPR Bel | 5,7 Ab | 2,0 Bc | 7,9 Aa |
| M<100 (kg m ⁻²) | Atlantic | 0,2 Bb | 0,2 Bb | 0,4 Aa |
| | BRSIPR Bel | 0,4 Aa | 0,4 Aa | 0,4 Aa |
| M100-200 (kg m ⁻²) | Atlantic | 1,1 Bb | 1,2 Bb | 1,9 Aa |
| | BRSIPR Bel | 1,7 Aa | 1,6 Aa | 1,5 Ba |
| M>200 (kg m ⁻²) | Atlantic | 1,5 Aa | 1,0 Ab | 1,2 Bb |
| | BRSIPR Bel | 1,5 Ab | 0,5 Bc | 2,0 Aa |

¹Valores com mesma letra maiúscula não diferem na coluna e minúscula não diferem na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PC = Prod. comercial; NTT = Número de tubérculos totais; NTC = N° de tub. comerciais; MMT = Massa média total; MMC = M. méd. comercial; MS = M. seca; N<100 = Número de tubérculos menores que 100 g; N100-200 = N° de tub. entre 100 e 200 g; N>200 = N° de tub. maiores que 200 g; M<100 = Massa de tubérculos menores que 100 g; M100-200 = M. de tub. entre 100 e 200 g e M>200 = M de tub. maiores que 200 g.

Em 2018, ambas as cultivares tiveram alta MMT. Em 2018 a cultivar BRSIPR Bel teve maior massa média de tubérculos comerciais (MMC), nos outros dois anos a Atlantic se destacou, apesar da Atlantic ter menor número de tubérculos, ela apresenta maior MMC.

Sobre a classificação dos tubérculos, nos anos 2016 e 2017 a BRSIPR Bel apresentou maior número e massa para tubérculos menores que 100 g e entre 100 e 200 g. Para o número e massa de tubérculos maiores que 200 g, no ano de 2016 não houve diferença entre as cultivares, no ano 2017 a Atlantic se destacou e no ano de 2018 o resultado foi o inverso do ano de 2017. O número e massa de tubérculos menores que 100 g e entre 100 e 200 g foi o mesmo para a BRSIPR Bel nos três anos, e para a Atlantic foi obtido maiores resultados no ano de 2018 em relação aos outros anos. Para o número e massa de tubérculos maiores que 200 g, o ano de 2016 foi melhor em relação aos anos seguintes para a cultivar Atlantic, já para a BRSIPR Bel, o ano de 2018 foi melhor em relação aos dois primeiros.

Na classificação observa-se que as duas cultivares apresentam grande número de tubérculos na classe entre 100 e 200 g. Em estudos realizados por QUEIROZ et al. (2013b) foi constatado que o espaçamento de plantio influencia no número de tubérculos por área, principalmente na classe dos tubérculos menores que 100 g, sem afetar a produtividade. O maior espaçamento diminui o número de tubérculos totais e comerciais e tende a aumentar o peso médio dos tubérculos. Pode-se fazer o manejo do espaçamento para obter número e tamanho desejado para determinada cultivar, sem que afete a produtividade. Pode-se buscar diminuir o número de tubérculos não comerciais, desta forma a produtividade comercial aumentaria, e se em determinada condição edafoclimática alguma dessas cultivares apresentarem alta incidência de distúrbios fisiológicos, pode-se buscar o manejo do espaçamento para que reduza o tamanho dos tubérculos.

As doses de nitrogênio tiveram efeito para número de tubérculos totais (NTT) e comerciais (NTC), os valores para as variáveis estão apresentadas na Figura 7. O efeito foi quadrático e as doses estimadas de nitrogênio que representariam maiores NTT ($5,15 \text{ planta}^{-1}$) e NTC ($4,08 \text{ planta}^{-1}$) foram de 145 kg ha^{-1} e $121,25 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 7).

Houve interação entre ano x dose (AxD) para as variáveis: massa média de tubérculos totais (MMT) e comerciais (MMC), número de tubérculos menores que 100 g e maiores que 200 g e massa de tubérculos menores que 100 g e maiores que 200 g. Os resultados dos desdobramentos estão apresentados na Tabela 4.

Fazendo uma análise geral dos resultados, o ano de 2016 e 2018 tenderam a ter os resultados maiores, sendo 2017 tendendo a ter os resultados menores, exceto para número e massa de tubérculos menores que 100 g, provavelmente pelas condições climáticas do ano.

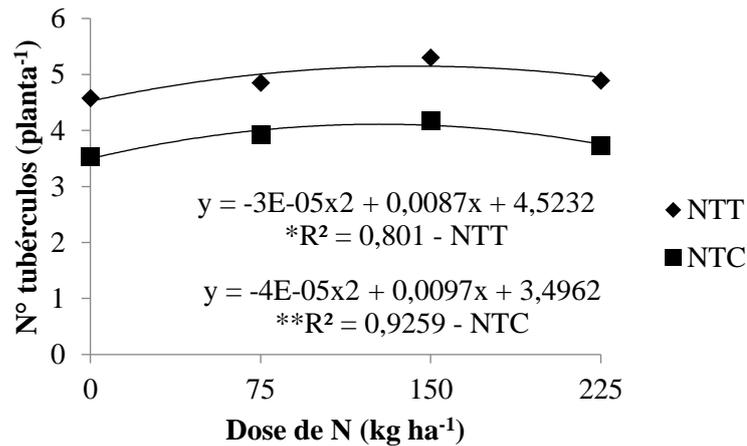


Figura 7. Resultado da análise de regressão para o número de tubérculos totais (NTT) e comerciais (NTC). * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

Em relação ao comportamento das variáveis para as doses, quando significativas para regressão, elas tenderam a responder de forma igual independente do ano, exceto para MMC que em 2017 e 2018 foi quadrática e em 2016 foi linear e para $M < 100$ que em 2016 e 2017 foi quadrática e em 2018 foi linear. As regressões quadráticas refletem o mesmo comportamento das produtividades, podendo justificar o resultado final das mesmas.

Em relação aos dados de qualidade industrial das cultivares, a Tabela 5 mostra o nível de significância para massa seca de tubérculos (MS) e para a absorção de óleo (AÓ). As variáveis não apresentaram interação tripla nem interação entre cultivar x dose (Cx D) como também não se observou significância para dose de nitrogênio.

A Tabela 6 mostra o desdobramento das interações ano x cultivar (Ax C) e ano x dose (Ax D) para as duas variáveis de qualidade. As cultivares foram diferentes em todos os anos, sendo que a Atlantic apresentou melhor qualidade tendo maior MS, em média 2% a mais que a BRSIPR Bel. A MS é um parâmetro de qualidade da batata para fritura, quanto maior a MS, menos quantidade de óleo é absorvida, e a Atlantic absorveu em média 2% a menos de óleo que a BRSIPR Bel (Tabela 6).

Em pesquisas feitas com a cultivar BRSIPR Bel em sistema orgânico no cerrado, essa cultivar apresentou MS de 22,3% e nota satisfatória para a qualidade de fritura (TAMANINI JUNIOR, 2016), resultado maior que o do presente trabalho. Dessa forma pondera-se que a BRSIPR Bel pode atingir melhor qualidade do que a apresentada nesse estudo.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as quatro doses de nitrogênio testadas.

| Variáveis | Doses de N (kg ha ⁻¹) | Anos | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------|---------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 |
| MMT (g tubérculo ⁻¹) | 0 | 125,4 b ¹ | 121,0 b | 147,2 a |
| | 75 | 137,3 b | 126,3 b | 155,3 a |
| | 150 | 143,3 a | 117,7 b | 158,8 a |
| | 225 | 154,0 a | 110,2 b | 152,0 a |
| | Regressão | L** | L* | ns |
| | R ² (%) | 98,64 | 61,99 | |
| MMC (g tubérculo ⁻¹) | 0 | 152,9 a | 160,5 a | 158,5 a |
| | 75 | 161,7 ab | 154,6 b | 168,6 a |
| | 150 | 168,6 a | 147,4 b | 175,0 a |
| | 225 | 182,6 a | 155,4 b | 165,4 b |
| | Regressão | L** | Q** | Q** |
| | R ² (%) | 97,73 | 94,61 | 84,43 |
| N<100 (m ⁻²) | 0 | 3,8 a | 2,7 a | 3,7 a |
| | 75 | 5,3 a | 4,4 a | 4,3 a |
| | 150 | 4,9 a | 4,2 a | 3,8 a |
| | 225 | 3,0 b | 2,6 b | 4,9 a |
| | Regressão | Q** | Q** | ns |
| | R ² (%) | 99,79 | 99,55 | |
| N>200 (m ⁻²) | 0 | 3,8 b | 2,7 b | 6,0 a |
| | 75 | 5,9 a | 2,9 b | 5,9 a |
| | 150 | 6,5 a | 2,7 b | 7,1 a |
| | 225 | 6,4 a | 3,2 b | 6,1 a |
| | Regressão | Q** | ns | ns |
| | R ² (%) | 99,19 | | |
| M<100 (kg m ⁻²) | 0 | 0,3 a | 0,2 a | 0,3 a |
| | 75 | 0,4 a | 0,3 a | 0,4 a |
| | 150 | 0,4 a | 0,4 a | 0,3 a |
| | 225 | 0,2 b | 0,2 b | 0,4 a |
| | Regressão | Q** | Q** | L* |
| | R ² (%) | 98,89 | 99,75 | 57,06 |
| M>200 (kg m ⁻²) | 0 | 1,0 b | 0,7 b | 1,4 a |
| | 75 | 1,6 a | 0,8 b | 1,5 a |
| | 150 | 1,8 a | 0,7 b | 1,8 a |
| | 225 | 1,8 a | 0,8 b | 1,6 a |
| | Regressão | Q** | ns | Q* |
| | R ² (%) | 99,44 | | 72,91 |

¹Valores com mesma letra não diferem na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% (p<0,01), * = significativo a 5% (p<0,05) e ns = não significativo (p>0,05).

L = Regressão Linear; Q = Regressão Quadrática.

MMT = Massa média total; MMC = M. méd. comercial; N<100 = Número de tubérculos menores que 100 g; N>200 = N° de tub. maiores que 200 g; M<100 = Massa de tubérculos menores que 100 g e M>200 = M de tub. maiores que 200 g.

Tabela 5. Nível de significância para as variáveis de qualidade.

| Variável | MS | AÓ |
|----------------|------|-----|
| Ano (A) | ** | ** |
| CV1 (%) | 3,59 | 1,8 |
| Cultivar (C) | ** | ** |
| AxC | ** | ** |
| Dose (D) | ns | ns |
| AxD | ** | ** |
| CxD | ns | ns |
| AxCxD | ns | ns |
| CV2 (%) | 5,22 | 2,7 |

ns = não significativo ($p > 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

MS = Massa seca de tubérculos e AÓ = Absorção de óleo.

As doses de nitrogênio não tiveram efeito no ano de 2017, para o ano de 2016 as doses de nitrogênio tiveram efeito linear para MS e AÓ, já para o ano de 2018 as doses de nitrogênio tiveram efeito quadrático para MS e AÓ.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os três anos de experimento e as duas cultivares e também entre as quatro doses de nitrogênio testadas.

| Variáveis | Cultivares | Anos | | |
|--|--------------------|----------------------|---------|---------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 |
| MS (%) | Atlantic | 21,8 Ab ¹ | 24,3 Aa | 19,0 Ac |
| | BRSIPR Bel | 19,4 Bb | 21,6 Ba | 18,0 Bc |
| AÓ (%) | Atlantic | 38,0 Ab | 35,6 Aa | 40,8 Ac |
| | BRSIPR Bel | 40,3 Bb | 38,2 Ba | 41,7 Bc |
| Doses de N (kg ha⁻¹) | | | | |
| MS (%) | 0 | 20,2 b | 23,5 a | 17,6 c |
| | 75 | 20,4 b | 22,7 a | 18,6 c |
| | 150 | 20,6 b | 23,3 a | 19,6 b |
| | 225 | 21,2 a | 22,2 a | 18,1 b |
| | Regressão | L* | ns | Q** |
| | R ² (%) | 91,99 | | 85,42 |
| AÓ (%) | 0 | 39,6 b | 36,3 a | 42,1 c |
| | 75 | 39,4 b | 37,1 a | 41,1 c |
| | 150 | 39,2 b | 36,5 a | 40,2 b |
| | 225 | 38,6 a | 37,6 a | 41,6 b |
| | Regressão | L* | ns | Q** |
| | R ² (%) | 91,95 | | 85,41 |

¹Valores com mesma letra maiúscula não diferem na coluna e minúscula não diferem na linha pelo teste de Tukey a 5%. L = Regressão Linear; Q = Regressão Quadrática.

ns = não significativo ($p > 0,05$), * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

MS = Massa seca de tubérculos e AÓ = Absorção de óleo.

4.6 Conclusões

As duas cultivares estudadas no presente trabalho, Atlantic (estadunidense) e BRSIPR Bel (brasileira) responderam de forma análoga para as doses de nitrogênio testadas em relação aos componentes produtivos.

A melhor dose estimada de nitrogênio foi de 151,17 kg ha⁻¹ que proporcionaria uma produtividade comercial de 33,95 t ha⁻¹.

A BRSIPR Bel apresenta maior produtividade total e comercial por ter maior número de tubérculos. A Atlantic apresenta maior porcentagem de massa seca nos tubérculos como também apresenta menor absorção de óleo, ou seja, tem melhor qualidade industrial.

4.7 Referências bibliográficas

BANDINELLI, M. G. **Micropropagação e miniestaquia na propagação de batata**. Santa Maria, 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

CAVALCANTI, G. Com disputa entre marcas, cresce venda de congelados e industrializados. **Agência O Globo Economia**, 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/com-disputa-entre-marcas-cresce-venda-de-congelados-industrializados-18735564>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/cultivares>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

EMBRAPA. **O novo mapa de solos do Brasil, legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. p. 67.

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.

FAO: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/potato-2008/en/index.html>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

FAO: **Food and Agriculture Organization's Statistics**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

GOULD, W. A. **Potato production, processing and technology**. Arlington - VA, USA: CTI Publications Inc., 1999. p. 51-72.

HORTIFRUTI BRASIL. **Especial Batata: Gestão Sustentável**. Ed. especial, nº 183, out. 2018. p. 4. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/como-sobreviver-a-pior-crise-da-batata-das-ultimas-decadas.aspx>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. Londrina: formato digital, 1 CD.

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.

KUMAR, P.; PANDEY, S. K.; SINGH, B. P.; SINGH S. V.; KUMAR, D. Influence of Source and Time of Potassium Application on Potato Growth, Yield, Economics and Crisp Quality. **Potato Research**, v. 50, p. 1-13, 2007.

MCINTOSH, M. S. Analysis of combined experiments. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 153-155, 1983.

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

PEREIRA A. da S. A evolução da batata no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Horticultura Brasileira**, UFV, 2011. p. 5701-5710.

QUEIROZ, L. R. de M.; KAWAKAMI, J.; MULLER, M. M. L.; OLIARI, I. C. R.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V. Adubação NPK e tamanho da batata-semente no crescimento, produtividade e rentabilidade de plantas de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 119-127, 2013a.

QUEIROZ, L. R. de M.; KAWAKAMI, J. MULLER, M. M. L.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V. Tamanho de tubérculo-semente e espaçamento na produtividade de batata em condições de campo. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 308-315, 2013b.

TAMANINI JUNIOR, C. **Relatório de Estágio Supervisionado: Acompanhamento na condução de experimentos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) na EMBRAPA Hortaliças**. Guarapuava, 2016. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia), Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO.

YORINORI, N. Panorama da indústria de batata chips no Brasil e no Mundo. In: XXV CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LA PAPA - ALAP. XIV ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA - ENB, 2012, Uberlândia. **Asociación Latinoamericana de la Papa**. UFU, 2012. 24 p. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wp-content/uploads/2016/06/3-newton_pestico.pdf>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; TREPTOW, R. O.; ALMEIDA, T. L. de. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 15-24, 2003.

5 MORFOLOGIA E CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE BATATA DESTINADAS À INDÚSTRIA SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO

5.1 Resumo

Avaliar o crescimento de plantas de importância econômica possibilita uma melhor compreensão dos componentes responsáveis pela produtividade final. O objetivo do trabalho foi avaliar a morfologia e o crescimento de cultivares de batata destinadas à indústria submetidas a doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em Guarapuava-PR, com oito tratamentos sendo duas cultivares (Atlantic e BRSIPR Bel) com quatro diferentes doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹). Foram feitas duas coletas, aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP), para análise de comprimento, diâmetro e número de nós da haste principal (NDN), relação comprimento/diâmetro (C/D), número de hastes principais (NHP) e secundárias (NHS), índice de área foliar (IAF), número de tubérculos iniciados (NTI) e formados (NTF), massa fresca (MFTF) e seca (MSTF) dos tubérculos formados, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTotal). Não houve interação entre cultivar e dose. Para as cultivares, a Atlantic apresentou em ambas as avaliações, maior comprimento de haste, NHS, NTF, MFTF, MSTF e MSTotal, e aos 42 DAP apresentou maior NDN, C/D e IAF. A BRSIPR Bel apresentou em ambas as avaliações, maior NHP e NTI, e aos 63 DAP apresentou maior NDN, IAF e MSPA. As doses de nitrogênio não tiveram efeito nas cinco primeiras variáveis citadas, porém, tiveram efeito linear em ambos os períodos de avaliação para as variáveis NHS, IAF, NTI, NTF, MFTF e MSTF. Aos 63 DAP para MSPA e MSTotal a melhor resposta foi quadrática, porém não foi possível observar queda nas massas com a dose mais elevada de nitrogênio aplicada no presente trabalho. Conclui-se que os fatores que são relevantes para a BRSIPR Bel ter maior produtividade são NHP, NTI e IAF. A Atlantic tem maior comprimento de haste e NHS. Para o crescimento e formação dos tubérculos, a Atlantic encheu mais os tubérculos já existentes em detrimento da formação de novos, já para BRSIPR Bel o processo é o inverso, formou mais tubérculos novos em detrimento do enchimento dos já existentes. Para as doses de nitrogênio conclui-se que o aumento na dose auxiliou no crescimento inicial das cultivares.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, Atlantic, BRSIPR Bel, índice de área foliar, ureia.

5.2 Abstract

Morphology and growth of potato cultivars destined to the industry submitted to doses of nitrogen

Evaluating the growth of economically important plants allows a better understanding of the components responsible for the final yield. The objective of this work was to evaluate the morphology and growth of potato cultivars destined to the industry submitted to doses of nitrogen. The experiment was conducted in Guarapuava-PR, with eight treatments: two cultivars (Atlantic and BRSIPR Bel) with four different nitrogen doses (0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹). Plant samples were collected at 2 growth stages: 42 and 63 days after planting (DAP) for analysis of: length, diameter and number of nodes of the main stem (NON), length/diameter ratio (L/D), number of main (NMS) and secondary (NSS) stems, leaf area index (LAI), number of tubers initiated (NTI) and formed (NTF), fresh mass (FMTF) and dry mass (DMTF) of the tubers formed, shoot dry mass (APDM) and total dry mass (TDM). There was no interaction between cultivar and dose. For the cultivars, Atlantic presented in both evaluations, higher values for stem length, NSS, NTF, FMTF, DMTF and TDM, and only at 42 DAP showed higher values for NON, L/D and LAI. The BRSIPR Bel presented in both evaluations, higher values for NMS and NTI, and only at 63 DAP presented higher values for NON, LAI and APDM. Nitrogen doses had no effect on the first five variables cited, but had a linear effect in both evaluation periods for the variables NMS, LAI, NTI, NTF, FMTF and DMTF. At 63 DAP for APDM and TDM the best response was quadratic, but it was not possible to observe a fall in the values with the highest dose of nitrogen applied in the present study. It is concluded that the factors relevant to the higher yield of Bel BRSIPR were NMS, NTI and LAI. Atlantic has higher value for stem length and NSS to compensate for its lower NHP. For the growth and formation of the tubers, Atlantic fills the existing tubers in detriment to the formation of new ones, for BRSIPR Bel the process is the opposite, forming new tubers at the expense of filling the existing ones. For the nitrogen doses, it was concluded that the increase in the dose aided in the initial growth of the cultivars.

Keywords: *Solanum tuberosum*, Atlantic, BRSIPR Bel, leaf area index, urea.

5.3 Introdução

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) se destaca como um importante alimento para populações de diversas regiões do mundo. Apresenta elevada produtividade, ou seja, tem uma alta produção por unidade de área, sendo eficiente na produção de alimentos, importante fato considerando o alto crescimento populacional mundial (FERNANDES et al., 2010).

No mundo a produção de batata foi de 376.826.967 toneladas e no Brasil foi de 3.851.396 toneladas. No Brasil a produtividade média é alta (29,6 t ha⁻¹) (FAO, 2018).

O crescimento e a produtividade das plantas dependem de seu potencial genético, da interação dessas plantas com o ambiente e também da interação com as plantas que estão a sua volta, essa interação pode influenciar positivamente ou negativamente, sendo assim a avaliação do crescimento de qualquer cultura é fundamental para entender sua produtividade final (CONCEIÇÃO et al., 2005). Sendo o solo parte do ambiente que interage para o crescimento da planta, um dos componentes que altera as características do solo é a adubação. Vários fatores irão interferir na resposta da planta da batata frente à adubação, como o material genético, o espaçamento, o clima, e o sistema de manejo (BERTSCH, 2003).

Um dos principais nutrientes estudados para verificar a melhor adubação é o nitrogênio, sendo este grande responsável pelo crescimento da parte aérea e pelo desenvolvimento dos tubérculos (WESTERMANN et al., 1994). Se a adubação nitrogenada for desbalanceada, é provável que surjam problemas, como o crescimento limitado da planta e dos tubérculos pela falta do nutriente (EMBRAPA, 2015), ou o oposto, crescimento excessivo da planta e dos tubérculos, podendo causar distúrbios fisiológicos e perda de qualidade, ocasionados pelo excesso de nitrogênio (ZAAG, 1993).

Estudos avaliando o crescimento de cultivares de batata são importantes para refinar o manejo da adubação (FERNANDES et al., 2011). O comportamento da morfologia da planta perante diferentes adubações é necessário de ser observado, para ver quais componentes serão afetados e de que forma a adubação pode ser manejada para que beneficie a planta, assim produzindo mais e otimizando o sistema (MALLMANN, 2001). Um fator que pode ser avaliado é o acúmulo de massa seca durante diferentes fases do crescimento da planta. Essa variável pode ser relacionada à taxa de produção de fotoassimilados, como pode diferenciar outros fatores de estudo (BARCELOS et al., 2007).

Em estudo feito por KAWAKAMI (2015) com a cultivar Ágata, observou-se que quando o nitrogênio foi fornecido em dose total no momento do plantio as plantas tiveram maior índice de área foliar e massa seca nos tubérculos.

Algumas cultivares de indústria tem características específicas para serem observadas em pesquisas durante o crescimento, como a Atlantic que possui alto teor de massa seca (QUEIROZ, 2011) e a BRSIPR Bel que apresenta grande produtividade e número de tubérculos (EMBRAPA, 2019). O objetivo do trabalho foi avaliar a morfologia e o crescimento de cultivares de batata destinadas à indústria submetidas a doses de nitrogênio.

5.4 Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de batata para indústria, de produtor local, localizada em Guarapuava-PR (Figura 8). O solo da região é um Latossolo Bruno (EMBRAPA, 2011) e o clima é classificado como Cfb (Köppen, temperado de altitude) (IAPAR, 2000).



Figura 8. Local do experimento com cultivares de batata indústria submetidas a diferentes doses de nitrogênio, implantado no dia 27/12/2017, safra 2017/2018, em Guarapuava-PR. FONTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Foi feita a coleta de solo com profundidade de 0-20 cm, para realização da análise química do solo, em que se observou os seguintes valores: pH (CaCl) = 5,06 e (SMP) = 6,17; matéria orgânica = 40,5 g dm⁻³; P (Mehlich) = 2,4 mg dm⁻³; complexo sortivo em cmol_c dm⁻³:

K = 0,6; Ca = 3,99; Mg = 1,35; Al = 0,0; H+Al = 4,37; soma de bases = 5,94; capacidade de troca catiônica = 10,31 e saturação de bases = 57,6 % (PAVAN; MIYAZAWA, 1996). Para os micronutrientes todos em mg dm⁻³ observou-se: B = 0,42; Fe = 67,08; Cu = 0,8; Mn = 44,6; Zn = 1,55 e para o S = 5,09.

Foi utilizado duas cultivares: a Atlantic (que é o padrão adotado pelos produtores) e a BRSIPR Bel (cultivar nacional, desenvolvida pela parceria EMBRAPA/IAPAR, com aptidão a indústria). Os tubérculos-sementes tipo III (3-4 cm de diâmetro) foram adquiridos da Cooperativa Agrícola União Castrense Ltda. (Unicastro) para a BRSIPR Bel e do produtor parceiro no experimento para a Atlantic. As cultivares foram combinadas com quatro doses de nitrogênio em forma de ureia (45% de nitrogênio), sendo elas: 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4 (cultivares x doses de nitrogênio) totalizando 8 tratamentos, tendo cada tratamento 4 repetições separadas em 4 blocos.

A adubação com P e K seguiu o mesmo utilizado pelos produtores da região: 560 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (fonte: supersimples) e 320 kg ha⁻¹ de K₂O (fonte: cloreto de potássio), sendo essas doses de P₂O₅ e K₂O bem próximas da dose de máxima eficiência técnica para a cultura na região (QUEIROZ et al., 2013). Os adubos foram aplicados na dose total no sulco de plantio. O plantio foi realizado no dia 27/12/2017 e o solo foi previamente preparado para o plantio. Após quatro semanas foi realizada a amontoa, no dia 24/01/2018, sendo que tanto o plantio quanto a amontoa foram feitos de forma manual.

O espaçamento utilizado foi de 25 cm entre plantas e 80 cm entre linhas. Cada parcela experimental foi composta por 6 linhas de 15 plantas sendo a dimensão da parcela de 3,75 m de comprimento (15 plantas) e 4,8 m de largura (6 linhas) com um total de 18 m². O manejo fitossanitário (plantas daninhas, pragas e doenças) adotado foi o mesmo feito pelo produtor.

Foram feitas duas coletas vegetativas para se observar o crescimento das plantas. A primeira 42 dias após o plantio (DAP) no dia 07/02/2018 próximo ao estágio fenológico de início da tuberização e a segunda coleta 63 dias após o plantio (DAP) no dia 28/02/2018 próximo ao estágio fenológico de pleno florescimento. Na avaliação aos 63 DAP já haviam passados 21 dias após a primeira avaliação (42 DAP) e 49 dias após a emergência.

Em cada coleta foram retiradas quatro plantas inteiras de cada parcela para serem analisadas, plantas das quatro linhas centrais, deixando as duas linhas externas e as plantas das linhas centrais que fazem divisa com outra parcela como bordadura.

Os seguintes parâmetros foram avaliados em ambas as coletas: comprimento, diâmetro e número de nós da haste principal (NDN), número de hastes principais (NHP), número de

hastes secundárias (NHS), índice de área foliar (IAF) estimado em uma amostra das folhas quantificadas em integrador de área foliar (LI-3100 C, Licor®) e secas em estufa, depois com o peso seco total de folhas estimou-se o IAF total da parcela, massa seca (MS) da parte aérea (MSPA) (folhas e hastes) (material colocado em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até peso constante), número de tubérculos iniciados (NTI) (menores que 1 cm em seu maior diâmetro), número de tubérculos formados (NTF) (maiores que 1 cm em seu maior diâmetro) e massa fresca (MFTF) e seca (MSTF) dos tubérculos formados.

Com essas variáveis também foi possível analisar a relação comprimento/diâmetro da haste (C/D) (possibilidade de acamamento), bem como a massa seca total (MSTotal) (MS parte aérea + MS de tubérculos formados).

A colheita foi feita cerca de 120 dias após o plantio (DAP). Foram coletados manualmente tubérculos de 10 plantas por parcela, posteriormente foram lavados e depois de secos foram avaliados os dados de produtividade (número e massa) total e comercial (diâmetro maior que 45 mm). A porcentagem de massa seca de tubérculos foi estimada em uma amostra entre 250 a 300 g de tubérculos que foram colocados em estufa de circulação de ar forçado para secagem dos tubérculos a 70 °C até atingir massa constante. Após estarem secos, os tubérculos foram pesados e com a massa fresca e a massa seca da amostra foi calculado a porcentagem de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão (linear e quadrática) (para a variável quantitativa), utilizando-se o pacote estatístico SISVAR. Quando a regressão foi significativa, optou-se pela regressão com maior R^2 .

5.5 Resultados e discussões

Observou-se que em ambos os períodos de avaliação (42 e 63 DAP), para as variáveis apresentadas na Tabela 7 não houve interação entre cultivar e dose como também as doses de nitrogênio não tiveram efeito. Para a variável diâmetro, as cultivares não se diferem, tendo na média um diâmetro de 1,18 cm aos 42 DAP e de 1,28 cm aos 63 DAP.

Pode-se notar aos 42 DAP, que a Atlantic apresenta maior comprimento da haste e maior número de nós na haste principal. A cultivar Atlantic teve um crescimento rápido no início do ciclo, tanto que alcançou um comprimento de haste de 56 cm em 28 dias após a emergência (DAE). O valor da diferença dos comprimentos das hastes entre as cultivares é elevado (20,7 cm – Tabela 7). Para a avaliação aos 63 DAP, a cultivar Atlantic apresentou novamente maior valor para o comprimento da haste, porém a diferença entre as cultivares

desta vez foi menor. Para o número de nós na haste principal, o resultado se inverteu, sendo a BRSIPR Bel a cultivar com maior número de nós aos 63 DAP.

Quanto às cultivares, a relação comprimento/diâmetro só foi significativamente diferente aos 42 DAP, essa relação pode ser relacionada à susceptibilidade de acamamento da planta, sendo a Atlantic a que apresenta maior possibilidade de acamamento, porém não foi observado acamamento nas plantas do experimento.

A relação comprimento/diâmetro não respondeu às doses de nitrogênio, concluímos que na presente pesquisa as doses de nitrogênio não interferem no acamamento das plantas de batata. Em outras culturas, como por exemplo em trigo, o aumento na dose de nitrogênio ocasiona maior acamamento (ESPINDULA et al., 2011; MELERO et al., 2013). Apesar do acamamento não ser um dos principais problemas em batata, estudos na nutrição da planta (com silicato e calcário) foram feitos para avaliar o acamamento (PULZ et al., 2008).

Tabela 7. Comprimento (cm), diâmetro (cm) e número de nós (NDN) da haste principal e a relação comprimento/diâmetro (C/D) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

| Cultivar | Comprimento | | Diâmetro | | NDN | | C/D | |
|---------------------------------------|-------------|-------|----------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 |
| ATLANTIC | 56,61 | 59,02 | 1,22 | 1,30 | 14,98 | 15,30 | 46,68 | 45,92 |
| BRSIPR BEL | 35,91 | 54,00 | 1,15 | 1,27 | 13,28 | 16,48 | 31,24 | 42,98 |
| Anava | ** | ** | ns | ns | ** | * | ** | ns |
| Dose de N (kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| 0 | 44,75 | 58,22 | 1,17 | 1,25 | 14,41 | 16,31 | 37,99 | 46,74 |
| 75 | 46,88 | 55,81 | 1,23 | 1,27 | 13,75 | 15,31 | 38,00 | 44,27 |
| 150 | 45,78 | 55,53 | 1,17 | 1,35 | 14,31 | 15,66 | 39,11 | 41,36 |
| 225 | 47,63 | 56,47 | 1,17 | 1,26 | 14,06 | 16,28 | 40,75 | 45,42 |
| Regressão Linear | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Regressão Quadrática | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Cultivar*Dose | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns = não significativo ($p > 0,05$); * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

Pode-se observar que em ambos os períodos de avaliação, para as variáveis da Tabela 8, não houve interação entre cultivar e dose. Dessa forma, conclui-se que ambas as cultivares respondem de forma semelhante às doses de nitrogênio.

Para as cultivares, em ambos os períodos de avaliação, pode-se notar que são diferentes em todas as variáveis da Tabela 8, exceto para NTI aos 42 DAP.

O número de hastes principais foi maior na cultivar BRSIPR Bel em ambos os períodos de avaliação. Esse resultado se deve pela característica da cultivar ou pela quantidade de brotos do tubérculo-semente, outro fator que poderia influenciar essa variável é o tamanho do tubérculo-semente, porém isso foi padronizado para as duas cultivares (SOUZA, 2003; FELTRAM; LEMOS, 2005). Também a maior quantidade de hastes primárias pode levar a maior produção final, pois cada uma será responsável em produzir fotoassimilados para determinado número de tubérculos. Já a Atlantic teve maior número de hastes secundárias em ambos os períodos de avaliação.

Analisando os resultados da avaliação aos 42 DAP, o maior número de hastes principais da BRSIPR Bel não compensou o maior número de hastes secundárias da Atlantic para que ela tivesse maior IAF que a Atlantic. Já analisando os resultados aos 63 DAP, a diferença entre as cultivares quanto ao IAF se inverteu, sendo a BRSIPR Bel com maior IAF. O maior número de hastes principais da BRSIPR Bel foi suficiente aos 63 DAP, em relação ao número de hastes secundárias da Atlantic, para que ela tivesse maior IAF.

Tabela 8. Número de hastes principais (NHP planta-1), número de hastes secundárias (NHS planta-1), índice de área foliar (IAF), número de tubérculos iniciados (NTI planta-1) e número de tubérculos formados (NTF planta-1) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

| Cultivar | NHP | | NHS | | IAF | | NTI | | NTF | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 |
| ATLANTIC | 1,73 | 1,69 | 4,58 | 4,25 | 1,73 | 1,83 | 2,48 | 4,16 | 4,30 | 5,94 |
| BRSIPR BEL | 2,39 | 2,17 | 3,56 | 3,56 | 1,44 | 1,97 | 3,30 | 4,77 | 3,33 | 4,69 |
| Anava | ** | ** | ** | ** | * | ** | ns | * | ** | ** |
| Dose de N (kg ha⁻¹) | | | | | | | | | | |
| 0 | 2,00 | 1,84 | 3,53 | 2,91 | 1,42 | 1,63 | 2,06 | 3,72 | 2,81 | 4,66 |
| 75 | 2,13 | 1,94 | 3,84 | 3,66 | 1,53 | 1,80 | 2,56 | 4,41 | 3,22 | 5,13 |
| 150 | 2,03 | 1,78 | 4,22 | 4,28 | 1,62 | 1,96 | 3,06 | 4,72 | 4,19 | 5,53 |
| 225 | 2,09 | 2,16 | 4,69 | 4,78 | 1,77 | 2,20 | 3,88 | 5,00 | 5,03 | 5,94 |
| Regressão Linear | ns | ns | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | * |
| Regressão Quadrática | ns |
| Cultivar*Dose | ns |

ns = não significativo ($p > 0,05$); * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

Para o número de tubérculos aos 42 DAP, a Atlantic estava mais desenvolvida, com maior número de tubérculos formados, enquanto a BRSIPR Bel ainda estava iniciando a produção de tubérculos. Para o número de tubérculos aos 63 DAP, a Atlantic novamente apresentou maior número de tubérculos formados, enquanto a BRSIPR Bel apresentou maior

número de tubérculos iniciados. Desta forma, deduz-se que a Atlantic começa encher mais cedo os tubérculos já existentes, enquanto a BRSIPR Bel prioriza a formação de tubérculos novos em detrimento do enchimento dos tubérculos já existentes.

O efeito das doses de nitrogênio em ambos os períodos de avaliação foi igual para todas as variáveis da Tabela 8, que responderam de forma crescente e linear, ou seja, quanto maior foi a dose de nitrogênio, mais as plantas vegetaram, com a exceção do NHP, possivelmente por ser mais relacionado e variar mais conforme o tamanho do tubérculo-semente e a quantidade de brotos que este apresenta e não por doses de adubos.

A variável que teve a menor taxa de acréscimo foi o IAF (Figura 9). O fato das plantas vegetarem mais com o acréscimo de nitrogênio foi refletido no número de hastes secundárias, que proporcionaram maior aporte de folhas refletido no IAF, com mais folhas fazendo fotossíntese houve maior produção de fotoassimilados que pode explicar o incremento do número de tubérculos formados e iniciados.

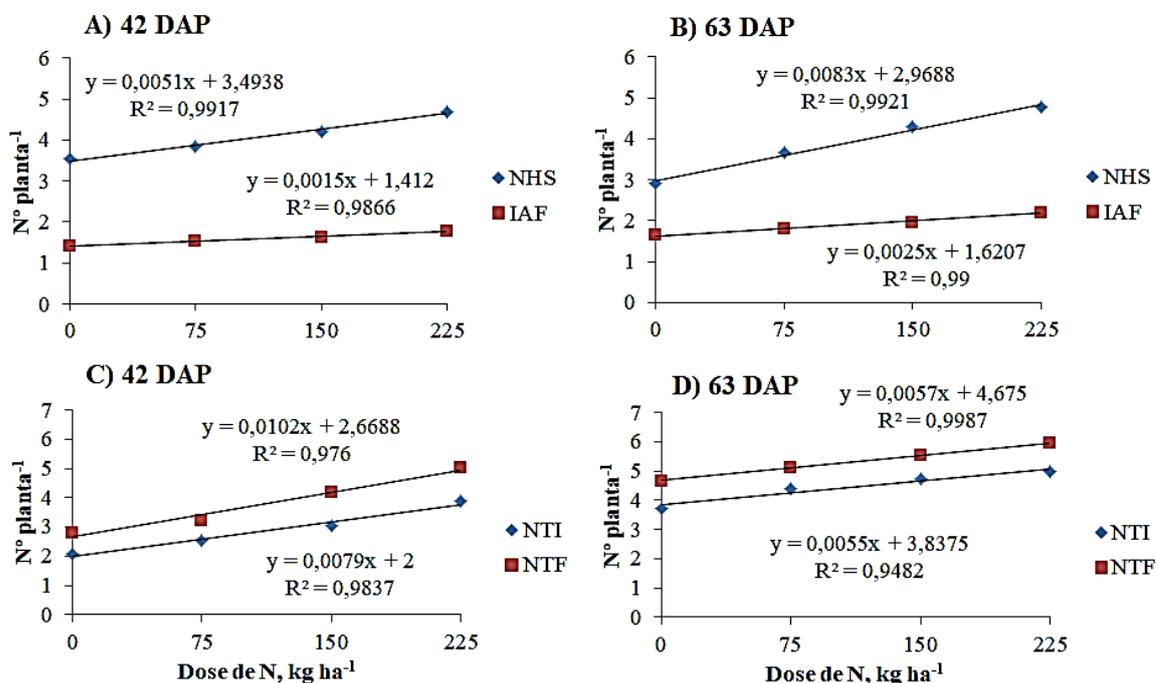


Figura 9. Regressões lineares para: A) número de hastes secundárias (NHS) e índice de área foliar (IAF) aos 42 DAP; B) NHS e IAF aos 63 DAP; C) número de tubérculos iniciados (NTI) e formados (NTF) aos 42 DAP e D) NTI e NTF aos 63 DAP, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

Pode-se observar que em ambos os períodos de avaliação (42 e 63 DAP), para as variáveis da Tabela 9, não houve interação entre cultivar e dose. Dessa forma, conclui-se que ambas as cultivares respondem de forma análoga às doses de nitrogênio nessas variáveis.

Analisando as diferenças entre as cultivares, para ambos os períodos de avaliação, a Atlantic teve maior MFTF, dado que é relacionado a ela ter maior NTF e também pelo fato da Atlantic começar a encher tubérculos antes que a BRSIPR Bel.

A massa seca dos tubérculos é maior também para a Atlantic, refletindo a maior MFTF, a Atlantic teve mais que o dobro de MSTF que a BRSIPR Bel aos 42 DAP e mais de 100 g m⁻² a mais que a BRSIPR Bel aos 63 DAP. Pesquisas identificaram máxima massa seca de tubérculos da cultivar Atlantic (827 g m⁻²) aos 106 DAP, sendo que esse período e o valor pode variar dependendo da época de plantio e da pluviosidade na lavoura (YORINORI, 2003). No período de maior taxa de enchimento e acúmulo de massa seca dos tubérculos, a planta deixará de direcionar fotoassimilados para a parte aérea (folhas e hastes), provavelmente somente nesse período a cultivar BRSIPR Bel direciona fotoassimilados para os tubérculos, pois os tubérculos passam a ser drenos muito fortes dos fotoassimilados das plantas (TEKALIGN; HEMMES, 2005a, 2005b; SILVA et al., 2009).

Aos 42 DAP, apesar da Atlantic ter maior taxa de crescimento vegetativo inicial (exceto no NHP), a massa seca da parte aérea não foi diferente entre as cultivares, pela Atlantic ter maior taxa de enchimento de tubérculos enquanto a BRSIPR Bel ainda estava formando seu aporte vegetativo. O direcionamento de fotoassimilados estava diferente nas cultivares, a Atlantic enviava para o tubérculo e a BRSIPR Bel para folhas e hastes.

Tabela 9. Massa fresca dos tubérculos formados (g m⁻²) (MFTF), massa seca dos tubérculos formados (g m⁻²) (MSTF), massa seca da parte aérea (g m⁻²) (MSPA) e massa seca total (g m⁻²) (MSTotal) aos 42 e 63 dias após o plantio (DAP) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

| Cultivar | MFTF | | MSTF | | MSPA | | MSTotal | |
|---------------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|
| DAP | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 | 42 | 63 |
| ATLANTIC | 269 | 1710 | 47 | 298 | 190 | 248 | 237 | 547 |
| BRSIPR BEL | 133 | 1228 | 21 | 189 | 168 | 277 | 189 | 466 |
| Anava | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ** |
| Dose de N (kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| 0 | 152 | 1211 | 23 | 185 | 159 | 205 | 182 | 390 |
| 75 | 181 | 1380 | 29 | 227 | 198 | 264 | 227 | 491 |
| 150 | 217 | 1555 | 37 | 270 | 162 | 285 | 200 | 555 |
| 225 | 255 | 1729 | 47 | 293 | 198 | 296 | 244 | 589 |
| Regressão Linear | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ** |
| Regressão Quadrática | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns | ** |
| Cultivar*Dose | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns = não significativo (p>0,05); * = significativo a 5% (p<0,05) e ** = significativo a 1% (p<0,01).

Aos 63 DAP, para a massa seca da parte aérea, a BRSIPR Bel apresentou valor maior. Esse resultado pode ser provavelmente explicado pelo maior número de hastes primárias, bem como maior IAF da BRSIPR Bel em comparação a Atlantic.

A diminuição da MSPA só começa aos 70-80 DAP para cultivares de ciclo longo, devido à morte das folhas e os fotoassimilados serem direcionados majoritariamente para os tubérculos. Para as cultivares Monalisa e Catucha (ciclo longo de 119 dias) a MSPA começou a decrescer cerca de 70 e 80 DAP, respectivamente (ESCHEMBACK, 2014).

Para a massa seca total, aos 42 DAP, o resultado foi relacionado à MSPA, em média 84% da MSTotal era proveniente da MSPA. Aos 63 DAP, a Atlantic teve maior MSTotal, mas nessa avaliação a proporção da MSTotal variou conforme a cultivar. Para a Atlantic, 55% da MSTotal foi proveniente da MSTF, já para a BRSIPR Bel, 59% da MSTotal foi proveniente da MSPA. Dessa forma para a Atlantic a MSTF é mais relevante e para a BRSIPR Bel a MSPA é mais relevante, para a composição da MSTotal aos 63 DAP.

As doses de nitrogênio tiveram efeito em todas as variáveis da Tabela 9, para ambos os períodos de avaliação, exceto para MSPA aos 42 DAP. O efeito foi linear e positivo para MFTF e MSTF para ambos os períodos de avaliação, e para MSTotal aos 42 DAP (Figura 10), quanto maior foi a dose de nitrogênio, maior foram as massas. O incremento de nitrogênio na fase de início da tuberização ajudou as plantas a terem maior desenvolvimento.

Para a MSPA e a MSTotal, aos 63 DAP as doses de nitrogênio foram significativas para a regressão linear e quadrática, sendo representadas na Figura 10 pela quadrática. A dose mais elevada de nitrogênio aplicada no presente trabalho (225 kg ha^{-1}) não causou queda nas massas. Para a MSPA aos 63 DAP, a dose de nitrogênio estimada de 207 kg ha^{-1} resultaria no maior valor de $296,8 \text{ g m}^{-2}$ de MSPA. Para a MSTotal aos 63 DAP, a dose estimada de nitrogênio de 258 kg ha^{-1} resultaria no maior valor de 591 g m^{-2} de MSTotal.

Para as variáveis produtivas observa-se que não houve interação entre cultivar e dose. As duas cultivares respondem da mesma maneira às doses de nitrogênio (Tabela 10). Entre as cultivares, a BRSIPR Bel apresenta maior produtividade total e comercial (Tabela 10), tem maior número de tubérculos totais e seus tubérculos apresentam maior massa média. Aos 63 DAP apresentou variáveis vegetativas maiores que a Atlantic, como maior IAF e NHP, isso pode justificar os maiores componentes produtivos da BRSIPR Bel. A maior quantidade de hastes primárias pode levar a maior produção final, visto que mais fontes independentes, pode-se ter mais drenos. O IAF também interfere positivamente na produtividade, quanto antes a cultivar atingir seu valor máximo e conseguir mantê-lo por mais tempo, terá maior captação de luz e maior atividade fotossintética (PEREIRA; MACHADO, 1987).

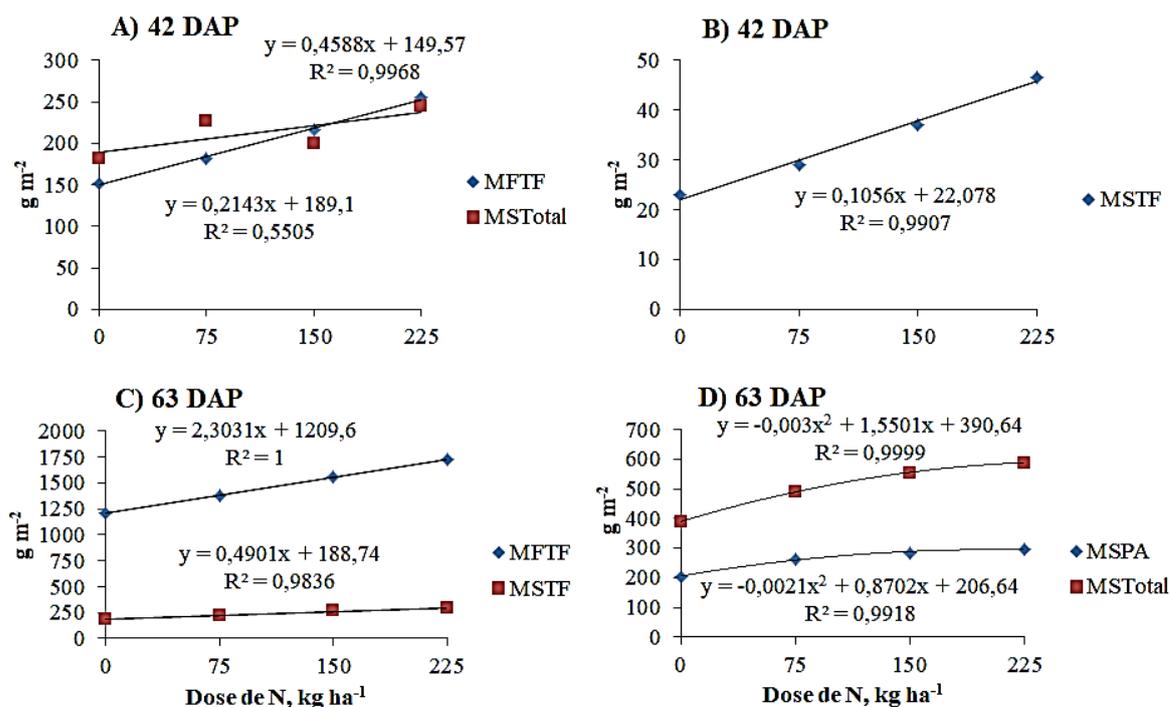


Figura 10. Regressões lineares para: A) massa fresca dos tubérculos formados (MFTF) e massa seca total (MSTotal) aos 42 DAP; B) massa seca dos tubérculos formados (MSTF) aos 42 DAP; C) massa fresca (MFTF) e seca (MSTF) dos tubérculos aos 63 DAP. Regressões quadráticas para: D) massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTotal) aos 63 DAP, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

Tabela 10. Produtividade total (PT) e comercial (PC) (t ha⁻¹), número de tubérculos totais (NTT) e comerciais (NTC) (N° planta⁻¹), massa média total (MMT) e comercial (MMC) (g tubérculo⁻¹) e massa seca (MS) (%) de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

| Cultivar | PT | PC | NTT | NTC | MMT | MMC | MS |
|---------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|-------|------|
| ATLANTIC | 35,9 | 34,1 | 4,8 | 4,2 | 149,8 | 162,5 | 19,0 |
| BRSIPR BEL | 41,3 | 38,9 | 5,3 | 4,5 | 156,8 | 171,2 | 18,0 |
| Anava | ** | * | * | ns | ** | ** | ** |
| Dose de N (kg ha⁻¹) | | | | | | | |
| 0 | 33,5 | 31,9 | 4,5 | 4,0 | 147,1 | 158,5 | 17,6 |
| 75 | 38,0 | 36,0 | 4,9 | 4,3 | 155,3 | 168,6 | 18,6 |
| 150 | 43,1 | 40,4 | 5,4 | 4,6 | 158,8 | 175,0 | 19,6 |
| 225 | 39,9 | 37,8 | 5,2 | 4,5 | 152,0 | 165,4 | 18,1 |
| Regressão Linear | ** | * | ** | * | ns | ** | ** |
| Regressão Quadrática | * | * | ns | ns | ** | ** | ** |
| Cultivar*Dose | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns = não significativo ($p > 0,05$); * = significativo a 5% ($p < 0,05$) e ** = significativo a 1% ($p < 0,01$).

A Atlantic teve a seu favor o fator qualidade, apresentando maior porcentagem de massa seca, ela começa a encher tubérculos antes, isso pode garantir maior acúmulo dos fotoassimilados, o teor de massa seca afeta a absorção de óleo na indústria.

Para as doses de nitrogênio, todas as variáveis da Tabela 10 tiveram significância, para as variáveis de número de tubérculos o comportamento foi linear (Figura 11), para as demais o comportamento foi quadrático (Figura 11).

A maior dose de nitrogênio usada na presente pesquisa de 225 kg ha⁻¹ foi prejudicial para as massas médias, o maior crescimento vegetativo proporcionado pela dose maior de nitrogênio pode ter prejudicado o redirecionamento de fotoassimilados para a parte subterrânea, ou seja, ocorreu um excesso de crescimento vegetativo e baixo enchimento de tubérculos, ocasionando perda de produtividade. A maior dose de nitrogênio usada também foi prejudicial para a qualidade dos tubérculos, reduzindo a porcentagem de massa seca.

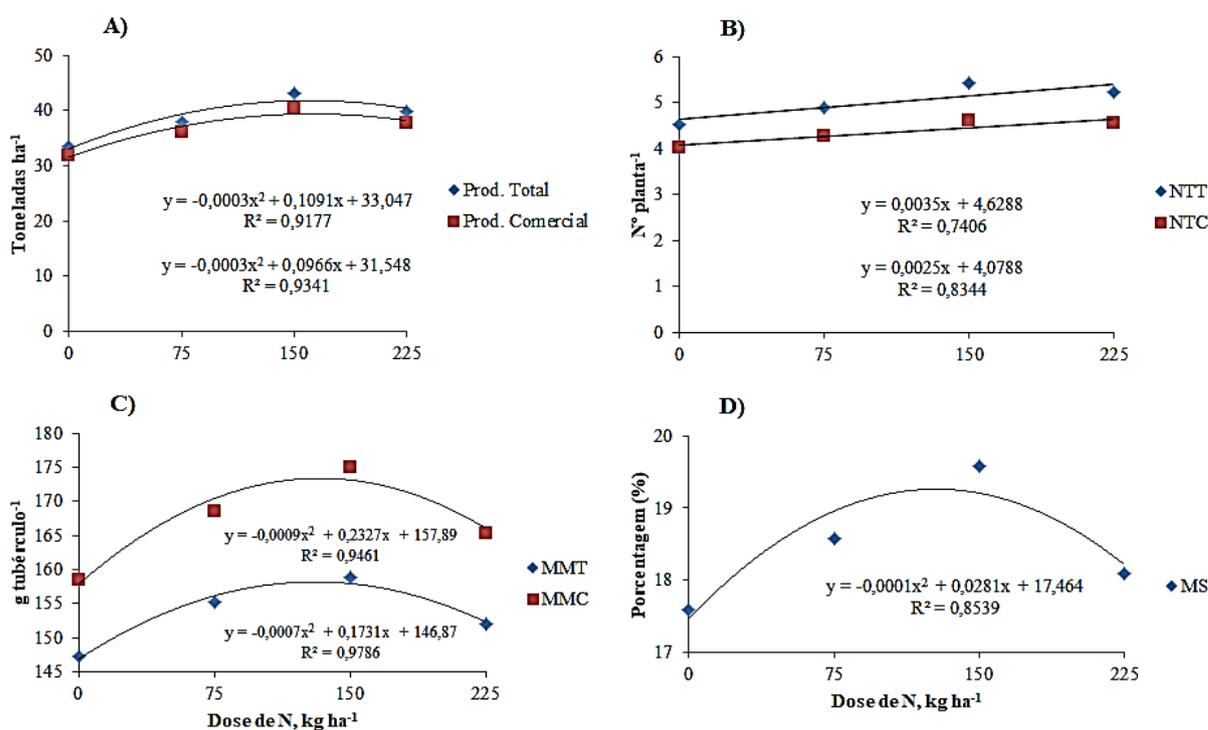


Figura 11. Análise de regressões para: A) produtividade total e comercial; B) número de tubérculos totais e comerciais; C) massa média total e comercial e D) porcentagem de massa seca, de duas cultivares de batata submetidas a quatro doses de nitrogênio, Guarapuava-PR. Safra 2017/18.

5.6 Conclusões

Conclui-se que os fatores relevantes para a BRSIPR Bel ter maior produtividade são NHP, NTI e IAF. A Atlantic tem maior comprimento de haste, NHS e NTF.

Para o crescimento e formação dos tubérculos, a Atlantic enche mais os tubérculos já existentes em detrimento da formação de novos, já para BRSIPR Bel o processo é o inverso, forma mais tubérculos novos em detrimento do enchimento dos já existentes.

A BRSIPR Bel apresenta maior produtividade total e comercial devido ao fato de ter maior número de tubérculos. A Atlantic apresenta maior porcentagem de massa seca nos tubérculos, isso leva a ter melhor qualidade na indústria.

O aumento na dose de nitrogênio auxiliou no crescimento inicial das cultivares. A dose de nitrogênio afeta a produtividade por afetar na massa média dos tubérculos. A dose de nitrogênio também afeta a qualidade dos tubérculos em relação a porcentagem de massa seca.

5.7 Referências bibliográficas

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

BERTSCH, F. **Absorción de nutrientes por los cultivos**. San José: ACCS, 2003.

CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomea batatas* (L) LAM), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, p. 273-278, 2005.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de Produção da Batata. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/cultivares>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

EMBRAPA. **O novo mapa de solos do Brasil, legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. p. 67.

ESCHEMBACK, V. **Crescimento, desenvolvimento e produtividade de cultivares modernas e antigas de batata em diferentes ambientes**. Guarapuava, 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.

ESPINDULA, M. C. et al. Rates of nitrogen and growth retardant trinexapac-ethyl on wheat. **Ciência Rural**, v. 41, p. 2045-2052, 2011.

FAO: **Food and Agriculture Organization's Statistics**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 10 janeiro 2019.

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

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

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

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. Londrina: formato digital, 1 CD.

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.

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. Curitiba, 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná – UFPR.

MELERO, M. M.; GITTI D. de C.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 343-353, 2013.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. **Análises químicas de solo: parâmetros para interpretação**. Londrina: Iapar, 1996. p. 46.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33 p. (IAC. Boletim técnico, 114).

PULZ, A. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1651-1659, 2008.

QUEIROZ, A. A. **Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de doses de NPK**. Uberlândia, 2011. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

QUEIROZ, L. R. de M.; KAWAKAMI, J.; MULLER, M. M. L.; OLIARI, I. C. R.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V. Adubação NPK e tamanho da batata-semente no crescimento, produtividade e rentabilidade de plantas de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 119-127, 2013.

SILVA, F. L. da; PINTO, C. A. B. P; ALVES, J. D.; BENITES, F. R. G.; ANDRADE, C. M.; RODRIGUES, G. B.; LEPRE, A. L.; BHERING, L. P. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. **Bragantia**, v. 68, p. 295-302, 2009.

SOUZA, Z. S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 80-105.

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

TEKALIGN, T.; HAMMES, P. S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. **Scientia Horticulturae**, v. 105, p. 29-44, 2005b.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization on potatoes - yield and specific gravity. **American Potato Journal**, v. 71, p. 417-431, 1994.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. Atlantic**. Piracicaba, 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP.

ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya - Holanda: Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata, 1993. 76 p.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados obtidos nesse estudo, notou-se que a adubação nitrogenada e cultivares afetam a performance de plantas de batata destinadas à indústria, porém, para nenhuma das variáveis quantificadas e apresentadas nesse trabalho, foi observada interação entre cultivar e dose. Esse resultado descarta a hipótese de que as cultivares estudadas de diferentes origens respondem de forma diferente em relação a diferentes doses de nitrogênio.

Nesse estudo, a cultivar estadunidense Atlantic e a cultivar brasileira BRSIPR Bel responderam de forma semelhante quando submetidas às doses de nitrogênio entre 0 a 225 kg ha⁻¹ nas condições edafoclimáticas do Centro-Sul do Estado do Paraná, para todas as variáveis quantificadas e apresentadas no trabalho.

Foi verificado que as cultivares estudadas nesse trabalho, Atlantic e BRSIPR Bel, demonstraram ter diferenças na produtividade e na qualidade dos tubérculos como também no crescimento das plantas e tubérculos. A cultivar BRSIPR Bel apresentou maior produtividade total e comercial por produzir maior número de tubérculos. Esse resultado mostrou a importância do número de tubérculos como componente da produtividade.

A cultivar Atlantic apresentou maior porcentagem de massa seca do tubérculo, essa cultivar também apresentou menor absorção de óleo, pois essa característica está diretamente relacionada com a porcentagem de massa seca do tubérculo, ou seja, a Atlantic teve melhor qualidade. A cultivar Atlantic apresentou também maior enchimento de tubérculos, esse resultado pode ser observado pela massa média dos tubérculos da cultivar Atlantic.

Para o crescimento das plantas e tubérculos de batata, concluiu-se que os fatores relevantes para a cultivar BRSIPR Bel ter apresentado maior produtividade foram o maior número de hastes primárias, o maior número de tubérculos iniciados e o maior índice de área foliar. A cultivar Atlantic demonstrou maior comprimento de hastes, maior número de hastes secundárias e maior número de tubérculos formados.

Concluiu-se que a Atlantic enche mais os tubérculos já existentes em detrimento da formação de novos, já para BRSIPR Bel o processo é o inverso, forma mais tubérculos novos em detrimento do enchimento dos já existentes.

Foi verificado que as doses de nitrogênio estudadas nesse trabalho demonstraram influenciar na produtividade de tubérculos como também no crescimento das plantas e tubérculos de batata. A melhor dose estimada de nitrogênio foi de 151,17 kg ha⁻¹ que proporcionaria uma produtividade comercial de 33,95 t ha⁻¹. O aumento na dose de nitrogênio auxiliou no crescimento inicial das cultivares.