

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Área de Concentração em Fitomelhoramento



Tese

Melhoramento genético de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos

Tuane Araldi da Silva

Pelotas, 2019

Tuane Araldi da Silva
Engenheira Agrônoma

Melhoramento genético de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência (área de concentração: Fitomelhoramento).

Orientador: Dr. Arione da Silva Pereira
Coorientadores: Dra. Caroline Marques Castro
Dr. Rogério Oliveira Jorge

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S586d Silva, Tuane Araldi da

Melhoramento genético de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos / Tuane Araldi da Silva ; Arione da Silva Pereira, orientador ; Caroline Marques Castro, Rogério Oliveira Jorge, coorientadores. — Pelotas, 2019.

104 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. *Solanum tuberosum*. 2. Armazenamento. 3. Glicose. 4. Qualidade Industrial. 5. Parâmetros genéticos. I. Pereira, Arione da Silva, orient. II. Castro, Caroline Marques, coorient. III. Jorge, Rogério Oliveira, coorient. IV. Título.

CDD : 635.21

Tuane Araldi da Silva

Melhoramento genético de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,
Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 16 de agosto de 2019.

Banca examinadora:

Dr. Arione da Silva Pereira
Embrapa Clima Temperado

Prof^a. Dra. Francieli Fatima Cima
Unidade Central de Educação Faem
Faculdade UCEFF

Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira
Embrapa Clima Temperado

Prof. Dr. Luciano do Amarante
Departamento de Botânica
UFPeI

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais Joel e Elenir, que formaram quem eu sou e me apoiaram em todos os momentos desta caminhada.

Ao meu irmão Thiago pelo carinho, amizade e incentivo.

Aos meu noivo Everton pelo amor e companheirismo, sempre esteve ao meu lado me apoiando.

Ao Dr. Arione da Silva Pereira, pela orientação e confiança a mim depositada durante a realização deste trabalho.

Aos coorientadores Dra. Carol Marques Castro e Dr. Rogério Oliveira Jorge pelo apoio na realização deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade para realização do curso de doutorado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos conhecimentos transmitidos.

À Embrapa Clima Temperado pela disponibilização da infraestrutura para o desenvolvimento do presente estudo, e pela concessão da bolsa de estudos em conjunto com a CAPES.

À equipe do Programa de Melhoramento Genético de Batata, em especial a MSc. Fernanda, Brenoaldo, Everton, Sergio, Sergio B., pela ajuda na condução do trabalho e amizade. À Núbia Ferri pelo excelente auxílio na realização deste trabalho, e a todos os demais pesquisadores e funcionários da Embrapa Clima Temperado que auxiliaram no desenvolvimento deste estudo.

Aos colegas da Pós-Graduação Daiana, Emerson, Francieli e Raquel, e aos ex-bolsistas e estagiários do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa, Luiz F., Leonardo, Márcio, Matheus, Nathália, Paulo, Kauã, Amanda e Guilherme, pela valiosa contribuição para realização das atividades deste estudo e pela amizade.

Aos colegas Ivan R. Carvalho, Maicon Nardino e Maximiliano D. Viñoly por todo auxílio, conhecimento compartilhado e dúvidas esclarecidas.

As minhas grandes amigas Patrícia e Fernanda pelo apoio e amizade.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Somente quando aprendemos a reconhecer nossas limitações e nos associamos a pessoas que podem nos oferecer o que nos falta, podemos realmente evoluir”. (Autor desconhecido)

Resumo

Silva, Tuane Araldi da. **Melhoramento genético de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos**. 2019. 104f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O consumo de batata processada tem aumentado significativamente nos últimos dez anos. Entretanto, a falta de matéria-prima de qualidade limita o crescimento dessa indústria no Brasil, tendo em vista que apenas um terço da matéria prima utilizada para esse fim é produzida no país. Dessa forma, há a necessidade de agregar áreas de produção, o que está diretamente relacionado à disponibilização de novas cultivares com estabilidade de produção em condições nacionais de cultivo, características adequadas ao processamento e boa capacidade de armazenamento. Para o rápido progresso é fundamental a escolha correta dos genitores, bem como a caracterização de clones elite quanto ao comportamento durante o armazenamento, e uso de método de quantificação prático e preciso de açúcares redutores, parâmetro primordial responsável pela cor, aroma e sabor do produto processado. Nesse sentido, foram desenvolvidos três estudos. O primeiro visou estimar parâmetros genéticos de caracteres rendimento, processamento industrial, defeitos fisiológicos externos e aparência externa de tubérculos, e suas implicações na seleção, em uma população híbrida, constituída de 20 famílias complementares para qualidade industrial, e geneticamente distantes. Os caracteres de rendimento (percentual da massa de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos), de aparência externa de tubérculos e de processamento industrial apresentaram estimativas de herdabilidade no sentido amplo moderadas a altas, sendo que teor de glicose, formato, textura e aparência geral de tubérculos podem ser submetidos a maior pressão de seleção. O segundo estudo visou avaliar caracteres de qualidade industrial de cultivares estrangeiras e nacionais, e de clones desenvolvidos pela Embrapa, quando submetidos ao armazenamento a temperaturas de 4,0°C, 7,5°C, 8,9°C e 20,0°C. O armazenamento por longos períodos foi limitado devido à alta perda de massa fresca e brotação. O armazenamento não alterou o conteúdo de massa seca. Quanto ao teor de glicose, o clone F50-08-01 apresentou capacidade para processamento até 60 dias após armazenado; a cultivar Asterix até 90 dias; o clone F31-08-01 até 120 dias; e, os genótipos Markies, Ludmilla e F183-08-01 até 180 dias. O armazenamento a 4°C, 7,5°C e 8,9°C, promoveu acúmulo de glicose em tubérculos de batata, sendo que menores temperaturas resultaram em maior acúmulo. O terceiro estudo visou verificar a confiabilidade de uso de biossensor amperométrico (YSI®) para determinar teor de glicose em tubérculos de batata. Tubérculos de oito genótipos foram produzidos nas safras de outono e primavera de 2015. O teor de glicose foi determinado por método espectrofotométrico, usualmente utilizado para determinar glicose em tubérculos de batata, e por biossensor amperométrico, a análise foi realizada após o período da cura dos tubérculos, e aos 30, 60 e 90 dias após armazenamento a baixa temperatura. O coeficiente de correlação obtido entre os dois métodos avaliados foi positivo e de elevada magnitude. O coeficiente de variação observado para os dados obtidos pelo analisador bioquímico foi baixo. O biossensor amperométrico provou ser uma alternativa confiável para determinação de teor de glicose em tubérculos de batata.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; glicose; parâmetros genéticos; armazenamento; qualidade industrial.

Abstract

Silva, Tuane Araldi da. **Potato breeding for processing in frozen French fries**. 2019. 104f. Thesis (Doctorate degree) – Post-Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas.

Processed potatoes consumption has increased significantly in the last ten years. However, the low-quality material limits the development of this industry in Brazil, considering that only one third of the material used for this purpose is produced in the country. Thus, there is a need to aggregate production areas, which is directly related to the availability of new cultivars with yield stability under national growing conditions, adequate processing characteristics and high storage capacity. For a fast progress, the correct choice of parental genotypes is essential, as well as the characterization of elite clones regarding the behavior during storage and use of a practical and precise quantification method of reducing sugars, a capital parameter responsible for the color, aroma and flavor of the processed product. In this sense, three studies were developed. The first aimed to estimate genetic parameters of yield and processing traits, external physiological defects and external tuber appearance, and their implications on selection of a hybrid population consisting of 20 complementary character families of industrial quality and genetically distant. Percentage of commercial tuber weight, average tubers mass, external tuber appearance, and processing characters showed moderate to high broad sense heritability estimates, and glucose content, shape, texture and overall appearance of tubers can be subjected to higher selection pressure. The second study aimed to evaluate industrial quality characters of foreign and national cultivars, and clones developed by Embrapa, when subjected to storage at temperatures of 4.0°C, 7.5°C, 8.9°C, and 20.0°C. Long term storage was limited due to high fresh mass loss and sprouting, however, it did not change the dry mass content. As for glucose content, clone F50-08-01 was able to process up to 60 days after storage; cultivar Asterix up to 90 days; clone F31-08-01 for up to 120 days; and Markies, Ludmilla and F183-08-01 genotypes up to 180 days. Storage at 4°C, 7.5°C and 8.9°C promoted glucose accumulation in potato tubers, and lower temperatures resulted in higher accumulation. The third study aimed to verify the reliability of use of amperometric biosensor (YSI®) to determine glucose content in potato tubers. Tubers of eight genotypes were produced in fall and spring seasons of 2015. Glucose content was determined by the spectrophotometric method, usually used to determine glucose in potato tubers, and by amperometric biosensor. The analysis was performed after curing the tubers, and at 30, 60 and 90 days after storage at low temperature. The correlation coefficient obtained between the two methods was positive and of high magnitude. The coefficient of variation observed for the data obtained by the biochemical analyzer was low. Amperometric biosensor has proved to be a reliable alternative for determining glucose content in potato tubers.

Keywords: *Solanum tuberosum*; glucose, genetic parameters; storage; industrial quality.

Lista de Figuras

Capítulo I

Figura 1 – Caracteres de defeitos fisiológicos externos, brotação e aparência externa de tubérculos de batata. A: crescimento secundário; B: esverdeamento C: rachadura; D: brotação; E: textura da película (áspera); F: apontamento (acentuado); G: curvatura (acentuada). Embrapa, Pelotas, 2019.....24

Capítulo II

Figura 1 – Teor de glicose de tubérculos de batata de quatro cultivares (BRS Ana, Asterix, Atlantic e BRSIPR Bel) e de dois clones avançados (C2514-01-06 e F183-08-01), cultivados no outono (A) e primavera de 2015 (B), e armazenados a 4°C. Embrapa, Pelotas, 2019.....68

Figura 2 – Teor de glicose de tubérculos de batata de distintos genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.....69

Figura 3 – Conteúdo de massa seca de tubérculos de batata de diferentes genótipos, (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.....70

Figura 4 – Brotação de tubérculos de batata de diferentes genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.....72

Figura 5 – Perda de massa de tubérculos de batata de diferentes genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em

três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.....	73
--	----

Capítulo III

Figura 1 – Relação entre o teor de glicose, de tubérculos de batata, determinado através de biossensor amperométrico e método de Somogyi-Nelson. Embrapa, Pelotas, 2019.....	78
--	----

Lista de Tabelas

Capítulo I

Tabela 1 – Relação das famílias e suas respectivas genealogias. Embrapa, Pelotas, 2019.....	23
Tabela 2 – Estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos (REML) para 20 famílias de batata complementares para caracteres de qualidade industrial e geneticamente distantes, avaliadas na terceira geração clonal, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/18, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....	38
Tabela 3 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter massa total de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....	39
Tabela 4 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter massa de tubérculos comerciais, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....	40
Tabela 5 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter massa média de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....	41
Tabela 6 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter percentual da massa de tubérculos comerciais, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....	42
Tabela 7 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de	

20 famílias de batata para o caráter conteúdo de massa seca, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....43

Tabela 8 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter teor de glicose, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....44

Tabela 9 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter esverdeamento de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....45

Tabela 10 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter rachadura de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....46

Tabela 11 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter crescimento secundário de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....47

Tabela 12 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter brotação de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....48

Tabela 13 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter formato de tubérculos, nos cultivos

de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....49

Tabela 14 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter textura da película, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....50

Tabela 15 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter uniformidade de formato de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....51

Tabela 16 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter uniformidade de tamanho de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....52

Tabela 17 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter curvatura de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....53

Tabela 18 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata para o caráter aparência geral de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.....54

Capítulo II

Tabela 1 – Períodos de cultivo, acumulados de chuva (mm) e médias das temperaturas do ar (°C), temperatura do solo a 5cm (°C), umidade relativa (UR) (%) e energia solar ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) das safras de outono e primavera 2015, primavera de 2016 e de 2017, e verão de 2017/18. Embrapa, Pelotas, 2019.....57

Tabela 2 – Genótipos de batata cultivados nas safras de primavera e outono de 2015, primavera de 2016 e 2017, e verão 2017/18. Pelotas-RS, 2019.....57

Capítulo III

Tabela 1 – Teor de glicose determinado através de biossensor amperométrico e método de Somogyi-Nelson, em oito genótipos de batatas cultivados nas safras de outono e primavera de 2015. Pelotas-RS, 2019.....80

Sumário

1. Introdução geral	15
2. Capítulo I – Parâmetros genéticos de caracteres de rendimento, qualidade industrial, defeitos fisiológicos externos e aparência externa de tubérculos de batata	21
2.1. Introdução	21
2.2. Material e métodos	23
2.3. Resultados e discussão	26
2.4. Conclusões	37
3. Capítulo II – Qualidade industrial de genótipos de batata submetidos ao armazenamento	55
3.1. Introdução	55
3.2. Material e Métodos	56
4.3. Resultados	59
4.4. Discussão	63
4.5. Conclusões	67
4. Capítulo III – Biossensor amperométrico: uma alternativa para análise de glicose em tubérculos de batata	73
4.1. Introdução	73
4.2. Materiais e métodos	75
4.3. Resultados e discussão	76
4.4. Conclusões	78
5. Considerações finais	81
Referências	82
Apêndices	101

1. Introdução geral

A batata (*Solanum tuberosum* L.), é o quarto alimento de maior importância, para o consumo humano. A sua produção global, em 2017, excedeu 388 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019). No Brasil, é uma das hortaliças de maior valor econômico; em 2018 sua área cultivada foi cerca de 131 mil hectares, com produção superior a 3,8 milhões de toneladas (IBGE, 2019). O agronegócio dessa cultura envolve cerca de cinco mil produtores (PEREIRA, 2016). As condições de clima subtropical e tropical brasileira, em combinação com diferentes altitudes, possibilitam o plantio da batata em 30 áreas de sete estados brasileiros (MG, SP, PR, RS, BA, GO, SC), durante todos os meses do ano (WREGE et al., 2004).

A maior parte da produção nacional é comercializada *in natura*, sendo apenas 18% destinada ao processamento industrial, nas formas de *chips*, palha e palitos pré-fritos congelados (PEREIRA, 2019). Comparado aos dois terços da produção destinados ao processamento nos países do Nordeste da Europa, o uso industrial é muito baixo no Brasil (RAMOS, et al., 2013). Portanto, no Brasil, o mercado de processamento industrial ainda tem muito para crescer, tendo em vista a mudança de hábitos da população que cada vez mais faz as suas refeições fora de casa, o que demonstra uma necessidade de produtos de maior praticidade (JULIÃO et al., 2018).

Estas mudanças de comportamento têm reflexo direto na forma de consumo de batata. Enquanto o consumo doméstico de batata diminuiu de 6,5 para 5,6 Kg per capita entre 2002 e 2008, o consumo de batata pré-frita congelada aumentou de 0,7 para 1,6 Kg *per capita*, de 2007 a 2012 (RAMOS et al., 2013). O consumo de batata *chips* e palha, segundo estimativas da ABBA, são de cerca de 375 e 100 gramas per capita ao ano, respectivamente. Ambos os tipos de produto processado apresentam pouco crescimento de consumo, sendo que, toda a batata usada para este processamento é produzida no País. Contudo, somente 25% da batata pré-frita

congelada comercializada no Brasil provém da indústria nacional (PEREIRA, 2016), enquanto, o volume importado de pré-fritas congeladas excedeu 346 mil toneladas, em 2016, e aumentou 49% de 2011 a 2016 (FAOSTAT, 2019).

A indústria de processamento sob forma de palitos pré-fritos congelados tem grande dependência de cultivares importadas, o que caracteriza um dos grandes entraves ao seu crescimento, pois estes genótipos foram desenvolvidos em condições de clima temperado e dias longos, o que prejudica a adaptação às condições tropicais e subtropicais do Brasil, interferindo na sua produtividade e qualidade (BRADSHAW et al., 2006). Desse modo, o desenvolvimento de materiais nacionais é de fundamental importância para o crescimento e para a sustentabilidade do setor (PEREIRA; SILVA 2019).

As características requeridas em tubérculos de batata para processamento na forma de palitos pré-fritos dependem, em grande parte, da coloração e textura do produto final.

Para a coloração do produto, o fator mais importante é o teor de açúcares redutores (glicose e frutose), pois quando os tubérculos com teores mais elevados destes açúcares são fritos, os grupos aldeídos livres dos açúcares redutores reagem com os grupos α -amino de aminoácidos livres, em uma reação de Maillard (DALE; BRADSHAW, 2003), resultando em um produto de coloração escura e sabor amargo, comercialmente inaceitável. O teor de açúcares redutores, geralmente aceito em tubérculos para processamento na forma de palitos pré-fritos é de até 1,2 mg g⁻¹ de massa fresca (STARK et al., 2013).

Devido à importância deste caráter, esforços devem ser realizados para oferecer um método de quantificação prático e preciso, a fim de facilitar a seleção de genótipos com baixos teores destes carboidratos, bem como possibilitar às indústrias de processamento praticidade no monitoramento dos estoques de batata armazenados. Um instrumento de análise bioquímica rápido, simples e reprodutível (YSI 2700®) tem sido utilizado de maneira bem-sucedida em diversos países (MASON, 1983; BETHKE; BUSSE, 2008), e pode ser considerado uma alternativa aos métodos já utilizados no Brasil, porém sua confiabilidade para análise de teor de açúcares redutores em tubérculos de batata produzidos nas regiões de cultivo brasileiras, deve ser verificada.

Para que o produto processado apresente boa textura e rendimento industrial, o teor de massa seca deve ser alto, de 20 a 24% (LOVE, 2000), pois seus altos teores

deste caráter estão relacionados positivamente com a textura, sabor e qualidade geral do produto (ZORZELLA et al., 2003). Além disso, as cultivares devem apresentar tubérculos com formato alongado, e baixa suscetibilidade a desordens fisiológicas, tais como rachadura e crescimento secundário, que também são indicadores de tolerância ao calor (PEREIRA et al., 2016).

Para aceitação de uma cultivar voltada ao processamento de palitos pré-fritos é fundamental o alto potencial produtivo, para isso é necessário alta heterozigose do genótipo, onde tanto a interação interlocus (epistasia) como a interação intralocus (dominância) são importantes, sendo que, para obtenção de alta heterose, os pais desejáveis devem ser geneticamente distantes (MENDOZA; HAYNES, 1974; PEREIRA, 2016).

As características de baixo teor de açúcares redutores e alto conteúdo de massa seca devem ser conservadas durante o armazenamento dos tubérculos, pois o abastecimento da indústria ocorre tanto com tubérculos recém colhidos, quanto com material armazenado. No entanto, a preservação da qualidade dos tubérculos durante o armazenamento é um dos desafios atuais das indústrias, pois, no Brasil é proibido o uso de inibidor químico de brotação (EL-AWADY AML et al., 2014). Portanto, para evitar a brotação, é necessário armazenar os tubérculos sob baixas temperaturas de refrigeração (4 a 6°C) em ambientes de alta umidade relativa (98%) (PRINGLE et al., 2009).

Porém, tanto as duas principais cultivares comerciais mais utilizadas para palitos pré-fritos, 'Asterix' e 'Markies' (origem holandesa), bem como o material nacional destinado a este segmento de mercado, a cultivar BRS Ana, acumulam açúcares redutores se submetidos ao armazenamento a baixa temperatura por longo período de tempo (ABBA, 2010; FERNANDES et al., 2010; EVANGELISTA et al., 2011), processo denominado adoçamento induzido pelo frio.

Desse modo, uma das estratégias utilizadas pelas indústrias de processamento de batata é o uso de temperaturas de armazenamento mais amenas (8 a 12°C). Outra tática empregada, é dar preferência para o armazenamento dos tubérculos produzidos durante a safra de inverno, pois estes sofrem menos influência do estresse por calor durante a cultivo (PAUL et al., 2016). Sendo que, elevadas temperaturas durante o cultivo dos tubérculos inibe a conversão de açúcares em amido, ocasionando redução na taxa de crescimento (LYRA et al., 2015), na produção de tubérculos comerciais (KIM et al., 2017) e no teor de massa seca dos tubérculos (MENEZES et al., 2001); é

responsável também por alterar a qualidade dos tubérculos durante o armazenamento, os quais apresentam brotação antecipada, aumento nos teores de sacarose e açúcares redutores, e alteração na resistência ao adoçamento induzido pelo frio (ZOMMICK, et al., 2014); bem como aumentam a ocorrência de desordens fisiológicas externas e internas (LEVY et al., 1991).

A natureza tetraploide da batata, com herança tetrassômica e multialelismo, torna os estudos genéticos e o melhoramento complexos, especialmente para caracteres quantitativos (PEREIRA et al., 2016). Informações de parâmetros genéticos dos caracteres podem auxiliar no planejamento de estratégias de seleção, e evitar que genótipos superiores sejam descartados (LOVE et al., 1997). Desse modo, a seleção de clones seria facilitada por informações sobre a herança dos caracteres que o compõem.

A herdabilidade é um dos parâmetros de maior importância para o melhoramento genético, pois, expressa a confiabilidade do valor fenotípico em prever o valor genético (FALCONER, 1981). Em batata, a propagação sexuada possibilita ao melhoramento a geração de variação genética aditiva e não aditiva, enquanto a propagação assexuada, permite que qualquer combinação de fatores, que propicie um genótipo superior, seja perpetuada por meio da propagação clonal, mantendo o tipo original selecionado, exceto em caso de raras mutações (HOWARD, 1978). Desse modo, a herdabilidade no sentido amplo, assume grande importância, pois toda a variância genética é utilizável entre as gerações clonais de seleção (TAI; YOUNG, 1984), e deveria ser usada na predição de resposta de seleção dentro de uma população (CIMA, 2018).

O rendimento de tubérculos é um caráter de herança complexa, poligênica, portanto, sujeito à maior influência de efeitos ambientais (SLATER et al., 2014; GOPAL et al., 1994). Da mesma forma, Maris (1988) relatou que a aparência geral de tubérculo é um caráter complexo, dependente de vários caracteres, apresentando assim baixa herdabilidade. No entanto, alguns dos seus caracteres componentes são controlados por poucos genes, tais como formato de tubérculo, textura da película, uniformidade de tamanho e uniformidade de formato (SLATER et al., 2014). A base genética dos caracteres relacionados à qualidade industrial de tubérculos também tem sido relatada, e sugere-se que a herança do teor de glicose e de conteúdo de massa seca como poligênica (CUNNINGHAM; STEVENSON, 1963; PEREIRA et al., 1994). Do mesmo modo, a herança de defeitos fisiológicos, que está relacionada à

resistência ao estresse por calor, tem sido reportada como quantitativa (LEVY; VEILLEUX, 2007).

Porém, as estimativas de herdabilidade são fortemente influenciadas pelas condições de cultivo (BISOGNIN et al, 2012). A existência de interação genótipo-ambiente reduz a resposta de seleção para caracteres como cor de fritura, que está altamente relacionado ao teor de glicose (PEREIRA et al., 1994; HAYES; THILL, 2003). Portanto, verifica-se a necessidade de estudos para obtenção de parâmetros genéticos para caracteres de qualidade industrial de populações híbridas, derivadas de cruzamentos entre genótipos contrastantes, dirigidos para condições de cultivo brasileiras.

Em programas de melhoramento, a seleção positiva para caracteres de aparência e com alta herdabilidade, bem como eliminação de clones com defeitos graves, pode ser aplicada em primeira geração clonal (PEREIRA et al., 2016). Caracteres quantitativos, como rendimento de tubérculos, são selecionados a partir da segunda geração clonal (HULSCHER et al., 2013). Porém, para quantificar caracteres de qualidade industrial, maior número de tubérculos por genótipos são necessários, sendo assim, a seleção destes caracteres é realizada a partir da terceira geração clonal (NEELE; LOUVES, 1989; MELO et al., 2011).

A utilização da seleção de cruzamentos mais promissores e a identificação dos melhores genitores com base em testes de progênie tem crescido (BRADSHAW; MACKAY, 1994; DINIZ et al., 2006). O conhecimento do desempenho de uma combinação híbrida, através do seu valor genotípico predito, pode servir como um meio útil de previsão de resultado do cruzamento (BROWN; CALIGARI, 1989).

A seleção de famílias baseada na avaliação em diferentes ambientes, é uma estratégia eficiente para obter clones com adaptação ampla. Para Lambert et al. (2006) a seleção deve ser realizada com base na média dos ambientes, entretanto Simon et al. (2009), relataram que maiores progressos genéticos são obtidos com a seleção de famílias para determinado ambiente, o que demonstra a importância do ganho com a seleção ser verificado em ambos ambientes utilizados para o cultivo, não apenas na média dos ambientes.

Nesse sentido, o objetivo geral desta tese foi contribuir para o desenvolvimento da agroindústria de palitos pré-fritos congelados, por meio da geração de conhecimento ao desenvolvimento de cultivares com características requeridas a este segmento de mercado. Os objetivos específicos foram: 1) estimar parâmetros

genéticos de caracteres de rendimento, qualidade industrial, defeitos fisiológicos externos, brotação e aparência externa de tubérculos e suas implicações na seleção, em uma população híbrida constituída de famílias complementares para qualidade industrial, e geneticamente distantes; 2) caracterizar clones de batata durante o armazenamento quanto à qualidade industrial; e, 3) verificar a confiabilidade de uso de analisador bioquímico para determinação do teor de glicose em tubérculos de batata.

2. Capítulo I – Parâmetros genéticos de caracteres de rendimento, qualidade industrial, defeitos fisiológicos externos e aparência externa de tubérculos de batata

2.1. Introdução

A demanda por alimentos práticos e de rápido preparo é uma tendência crescente na população, o que reflete no aumento do consumo de batata processada na forma de palitos pré-fritos congelados (NASCIMENTO, 2017), e em uma prospecção futura de valorização global desta agroindústria (PRASANNAN, 2017). Entretanto, a falta de matéria-prima de qualidade limita o seu crescimento no Brasil, tendo em vista que apenas um quarto da matéria prima utilizada para esse fim é produzida no país (PEREIRA; SILVA, 2019).

A fim de atender a demanda da agroindústria de batata, o desenvolvimento de cultivares para processamento na forma de palitos pré-fritos, adaptadas às condições de cultivo brasileiras, está recebendo atenção nos programas de melhoramento genético. Dentre os inúmeros caracteres a serem considerados no processo de seleção, é importante que genótipos voltados a este mercado apresentem tubérculos com alto conteúdo de massa seca (20 a 24%) (LOVE, 2000), visando boa textura e rendimento industrial; e também baixo teor de açúcares redutores (glicose e frutose) ($\leq 1,2 \text{ mg g}^{-1}$ de massa fresca) (STARK, 2003), objetivando cores claras na fritura, sendo que, ambos caracteres devem ser conservados durante o armazenamento, pois o abastecimento da indústria ocorre com tubérculos recém colhidos e com material armazenado. Além disso, os tubérculos devem apresentar formato alongado, baixa suscetibilidade a desordens fisiológicas, além de alta produtividade, o que é imprescindível para aceitação de uma nova cultivar.

A herança tetrassômica da batata em conjunção com o multialelismo, torna os estudos genéticos e o melhoramento desta cultura complexos, especialmente de caracteres quantitativos (PEREIRA et al., 2016). Portanto, para a definição de estratégias de seleção eficazes, evitando que genótipos superiores sejam descartados, é muito importante dispor de informações de parâmetros genéticos dos caracteres.

A herdabilidade é um dos parâmetros de maior importância para o melhoramento genético, pois expressa a confiabilidade do valor fenotípico em predizer o valor genético (FALCONER, 1981). Para a batata, a herdabilidade no sentido amplo assume maior importância, pois os efeitos de dominância e epistasia são mantidos nas sucessivas gerações pela propagação clonal (TAI; YOUNG, 1984). A seleção de clones com qualidade para processamento industrial seria facilitada por informações sobre a herança dos caracteres que o compõem, e apesar de diversos estudos sobre herdabilidade, tanto em famílias como em clones, terem sido reportados (CUNNINGHAM; STEVENSON, 1963; MARIS, 1969; NEELE; LOUWES, 1989; PEREIRA et al., 1995; SALAMONI et al. 2000; BISOGNIN; DOUCHES, 2002), as estimativas de herdabilidade são únicas, dependem da diversidade genética do material testado e são fortemente influenciadas pelas condições de cultivo (BISOGNIN et al. 2012). Além disso, a existência de interação genótipo-ambiente pode reduzir a resposta de seleção de caracteres de qualidade industrial (PEREIRA et al., 1994; HAYES; THILL, 2003), sendo necessária a seleção de clones com base na avaliação em diferentes ambientes de produção. Porém, verifica-se que a maior parte dos estudos de herdabilidade e de resposta de seleção para caracteres de qualidade de processamento industrial são dirigidos para condições de cultivo distintas às do Brasil.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de rendimento, qualidade industrial, aparência externa e defeitos fisiológicos externos, em tubérculos de batata produzidos em dois períodos distintos de cultivo.

2.2. Material e Métodos

Foi avaliada uma população híbrida de batata constituída de 20 famílias, oriundas dos cruzamentos entre genitores com características complementares para processamento, e geneticamente distantes (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação das famílias e suas respectivas genealogias. Embrapa, Pelotas, 2019.

Família	Genitor ♀	Genitor ♂	Família	Genitor ♀	Genitor ♂
2	BRS Ana	C1890-1-97	19	C1750-15-95	Asterix
5	C2519-12-06	118-1	20	Markies	C1883-22-97
7	BRS Ana	IAC-Ibituaçu	21	BRSIPR Bel	Markies
8	BRSIPR Bel	IAC-Ibituaçu	25	118.1	CL07-05
11	BRSIPR Bel	Ludmilla	26	BRSIPR Bel	Monalisa
12	BRSIPR Bel	C1883-22-97	27	F88-01-05	Monalisa
13	BRSIPR Bel	Amorosa	34	BRSIPR Bel	Voyager
16	Baronesa	Asterix	35	Caesar	C2514-05-06
17	BRS Ana	Monalisa	36	BRSIPR Bel	Cupido
18	BRSIPR Bel	Asterix	37	C1730-7-94	Aracy

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS (latitude 31°42' S, longitude 52°24' O, altitude 40-50m a.n.m.), em dois períodos distintos de cultivo. O primeiro foi realizado na safra de primavera de 2017, pois nesse período as condições ambientais são mais favoráveis para a expressão dos caracteres de qualidade de tubérculo (ZORZELLA et al., 2003; FREITAS et al., 2006; PEREIRA et al., 2007; MÜLLER et al., 2009). E, o segundo cultivo foi realizado na safra verão de 2017/2018, quando as temperaturas estão mais elevadas (EMBRAPA, 2019), com o intuito de selecionar clones com tolerância ao calor (SARQUIS et al., 1996; TEMMERMAN et al., 2002).

Foram utilizados tubérculos-semente de terceira geração clonal (tubérculos multiplicados em campo por três vezes após a geração plântula – Apêndice B), sendo que, nessa fase há maior número de tubérculos por genótipos, possibilitando avaliações de qualidade industrial (NEELE; LOUVES, 1989; MELO et al., 2011), os tubérculos utilizados nas safras de primavera e verão permaneceram armazenados em câmara fria sob temperaturas de 3,5±0,5°C, durante oito e 11 meses, respectivamente. Os tubérculos-semente das cultivares testemunhas foram do tipo II (diâmetro entre 40 e 50mm).

O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições. Cada repetição foi composta por uma amostra aleatória de cinco genótipos de cada família, totalizado 20 genótipos por família. Como tratamentos comuns a todos os blocos, foram utilizadas as cultivares Asterix, Atlantic, Baronesa, BRSIPR Bel, BRS Eliza e Epagri 361-Catucha. A parcela foi representada por cinco tubérculos espaçados em 0,40m na linha e 0,75m entre linhas.

As práticas culturais e fitossanitárias seguiram o recomendado para a cultura na região (PEREIRA, 2010), e as condições meteorológicas foram típicas para os ambientes de cultivo (Apêndice A), no entanto na safra de verão houve necessidade de irrigação suplementar. Na safra de primavera, o plantio foi realizado em 22/08/2017, e na safra de verão em 01/11/2017. A incidência de *Phytophthora infestans* na fase final do ciclo da cultura, no cultivo de primavera, acarretou uma antecipação da colheita dos tubérculos. Aos 106 dias após o plantio no cultivo da primavera e 122 dias no verão, os tubérculos de cada parcela foram colhidos e, realizadas as avaliações de rendimento, defeitos fisiológicos externos, brotação, conteúdo de massa seca, teor de glicose, e caracteres de aparência externa.

Para análise de rendimento, os tubérculos de cada parcela foram classificados (tubérculos comerciais: ≥ 45 mm de diâmetro transversal; não comerciais: < 45 mm) e avaliados quanto: massa total de tubérculos (MTT), em kg parcela⁻¹; massa de tubérculos comerciais (MTC), em kg parcela⁻¹; massa média de tubérculos (MMT), em g tubérculo⁻¹ (obtida da divisão da massa total de tubérculos pelo número total de tubérculos); e percentual da massa de tubérculos comerciais (PMC), em % (obtida da divisão da massa de tubérculos comerciais pela massa total de tubérculos, multiplicada por 100).

A incidência dos seguintes defeitos fisiológicos externos: crescimento secundário (CRE), esverdeamento (ESV), rachadura (RAC) e brotação (BRO) (Figura 1A, 1B, 1C e 1D, respectivamente) foram contabilizados em cada parcela, e os resultados expressos em %.

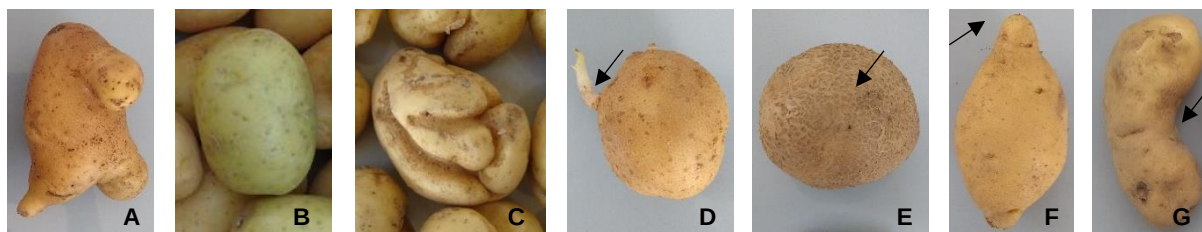


Figura 1 – Caracteres de defeitos fisiológicos externos e aparência externa de tubérculos de batata. A: crescimento secundário; B: esverdeamento; C: rachadura; D: brotação; E: textura da película (áspera); F: apontamento (acentuado); G: curvatura (acentuada). Embrapa, Pelotas, 2019.

Para determinar o conteúdo de massa seca (MS), foram utilizados três tubérculos íntegros e sadios de cada parcela, dos quais uma amostra homogênea de 30g foi cortada em cubos e seca em estufa a 70°C, até massa constante (AOAC, 1995), e o resultado expresso em %.

O teor de açúcares redutores foi quantificado com base na glicose (GLIC), utilizando uma amostra de cinco tubérculos íntegros, sadios e homogêneos de cada parcela, dos quais uma amostra homogênea de 200g foi cortada em cubos e triturada em 275ml de solução tampão fosfato de sódio (0,05M, pH 7,20) (WANG et al., 2016a), em seguida o teor de glicose foi mensurado em analisador bioquímico YSI Modelo 2700 SELECT® (Yellow Springs, OH, EUA), de acordo com recomendação do fabricante (YSI, 2009). O resultado foi expresso em mg g⁻¹ de massa fresca (MF).

Para avaliar os caracteres de aparência externa de tubérculos foi utilizado uma escala de notas de nove pontos (SILVA et al., 2014) para: textura da película (TEX) (1- reticulada, 9- lisa) (Figura 1E); uniformidade de formato de tubérculo (UFO) (1- desuniforme, 9- uniforme), uniformidade de tamanho de tubérculo (UTA) (1- desuniforme, 9- uniforme); apontamento de tubérculo (1- apontamento acentuado, 9- ausência de apontamento) (Figura 1F); curvatura de tubérculo (CUR) (1- curvatura acentuada, 9- ausência de curvatura) (Figura 1G); e aparência geral de tubérculo (APA) (1- péssima, 9- ótima). Enquanto o formato de tubérculo (FOR) foi calculado a partir da razão entre comprimento (c) e largura (l) de uma amostra homogênea de dez tubérculos de cada parcela (formato redondo: <110; ovalado curto: 110-150; ovalado longo: 151-170; e alongado: >170) através fórmula: $c \div l \times 100$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de *deviance*, a 5% de probabilidade, pelo teste do qui-quadrado (X²). Com intuito de verificar as pressuposições, realizou-se o teste de normalidade e homogeneidade das variâncias residuais. Posteriormente, efetuaram-se as estimativas dos componentes de variância

e parâmetros genéticos (REML - máxima verossimilhança restrita) através do método MHPRVG (média harmônica da performance relativa dos valores genéticos), seguiu-se o modelo estatístico: $y = Xr + Zg + Wi + e$, onde: y é o vetor de dados, r são os efeitos das repetições (fixos), g são os efeitos genotípicos (aleatórios), i são os efeitos da interação genótipo-ambiente (aleatórios), e : são os resíduos (aleatórios). Estimou-se, a variância genotípica (σ^2_G), variância da interação genótipo-ambiente (σ^2_{INT}), variância residual (σ^2_E), variância fenotípica (σ^2_F), herdabilidade da média do genótipo ($\hat{H}^2_{mg}$), acurácia para a seleção dos genótipos ($\hat{r}_{g\hat{g}}$), coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo-ambiente (C^2_{INT}), correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes ($\hat{r}_{g_{loc}}$), coeficiente de variação genotípico (CV_g), coeficiente de variação residual (CV_e) e a média geral.

Procederam-se as estimativas do BLUP (melhor predição linear não viesada) para obter os componentes das médias e selecionar as melhores famílias, bem como estimar o valor genético (g), valor genotípico predito ($u + g$), valor genotípico predito médio ($u + g + gem$), ganho com a seleção (Ganho) e a nova média com a seleção (N Média). As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico Selegen (RESENDE, 2007).

2.3. Resultados e Discussão

A análise de *deviance* evidenciou diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para os caracteres MTT, MTC, MMT, PMC, MS, GLIC, ESV, RAC, CRE, BRO, FOR, TEX, UFO, UTA, CUR e APA (Tabela 2). Estes resultados indicam que os componentes de variância e os parâmetros genéticos (REML) estimados para as 20 famílias de batata cultivadas nas safras de primavera de 2017 e de verão de 2017/2018, no município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 2), são consistentes e confiáveis.

Com base nos dados meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado (EMBRAPA, 2019), a temperatura máxima média para o cultivo de primavera foi de 24,2°C; e para o cultivo de verão foi de 27,9°C, a qual é superior a faixa ideal para o crescimento da parte aérea da planta (20,0 a 25,0°C). Quanto à temperatura média do solo, nos dois períodos de cultivo, primavera (21,9°C) e verão (25,7°C), a temperatura foi superior a ideal para a formação de tubérculos (15,0 a 20,0°C) (BIRCH et al., 2012; RYKACZEWSKA, 2013) (Apêndice A). Sendo

que, o estresse por calor, além de reduzir a produtividade da cultura e elevar a ocorrência de desordens fisiológicas (LEVY et al., 1991), atua reduzindo o conteúdo de massa seca dos tubérculos (MENEZES et al., 2001) e alterando o desempenho dos tubérculos durante o armazenamento, os quais apresentam brotação antecipada, aumento nos teores de sacarose e açúcares redutores, e alteração na resistência ao adoçamento induzido pelo frio (ZOMMICK, et al., 2014). Desse modo, as informações contidas no presente estudo, atendem a demanda por estimativas de parâmetros genéticos em condição de estresse por calor, a qual é comumente encontrada em regiões de cultivo de batata no Brasil.

Com relação aos componentes de variância, a magnitude fenotípica está relacionada aos efeitos do ambiente, à variação genética e à interação dos genótipos com o ambiente (CARVALHO, 2018), logo, ao estabelecer uma relação entre a variância fenotípica individual (σ^2_F) e a variância genotípica (σ^2_G), é possível evidenciar que os caracteres avaliados foram determinados desde 1,7% até 49,8% devido ao efeito genotípico. As maiores influências genotípicas foram observadas para TEX (49,8%), APA (47,6%), GLIC (47,2%), FOR (44,4%), MS (34,7%), PMC (34,7%), UTA (33,3%), CRE (33,0%), UFO (29,3%), CUR (23,0%), MMT (21,7%). Ao passo que os caracteres ESV, RAC, BRO, MTC e MTT apresentaram maiores influências do ambiente em suas proporções fenotípicas.

As maiores contribuições relativas da variação genotípica (σ^2_G) à variância da interação genótipos x ambientes (σ^2_{INT}) foram verificadas para CRE (98,0%), CUR (97,9%), TEX (90,7%), GLIC (88,5%), MS (82,7%), FOR (76,0%), PMC (75,3%), MMT (70,3%), APA (65,9%), UTA (61,9%) e UFO (56,7%), no entanto, a variância fenotípica individual (σ^2_F) contribuiu de forma superior nos caracteres ESV (95,0%), BRO (91,3%), MTC (65,2%), MTT (57,5%) e RAC (52,5%).

A herdabilidade expressa a fração da variância genética existente na variância fenotípica, e pode indicar confiabilidade e precisão experimental do valor fenotípico em prever o valor genético (FALCONER, 1981; RAMALHO et al., 2012). No caso da batata (reprodução assexuada), a herdabilidade no sentido amplo assume grande importância, pois permite explorar os efeitos aditivos, de dominância e epistáticos (SILVA et al., 2018).

A herdabilidade no sentido amplo da média do genótipo ($\hat{H}^2_{mg}$) é um parâmetro importante para a predição do sucesso do melhoramento na seleção de famílias, pois é estimada utilizando médias como unidade de avaliação/seleção, a fim de reduzir

erros experimentais a partir do incremento proporcional do número de repetições (MAIA et al., 2009), dessa forma é o quociente de interesse para predizer o sucesso do melhoramento. Neste estudo a $\hat{H}^2_{mg}$ foi considerada alta para TEX (0,86) e GLIC (0,84); moderada para CRE (0,79), FOR (0,78), MS (0,76), APA (0,75), PMC (0,74), CUR (0,70), UTA (0,68), UFO (0,63) e MMT (0,62); e baixas para MTT (0,46), RAC (0,43), MTC (0,37), ESV (0,06) e BRO (0,09).

Ao estimar a herdabilidade no sentido amplo para os efeitos genotípicos totais sem a interferência da interação genótipos-ambientes ($\hat{H}^2_g$), leva-se em consideração a dispersão fenotípica total, que assume importância no momento de explorar a variância fenotípica total. A $\hat{H}^2_g$ evidenciou magnitudes moderadas para TEX (0,50) e baixas para APA (0,48), GLIC (0,47), FOR (0,44), MS (0,35), PMC (0,35), CRE (0,33), UTA (0,33), UFO (0,29), CUR (0,23) e MMT (0,22).

Maiores acurácias evidenciam alta eficácia nas inferências dos valores genotípicos, nas estratégias de seleção e ganhos genéticos aos caracteres (COSTA et al., 2000), bem como indicam que a condução experimental foi adequada para caracterizar famílias superiores (RESENDE, 2002). Segundo Resende e Duarte (2007), a acurácia pode ser classificada em alta ($0,70 < \hat{r}g_{\hat{g}}$), moderada ($0,50 < \hat{r}g_{\hat{g}} < 0,65$) e baixa ($0,10 < \hat{r}g_{\hat{g}} < 0,40$). Visto isso, as altas acurácias obtidas para os caracteres PMC, MMT, CRE, GLIC, MS, FOR, TEX, UFO, UTA, CUR e APA, e moderadas para MTC, MTT e RAC, revelam boa qualidade experimental e, portanto, segurança na seleção de genótipos superiores quanto a esses caracteres. Porém, baixa acurácia foi verificada para ESV e BRO, e seus coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo-ambiente (C^2_{INT}), o qual permite quantificar o quanto da variação total do caráter é devido aos efeitos da interação (STURION; RESENDE, 2005), evidenciou que as particularidades meteorológicas dos cultivos avaliados influenciaram fortemente estes caracteres, 0,40 e 0,32, respectivamente.

A correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes ($\hat{r}g_{loc}$) permite revelar a natureza da interação genótipo-ambiente (RESENDE, 2007), e indicar a confiabilidade do ordenamento das famílias nos ambientes testados (CARVALHO et al., 2016). Elevada $\hat{r}g_{loc}$ ($\hat{r}g_{loc} \geq 0,50$) foi observada para os caracteres CUR (0,98), CRE (0,98), TEX (0,91), GLIC (0,88), MS (0,83), FOR (0,76), PMC (0,75), MMT (0,70), APA (0,66), UTA (0,62), UFO (0,57) a qual demonstra que a interação é do tipo simples, ou seja, não mudou substancialmente a classificação das famílias e a seleção pode ser realizada em um destes ambientes (PUPIN, et al. 2015). Sendo que, coeficientes

baixos ($\bar{r}_{gloc} < 0,50$) foram observados para RAC (0,48), MTT (0,42), MTC (0,35), BRO (0,09) e ESV (0,05), nestes casos há maior efeito da interação com natureza complexa, sendo, desse modo, maior a dificuldade de seleção de genótipos com estabilidade fenotípica (ROSADO et al., 2012).

Com relação aos coeficientes de variação, GLIC, FOR, TEX e APA apresentaram superioridade do coeficiente genotípico (CV_g) em relação ao residual (CV_e), refletindo em uma predominância de efeitos genéticos e demonstrando uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção (VENCOVSKY, 1987). Em seguida a estes caracteres, as maiores relações entre CV_g e CV_e foram obtidas para UTA (0,84), PMC (0,80), UFO (0,78), MS (0,77) e CRE (0,71), e as menores para MMT (0,56), CUR (0,55), MTT (0,50), RAC (0,42), MTC (0,41), BRO (0,26) e ESV (0,16).

Os caracteres MTT, MTC, RAC, ESV e BRO são de natureza complexa, controlados por grande número de genes, sendo assim, sujeitos a maior influência ambiental (SLATER et al., 2014; TAJNER-CZOPEK et al., 2008; NITITHAMYONG et al., 1999; GOPAL et al., 1994), isto foi verificado no presente estudo a partir da baixa herdabilidade estimada, bem como devido à baixa correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes.

Porém, no que diz respeito aos caracteres MS, GLIC, CRE, PMC, MMT e APA, os quais também são de natureza complexa (SLATER et al., 2014; DALE; MACKAY; 1994; MARIS et al., 1988), quando avaliados no presente estudo, apresentaram estimativa de herdabilidade moderada e alta, além disso, foram pouco influenciados pelo ambiente, visto a maior contribuição da variância genética na interação genótipo-ambiente de cultivo. Estes resultados corroboram com Borém (1998), para o autor as estimativas dos componentes de variância e da herdabilidade somente se aplicam à população que lhes deu origem e às condições ambientais que influenciaram a população, desse modo, a obtenção de parâmetros genéticos deve ser realizada em ambiente semelhante ao qual as estimativas serão aplicadas.

É importante ressaltar que, apesar de alta herdabilidade ter sido obtida para GLIC, quando os tubérculos são submetidos ao armazenamento à baixa temperatura, o acúmulo de açúcares redutores está sujeito à grande influência ambiental (STEVENSON et al., 1954; MELO, 1999; SUN et al., 2018), sendo que, nestes casos, a herdabilidade estimada tem sido de baixa magnitude (GRASSERT et al., 1984; PEREIRA et al., 1994; SALAMONI et al., 2000). Logo, baixos teores de glicose no

momento da colheita não irão, necessariamente, garantir sucesso com a seleção para resistência ao frio durante o armazenamento.

Com relação ao FOR, TEX, CUR, UFO e UTA, a moderada herdabilidade estimada e a alta contribuição da variância genética na interação do genótipo-ambiente de cultivo, aqui verificadas, eram previstas, pois, estes caracteres são controlados por poucos genes, desse modo, pouco influenciados pelo ambiente (DE JONG; BURNS, 1993; LOVE et al., 1997; SILVA, 2006; SILVA, 2008; CERIOLI, 2013; HULSCHER et al., 2013; SLATER et al., 2014; CIMA, 2018).

O conhecimento de valores genotípicos preditos e ganhos com a seleção de uma combinação híbrida pode ser útil para a previsão do resultado do cruzamento (BROWN; CALIGARI, 1989). O ganho com a seleção deve ser avaliado tanto utilizando a média dos cultivos, bem como para cada cultivo, a fim de verificar se maiores progressos genéticos são obtidos com a seleção de famílias para ambiente específico (LAMBERT et al., 2006; SIMON et al., 2009).

A interação genótipo-ambiente, que foi significativa para os caracteres avaliados, reforça a importância da observação das famílias mais estáveis frente às variações ambientais, e mais responsivas à melhoria nas condições ambientais (ROSADO et al., 2012). Nesse caso, há a possibilidade de realizar a estimação do valor genético (g), valor genotípico predito ($u + g$), valor genotípico predito médio ($u + g + gem$), do ganho com a seleção (Ganho) e a nova média com a seleção (N Média) para ambos ambientes avaliados, bem como em cada um dos ambientes, através do emprego de BLUP.

Na verificação do caráter massa total de tubérculos (Tabela 3), as famílias com maiores valores genéticos (g), os quais são livres da interação (BASTOS et al., 2007), foram 8 (BRSIPR Bel x IAC-Ibituaçu) e 36 (BRSIPR Bel x Cupido), contribuindo respectivamente com o aumento de 0,42 e 0,26kg por parcela na média geral. Os valores genotípicos preditos ($u + g$), ou seja, a média geral capitalizada pelos valores genéticos (SILVA et al., 2018), seriam de 2,32 e 2,16kg por parcela, respectivamente. Como a família 8 foi superior às demais, caso esta seja selecionada, contribuirá com um ganho na mesma proporção do seu valor genético, o equivalente a 0,42kg por parcela e a nova média geral seria mantida em seu máximo predito 2,32kg por parcela. Caso a família 36 seja incluída na seleção para este caráter, o ganho será de 0,36kg por parcela e a nova média estimada será de 2,27kg por parcela. Já as famílias 27

(F88-01-05 x Monalisa) e 35 (Caesar x C2514-05-06) tiveram os piores desempenhos para este caráter, apresentando os menores valores genéticos.

Considerando a interação média dos ambientes ($u + g + gem$), que equivale ao valor genotípico médio dos dois cultivos, pode-se verificar que as famílias 8 e 36 tiveram os maiores valores: 2,61 e 2,34kg por parcela (Tabela 3), respectivamente, apresentando além de elevado valor genético, bom desempenho frente às condições ambientais consideradas no cálculo da interação.

Na ocasião de selecionar famílias mais responsivas às condições de cultivo de primavera, as famílias 8 e 36 permanecem com os maiores valores genéticos (g) (Tabela 3). Porém em condições de cultivo de verão, a família 8 desce uma posição no ranque, e a família 34 (BRSIPR Bel x Voyager) apresenta o maior valor genético, sendo que essa menor confiabilidade no ordenamento das famílias testadas já era esperada para o caráter massa total de tubérculos, visto a baixa correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes (0,42) (Tabela 2). Vale ressaltar que a cultivar BRSIPR Bel apresentou o maior valor genético no cultivo de verão, bem como terceiro maior valor genético no cultivo de primavera, e segundo maior valor na interação média dos ambientes.

Portanto, para o caráter massa total de tubérculos, verifica-se que a família 8 se destacou em relação às demais, pois obteve bom desempenho tanto no cultivo de primavera quanto no verão.

Para o caráter massa de tubérculos comerciais (Tabela 4), considerando a interação média dos ambientes ($u + g + gem$), verifica-se que as famílias 36 e 8 tiveram os maiores valores: 1,12 e 1,04kg de tubérculos comerciais por parcela (Tabela 4). Porém o ordenamento das famílias superiores foi distinto em cada período de cultivo, o que está de acordo com a baixa correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes (0,35) (Tabela 2). Nas condições de cultivo de primavera, a família 36 foi superior, e caso seja selecionada, o ganho e a nova média geral serão 0,49 e 1,81kg de tubérculos comerciais por parcela, respectivamente. Porém, caso se busque por uma família mais responsiva às condições climáticas típicas ao cultivo de verão, a família 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97) obteve maior valor genético, contribuindo com o aumento de 0,13kg de tubérculos comerciais por parcela na média geral, com um valor genotípico predito de 0,53kg de tubérculos comerciais por parcela, e caso selecionada, o ganho e a nova média geral serão de 0,34 e 0,74kg de tubérculos comerciais por parcela. Sendo que, a cultivar BRSIPR Bel apresentou

maior valor na interação média dos ambientes, bem como maior valor genético no cultivo de verão, e segundo maior valor genético no cultivo de primavera.

Desse modo, para o caráter massa de tubérculos comerciais, apesar das famílias 36 e 8 serem as que apresentaram maior valor genotípico médio, verifica-se que a família 36 foi mais responsiva às condições de cultivo de primavera, e a família 12 ao cultivo de verão. A cultivar BRSIPR Bel se destacou, pois teve bom desempenho em ambos os cultivos.

Ao que se refere à massa média de tubérculos (Tabela 5), as duas famílias que obtiveram maior valor genotípico médio dos dois cultivos (u + g + gem), foram a 12 e a 36, com valores de 48,52 e 48,43g por tubérculo, respectivamente. Sendo que, nos cultivos de primavera e de verão a família 36 esteve entre as duas famílias com maiores valores genéticos (g), assim como, as cultivares Atlantic e BRSIPR Bel.

Quanto ao percentual de tubérculos comerciais (Tabela 6), ao considerar o valor genotípico médio dos dois cultivos (u + g + gem), verifica-se que a família 20 (Markies x C1883-22-97) teve o maior valor, de 45,40%. No cultivo de primavera e verão também foi verificado maior valor genético para a família 20, de 7,02 e 12,76%, respectivamente. Sendo que, as cultivares Atlantic e BRSIPR Bel tiveram os maiores valores genotípicos médios dos dois cultivos, bem como os maiores valores genéticos tanto na primavera, quanto no verão.

Os autores Pinto et al. (2010) e Silva et al. (2016) ao verificarem o potencial produtivo da cultivar Asterix em seis e dois ambientes, respectivamente, observaram desempenho inferior desta em relação a vários clones testados, tais resultados corroboram com os obtidos neste estudo (Tabelas 3, 4, 5 e 6), e, segundo Silva et al. (2014), isto ocorre, provavelmente, devido aos problemas de adaptação de cultivares estrangeiras às condições edafoclimáticas do Brasil. Da mesma forma, Pereira; Costa (1998), Peixoto et al. (2002) e Souza et al. (2007) verificaram grandes diferenças quanto ao desempenho dos genótipos avaliados em distintos ambientes, demonstrando, desse modo, que a interação genótipo-ambiente é importante na cultura da batata.

No que diz respeito ao conteúdo de massa seca (Tabela 7), para que o produto processado apresente boa textura, crocância e elevado rendimento industrial, o conteúdo deste caráter deve ser entre 20 e 24% (LOVE, 2000). Desta forma, as famílias 8 (BRSIPR Bel x IAC-Ibituaçu), 5 (C2519-12-06 x 118-1) e 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97) foram as que apresentaram os maiores valores genéticos (g),

contribuindo respectivamente com o aumento de 2,11, 1,02 e 0,97% na média geral. Caso a família 8 seja selecionada, contribuirá com um ganho de 2,11%, e a nova média geral será de 22,34%, já a família 5 contribuirá com um ganho de 1,53%, com uma nova média de 21,76%, enquanto, caso a família 12 seja selecionada, o ganho será de 1,39% e a nova média de 21,62%.

Além de elevado valor genotípico, as famílias 8, 5 e 12 apresentaram um bom desempenho frente às condições ambientais consideradas no cálculo da interação, visto que, apresentaram os maiores valores da interação média dos ambientes ($u + g + gem$) de 22,56, 21,36 e 21,31%, respectivamente (Tabela 7).

Nas condições de cultivo de primavera, as famílias 8, 5 e 12 permaneceram com os maiores valores genéticos: 2,60, 1,26 e 0,92%, respectivamente. Porém em condições de cultivo de verão, a família 5 desceu uma posição no ranque, 0,99%, enquanto as famílias 8 e 12 continuaram com os maiores valores genéticos: 2,06% e 1,23%, respectivamente (Tabela 7). Vale ressaltar que a cultivar Epagri 361-Catucha apresentou o segundo maior valor genético no cultivo de primavera e no cultivo de verão, bem como o segundo maior valor na interação média dos ambientes.

Portanto, para o caráter conteúdo de massa seca, verifica-se que as famílias 8 e 12 se destacaram em relação às demais, pois obtiveram bom desempenho tanto no cultivo de primavera quanto no verão.

Com relação aos caracteres teor de glicose, esverdeamento, rachadura, crescimento secundário e brotação, as famílias ranqueadas como superiores são aquelas que apresentam menores valores genéticos. Visto que, para obter cor clara de fritura e evitar a formação de acrilamida, baixo teor de glicose é requerido (STARK et al., 2003; MARQUEZ; AÑON, 1986). Sendo que, para melhor aproveitamento industrial dos tubérculos é desejável baixos percentuais de rachadura, crescimento secundário, esverdeamento e brotação. Além disso, em tubérculos verdes, juntamente com a clorofila são sintetizados glicoalcalóides (GRUNENFELDER et al., 2006), os quais são tóxicos ao sistema nervoso central e ao sistema gastrointestinal (MENSINGA et al., 2005; ULUWADUGE, 2018).

Sendo assim, com relação ao caráter teor de glicose (Tabela 8), ao considerar a interação média dos ambientes ($u + g + gem$), as famílias 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) e 20 (Markies x C1883-22-97) apresentam os menores valores: 0,11mg g⁻¹ de MF. No cultivo de primavera, estas mesmas famílias tiveram os menores valores genéticos (g), enquanto no cultivo de verão a família 11 desceu duas posições no ranque.

A cultivar BRSIPR Bel teve valores de glicose muito próximos de zero, para ambos os períodos de cultivo, tanto que os cálculos para valores genotípicos não foram realizados, o que era previsto, já que esta cultivar é adequada para fritura (PEREIRA et al. 2015). A cultivar BRS Eliza apresentou o maior valor genotípico no cultivo de primavera e no cultivo de verão, e a cultivar Baronesa teve o terceiro maior valor genotípico no verão, o que também era esperado, pois, o teor de açúcares redutores destas cultivares é alto e médio-alto, respectivamente (PEREIRA; CAMPOS, 1999).

Com base nestes resultados, verifica-se que o ambiente de cultivo influenciou no comportamento das famílias para o caráter glicose, e, considerando ambos os ambientes a família 20 teve o melhor desempenho.

Para o caráter esverdeamento (Tabela 9), as famílias que obtiveram menor valor genotípico médio dos dois cultivos (u + g + gem) foram a 20 (Markies x C1883-22-97) e a 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla), com valores de: 1,83 e 1,87%, respectivamente. Porém, foi observado comportamentos distintos das famílias quanto aos valores genéticos (g) nos diferentes ambientes avaliados, o que já era previsto devido à baixa correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes (0,05) (Tabela 2). No cultivo de primavera, a família com menor valor genético foi a 5 (C2519-12-06 x 118-1) (-1,91%), sendo que a família 35 (Caesar x C2514-05-06) não apresentou tubérculos verdes. Enquanto no cultivo de verão, a família 27 (F88-01-05 x Monalisa) obteve o menor valor genético (-0,60%) e as famílias 34 (BRSIPR Bel x Voyager) e 16 (Baronesa x Asterix) não apresentaram tubérculos verdes (Tabela 9).

Em relação ao desempenho das cultivares para esse caráter, um comportamento distinto entre os cultivos também foi observado para Atlantic, BRS Eliza e Epagri 361-Catucha, as quais, no cultivo de primavera obtiveram altos valores genéticos, porém no verão se quer apresentaram tubérculos verdes, no entanto, a cultivar BRSIPR Bel esteve no ranque dos quatro maiores valores genéticos nos dois cultivos (Tabela 9). Portanto, para o caráter esverdeamento de tubérculos o ambiente de cultivo deve ser considerado no momento de seleção das famílias.

No que tange o caráter rachadura de tubérculos (Tabela 10), as famílias com menores valores genotípicos médios (u + g + gem) foram a 26 (BRSIPR Bel x Monalisa) e a 37 (C1730-7-94 x Aracy) com 1,84 e 1,85%, respectivamente. Na ocasião do cultivo de primavera as famílias 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) (-1,57%) e 26 (BRSIPR Bel x Monalisa) (-1,45%) apresentaram os menores valores genéticos.

Porém, em condições de cultivo de verão, as famílias com valores genéticos (g) inferiores foram a 8 (BRSIPR Bel x IAC-Ibituaçu) (-0,93%) e a 37 (C1730-7-94 x Aracy) (-0,86%), sendo que, as famílias 5 (C2519-12-06 x 118-1), 26 (BRSIPR Bel x Monalisa), 27 (F88-01-05 x Monalisa) e 37 (C1730-7-94 x Aracy) não apresentaram rachadura de tubérculos neste período de cultivo. Está dificuldade de seleção de famílias com estabilidade fenotípica para este caráter já era esperada visto a baixa correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes (0,48) (Tabela 2).

Distinto comportamento entre os cultivos também foi verificado para a cultivar BRS Eliza, que, no cultivo de primavera apresentou o maior valor genético (3,42%), enquanto, no verão, a presença de tubérculos rachados não foi verificada (Tabela 10). Desse modo, o ambiente de cultivo deve ser considerado para a seleção de famílias quanto ao caráter rachadura de tubérculos.

Com relação ao crescimento secundário de tubérculos (Tabela 11), considerando a interação média dos ambientes ($u + g + gem$), pode-se verificar que as famílias 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97) e 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) tiveram os menores valores, de -4,22 e -3,90%, respectivamente. Estas mesmas famílias apresentaram os menores valores genéticos no cultivo de primavera e verão. Portanto, as famílias 11 e 12 podem ser consideradas em uma seleção para o caráter crescimento secundário de tubérculos.

Quanto ao caráter brotação de tubérculos (Tabela 12), verificou-se que na ocasião de cultivo de primavera as famílias 2 (BRS Ana x C1890-1-97), 8 (BRSIPR Bel x IAC-Ibituaçu), 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla), 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97), 13 (BRSIPR Bel x Amorosa), 18 (BRSIPR Bel x Asterix), 20 (Markies x C1883-22-97), 21 (BRSIPR Bel x Markies) e 25 (118.1 x CL07-05) não apresentaram brotação. Sendo que, a maioria destas famílias apresentaram os menores valores genéticos no cultivo de verão, como no caso das famílias 8 (-6,05%), 11 (-4,94%) e 37 (-4,79%). Do mesmo modo, as cultivares que não apresentaram brotação no cultivo de primavera, obtiveram os menores valores genéticos no cultivo de verão. Enquanto a cultivar Atlantic teve comportamento similar em ambas as safras.

Para os caracteres componentes da aparência externa de tubérculos (Tabelas 13, 14, 15, 16, 17 e 18) pode-se dizer que os ambientes de cultivo não interferiram no ranqueamento das famílias, pois, a família superior na primavera permaneceu como superior no verão, exceto para o caráter uniformidade de formato.

No que tange o caráter formato de tubérculos (Tabela 13), considerando um ideótipo voltado à produção de palitos, o formato deve ser ovalado-longo a alongado (ALMEIDA, 2005), desse modo, índices superiores à 151 são preferíveis. Sendo assim, ao considerar a interação média dos ambientes ($u + g + gem$), que equivale ao valor genotípico médio dos dois cultivos, a família 27 (F88-01-05 x Monalisa) teve o maior valor: 153,76, e, caso seja selecionada o ganho será de 14,34 e a nova média de 151,50. Esta mesma família obteve maior valor genético (g) nos cultivos de primavera (20,03) e verão (13,16). Portanto, para o caráter formato de tubérculos, a família 27 apresentou maior adaptabilidade entre as demais famílias testadas nestes cultivos.

Para a seleção de famílias quanto ao caráter textura da película (Tabela 14), menores valores representam textura mais áspera, o que irá promover maior resistência à danos mecânicos (SABBA; LULAI, 2002). Desse modo, como a família 19 obteve menor valor genotípico médio (3,60), caso fosse selecionada o ganho com a seleção seria de 0,07, e a nova média seria de 4,26. Esta família apresentou-se superior em ambos os ambientes de cultivo testados, e pode ser considerada em uma seleção visando resistência a danos mecânicos.

Com relação ao caráter curvatura de tubérculos (Tabela 17), quanto menor a curvatura, maior será o rendimento industrial do tubérculo. Vale lembrar que nota 1 se refere a curvatura acentuada e nota 9 à ausência de curvatura, logo, maiores valores são preferíveis. Sendo assim, a família 19 (C1750-15-95 x Asterix) obteve o maior valor genotípico médio: 6,17, bem como os maiores valores genéticos tanto no cultivo de primavera (0,19), bem como no verão (0,20), e poderia ser considerada em uma seleção para baixa curvatura de tubérculos.

A uniformidade de formato de tubérculos (Tabela 15) foi superior para a família 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) ao verificar o efeito genotípico médio ($u + g + gem$): 6,30. Sendo que, no cultivo de primavera, esta família teve o maior efeito genético: 0,28. Porém, no verão desceu duas posições no ranque (0,53) e as famílias 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97) e 37 (C1730-7-94 x Aracy) obtiveram os maiores valores genéticos: 0,69 e 0,65, respectivamente, demonstrando que o ambiente de cultivo afeta o comportamento destas famílias quanto ao caráter uniformidade de formato de tubérculos.

A família 11 também apresentou maior efeito genotípico médio para o caráter uniformidade de tamanho (Tabela 16) (6,31) e maior efeito genético tanto no cultivo

de primavera (0,56), quanto no verão (0,80). Esta mesma família, obteve maior valor genotípico médio em relação ao caráter aparência geral de tubérculos (Tabela 18) (5,20) bem como maior valor genético em ambos os ambientes de cultivo. Sendo assim, para os caracteres uniformidade de tamanho e aparência geral de tubérculos a família 11 se destacou das demais famílias.

2.4. Conclusões

A partir do estudo de uma população híbrida de batata com características complementares para processamento e geneticamente distantes, conduzidas em dois ambientes distintos de cultivo, foi possível concluir que:

- Textura de película e teor de glicose apresentaram estimativas elevadas de herdabilidade no sentido amplo.

- Percentual da massa de tubérculos comerciais, massa média de tubérculos, conteúdo de massa seca, crescimento secundário, formato, curvatura, uniformidade de formato, uniformidade de tamanho e aparência geral de tubérculos apresentaram estimativas moderadas de herdabilidade no sentido amplo.

- Massa total de tubérculos, massa de tubérculos comerciais, rachadura, esverdeamento e brotação de tubérculos apresentam estimativas baixas de herdabilidade no sentido amplo.

- Teor de glicose, formato, textura e aparência geral de tubérculos podem ser submetidos a maior pressão de seleção.

- Os maiores ganhos com a seleção são obtidos com as famílias 8 (BRSIPR Bel x IAC-Ibituaçu) para massa total de tubérculos, conteúdo de massa seca e brotação; 20 (Markies x C1883-22-97) para percentual de tubérculos comerciais e teor de glicose; 36 (BRSIPR Bel x Cupido) para massa média de tubérculos; 27 (F88-01-05 x Monalisa) para formato de tubérculos; 19 (C1750-15-95 x Asterix) para curvatura de tubérculo e textura de película; 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) para crescimento secundário, uniformidade de formato, uniformidade de tamanho e aparência geral de tubérculos; e 11 (BRSIPR Bel x Ludmilla) e 12 (BRSIPR Bel x C1883-22-97) para crescimento secundário de tubérculos.

Tabela 2 – Estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos (REML) para 20 famílias de batata complementares para caracteres de qualidade industrial e geneticamente distantes, avaliadas na terceira geração clonal, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/18, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Componentes de variância REML ¹	Caracteres ²							
	MTT	MTC	MMT	PMC	MS	GLIC	ESV	RAC
<i>Deviance</i>	34,66	23,71	23,49	58,12	49,72	53,56	14,57	8,86
σ^2_G	0,06	0,03	26,22	87,94	1,41	0,01	0,10	1,05
σ^2_{INT}	0,09	0,05	11,07	28,81	0,29	0,00	1,86	1,16
σ^2_E	0,25	0,16	83,37	136,42	2,35	0,01	3,89	6,06
σ^2_F	0,41	0,23	120,66	253,17	4,05	0,03	5,85	8,27
$\hat{H}^2_g$	0,16	0,11	0,22	0,35	0,35	0,47	0,02	0,13
$\hat{H}^2_{mg}$	0,46	0,37	0,62	0,74	0,76	0,84	0,06	0,43
$\hat{r}g\hat{g}$	0,68	0,61	0,79	0,86	0,87	0,92	0,24	0,65
C^2_{INT}	0,22	0,21	0,09	0,11	0,07	0,06	0,32	0,14
$\hat{r}g_{loc}$	0,42	0,35	0,70	0,75	0,83	0,88	0,05	0,48
$CVg_{(%)}$	13,33	18,67	11,61	26,41	5,86	51,97	11,72	35,22
$CVe_{(%)}$	26,44	45,94	20,71	32,89	7,57	51,70	74,13	84,51
<i>Média geral</i>	1,91	0,86	44,09	35,51	20,23	0,21	2,66	2,91
	CRE	BRO	FOR	TEX	UFO	UTA	CUR	APA
<i>Deviance</i>	14,13	19,32	93,07	90,43	66,5	69,48	21,62	134,93
σ^2_G	7,22	1,88	99,33	0,31	0,29	0,28	0,14	0,88
σ^2_{INT}	0,15	19,63	31,30	0,03	0,22	0,17	0,00	0,46
σ^2_E	14,49	27,91	93,17	0,28	0,47	0,39	0,47	0,52
σ^2_F	21,85	49,42	223,80	0,62	0,98	0,85	0,61	1,86
$\hat{H}^2_g$	0,33	0,04	0,44	0,50	0,29	0,33	0,23	0,48
$\hat{H}^2_{mg}$	0,79	0,09	0,78	0,86	0,63	0,68	0,70	0,75
$\hat{r}g\hat{g}$	0,89	0,30	0,89	0,93	0,79	0,82	0,84	0,87
C^2_{INT}	0,01	0,40	0,14	0,05	0,22	0,20	0,00	0,25
$\hat{r}g_{loc}$	0,98	0,09	0,76	0,91	0,57	0,62	0,98	0,66
$CVg_{(%)}$	54,46	20,13	7,27	13,29	9,10	9,46	6,29	22,82
$CVe_{(%)}$	77,14	77,63	7,04	12,66	11,68	11,16	11,45	17,45
<i>Média geral</i>	4,93	6,81	137,16	4,19	5,89	5,63	5,98	4,12

¹ σ^2_G : variância genotípica; σ^2_{INT} : variância da interação genótipo-ambiente; σ^2_E : variância residual; σ^2_F : variância fenotípica individual; $\hat{H}^2_{mg}$: herdabilidade da média do genótipo; $\hat{r}g\hat{g}$: acurácia para a seleção de genótipos; C^2_{INT} : coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo-ambiente; $\hat{r}g_{loc}$: correlação genotípica entre o desempenho dos ambientes; $CVg_{(%)}$: coeficiente de variação genotípico; $CVe_{(%)}$: coeficiente de variação residual; *Média geral*: média geral do experimento. ² MTT: massa total de tubérculos (kg parcela⁻¹); MTC: massa de tubérculos comerciais (kg parcela⁻¹); MMT: massa média de tubérculos (g tubérculo⁻¹); PMC: percentual da massa de tubérculos comerciais (%); MS: conteúdo de massa seca (%); GLIC: teor de glicose (mg g⁻¹ de MF); ESV: esverdeamento de tubérculo (%); RAC: rachadura de tubérculo (%); CRE: crescimento secundário de tubérculo (%); BRO: brotação de tubérculo (%); FOR: formato de tubérculo (índice C/L); TEX: textura da película (1- reticulada, 9- lisa); UFO: uniformidade de formato de tubérculo (1- desuniforme, 9- uniforme); UTA: uniformidade de tamanho de tubérculo (1- desuniforme, 9- uniforme); CUR: curvatura de tubérculo (1- curvatura acentuada, 9- ausência de curvatura); APA: aparência geral de tubérculo (1- péssima, 9- ótima).

Tabela 3 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter massa total de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
8	0,42	2,32	2,61	0,42	2,32	0,93	3,75	0,93	3,75	0,47	1,46	0,65	1,64
36	0,26	2,16	2,34	0,36	2,27	0,70	3,53	0,81	3,64	0,16	1,15	0,47	1,46
34	0,22	2,12	2,27	0,32	2,23	0,15	2,97	0,39	3,22	0,58	1,56	0,74	1,73
12	0,14	2,05	2,14	0,29	2,19	0,16	2,99	0,47	3,30	0,31	1,30	0,53	1,52
26	0,05	1,96	1,99	0,23	2,14	0,15	2,98	0,43	3,25	0,01	1,00	0,31	1,30
7	0,05	1,96	1,99	0,21	2,11	0,32	3,15	0,59	3,42	-0,16	0,83	0,15	1,14
37	0,03	1,94	1,96	0,19	2,09	0,14	2,97	0,36	3,19	-0,04	0,95	0,26	1,25
11	0,01	1,92	1,93	0,17	2,08	-0,10	2,73	0,25	3,08	0,14	1,13	0,42	1,41
21	-0,03	1,88	1,86	0,14	2,05	-0,10	2,73	0,23	3,05	0,01	1,00	0,29	1,27
20	-0,07	1,84	1,80	0,10	2,01	-0,17	2,65	0,13	2,95	-0,05	0,94	0,24	1,22
19	-0,08	1,83	1,78	0,08	1,99	-0,18	2,65	0,11	2,94	-0,08	0,90	0,21	1,20
13	-0,08	1,82	1,77	0,07	1,98	-0,11	2,72	0,20	3,03	-0,17	0,81	0,13	1,12
2	-0,10	1,81	1,74	0,06	1,97	-0,20	2,62	0,10	2,92	-0,14	0,85	0,17	1,16
18	-0,12	1,79	1,71	0,05	1,96	-0,30	2,53	0,08	2,90	-0,10	0,89	0,19	1,18
25	-0,12	1,78	1,70	0,05	1,95	-0,17	2,66	0,16	2,99	-0,25	0,74	0,08	1,07
5	-0,15	1,75	1,65	0,04	1,94	-0,17	2,66	0,18	3,01	-0,35	0,64	0,03	1,02
16	-0,16	1,75	1,64	0,03	1,94	-0,17	2,66	0,14	2,97	-0,36	0,62	0,02	1,01
17	-0,20	1,71	1,57	0,02	1,93	-0,39	2,44	0,04	2,87	-0,28	0,71	0,07	1,05
35	-0,22	1,69	1,54	0,01	1,92	-0,43	2,40	0,02	2,85	-0,31	0,68	0,05	1,04
27	-0,22	1,69	1,53	0,00	1,91	-0,51	2,31	0,00	2,83	-0,23	0,76	0,10	1,09
Bel ¹	0,40	2,31	2,58	0,41	2,32	0,43	3,25	0,69	3,51	0,91	1,90	0,91	1,90
Catucha ²	0,13	2,04	2,12	0,26	2,17	0,05	2,88	0,31	3,14	0,38	1,37	0,59	1,57
Asterix	0,01	1,92	1,92	0,16	2,06	-0,04	2,79	0,28	3,11	0,07	1,06	0,35	1,34
Eliza ³	-0,03	1,88	1,85	0,13	2,03	0,07	2,90	0,34	3,16	-0,18	0,81	0,12	1,11
Baronesa	-0,04	1,86	1,83	0,11	2,02	0,30	3,13	0,54	3,36	-0,45	0,54	0,00	0,99
Atlantic	-0,08	1,83	1,78	0,09	2,00	-0,37	2,46	0,06	2,88	0,11	1,10	0,38	1,37

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 4 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter massa de tubérculos comerciais, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
36	0,14	0,99	1,12	0,17	1,03	0,49	1,81	0,49	1,81	0,04	0,43	0,22	0,61
8	0,09	0,95	1,04	0,15	1,01	0,33	1,65	0,40	1,72	0,03	0,43	0,19	0,59
7	0,08	0,94	1,02	0,14	1,00	0,36	1,68	0,42	1,74	-0,03	0,36	0,12	0,52
34	0,07	0,92	0,99	0,12	0,98	0,20	1,52	0,33	1,65	0,06	0,46	0,29	0,68
12	0,05	0,91	0,95	0,10	0,96	0,05	1,37	0,23	1,55	0,13	0,53	0,34	0,74
20	0,03	0,88	0,91	0,10	0,95	0,07	1,39	0,30	1,62	0,03	0,42	0,18	0,57
21	0,02	0,88	0,90	0,09	0,95	0,07	1,39	0,27	1,59	0,01	0,41	0,15	0,54
13	0,00	0,85	0,85	0,08	0,93	0,06	1,38	0,25	1,57	-0,07	0,33	0,10	0,49
37	-0,03	0,83	0,81	0,07	0,93	-0,01	1,31	0,20	1,52	-0,09	0,30	0,09	0,48
26	-0,03	0,83	0,81	0,06	0,92	-0,01	1,31	0,18	1,50	-0,09	0,30	0,08	0,47
11	-0,03	0,83	0,80	0,06	0,92	-0,18	1,14	0,07	1,39	0,06	0,45	0,25	0,64
2	-0,06	0,79	0,74	0,05	0,90	-0,14	1,18	0,15	1,47	-0,11	0,29	0,05	0,44
16	-0,08	0,78	0,71	0,04	0,90	-0,17	1,15	0,08	1,40	-0,13	0,27	0,04	0,44
5	-0,08	0,78	0,71	0,03	0,89	-0,14	1,18	0,13	1,45	-0,16	0,24	0,03	0,43
35	-0,08	0,78	0,70	0,03	0,89	-0,21	1,11	0,06	1,38	-0,09	0,30	0,07	0,46
25	-0,08	0,78	0,70	0,02	0,88	-0,16	1,16	0,11	1,43	-0,16	0,24	0,02	0,42
17	-0,10	0,76	0,67	0,02	0,88	-0,27	1,04	0,04	1,36	-0,10	0,30	0,06	0,45
19	-0,12	0,74	0,63	0,01	0,87	-0,30	1,02	0,03	1,35	-0,16	0,23	0,02	0,41
18	-0,13	0,72	0,60	0,01	0,86	-0,35	0,97	0,02	1,33	-0,17	0,23	0,01	0,40
27	-0,16	0,70	0,56	0,00	0,86	-0,38	0,93	0,00	1,32	-0,22	0,18	0,00	0,40
Bel ¹	0,24	1,10	1,33	0,24	1,10	0,42	1,74	0,45	1,77	0,53	0,92	0,53	0,92
Atlantic	0,14	1,00	1,13	0,19	1,05	0,01	1,33	0,22	1,54	0,52	0,92	0,52	0,92
Baronesa	0,08	0,93	1,00	0,13	0,99	0,27	1,59	0,37	1,69	0,02	0,41	0,16	0,56
Eliza ³	0,06	0,92	0,97	0,11	0,97	0,26	1,58	0,36	1,68	-0,04	0,36	0,11	0,51
Catucha ²	0,02	0,88	0,90	0,08	0,94	-0,11	1,21	0,16	1,48	0,19	0,59	0,41	0,81
Asterix	-0,04	0,81	0,77	0,05	0,91	-0,17	1,15	0,10	1,42	0,00	0,39	0,13	0,53

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 5 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter massa média de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
12	3,66	47,75	48,52	6,56	50,65	3,14	61,00	5,83	63,69	5,72	36,04	9,67	39,99
36	3,58	47,67	48,43	5,96	50,05	3,45	61,32	6,37	64,23	5,22	35,54	8,78	39,10
13	2,55	46,64	47,17	5,40	49,48	3,77	61,63	7,10	64,96	2,41	32,72	6,77	37,08
11	2,17	46,26	46,71	4,93	49,02	0,95	58,81	4,16	62,02	4,30	34,61	8,04	38,35
20	1,74	45,83	46,20	4,53	48,62	0,71	58,57	3,60	61,46	3,51	33,82	7,39	37,70
21	1,55	45,64	45,97	4,20	48,29	2,10	59,96	4,94	62,80	1,66	31,97	6,20	36,51
8	0,41	44,50	44,59	3,61	47,70	1,16	59,02	4,52	62,38	-0,16	30,15	5,15	35,47
26	0,12	44,21	44,24	3,08	47,17	0,92	58,78	3,86	61,73	-0,62	29,70	4,67	34,99
2	-0,43	43,66	43,57	2,83	46,92	0,14	58,00	3,14	61,00	-1,18	29,14	4,22	34,54
35	-0,70	43,39	43,24	2,59	46,68	-0,15	57,71	2,92	60,78	-1,55	28,77	3,47	33,78
34	-1,39	42,70	42,40	2,35	46,43	0,54	58,40	3,37	61,23	-3,91	26,41	1,91	32,22
25	-1,63	42,46	42,11	2,11	46,20	-2,62	55,24	1,99	59,85	-1,33	28,98	3,83	34,14
17	-1,90	42,18	41,78	1,89	45,98	-2,22	55,64	2,25	60,11	-2,39	27,92	2,82	33,13
7	-2,10	41,99	41,55	1,68	45,77	-0,47	57,39	2,70	60,57	-4,61	25,70	1,34	31,65
37	-2,64	41,45	40,89	1,46	45,55	-3,87	53,99	1,70	59,56	-2,53	27,79	2,52	32,83
27	-3,36	40,72	40,01	1,23	45,32	-4,87	52,99	1,12	58,98	-3,28	27,04	2,21	32,53
18	-3,61	40,47	39,71	1,01	45,10	-4,56	53,30	1,40	59,26	-4,20	26,12	1,62	31,93
19	-4,91	39,18	38,14	0,75	44,84	-5,75	52,11	0,55	58,41	-6,14	24,17	1,01	31,32
5	-5,19	38,90	37,80	0,51	44,59	-5,59	52,27	0,83	58,69	-6,99	23,33	0,68	30,99
16	-6,14	37,95	36,65	0,00	44,09	-6,01	51,85	0,29	58,15	-8,86	21,45	0,00	30,31
Atlantic	10,27	54,35	56,52	10,27	54,35	11,08	68,94	11,08	68,94	13,79	44,10	13,79	44,10
Bel ¹	8,24	52,33	54,07	9,25	53,34	8,24	66,10	9,66	67,52	11,73	42,04	12,76	43,07
Catucha ²	4,07	48,16	49,02	7,53	51,61	2,40	60,26	5,34	63,20	7,46	37,77	10,99	41,31
Baronesa	1,47	45,56	45,87	3,93	48,02	5,29	63,15	8,20	66,06	-1,72	28,59	3,14	33,46
Eliza ³	0,20	44,29	44,33	3,33	47,41	-0,56	57,30	2,51	60,37	1,05	31,36	5,68	36,00
Asterix	-6,03	38,06	36,78	0,25	44,33	-7,23	50,63	0,00	57,86	-7,38	22,94	0,35	30,67

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 6 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter percentual da massa de tubérculos comerciais, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
20	8,50	44,01	45,40	16,12	51,63	7,02	50,90	13,88	57,77	12,76	39,90	22,12	49,26
12	4,68	40,19	40,96	10,57	46,09	3,71	47,59	9,24	53,12	7,17	34,32	16,92	44,06
36	4,09	39,60	40,27	9,65	45,16	5,94	49,83	12,30	56,18	3,57	30,71	11,94	39,08
21	2,08	37,59	37,93	8,70	44,21	3,85	47,73	10,03	53,91	0,99	28,14	10,72	37,87
34	1,42	36,94	37,17	7,89	43,40	3,20	47,09	8,57	52,45	0,10	27,25	9,66	36,81
13	0,95	36,46	36,62	7,20	42,71	2,31	46,19	7,05	50,93	-0,10	27,04	8,78	35,92
11	0,08	35,60	35,61	6,01	41,53	-3,45	40,43	4,93	48,81	3,64	30,78	13,14	40,28
8	-0,46	35,05	34,98	5,52	41,03	2,46	46,34	7,48	51,36	-3,53	23,61	5,74	32,89
7	-0,75	34,77	34,64	5,07	40,58	4,86	48,74	11,06	54,94	-6,59	20,55	3,90	31,04
37	-1,31	34,21	33,99	4,64	40,16	-1,21	42,68	5,49	49,37	-1,84	25,30	7,89	35,03
2	-2,03	33,49	33,16	4,23	39,74	-1,13	42,76	5,97	49,85	-3,59	23,55	5,16	32,30
26	-4,87	30,64	29,84	3,30	38,81	-4,16	39,73	4,39	48,28	-7,18	19,96	2,82	29,96
35	-5,49	30,03	29,13	2,83	38,35	-6,17	37,71	3,32	47,21	-6,60	20,54	3,34	30,49
17	-5,58	29,93	29,02	2,41	37,93	-7,15	36,73	2,80	46,68	-5,84	21,30	4,51	31,66
25	-6,52	28,99	27,93	1,99	37,50	-7,17	36,72	2,32	46,21	-8,01	19,14	2,30	29,45
5	-6,98	28,53	27,39	1,58	37,09	-7,41	36,48	1,88	45,77	-8,84	18,30	0,94	28,08
27	-7,87	27,64	26,35	1,17	36,68	-9,64	34,24	0,97	44,86	-8,68	18,46	1,37	28,51
18	-8,25	27,26	25,91	0,78	36,29	-10,92	32,96	0,50	44,38	-8,28	18,86	1,82	28,96
16	-8,37	27,14	25,77	0,41	35,92	-8,40	35,49	1,44	45,32	-11,08	16,06	0,46	27,60
19	-10,28	25,24	23,55	0,00	35,51	-12,44	31,44	0,00	43,88	-11,47	15,67	0,00	27,14
Atlantic	28,18	63,70	68,31	28,18	63,70	27,74	71,62	27,74	71,62	37,85	65,00	37,85	65,00
Bel ¹	11,67	47,19	49,10	19,93	55,44	11,43	55,31	19,58	63,47	15,74	42,88	26,80	53,94
Eliza ³	5,62	41,14	42,06	13,49	49,01	9,35	53,24	16,17	60,06	3,74	30,88	14,72	41,86
Catucha ²	4,78	40,29	41,07	11,75	47,26	0,07	43,95	6,51	50,40	11,05	38,20	19,35	46,49
Baronesa	0,11	35,62	35,64	6,55	42,07	2,71	46,59	7,98	51,87	-2,45	24,69	7,10	34,24
Asterix	-3,41	32,11	31,55	3,78	39,29	-5,40	38,48	3,85	47,73	-2,53	24,61	6,41	33,55

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 7 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter conteúdo de massa seca, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
8	2,11	22,34	22,56	2,11	22,34	2,60	23,93	2,60	23,93	2,06	21,19	2,06	21,19
5	1,02	21,25	21,36	1,53	21,76	1,26	22,59	1,86	23,19	0,99	20,13	1,38	20,52
12	0,97	21,21	21,31	1,39	21,62	0,92	22,25	1,62	22,95	1,23	20,37	1,60	20,74
11	0,73	20,97	21,04	1,20	21,43	0,70	22,03	1,28	22,61	0,92	20,05	1,31	20,44
36	0,69	20,92	20,99	1,13	21,36	0,91	22,24	1,48	22,81	0,61	19,75	1,05	20,19
35	0,56	20,79	20,85	1,01	21,24	0,54	21,87	1,08	22,41	0,68	19,82	1,16	20,30
19	0,55	20,78	20,84	0,96	21,19	0,44	21,77	1,02	22,35	0,77	19,90	1,23	20,37
26	0,28	20,51	20,54	0,90	21,13	0,23	21,56	0,91	22,24	0,39	19,53	0,99	20,13
37	0,23	20,46	20,49	0,84	21,08	0,20	21,53	0,86	22,19	0,31	19,45	0,94	20,07
20	0,21	20,45	20,47	0,79	21,03	0,55	21,88	1,14	22,47	-0,08	19,06	0,77	19,90
7	0,08	20,31	20,32	0,74	20,98	0,39	21,72	0,97	22,30	-0,21	18,93	0,71	19,84
2	0,01	20,24	20,25	0,69	20,93	-0,07	21,26	0,72	22,05	0,09	19,23	0,83	19,96
25	0,00	20,24	20,24	0,65	20,88	-0,22	21,11	0,66	21,99	0,23	19,36	0,88	20,02
18	-0,07	20,16	20,15	0,61	20,84	0,14	21,47	0,81	22,14	-0,30	18,83	0,65	19,78
21	-0,44	19,79	19,74	0,50	20,73	-0,60	20,73	0,60	21,93	-0,38	18,75	0,59	19,72
17	-0,80	19,44	19,35	0,44	20,67	-0,99	20,34	0,46	21,79	-0,77	18,37	0,52	19,65
27	-1,23	19,00	18,87	0,23	20,47	-1,69	19,64	0,27	21,60	-1,03	18,10	0,31	19,45
16	-1,45	18,78	18,63	0,16	20,40	-1,94	19,39	0,10	21,43	-1,27	17,86	0,24	19,38
13	-1,55	18,69	18,52	0,09	20,33	-1,82	19,51	0,19	21,52	-1,60	17,53	0,11	19,24
34	-2,37	17,87	17,62	0,00	20,23	-2,55	18,78	0,00	21,33	-2,67	16,46	0,00	19,14
Catucha ²	1,46	21,69	21,85	1,78	22,02	1,71	23,04	2,15	23,48	1,52	20,66	1,79	20,93
Atlantic	0,91	21,14	21,24	1,29	21,53	0,89	22,22	1,38	22,71	1,12	20,25	1,48	20,62
Bel ¹	0,60	20,84	20,90	1,06	21,30	0,69	22,02	1,21	22,54	0,64	19,78	1,10	20,24
Baronesa	-0,39	19,84	19,80	0,55	20,79	0,07	21,40	0,77	22,09	-0,94	18,20	0,44	19,58
Eliza ³	-0,97	19,27	19,16	0,37	20,60	-0,80	20,53	0,53	21,86	-1,34	17,80	0,18	19,31
Asterix	-1,16	19,08	18,95	0,30	20,53	-1,57	19,76	0,36	21,69	-0,98	18,15	0,38	19,51

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 8 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter teor de glicose, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
20	-0,09	0,12	0,11	0,00	0,21	-0,10	0,11	0,00	0,21	-0,10	0,12	0,00	0,22
11	-0,09	0,12	0,11	0,00	0,21	-0,10	0,11	0,00	0,20	-0,09	0,12	0,01	0,23
12	-0,09	0,12	0,12	0,01	0,22	-0,10	0,11	0,01	0,21	-0,09	0,12	0,02	0,24
35	-0,09	0,12	0,12	0,01	0,22	-0,09	0,11	0,01	0,22	-0,10	0,12	0,00	0,22
8	-0,08	0,13	0,12	0,02	0,23	-0,08	0,12	0,02	0,22	-0,10	0,12	0,01	0,23
37	-0,07	0,14	0,13	0,02	0,23	-0,07	0,13	0,03	0,24	-0,08	0,14	0,02	0,24
18	-0,07	0,14	0,14	0,03	0,24	-0,08	0,12	0,02	0,23	-0,07	0,15	0,04	0,25
13	-0,06	0,15	0,15	0,03	0,24	-0,07	0,13	0,03	0,23	-0,05	0,16	0,05	0,27
19	-0,05	0,16	0,16	0,04	0,25	-0,03	0,17	0,07	0,27	-0,07	0,14	0,03	0,25
5	-0,04	0,17	0,17	0,05	0,26	-0,04	0,16	0,05	0,25	-0,04	0,18	0,06	0,28
21	-0,04	0,17	0,17	0,06	0,27	-0,03	0,17	0,08	0,29	-0,05	0,17	0,05	0,27
2	-0,03	0,18	0,18	0,06	0,27	-0,05	0,16	0,05	0,25	-0,02	0,20	0,07	0,29
7	-0,02	0,19	0,19	0,07	0,28	-0,04	0,17	0,06	0,26	0,00	0,22	0,09	0,31
34	-0,01	0,20	0,20	0,08	0,29	-0,03	0,17	0,08	0,28	0,01	0,23	0,11	0,32
36	-0,01	0,20	0,20	0,09	0,30	-0,01	0,20	0,10	0,30	-0,01	0,21	0,08	0,30
26	0,01	0,22	0,22	0,10	0,31	0,01	0,21	0,11	0,31	0,02	0,24	0,13	0,35
25	0,03	0,24	0,25	0,14	0,35	0,06	0,26	0,17	0,37	0,02	0,23	0,12	0,34
16	0,08	0,29	0,29	0,18	0,39	0,07	0,27	0,20	0,40	0,09	0,31	0,18	0,39
17	0,13	0,34	0,35	0,22	0,43	0,16	0,36	0,24	0,44	0,11	0,33	0,20	0,41
27	0,23	0,44	0,46	0,26	0,47	0,25	0,45	0,28	0,48	0,25	0,47	0,28	0,50
Atlantic	-0,06	0,15	0,15	0,04	0,25	-0,06	0,14	0,04	0,24	-0,07	0,15	0,04	0,26
Catucha ²	0,02	0,23	0,23	0,11	0,32	0,04	0,24	0,12	0,32	0,00	0,22	0,09	0,30
Asterix	0,03	0,24	0,24	0,12	0,33	0,05	0,25	0,15	0,35	0,02	0,24	0,15	0,37
Baronesa	0,07	0,28	0,29	0,16	0,37	0,04	0,24	0,13	0,33	0,12	0,34	0,22	0,44
Eliza ³	0,29	0,50	0,52	0,29	0,50	0,31	0,51	0,31	0,51	0,31	0,52	0,31	0,52
Bel ¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 9 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter esverdeamento de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
20	-0,08	2,58	1,83	0,00	2,66	-1,61	2,17	0,08	3,87	-0,06	1,48	0,46	2,00
11	-0,07	2,59	1,87	0,00	2,66	-1,15	2,64	0,16	3,94	-0,43	1,11	0,03	1,56
17	-0,06	2,60	2,00	0,01	2,67	-0,90	2,89	0,29	4,07	-0,42	1,12	0,05	1,59
16	-0,06	2,60	2,06	0,01	2,67	-1,14	2,64	0,22	4,00	.	.	.	.
25	-0,05	2,61	2,15	0,01	2,67	-0,81	2,97	0,49	4,27	-0,21	1,33	0,22	1,75
5	-0,05	2,61	2,16	0,02	2,68	-1,91	1,87	0,00	3,78	0,91	2,45	1,12	2,65
26	-0,04	2,62	2,21	0,02	2,68	-0,83	2,96	0,35	4,13	-0,07	1,46	0,40	1,93
27	-0,04	2,62	2,28	0,03	2,69	-0,17	3,61	0,70	4,49	-0,60	0,94	0,00	1,53
37	-0,03	2,63	2,38	0,03	2,69	-0,16	3,62	0,77	4,55	-0,39	1,14	0,08	1,62
19	-0,02	2,64	2,44	0,03	2,69	-0,49	3,29	0,57	4,35	0,05	1,58	0,66	2,20
2	-0,02	2,64	2,45	0,04	2,70	-0,07	3,72	0,93	4,72	-0,36	1,18	0,12	1,65
7	-0,02	2,64	2,49	0,04	2,70	-0,24	3,54	0,64	4,42	-0,10	1,43	0,30	1,83
34	0,00	2,66	2,62	0,05	2,71	-0,07	3,71	0,85	4,63	.	.	.	.
8	0,00	2,66	2,66	0,05	2,71	0,21	3,99	1,13	4,92	-0,20	1,33	0,25	1,79
13	0,01	2,67	2,74	0,06	2,72	0,24	4,03	1,40	5,18	-0,09	1,45	0,34	1,88
21	0,01	2,67	2,75	0,06	2,72	0,42	4,21	1,59	5,37	-0,25	1,28	0,15	1,69
12	0,01	2,67	2,76	0,07	2,73	0,22	4,00	1,25	5,03	-0,01	1,52	0,55	2,09
18	0,03	2,69	3,01	0,09	2,75	0,94	4,72	2,61	6,39	-0,23	1,31	0,18	1,72
36	0,04	2,70	3,06	0,10	2,76	0,11	3,89	1,03	4,82	0,70	2,23	0,98	2,51
35	0,07	2,73	3,35	0,14	2,80	.	.	.	.	1,32	2,86	1,32	2,86
Asterix	-0,04	2,62	2,23	0,02	2,68	-0,82	2,97	0,42	4,20	.	.	.	.
Catucha ²	0,03	2,69	2,93	0,08	2,74	0,52	4,30	1,82	5,61	.	.	.	.
Eliza ³	0,04	2,70	3,06	0,11	2,77	0,77	4,55	2,15	5,93	.	.	.	.
Atlantic	0,12	2,79	3,98	0,17	2,83	2,52	6,30	3,44	7,23	.	.	.	.
Bel ¹	0,22	2,88	5,02	0,22	2,88	4,37	8,16	4,37	8,16	0,35	1,89	0,82	2,36
Baronesa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 10 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter rachadura de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
26	-0,69	2,22	1,84	0,00	2,91	-1,45	2,10	0,08	3,62	.	.	.	.
37	-0,68	2,23	1,85	0,03	2,94	-1,25	2,29	0,29	3,84	-0,86	1,41	0,08	2,36
11	-0,67	2,24	1,87	0,06	2,97	-1,57	1,98	0,01	3,56	-0,50	1,77	0,22	2,50
8	-0,66	2,25	1,88	0,09	3,01	-1,13	2,42	0,46	4,01	-0,93	1,35	0,03	2,31
27	-0,61	2,31	1,97	0,13	3,04	-1,28	2,27	0,22	3,77	.	.	.	.
5	-0,57	2,34	2,02	0,17	3,08	-1,21	2,34	0,37	3,92	.	.	.	.
20	-0,42	2,49	2,25	0,20	3,12	-1,35	2,20	0,15	3,69	0,03	2,31	0,85	3,13
34	-0,33	2,58	2,40	0,24	3,15	-0,70	2,85	0,55	4,10	.	.	.	.
36	-0,30	2,61	2,45	0,27	3,19	-0,34	3,21	0,63	4,18	-0,58	1,69	0,13	2,41
12	-0,28	2,63	2,48	0,31	3,22	-0,34	3,21	0,70	4,25	-0,53	1,74	0,17	2,45
18	-0,25	2,66	2,52	0,35	3,26	-0,29	3,26	0,86	4,40	-0,50	1,78	0,27	2,54
13	-0,12	2,80	2,73	0,44	3,35	-0,05	3,49	0,95	4,50	-0,31	1,97	0,44	2,71
7	-0,11	2,80	2,74	0,48	3,39	0,00	3,55	1,04	4,59	-0,36	1,92	0,38	2,65
16	-0,02	2,89	2,88	0,54	3,45	-0,33	3,22	0,77	4,32	0,25	2,53	1,14	3,42
21	-0,02	2,89	2,88	0,59	3,50	0,18	3,73	1,15	4,70	-0,25	2,02	0,50	2,78
17	0,18	3,09	3,20	0,66	3,57	0,55	4,10	1,37	4,92	0,02	2,29	0,75	3,03
35	0,27	3,18	3,33	0,72	3,63	0,32	3,87	1,25	4,80	0,52	2,80	1,36	3,64
2	0,34	3,25	3,44	0,78	3,70	1,08	4,63	1,94	5,49	-0,03	2,25	0,66	2,94
19	0,38	3,30	3,51	0,86	3,77	1,36	4,91	2,23	5,77	-0,17	2,11	0,58	2,86
25	0,76	3,68	4,10	1,09	4,00	0,66	4,21	1,49	5,04	1,71	3,99	1,92	4,19
Asterix	-0,18	2,73	2,63	0,39	3,30	.	.	.	.	-0,39	1,89	0,32	2,60
Bel ¹	0,39	3,30	3,52	0,95	3,86	0,97	4,52	1,63	5,17	0,24	2,52	0,99	3,27
Atlantic	0,97	3,88	4,41	1,20	4,11	1,90	5,45	2,66	6,21	1,09	3,37	1,64	3,92
Baronesa	1,01	3,93	4,49	1,32	4,23	1,03	4,58	1,76	5,31	2,12	4,40	2,12	4,40
Eliza ³	1,62	4,54	5,43	1,62	4,54	3,42	6,96	3,42	6,96	.	.	.	.
Catucha ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 11 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter crescimento secundário de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
12	-4,22	0,71	0,67	0,00	4,93	.	.	.	.	-4,31	3,50	0,00	7,81
11	-3,90	1,03	0,99	0,17	5,10	.	.	.	.	-3,98	3,83	0,17	7,99
37	-2,59	2,35	2,32	0,34	5,27	.	.	.	.	-2,64	5,17	0,35	8,16
21	-2,27	2,67	2,64	0,47	5,40	-2,24	-0,19	0,43	2,48	-2,34	5,47	0,48	8,29
34	-1,60	3,34	3,32	0,59	5,52	-1,58	0,48	0,57	2,62	-1,65	6,16	0,71	8,52
8	-1,59	3,34	3,32	0,69	5,63	-1,56	0,50	0,69	2,74	-1,66	6,15	0,60	8,42
17	-0,95	3,98	3,97	1,03	5,96	-0,95	1,10	0,94	3,00	-0,98	6,84	1,05	8,87
5	-0,45	4,48	4,48	1,27	6,21	-0,47	1,59	1,21	3,26	-0,45	7,37	1,31	9,12
13	-0,16	4,77	4,77	1,39	6,32	-0,17	1,89	1,34	3,39	-0,17	7,65	1,42	9,24
18	-0,07	4,87	4,87	1,50	6,43	-0,09	1,97	1,46	3,52	-0,05	7,77	1,66	9,47
7	-0,02	4,92	4,92	1,62	6,55	0,04	2,10	1,60	3,66	-0,08	7,74	1,54	9,35
27	0,20	5,13	5,13	1,75	6,69	0,18	2,24	1,76	3,81	0,22	8,03	1,80	9,62
20	0,37	5,31	5,31	1,90	6,83	0,32	2,37	1,93	3,99	0,44	8,25	1,95	9,76
16	0,65	5,58	5,59	2,05	6,98	0,62	2,68	2,14	4,19	0,69	8,50	2,10	9,91
26	0,80	5,73	5,74	2,20	7,14	0,79	2,84	2,35	4,41	0,82	8,63	2,26	10,07
36	1,04	5,98	5,99	2,38	7,31	1,05	3,11	2,61	4,67	1,05	8,87	2,43	10,25
19	1,43	6,36	6,38	2,57	7,51	1,39	3,45	2,92	4,98	1,50	9,31	2,63	10,44
2	1,61	6,54	6,56	3,01	7,95	1,56	3,61	3,31	5,36	1,70	9,51	3,08	10,89
35	1,71	6,65	6,67	3,37	8,30	1,71	3,76	3,89	5,95	1,75	9,57	3,42	11,24
25	3,74	8,68	8,71	4,96	9,90	3,78	5,84	4,98	7,04	3,78	11,59	5,04	12,86
Atlantic	-1,17	3,76	3,75	0,81	5,74	.	.	.	.	-1,20	6,61	0,94	8,75
Bel ¹	-1,15	3,78	3,77	0,91	5,85	-1,13	0,92	0,82	2,88	-1,20	6,61	0,83	8,64
Asterix	-0,90	4,03	4,02	1,14	6,08	-0,88	1,18	1,07	3,12	-0,95	6,87	1,17	8,99
Baronesa	1,50	6,43	6,45	2,76	7,70	.	.	.	.	1,53	9,34	2,82	10,63
Catucha ²	1,82	6,76	6,77	3,92	8,85	.	.	.	.	1,86	9,67	3,98	11,79
Eliza ³	6,18	11,12	11,18	6,18	11,12	6,18	8,24	6,18	8,24	6,31	14,12	6,31	14,12

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 12 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter brotação de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
8	-0,53	6,28	3,51	0,02	6,83	.	.	.	.	-6,05	4,66	0,25	10,97
11	-0,43	6,37	4,12	0,05	6,85	.	.	.	.	-4,94	5,78	0,53	11,24
37	-0,42	6,39	4,20	0,07	6,87	.	.	.	.	-4,79	5,93	0,78	11,49
21	-0,26	6,54	5,16	0,11	6,92	.	.	.	.	-3,03	7,68	1,29	12,00
18	-0,26	6,55	5,19	0,13	6,94	.	.	.	.	-2,98	7,74	1,51	12,23
27	-0,24	6,57	5,33	0,15	6,96	.	.	.	.	-2,71	8,00	1,76	12,48
35	-0,20	6,60	5,54	0,18	6,98	.	.	.	.	-2,33	8,38	2,03	12,74
26	-0,17	6,63	5,73	0,20	7,01	.	.	.	.	-1,98	8,74	2,30	13,01
12	-0,17	6,64	5,76	0,23	7,03	.	.	.	.	-1,92	8,80	2,58	13,30
20	-0,09	6,71	6,22	0,25	7,06	.	.	.	.	-1,07	9,65	2,90	13,62
25	-0,02	6,78	6,66	0,28	7,09	.	.	.	.	-0,28	10,44	3,21	13,93
36	0,00	6,80	6,79	0,31	7,11	.	.	.	.	-0,03	10,69	3,50	14,22
19	0,01	6,82	6,87	0,33	7,14	-0,87	0,72	0,34	1,93	1,01	11,72	4,14	14,86
7	0,06	6,86	7,16	0,37	7,17	-0,72	0,87	0,51	2,10	1,42	12,14	4,92	15,64
34	0,07	6,87	7,24	0,40	7,21	-0,22	1,38	0,92	2,51	1,08	11,79	4,49	15,21
13	0,19	7,00	7,99	0,44	7,25	.	.	.	.	2,18	12,90	5,42	16,14
17	0,41	7,22	9,37	0,58	7,38	0,77	2,36	1,62	3,21	4,36	15,07	6,66	17,38
5	0,44	7,24	9,54	0,62	7,42	-0,04	1,55	1,20	2,79	5,50	16,21	7,24	17,96
2	0,56	7,37	10,31	0,68	7,48	.	.	.	.	6,44	17,16	7,82	18,54
16	0,65	7,45	10,82	0,73	7,54	-0,29	1,30	0,72	2,31	8,33	19,04	8,51	19,23
Asterix	-0,53	6,27	3,49	0,00	6,81	.	.	.	.	-6,10	4,62	0,00	10,72
Bel ¹	-0,34	6,47	4,72	0,09	6,90	.	.	.	.	-3,84	6,87	1,04	11,76
Baronesa	0,21	7,02	8,13	0,48	7,28	.	.	.	.	2,44	13,15	5,96	16,68
Eliza ³	0,25	7,06	8,39	0,52	7,33	2,57	4,17	2,57	4,17	0,59	11,30	3,82	14,54
Catucha ²	0,82	7,63	11,91	0,82	7,63	1,50	3,10	2,04	3,63	8,70	19,41	8,70	19,41
Atlantic	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 13 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter formato de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
27	14,34	151,50	153,76	14,34	151,50	20,03	159,94	20,03	159,94	13,16	147,57	13,16	147,57
35	11,69	148,85	150,69	13,01	150,17	15,18	155,10	17,23	157,14	11,87	146,29	12,55	146,97
25	11,30	148,46	150,24	12,44	149,60	13,53	153,44	16,08	155,99	12,62	147,04	12,89	147,30
17	9,64	146,80	148,32	11,34	148,50	15,74	155,66	17,91	157,82	6,57	140,98	9,72	144,13
16	7,60	144,76	145,96	10,80	147,96	9,60	149,51	15,27	155,18	7,99	142,41	10,97	145,38
11	3,44	140,60	141,15	9,55	146,71	2,91	142,82	12,80	152,72	5,06	139,47	8,84	143,25
26	2,50	139,66	140,06	8,84	146,01	2,99	142,91	13,90	153,82	2,79	137,21	7,38	141,79
5	0,49	137,65	137,73	7,55	144,72	-1,92	137,99	9,80	149,71	3,05	137,47	7,80	142,21
2	0,02	137,18	137,19	6,97	144,14	-3,11	136,80	8,11	148,03	3,15	137,57	8,27	142,68
19	-0,02	137,14	137,14	6,47	143,64	2,35	142,26	11,85	151,77	-2,39	132,02	5,25	139,66
18	-1,03	136,13	135,97	5,97	143,14	-1,05	138,86	10,78	150,69	-1,33	133,08	6,30	140,71
13	-3,19	133,98	133,47	5,40	142,56	-5,60	134,32	6,52	146,43	-1,78	132,63	5,76	140,17
7	-3,62	133,54	132,97	4,87	142,03	-5,28	134,64	7,27	147,19	-3,10	131,31	4,34	138,75
34	-3,64	133,52	132,95	4,40	141,56	-5,65	134,27	5,84	145,76	-2,78	131,63	4,78	139,19
21	-5,17	132,00	131,18	3,89	141,06	-6,58	133,33	5,19	145,10	-5,38	129,03	3,05	137,47
36	-6,04	131,12	130,17	2,95	140,11	-8,73	131,18	3,89	143,80	-5,25	129,16	3,48	137,89
20	-7,48	129,68	128,50	2,47	139,64	-8,16	131,75	4,52	144,43	-9,16	125,25	2,14	136,55
8	-8,84	128,32	126,92	1,98	139,15	-14,70	125,21	1,84	141,76	-5,77	128,64	2,65	137,06
12	-10,96	126,20	124,47	1,44	138,61	-12,15	127,76	2,56	142,48	-13,23	121,18	0,93	135,34
37	-12,59	124,57	122,59	0,88	138,04	-16,32	123,60	1,12	141,03	-12,83	121,58	1,52	135,93
Catucha ²	10,55	147,71	149,38	11,97	149,13	17,95	157,87	18,99	158,90	6,47	140,88	9,31	143,72
Baronesa	10,51	147,67	149,32	11,68	148,84	15,12	155,03	16,80	156,72	9,21	143,62	11,72	146,13
Asterix	6,89	144,06	145,14	10,31	147,48	14,99	154,90	16,50	156,42	0,97	135,38	6,89	141,30
Eliza ³	1,71	138,87	139,14	8,20	145,36	-2,63	137,28	8,91	148,83	6,58	141,00	10,24	144,65
Bel ¹	-6,04	131,12	130,17	3,40	140,56	-10,61	129,30	3,23	143,14	-3,37	131,04	3,94	138,35
Atlantic	-22,04	115,12	111,65	0,00	137,16	-27,89	112,03	0,00	139,91	-23,14	111,27	0,00	134,41

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 14 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter textura da película, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
27	0,79	4,98	5,02	0,79	4,98	0,79	5,61	0,79	5,61	0,86	4,43	0,86	4,43
13	0,59	4,78	4,81	0,67	4,86	0,55	5,37	0,68	5,50	0,68	4,24	0,77	4,34
26	0,57	4,77	4,80	0,65	4,84	0,60	5,42	0,72	5,54	0,61	4,18	0,70	4,27
36	0,52	4,71	4,74	0,62	4,82	0,52	5,34	0,65	5,47	0,58	4,15	0,68	4,24
25	0,48	4,67	4,70	0,60	4,79	0,35	5,17	0,55	5,37	0,66	4,22	0,73	4,30
8	0,33	4,52	4,54	0,56	4,75	0,42	5,24	0,61	5,43	0,27	3,83	0,51	4,08
37	0,25	4,45	4,46	0,50	4,69	0,21	5,03	0,51	5,33	0,32	3,88	0,57	4,14
21	0,22	4,41	4,43	0,47	4,66	0,15	4,97	0,45	5,27	0,32	3,88	0,61	4,18
34	0,07	4,26	4,27	0,41	4,60	0,11	4,93	0,42	5,24	0,04	3,60	0,41	3,97
20	0,05	4,24	4,24	0,38	4,57	0,07	4,89	0,39	5,21	0,03	3,60	0,36	3,92
18	0,03	4,22	4,22	0,35	4,55	0,03	4,85	0,37	5,19	0,03	3,60	0,38	3,95
12	0,03	4,22	4,22	0,33	4,53	-0,02	4,80	0,34	5,16	0,08	3,64	0,47	4,04
17	-0,07	4,12	4,12	0,31	4,50	-0,04	4,78	0,32	5,14	-0,11	3,46	0,31	3,87
5	-0,13	4,06	4,05	0,28	4,47	-0,23	4,59	0,26	5,08	-0,05	3,52	0,33	3,90
16	-0,23	3,96	3,95	0,25	4,45	-0,33	4,49	0,20	5,02	-0,16	3,41	0,28	3,85
11	-0,25	3,94	3,93	0,23	4,42	-0,31	4,51	0,23	5,05	-0,22	3,35	0,25	3,82
35	-0,26	3,93	3,92	0,20	4,39	-0,20	4,63	0,29	5,11	-0,36	3,21	0,22	3,79
7	-0,40	3,79	3,77	0,17	4,37	-0,42	4,40	0,15	4,97	-0,43	3,14	0,19	3,76
2	-0,48	3,72	3,69	0,09	4,29	-0,52	4,30	0,09	4,91	-0,48	3,08	0,16	3,73
19	-0,56	3,63	3,60	0,07	4,26	-0,63	4,19	0,07	4,89	-0,56	3,01	0,10	3,67
Bel ¹	0,64	4,83	4,87	0,71	4,91	0,77	5,59	0,78	5,60	0,58	4,14	0,66	4,23
Eliza ³	0,32	4,51	4,53	0,53	4,72	0,39	5,21	0,58	5,40	0,28	3,84	0,54	4,11
Baronesa	0,09	4,29	4,29	0,44	4,63	0,15	4,97	0,48	5,30	0,04	3,61	0,44	4,01
Catucha ²	-0,43	3,76	3,74	0,14	4,34	-0,36	4,46	0,17	4,99	-0,55	3,01	0,13	3,70
Asterix	-0,47	3,72	3,70	0,12	4,31	-0,42	4,40	0,12	4,94	-0,57	3,00	0,07	3,64
Atlantic	-1,67	2,52	2,44	0,00	4,19	-1,64	3,18	0,00	4,82	-1,87	1,70	0,00	3,57

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 15 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter uniformidade de formato de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
11	0,29	6,19	6,30	0,86	6,76	0,28	6,78	0,70	7,20	0,53	5,82	1,06	6,35
12	0,28	6,17	6,28	0,72	6,61	0,08	6,58	0,54	7,04	0,69	5,98	1,51	6,80
37	0,26	6,16	6,26	0,63	6,52	0,08	6,58	0,48	6,98	0,65	5,94	1,30	6,58
17	0,14	6,03	6,08	0,55	6,44	0,19	6,69	0,61	7,11	0,19	5,47	0,78	6,06
34	0,09	5,98	6,02	0,48	6,38	0,05	6,55	0,43	6,93	0,20	5,49	0,85	6,14
8	0,08	5,98	6,01	0,43	6,33	0,00	6,50	0,31	6,81	0,23	5,52	0,94	6,23
20	0,06	5,95	5,98	0,33	6,23	-0,01	6,49	0,26	6,76	0,17	5,46	0,72	6,00
35	0,02	5,91	5,92	0,31	6,20	0,04	6,54	0,39	6,89	0,01	5,30	0,61	5,90
2	0,02	5,91	5,92	0,28	6,18	0,04	6,54	0,36	6,86	0,01	5,30	0,57	5,85
18	-0,01	5,88	5,88	0,26	6,16	0,03	6,53	0,33	6,83	-0,06	5,23	0,52	5,81
21	-0,01	5,88	5,88	0,24	6,14	-0,20	6,30	0,18	6,68	0,17	5,45	0,67	5,95
13	-0,10	5,80	5,76	0,22	6,12	-0,10	6,40	0,22	6,72	-0,17	5,12	0,40	5,69
27	-0,15	5,74	5,68	0,20	6,10	-0,01	6,49	0,28	6,78	-0,42	4,87	0,35	5,64
19	-0,22	5,68	5,59	0,18	6,07	-0,45	6,05	0,10	6,60	-0,15	5,14	0,48	5,76
26	-0,25	5,65	5,55	0,15	6,05	-0,22	6,28	0,16	6,66	-0,47	4,82	0,31	5,60
25	-0,33	5,57	5,44	0,11	6,01	-0,31	6,19	0,14	6,64	-0,59	4,69	0,27	5,55
36	-0,34	5,55	5,42	0,09	5,99	-0,32	6,19	0,12	6,62	-0,63	4,66	0,22	5,51
5	-0,35	5,54	5,41	0,07	5,97	-0,06	6,44	0,24	6,74	-0,91	4,38	0,09	5,38
16	-0,35	5,54	5,41	0,05	5,95	-0,12	6,38	0,20	6,71	-0,85	4,44	0,13	5,42
7	-0,50	5,39	5,20	0,03	5,93	-0,63	5,87	0,04	6,54	-0,75	4,54	0,18	5,47
Atlantic	1,25	7,14	7,62	1,25	7,14	1,41	7,91	1,41	7,91	2,04	7,32	2,04	7,32
Bel ¹	1,05	6,95	7,35	1,15	7,04	1,10	7,60	1,25	7,76	1,80	7,09	1,92	7,21
Baronesa	0,08	5,97	6,00	0,39	6,29	0,38	6,88	0,96	7,46	-0,16	5,13	0,44	5,72
Catucha ²	0,07	5,96	5,99	0,36	6,25	-0,46	6,04	0,07	6,57	0,65	5,94	1,17	6,45
Asterix	-0,27	5,63	5,52	0,13	6,03	0,31	6,81	0,80	7,30	-1,05	4,24	0,04	5,33
Eliza ³	-0,80	5,09	4,79	0,00	5,89	-1,09	5,41	0,00	6,50	-1,12	4,17	0,00	5,29

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 16 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter uniformidade de tamanho de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
11	0,52	6,15	6,31	0,82	6,45	0,56	6,85	0,97	7,26	0,80	5,77	1,33	6,30
13	0,33	5,96	6,06	0,72	6,35	0,15	6,45	0,64	6,94	0,70	5,66	1,09	6,05
21	0,16	5,79	5,84	0,53	6,16	0,19	6,48	0,72	7,02	0,22	5,19	0,73	5,69
12	0,08	5,71	5,74	0,48	6,11	-0,02	6,28	0,42	6,72	0,23	5,19	0,79	5,75
35	0,05	5,68	5,69	0,44	6,07	-0,19	6,11	0,24	6,53	0,31	5,28	0,86	5,82
8	-0,03	5,60	5,59	0,39	6,02	0,04	6,34	0,46	6,76	-0,12	4,85	0,59	5,55
17	-0,11	5,52	5,48	0,35	5,98	-0,18	6,11	0,30	6,59	-0,11	4,85	0,65	5,62
26	-0,14	5,49	5,45	0,31	5,94	-0,21	6,09	0,21	6,50	-0,15	4,81	0,53	5,50
34	-0,15	5,48	5,44	0,28	5,91	-0,16	6,13	0,33	6,63	-0,22	4,74	0,40	5,36
37	-0,17	5,46	5,40	0,25	5,88	-0,27	6,03	0,16	6,45	-0,18	4,78	0,44	5,40
19	-0,18	5,45	5,39	0,22	5,85	-0,14	6,15	0,37	6,67	-0,33	4,63	0,32	5,28
2	-0,21	5,42	5,36	0,20	5,83	-0,18	6,11	0,26	6,56	-0,35	4,61	0,28	5,25
25	-0,23	5,40	5,33	0,18	5,80	-0,43	5,86	0,07	6,36	-0,17	4,79	0,48	5,45
20	-0,25	5,38	5,31	0,15	5,78	-0,36	5,94	0,11	6,41	-0,29	4,67	0,36	5,32
27	-0,27	5,36	5,27	0,13	5,76	-0,32	5,98	0,14	6,43	-0,40	4,57	0,25	5,21
36	-0,29	5,34	5,25	0,11	5,74	-0,26	6,03	0,18	6,48	-0,50	4,47	0,21	5,18
5	-0,39	5,24	5,12	0,09	5,72	-0,49	5,81	0,02	6,32	-0,53	4,43	0,18	5,14
18	-0,44	5,19	5,05	0,07	5,70	-0,57	5,72	0,00	6,29	-0,58	4,38	0,15	5,11
16	-0,49	5,14	4,99	0,02	5,65	-0,38	5,91	0,09	6,38	-0,91	4,06	0,10	5,07
7	-0,56	5,07	4,90	0,00	5,63	-0,49	5,81	0,04	6,34	-0,98	3,99	0,06	5,02
Atlantic	1,22	6,85	7,23	1,22	6,85	1,29	7,59	1,29	7,59	1,90	6,86	1,90	6,86
Bel ¹	0,88	6,51	6,78	1,05	6,68	1,01	7,30	1,15	7,44	1,30	6,26	1,60	6,56
Baronesa	0,67	6,30	6,50	0,92	6,55	1,01	7,30	1,10	7,40	0,74	5,71	1,19	6,15
Eliza ³	0,25	5,88	5,96	0,65	6,27	0,06	6,36	0,57	6,86	0,59	5,56	1,01	5,97
Catucha ²	0,21	5,84	5,90	0,58	6,21	0,05	6,34	0,51	6,81	0,50	5,46	0,93	5,90
Asterix	-0,45	5,18	5,04	0,04	5,67	0,29	6,58	0,83	7,12	-1,47	3,50	0,00	4,96

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 17 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter curvatura de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
19	0,19	6,17	6,17	0,48	6,45	0,19	6,68	0,47	6,97	0,20	5,66	0,49	5,95
21	0,09	6,06	6,06	0,41	6,39	0,08	6,58	0,41	6,91	0,09	5,55	0,42	5,88
18	0,03	6,01	6,01	0,36	6,34	0,04	6,54	0,35	6,85	0,03	5,49	0,32	5,78
7	0,03	6,01	6,01	0,32	6,29	0,03	6,53	0,31	6,81	0,03	5,49	0,37	5,82
12	0,02	6,00	6,00	0,26	6,24	0,02	6,52	0,26	6,76	0,03	5,48	0,29	5,75
20	0,00	5,98	5,98	0,23	6,21	-0,01	6,49	0,23	6,73	0,00	5,46	0,24	5,70
37	-0,01	5,97	5,97	0,21	6,19	-0,01	6,49	0,21	6,71	-0,01	5,44	0,20	5,66
34	-0,01	5,97	5,97	0,20	6,18	-0,01	6,49	0,20	6,70	-0,01	5,44	0,19	5,64
26	-0,01	5,97	5,97	0,18	6,16	-0,01	6,49	0,18	6,68	-0,01	5,45	0,22	5,68
11	-0,03	5,95	5,95	0,17	6,15	-0,03	6,47	0,17	6,67	-0,03	5,43	0,17	5,63
8	-0,06	5,92	5,92	0,15	6,13	-0,05	6,45	0,15	6,65	-0,06	5,40	0,16	5,61
16	-0,06	5,91	5,91	0,14	6,12	-0,07	6,43	0,14	6,64	-0,06	5,40	0,14	5,60
36	-0,09	5,89	5,89	0,13	6,11	-0,09	6,41	0,13	6,63	-0,10	5,36	0,13	5,59
13	-0,12	5,86	5,86	0,12	6,09	-0,11	6,39	0,12	6,61	-0,12	5,34	0,12	5,58
5	-0,16	5,82	5,82	0,10	6,08	-0,16	6,34	0,10	6,60	-0,16	5,30	0,10	5,56
2	-0,18	5,80	5,80	0,09	6,07	-0,17	6,33	0,09	6,59	-0,19	5,27	0,09	5,55
17	-0,26	5,72	5,72	0,06	6,04	-0,26	6,24	0,06	6,56	-0,26	5,20	0,07	5,53
35	-0,30	5,68	5,67	0,04	6,02	-0,30	6,20	0,04	6,54	-0,31	5,15	0,04	5,50
25	-0,36	5,62	5,61	0,03	6,01	-0,36	6,14	0,03	6,53	-0,37	5,09	0,03	5,49
27	-0,68	5,30	5,29	0,00	5,98	-0,68	5,82	0,00	6,50	-0,69	4,77	0,00	5,46
Bel ¹	1,02	7,00	7,01	1,02	7,00	1,02	7,52	1,02	7,52	1,05	6,51	1,05	6,51
Asterix	0,45	6,43	6,44	0,74	6,72	0,45	6,95	0,74	7,24	0,46	5,92	0,76	6,21
Atlantic	0,43	6,41	6,42	0,64	6,61	0,43	6,93	0,63	7,13	0,45	5,90	0,65	6,11
Catucha ²	0,28	6,26	6,26	0,55	6,53	0,28	6,78	0,54	7,04	0,28	5,74	0,56	6,02
Baronesa	0,03	6,00	6,01	0,28	6,26	0,03	6,53	0,28	6,78	0,02	5,48	0,26	5,72
Eliza ³	-0,25	5,73	5,73	0,07	6,05	-0,24	6,26	0,07	6,57	-0,26	5,20	0,06	5,52

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

Tabela 18 – Valores genéticos (g), valores genotípicos preditos (u + g), valor genotípico médio (u + g + gem), ganhos, nova média com a seleção (N Média), da avaliação de 20 famílias de batata e 6 cultivares testemunhas, para o caráter aparência geral de tubérculos, nos cultivos de primavera de 2017 e verão de 2017/2018, em Pelotas-RS. Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipos	Geral					Primavera				Verão			
	g	u + g	u+g+gem	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média	g	u + g	Ganho	N Média
11	0,86	4,98	5,20	1,55	5,66	0,63	5,37	1,86	6,60	1,54	5,03	2,51	6,00
8	0,24	4,36	4,42	1,20	5,32	0,12	4,86	1,41	6,15	0,49	3,98	1,71	5,20
12	0,23	4,35	4,41	1,06	5,18	-0,43	4,31	0,60	5,34	1,01	4,50	1,96	5,45
21	0,17	4,28	4,33	0,95	5,07	-0,01	4,73	1,00	5,74	0,43	3,92	1,53	5,02
36	0,13	4,25	4,28	0,86	4,98	0,46	5,20	1,63	6,37	-0,14	3,35	0,98	4,47
37	0,04	4,16	4,17	0,78	4,89	0,06	4,80	1,12	5,86	0,05	3,55	1,22	4,71
26	-0,09	4,03	4,01	0,70	4,82	0,11	4,85	1,25	5,99	-0,33	3,17	0,79	4,28
34	-0,10	4,02	3,99	0,63	4,75	-0,47	4,28	0,53	5,27	0,22	3,71	1,36	4,86
13	-0,13	3,98	3,95	0,57	4,69	-0,16	4,58	0,74	5,48	-0,18	3,31	0,88	4,38
17	-0,19	3,93	3,88	0,52	4,64	-0,13	4,61	0,82	5,56	-0,35	3,14	0,71	4,20
18	-0,28	3,84	3,77	0,47	4,58	-0,25	4,49	0,67	5,41	-0,45	3,05	0,57	4,06
20	-0,29	3,82	3,75	0,42	4,54	-0,68	4,06	0,35	5,09	-0,06	3,43	1,09	4,58
2	-0,43	3,69	3,58	0,33	4,44	-0,71	4,03	0,30	5,04	-0,36	3,13	0,64	4,13
27	-0,50	3,62	3,49	0,28	4,40	-0,59	4,15	0,41	5,15	-0,67	2,82	0,38	3,88
5	-0,54	3,58	3,44	0,24	4,36	-0,56	4,18	0,47	5,21	-0,80	2,70	0,27	3,77
35	-0,58	3,54	3,39	0,20	4,32	-0,74	4,00	0,25	4,99	-0,71	2,79	0,33	3,82
7	-0,72	3,40	3,21	0,16	4,28	-0,85	3,89	0,20	4,94	-0,95	2,54	0,17	3,67
19	-0,74	3,37	3,18	0,12	4,24	-1,25	3,49	0,00	4,74	-0,63	2,87	0,44	3,93
25	-0,89	3,23	3,00	0,08	4,20	-1,24	3,50	0,05	4,79	-0,99	2,50	0,12	3,62
16	-1,00	3,12	2,86	0,00	4,12	-0,91	3,83	0,15	4,89	-1,60	1,89	0,00	3,49
Atlantic	2,07	6,19	6,72	2,07	6,19	2,22	6,96	2,36	7,11	3,00	6,49	3,00	6,49
Bel ¹	2,02	6,14	6,66	2,05	6,16	2,11	6,85	2,28	7,02	2,99	6,48	2,99	6,48
Catucha ²	1,23	5,34	5,66	1,77	5,89	1,84	6,58	2,17	6,91	1,25	4,74	2,19	5,69
Baronesa	0,78	4,90	5,10	1,39	5,51	2,51	7,25	2,51	7,25	-0,54	2,95	0,50	4,00
Asterix	-0,39	3,73	3,63	0,37	4,49	-0,11	4,63	0,90	5,64	-0,86	2,63	0,22	3,72
Eliza ³	-0,92	3,20	2,96	0,04	4,16	-0,95	3,79	0,10	4,84	-1,37	2,13	0,06	3,56

¹BRSIPR Bel; ²Epagri 361-Catucha; ³BRS Eliza.

3. Capítulo II – Qualidade industrial de genótipos de batata submetidos ao armazenamento

3.1. Introdução

A agroindústria da batata está em uma tendência de valorização global (PRASANNAN, 2017), visto que a busca por produtos alimentícios práticos e de rápido preparo é uma tendência irreversível na população (HAASE, 2008; CABEZAS-SERRANO, et al., 2009). No Brasil, esta prospecção de mercado não é diferente, o consumo de batata processada nas formas de *chips*, batata palha e palitos pré-fritos congelados é crescente (PEREIRA; SILVA, 2019), porém, a falta de matéria-prima de qualidade limita o crescimento da indústria, mais especificamente de palitos pré-fritos congelados.

Tubérculos com ótima qualidade de processamento possuem alto conteúdo de massa seca e baixo teor de açúcares redutores (glicose + frutose) (WIBERLEY-BRADFORD et al., 2016), tanto na ocasião da colheita, bem como quando armazenados a baixas temperaturas por longos períodos. A manutenção da qualidade da matéria-prima durante o período de armazenamento dos tubérculos destinados ao processamento industrial, é altamente dependente do genótipo e da temperatura de armazenamento (HERMAN et al., 2017).

Temperaturas inferiores a 9°C reduzem a respiração do tubérculo, a perda de massa fresca, a brotação, bem como a pressão e a incidência de patógenos, prolongando a vida útil dos tubérculos. No entanto, a manutenção da qualidade de processamento a baixas temperaturas é comprometida pelo adoçamento induzido pelo frio (AIF) (GUY, 1990; SOWOKINOS, 2001; DALE; BRADSHAM, 2003; KUMAR et al., 2004; PAUL et al., 2016), em cultivares suscetíveis. O AIF envolve o catabolismo

do amido em açúcares redutores, os quais servem como substratos na reação de Maillard durante a fritura (MAILLARD, 1912), e em batata, os produtos desta reação são responsáveis por originar pigmentos de coloração escura, sabor desagradável, inaceitável para o consumidor (SOWOKINOS, 2001), e um subproduto com potencial carcinogênico, a acrilamida (TAREKE et al., 2002).

Entre os principais materiais utilizados no Brasil, para o processamento, estão cultivares de origem estrangeira, são elas, Asterix e Markies com aptidão para palitos pré-fritos, e Atlantic para *chips* (PEREIRA; SILVA, 2019). Visando disponibilizar materiais adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras, a Embrapa liberou a cultivar BRS Ana com aptidão para palitos pré-fritos (PEREIRA, et al., 2010), e em parceria com a IAPAR, a cultivar BRSIPR Bel para *chips* (PEREIRA, et al., 2015). Porém, tanto as cultivares estrangeiras quanto às nacionais destinadas ao processamento de palitos pré-fritos acumulam açúcares redutores quando submetidas ao armazenamento à baixa temperatura por longo período (ABBA, 2010; FERNANDES et al., 2010; EVANGELISTA et al., 2011; BORGES, 2015). Nesse sentido, um dos grandes desafios dos programas de melhoramento genético de batata é desenvolver cultivares capazes de manter sua qualidade durante longos períodos de armazenamento.

O Programa de Melhoramento Genético de Batata da Embrapa tem se esforçado para atender às demandas da indústria de processamento. Deste esforço, foram selecionados clones que careciam de informações quanto ao seu comportamento durante o armazenamento. Visto isso, o objetivo deste estudo foi avaliar caracteres de qualidade industrial de cultivares estrangeiras e nacionais, e de clones desenvolvidos pela Embrapa, quando submetidos ao armazenamento.

3.2. Material e Métodos

Tubérculos dos clones avançados C2514-01-06 (*chips*), F50-08-01 (palitos pré-fritos), F31-08-05 (palitos pré-fritos) e F183-08-01 (palitos pré-fritos) da Embrapa Clima Temperado, e das cultivares Asterix, Atlantic, BRS Ana, BRSIPR Bel, Ludmilla e Markies foram cultivados no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil (31°40'18" S, 52°26'15" O, 57 m a.n.m.), nas safras de outono e primavera de 2015, primavera de 2016 e 2017, e verão

de 2017/18. O manejo cultural e fitossanitário seguiu o recomendado para a cultura na região (PEREIRA, 2010). As condições meteorológicas foram características para as safras de cultivo (Tabela 1), porém na safra de verão de 2017/18 foi necessário irrigar de maneira suplementar. Os genótipos utilizados em cada safra foram distintos (Tabela 2).

Tabela 1 - Períodos de cultivo, acumulados de chuva (mm) e médias das temperaturas do ar (°C), temperatura do solo a 5cm (°C), umidade relativa (UR) (%) e energia solar ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) das safras de outono e primavera 2015, primavera de 2016 e de 2017, e verão de 2017/18. Embrapa, Pelotas, 2019.

Safra	Data de plantio	Data de colheita	Dias de cultivo	Chuva	Temp. ¹ do ar	Temp. do solo	U.R.	Energia Solar
Outono 2015	03/mar	26/jun	116	591,4	18,3	23,7	82,7	300,3
Primavera 2015	25/ago	09/dez	107	901,6	18,5	19,4	82,1	337,6
Primavera 2016	16/ago	28/nov	105	679,6	16,3	19,1	81,9	387,9
Primavera 2017	22/ago	05/dez	106	502,8	18,9	21,6	81,4	346,5
Verão 2017/18	01/nov	02/mar	122	396,6	22,1	26,1	78,2	514,3

¹Temp.: temperatura. Fonte: EMBRAPA, (2019).

Tabela 2 – Genótipos de batata cultivados nas safras de primavera e outono de 2015, primavera de 2016 e 2017, e verão 2017/18. Pelotas-RS, 2019.

Safra	Genótipos
Outono 2015 Primavera 2015	Asterix; Atlantic; BRS Ana; BRSIPR Bel; C2514-01-06; F183-08-01
Primavera 2016	Asterix; Markies; F50-08-01; F31-08-05; F183-08-01
Primavera 2017	Asterix; Markies; Ludmilla; F31-08-05; F183-08-01
Verão 2017/18	Asterix; Markies; Ludmilla; F50-08-01; F183-08-01

Após a colheita, os tubérculos permaneceram em período de cura por 18 ± 2 dias, com temperatura de $21 \pm 5,0^\circ\text{C}$, sob ausência de luz. Em seguida, os tubérculos foram transferidos para câmara de armazenamento sob condição controlada de temperatura, distinta para cada cultivo, na ausência de luz. No outono e primavera de 2015, os tubérculos foram armazenados a $3,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e avaliados aos 30, 60 e 90 dias após o armazenamento. Na ocasião de cultivo de primavera de 2016 as temperaturas de armazenamento foram de $7,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$, com avaliações aos 90 dias após o armazenamento. Na primavera de 2017, os tubérculos foram armazenados em três condições de temperatura, $7,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$; $8,9 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $20 \pm 2,5^\circ\text{C}$, e as avaliações ocorreram aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento. E, por fim, na safra de

verão de 2017/2018 os tubérculos foram armazenados à $7,5\pm0,5^{\circ}\text{C}$ e $20\pm0,5^{\circ}\text{C}$, e avaliados aos 60 dias após o armazenamento, sendo que uma avaliação após a cura dos tubérculos (período zero) foi realizada em todos os cultivos.

O delineamento experimental do estudo foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, e cada repetição foi representada por cinco tubérculos íntegros, sadios e de tamanho homogêneo. Em cada amostragem foi estimado teor de glicose, conteúdo de massa seca, superação de dormência e perda de massa fresca. Nas safras de 2015, apenas o teor de glicose foi avaliado.

O conteúdo de massa seca foi analisado de acordo com o método da “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 1995), com modificações. Uma amostra homogênea de 30g de batata cortada em cubos foi seca em estufa a vácuo a 70°C , até massa constante, e o resultado foi expresso em %.

Para determinar o teor de glicose, uma amostra homogênea de 200g de batata cortada em cubos foi triturada em 275mL de solução tampão fosfato de sódio (0,05 M, pH 7,20) (adaptado de WANG et al., 2016a). Em seguida, o teor de glicose foi mensurado através do equipamento YSI Modelo 2700 SELECT (Yellow Springs, OH, EUA), conforme recomendação do fabricante (YSI, 2009). O resultado foi expresso em mg g^{-1} de massa fresca.

A superação da dormência dos genótipos foi verificada conforme adaptação de metodologia de HERMAN et al. (2017), em que o comprimento do broto apical de cada tubérculo foi aferido ao final de cada período de armazenamento, e o resultado foi expresso em cm.

Para estimar a perda de massa fresca, aferiu-se a massa fresca das amostras no início do período do armazenamento e no fim de cada período avaliado, subtraindo os valores (LIN et al., 2017). O resultado foi expresso em %.

Os dados obtidos foram verificados quanto à distribuição normal dos resíduos (Shapiro-Wilk), sendo que, as variáveis acusaram distribuição anormal, mesmo após transformação solicitada pelo software R (R Core Team, 2019) com pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2014). Desse modo, as médias foram plotadas em gráficos com suas respectivas barras de erro padrão, as quais foram utilizadas como margem para verificar o comportamento dos caracteres avaliados, em cada período de cultivo.

4.3. Resultados

Teor de glicose

Para interpretar as médias dos teores de glicose, foi utilizada a classificação de Stark et al. (2003), em que o teor para processamento na forma de *chips* e palitos pré-fritos deve ser $\leq 0,35 \text{ mg g}^{-1}$ MF e $\leq 1,2 \text{ mg g}^{-1}$ MF (massa fresca), respectivamente. Vale ressaltar que, apenas nos cultivos de 2015 foram avaliados genótipos com aptidão para processamento na forma de *chips* (Atlantic, BRSIPR Bel e C2514-01-06). Os demais genótipos avaliados apresentam aptidão para palitos pré-fritos.

Nas colheitas dos cultivos de outono e primavera de 2015 (Figura 1A; B), o teor de glicose dos tubérculos das cultivares Asterix, Atlantic, BRS Ana e BRSIPR Bel, e dos clones C2514-01-06 e F183-08-01 esteve dentro da faixa ideal para processamento ($\leq 0,35 \text{ mg g}^{-1}$ de MF). Após armazenamento à 4°C, os resultados obtidos cresceram para ambos os cultivos. Porém, o aumento foi superior na safra de primavera, visto que, no outono (Figura 1A) o teor de glicose se manteve dentro da faixa ideal para processamento de palitos pré-fritos, ao longo dos 90 dias de armazenamento, enquanto no cultivo de primavera (Figura 1B), os únicos genótipos que se mantiveram dentro desta faixa foram Atlantic, F183-08-01 e Asterix, e isto foi observado apenas aos 30 dias após armazenamento. Em ambos os cultivos, os genótipos BRSIPR Bel, C2514-01-06 e BRS Ana ultrapassaram o valor das faixas limite de teor de açúcares redutores para suas respectivas aptidões (Figura 1A; B).

Na colheita de primavera de 2016 (Figura 2A), o teor de glicose dos genótipos Markies, Asterix, F50-08-01, F183-08-01 e F31-08-05 foi adequado para processamento. Após armazenamento por 90 dias a 7,5°C (Figura 2A), os teores de glicose aumentaram. Apesar disso, as cultivares Markies e Asterix permaneceram na mesma faixa da avaliação inicial. No armazenamento à 20°C, houve uma redução nos teores de glicose, sendo que, todos os genótipos apresentaram teores adequados para processamento.

Na colheita do cultivo de primavera de 2017 (Figura 2B), o teor de glicose dos tubérculos dos genótipos Asterix, Markies, Ludmilla, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05 foi adequado para processamento. Após armazenamento por 180 dias à 7,5°C o teor de glicose aumentou gradualmente, conforme o período de armazenamento,

visto que os genótipos Markies, Ludmilla e F183-08-01 apresentaram teores de glicose adequados para processamento em todos os períodos avaliados, enquanto o clone F31-08-05 se manteve nesta faixa até 120 dias, e os genótipos Asterix e F50-08-01 até 60 dias após armazenados. Quando os tubérculos foram submetidos à temperatura de 8,9°C, também foi verificado um acréscimo no teor de glicose, no entanto, o aumento foi inferior ao observado à 7,5°C; sendo os teores de glicose adequados para processamento em todos os períodos avaliados, a não ser aos 180 dias para os genótipos Asterix e F31-08-05. Por outro lado, ao armazenar os tubérculos à 20°C por 120 dias foi observado um decréscimo nos teores de glicose, porém aos 180 dias houve um aumento nesses resultados, o qual foi até mesmo superior aos teores observados nas demais temperaturas de armazenamento.

Na colheita do cultivo de verão de 2017/18 (Figura 2C), o teor de glicose das cultivares Asterix, Markies e Ludmilla, e dos clones F183-08-01 e F50-08-01 foi inferior a 1,2mg g⁻¹ de MF. Após 60 dias de armazenamento a 7,5°C, foi observado um acréscimo no teor de glicose, no entanto, os teores permaneceram na mesma faixa observada após a colheita. E, após armazenamento à temperatura de 20°C, o teor de glicose se manteve semelhante ao verificado após a colheita, exceto para a cultivar Asterix, onde observou-se um decréscimo.

Massa seca

As médias obtidas para conteúdo de massa seca estão apresentadas na Figura 3, e foram interpretadas utilizando a classificação de Cacace et al. (1994) e Love (2000), as quais classificam tubérculos com conteúdo acima de 20% como estando no grupo superior, e adequados ao processamento industrial.

Na colheita do cultivo de primavera de 2016 (Figura 3A), e após 90 dias de armazenamento à 7,5°C e à 20°C, os genótipos Asterix, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05, apresentaram conteúdo de massa seca adequados ao processamento industrial

Na colheita de primavera de 2017 (Figura 3B), e após 180 dias de armazenamento à 7,5°C, 8,9°C e 20°C, os genótipos Asterix, Markies, Ludmilla, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05, apresentaram conteúdo de massa seca adequados ao

processamento industrial, porém aos 120 e 180 dias, a cultivar Asterix obteve resultado inferior a 20% de massa seca.

Na ocasião da colheita do cultivo de verão de 2017/18 (Figura 3C), o conteúdo de massa seca dos genótipos F183-08-01, Ludmilla e F50-08-01, considerando a barra de erro padrão, foi adequado ao processamento, porém este comportamento não foi observado para as cultivares Asterix e Markies.

Brotação e superação de dormência

As médias dos dados de brotação dos tubérculos estão expostas na Figura 4, e foram interpretadas segundo Krijthe (1962), para o autor a superação da dormência pode ser estabelecida quando os tubérculos desenvolvem brotos de pelo menos 0,3cm de comprimento.

Na safra de primavera de 2016 (Figura 4A), após 90 dias de armazenamento à 7,5°C, apenas o genótipo F183-08-01 apresentou brotação superior a 0,3cm; enquanto à temperatura de 20°C, a brotação foi superior a 0,3cm para todos os genótipos, com exceção apenas do clone F31-08-05.

Na safra de primavera de 2017 (Figura 4B), após 60 dias de armazenamento à 7,5°C e 8,9°C, não foi observado brotação superior a 0,3cm em nenhum dos genótipos testados; enquanto à temperatura de 20°C apenas o clone F31-08-05 não apresentou superação de dormência. Após 120 dias, os genótipos armazenados a 7,5°C permaneceram em dormência, porém a 8,9°C esse comportamento foi verificado apenas para a cultivar Markies e para os clones F31-08-05 e F50-08-01; e quando submetidos ao armazenamento à 20°C, o crescimento observado foi muito superior às demais temperaturas. No último período de avaliação, os genótipos apresentaram crescimento de brotos superior à 0,3cm em todas as temperaturas testadas, no entanto, o crescimento à 20°C e 8,9°C foi muito superior ao observado na temperatura 7,5°C.

Na colheita do cultivo de verão de 2017/18 (Figura 4C), foi observada presença de brotos inferiores a 0,30cm, nos genótipos Asterix, Markies e F183-08-01. No entanto, os genótipos Ludmilla e F50-08-01 não apresentaram brotação. Após 60 dias de armazenamento a 7,5°C, não foi verificada superação de dormência nas cultivares

Asterix (0,16cm) e Markies (0,03cm), e no clone F50-08-01 (0,00cm). Por outro lado, a 20°C, estes três genótipos apresentaram brotos maiores que 0,30cm.

Perda de massa fresca

As médias de perda de massa fresca estão apresentadas na Figura 5.

Na safra de primavera de 2016 (Figura 5A), após 90 dias de armazenamento, houve menor perda de massa fresca à 7,5°C, se comparado à temperatura de 20°C.

Sendo que, os genótipos Asterix, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05, quando submetidos ao armazenamento à 7,5°C, apresentaram uma perda de massa de 57,8%, 24,4%, 31,6%, 17,8% e 0,7%, respectivamente, inferior ao obtido à 20°C. No armazenamento à 7,5°C, os genótipos com menor perda de massa foram a Asterix (2,8%) e a Markies (3,8%), seguido dos clones F31-08-05, F183-08-01 e F50-08-01, com perdas de 4,8%, 5,4% e 5,4%, respectivamente. Quando os tubérculos foram armazenados à 20°C, a maior perda de massa fresca foi observada no genótipo F183-08-01 (7,9%), seguido da Asterix (6,6%), F50-08-01 (6,6%), F31-08-05 (4,9%) e Markies (4,8%).

Na safra de primavera de 2017 (Figura 5B), a perda de massa fresca aumentou gradualmente com o tempo de armazenamento nas três temperaturas estudadas, sendo que, as temperaturas de 7,5°C e 8,9°C promoveram uma menor perda, a qual foi, em média, 87,4% e 78,2%, respectivamente, inferior à 20°C. E, de acordo com a barra de erro padrão, houve menor perda de massa a 7,5°C, para os seis genótipos avaliados, nos três períodos de armazenamento, exceto para a cultivar Markies aos 60 dias, e para o clone F31-08-05 aos 120 dias, os quais obtiveram comportamentos semelhantes nas temperaturas de 7,5°C e a 8,9°C. Aos 60 dias de armazenamento a 7,5°C, a menor perda de massa fresca foi verificada na cultivar Ludmilla (0,09%), seguida dos genótipos Asterix (0,6%), F31-08-05 (0,6%), Markies (0,7%), F50-08-01 (0,7%) e F183-08-01 (0,8%). Aos 120 dias, a cultivar Ludmilla continuou com a menor perda de massa, seguida dos genótipos Markies (0,6%), F31-08-05 (1,2%), F183-08-01 (1,2%), Asterix (1,3%) e F50-08-01 (1,5%). No último período de avaliação, a cultivar Ludmilla se manteve com as menores perdas de massa, porém a barra de erro padrão não revelou diferença entre ela e os genótipos Markies (1,9%) e F31-08-05 (1,9%), os quais apresentaram perda de massa inferior aos genótipos F183-08-01 (2,8%), F50-08-01 (2,8%) e Asterix (4,1%).

Na safra de verão de 2017/18 (Figura 5C), após 60 dias de armazenamento, houve menor perda de massa fresca a 7,5°C, a qual foi em média 72,7% inferior à perda de massa a 20°C. Os genótipos Markies, Asterix e F50-08-01 quando armazenados a 7,5°C, apresentaram perda de massa de 1,9%, 2,0% e 2,4%, respectivamente; enquanto a 20°C, a perda de massa foi 6,4%, 7,6% e 9,0%, respectivamente.

4.4. Discussão

Para a maioria dos genótipos cultivados para processamento, a temperatura de armazenamento exerce um controle significativo sobre o acúmulo de açúcares redutores, e esse acúmulo ocorre devido ao adoçamento induzido pelo frio (AIF), em cultivares suscetíveis (ROSEN, 2018). Além de estar negativamente correlacionado com a cor de fritura (ARAUJO, 2014), o acúmulo de açúcares redutores é o principal precursor para a formação da acrilamida (AMREIN et al., 2004; WANG et al., 2016b). Portanto, a resistência ao AIF é um objetivo importante no desenvolvimento de novas cultivares para processamento.

A temperatura de armazenamento ideal para que os tubérculos permaneçam viáveis por longos períodos, sem que ocorra o crescimento dos brotos, é de 4°C (KAWAKAMI et al., 2019). Porém, nessa temperatura, as cultivares BRS Ana, Asterix, Atlantic e BRSIPR Bel, e os clones C2514-01-06 e F183-08-01, demonstraram suscetibilidade ao AIF (Figura 1). Resultados semelhantes foram relatados por diversos outros autores (COELHO et al., 1999; SOWOKINOS, 2001; CHAPPER et al., 2004; BRAUN et al., 2010; PEREIRA et al., 2007; KYRIACOU et al. 2009; QUADROS et al., 2010; ARAUJO, 2014; HERMAN et al., 2016), os quais verificaram que temperaturas baixas de armazenamento promovem o acúmulo de açúcares redutores. No Brasil, ainda não foi relatado na literatura cultivar de batata resistente ao AIF, e em outros países, o desenvolvimento de cultivares com essa característica é recente (NOVY, et al., 2008; 2010; 2017). Visto que, o estresse causado pelo frio durante o armazenamento promove um aumento na atividade de inúmeras enzimas envolvidas no catabolismo do amido e da sacarose (GUY, 1990; SOWOKINOS, 2001; KUMAR et al., 2004), logo, para que os genótipos exibam elevada resistência ao AIF terão que apresentar menores atividades de uma ou muitas dessas enzimas (MCKENZIE et al., 2005; 2013).

O teor de açúcares redutores pode variar consideravelmente entre cultivares, locais e período de cultivo (DALE; MACKAY, 1994). Neste estudo, as cultivares Asterix, Atlantic e BRSIPR Bel, e os clones C2514-01-06 e F183-08-01, quando cultivados na primavera de 2015 (Figura 1B), apresentaram acúmulo de glicose superior em comparação ao cultivo de outono (Figura 1A). Estes resultados corroboram com os descritos por Zommick et al. (2014), Herman et al. (2017) e Busse (2019), os quais verificaram que o estresse por calor, durante o cultivo dos tubérculos, pode interferir na resistência ao AIF. Este estresse aumenta o catabolismo do amido, e consequentemente eleva os teores de sacarose, alterando também a resistência ao AIF (HERMAN et al., 2017). Vale ressaltar que o estresse causado pelo frio ($<10^{\circ}\text{C}$) durante o cultivo dos tubérculos de batata, também propicia o aumento da conversão do amido em açúcares redutores (CHALÁ et al., 2001). Porém, na safra de outono de 2015, as temperaturas médias inferiores à 10°C ocorreram apenas durante quatro dias de cultivo (EMBRAPA, 2019), e não foram suficientes para causar estresse.

As condições de temperatura durante o armazenamento afetam a resposta de adoçamento induzido pelo frio, em tubérculos de batata (HELTOFT et al., 2017). Durante o AIF, temperaturas baixas resultam em concentrações mais altas de açúcares redutores (HERTOG et al., 1997; SOWOKINOS; PRESTON, 1988, De WILDE et al., 2005;). Isso foi constatado no presente estudo (Figura 2B), onde os genótipos apresentaram teores de glicose mais elevados quando submetidos à temperatura de $7,5^{\circ}\text{C}$ e $8,9^{\circ}\text{C}$ se contrastados aos teores obtidos à 20°C . Porém, as cultivares Asterix e Markies, e os clones F183-08-01 e F50-08-01, após 180 dias de armazenamento à 20°C (Figura 2B), apresentaram teor de glicose superior aos resultados obtidos à $7,5^{\circ}\text{C}$. Esse processo é conhecido como adoçamento senescente (SUN, et al. 2018), onde os açúcares são mobilizados para beneficiar o desenvolvimento e crescimento dos brotos (SOWOKINOS; PRESTON, 1988), e o tempo para que isto ocorra depende de cada genótipo (ROSEN et al., 2018).

O conteúdo de massa seca, determina a qualidade e o rendimento de produtos fritos, quanto maior ($>20\%$), menor será a absorção de óleo durante a fritura, resultando em um melhor rendimento, e em produtos de textura crocante (BHERING et al., 2009; WAYUMBA et al., 2019). O armazenamento refrigerado é capaz de promover alterações no conteúdo de massa seca dos tubérculos, a qual varia conforme a cultivar (BARBOSA, 2011). Porém, no geral, essas alterações não foram suficientes para que os genótipos deixassem de estar aptos para o processamento

(Figura 3). Resultados semelhantes foram descritos por Heltoft et al. (2017), que verificaram que o conteúdo de massa seca dos tubérculos permaneceu no mesmo nível durante toda a temporada de armazenamento.

A brotação é uma das principais causas de perda durante o armazenamento, pois reduz o número de tubérculos comercializáveis e a massa fresca, a remobilização de amido (SONNEWALD; SONNEWALD, 2014). A temperatura durante o armazenamento tem alta influência no tempo de dormência e no crescimento dos brotos; e apesar da temperatura ideal ser dependente da cultivar, no geral, temperaturas mais baixas de armazenamento retardam o crescimento das brotações (WILTSHIRE; COBB, 1996; BISOGNIN et al., 2008, FREITAS et al., 2012, KAWAKAMI et al., 2019), conforme observado no presente estudo (Figura 4B), visto que, aos 60 e 120 dias de armazenamento, as temperaturas de 7,5°C e 8,9°C foram mais eficientes para retardar a superação da dormência e para inibir o crescimento dos brotos, do que a temperatura de 20°C, resultados semelhantes foram relatados por Wang et al. (2016a), onde os autores verificaram que o período de dormência foi mais curto à 8,9°C, e mais longo à 5,6°C.

A influência da temperatura durante o cultivo dos tubérculos de batata sobre a brotação ainda não está bem consolidada. Para Muthoni et al. (2014), quanto maior a temperatura durante o cultivo dos tubérculos de batata, menor a dormência dos tubérculos colhidos, porém para Danieli et al. (2018), a temperatura de cultivo tem baixa influência. No cultivo de verão de 2017/18 (Figura 4C) os tubérculos das cultivares Asterix e Markies, e o clone F183-08-01 apresentaram crescimento de brotos após a colheita, porém não se pode afirmar que esse crescimento foi devido ao estresse por calor durante a safra. Pois, a cultivar Asterix apresenta ciclo vegetativo médio (100 a 105 dias), e a colheita ocorreu aos 122 dias após o plantio (Tabela 1); sendo assim, os tubérculos permaneceram no campo após atingirem sua maturidade fisiológica, e as precipitações ocorridas nesse período de 59,8mm (EMBRAPA, 2019), podem ter estimulado o início da brotação.

A perda de massa fresca determina a longevidade da capacidade de armazenamento dos tubérculos, e está associada à perda de umidade devido à evapotranspiração, e a perda de massa seca devido à respiração e à brotação (TESTER et al., 2005; PAUL et al., 2016). No presente estudo, há uma tendência crescente de perda de massa ao longo dos períodos avaliados para todas as temperaturas de armazenamento (Figura 5), porém, essa tendência foi menor à 7,5°C

do que a 8,9°C e 20°C, visto que, baixas temperaturas de armazenamento reduzem a taxa de respiração dos tubérculos e retardam o crescimento dos brotos (KAWAKAMI et al., 2019). Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, tais como Driskill et al. (2007), que relataram que tubérculos submetidos às temperaturas de 8°C a 9°C apresentam maior perda de massa fresca se comparados à menores temperaturas de armazenamento; Abbasi et al. (2016) verificaram menor taxa de perda de massa fresca a 5°C em comparação a 15°C e 25°C. Para estes autores, a perda pronunciada de massa fresca em temperaturas de armazenamento mais elevadas pode ser devido à energia extra necessária para o desenvolvimento dos brotos.

As variações de perda de massa fresca verificadas entre os genótipos (Figura 5), podem ser atribuídas às distintas características de periderme e/ou aos seus distintos comportamentos quanto à dormência (PAUL et al., 2016). Pois, foram observadas maiores perdas de massa nos tubérculos brotados (Figura 4; 5), o que corrobora com os resultados de Pande et al. (2007), os quais verificaram uma correlação significativa entre a perda de massa fresca e o comprimento do broto mais longo. Além disso, segundo Burton (1955), a periderme do broto é cerca de 100 vezes mais permeável à água em comparação com o restante da superfície do tubérculo, favorecendo a perda de água através destes tecidos.

4.5. Conclusões

Nas condições em que o estudo foi desenvolvido foi possível concluir que:

- O armazenamento por longos períodos à 7,5°C, 8,9°C e 20°C é limitado devido à alta perda de massa fresca e brotação, comportamento observado em todos os genótipos estudados.

- O armazenamento, indiferente do tempo e/ou da temperatura, não altera o conteúdo de massa seca.

- Quanto ao teor de glicose, o clone F50-08-01 apresenta capacidade para processamento até 60 dias após armazenado; a cultivar Asterix até 90 dias; o clone F31-08-01 até 120 dias; e, os genótipos Markies, Ludmilla e F183-08-01 até 180 dias à temperatura de 7,5°C.

- O armazenamento a 4°C, 7,5°C e 8,9°C, promove o acúmulo de glicose em tubérculos de batata, sendo que menores temperaturas resultam em maior acúmulo de glicose.

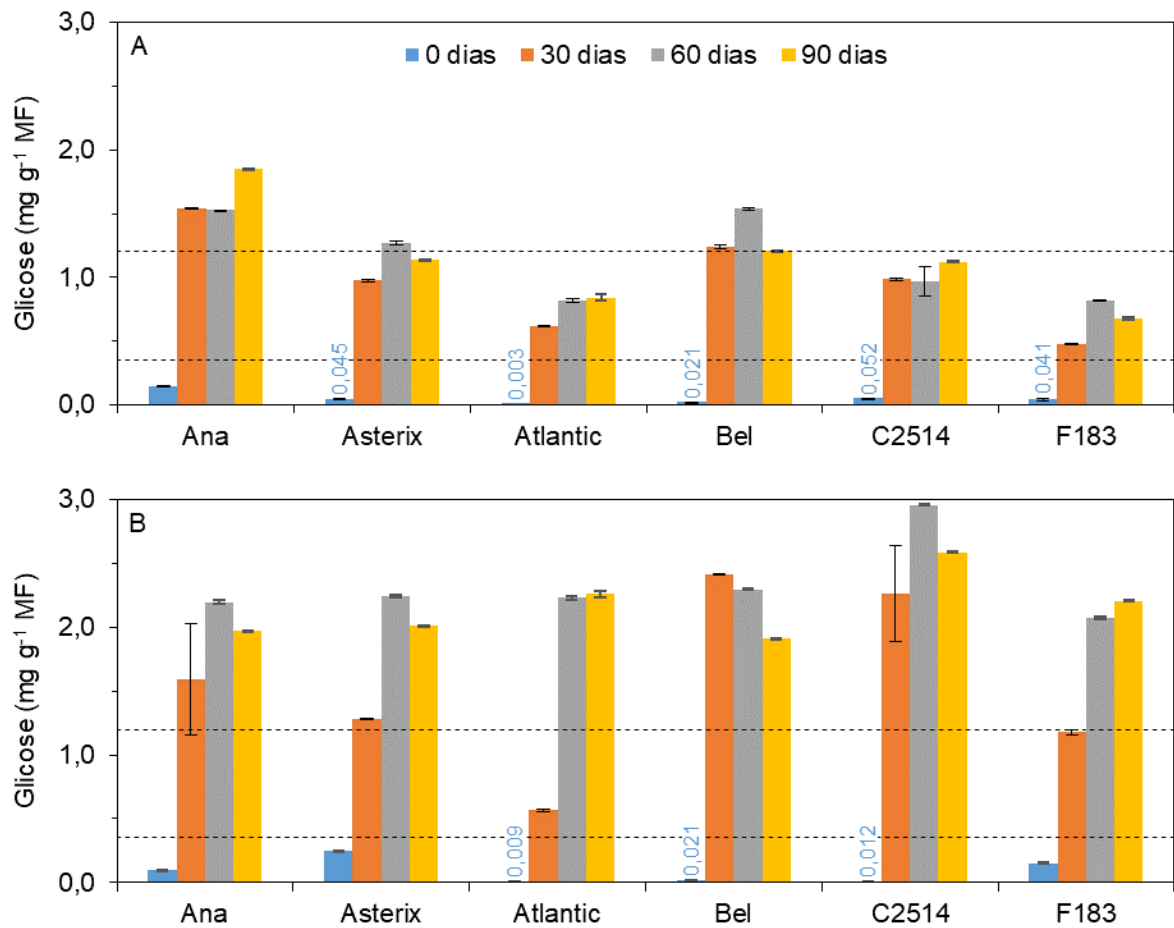


Figura 1 - Teor de glicose de tubérculos de batata de quatro cultivares (BRS Ana, Asterix, Atlantic e BRSIPR Bel) e de dois clones avançados (C2514-01-06 e F183-08-01), cultivados no outono (A) e primavera de 2015 (B), e armazenados a 4°C. Embrapa, Pelotas, 2019.

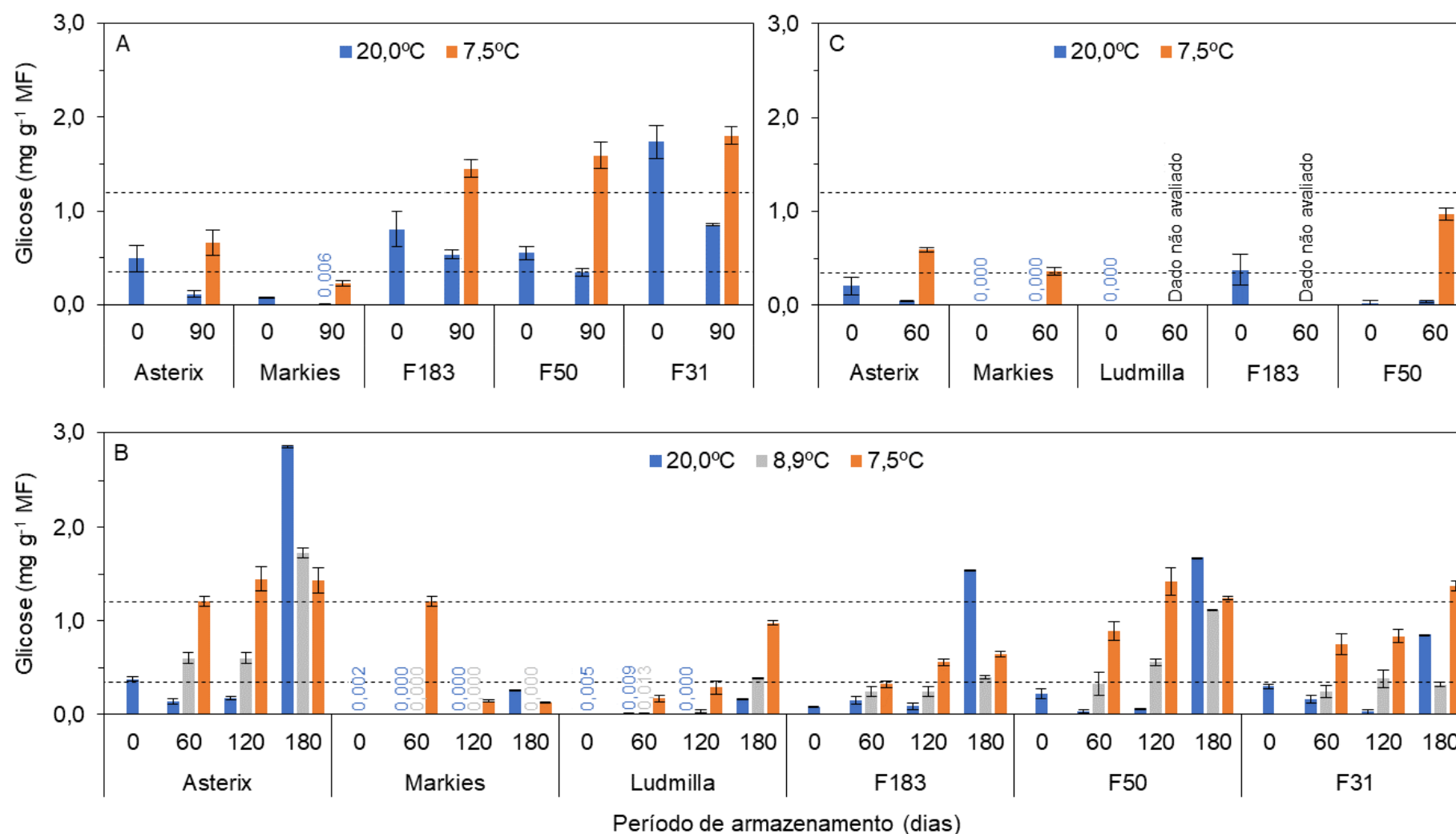


Figura 2 - Teor de glicose de tubérculos de batata de distintos genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.

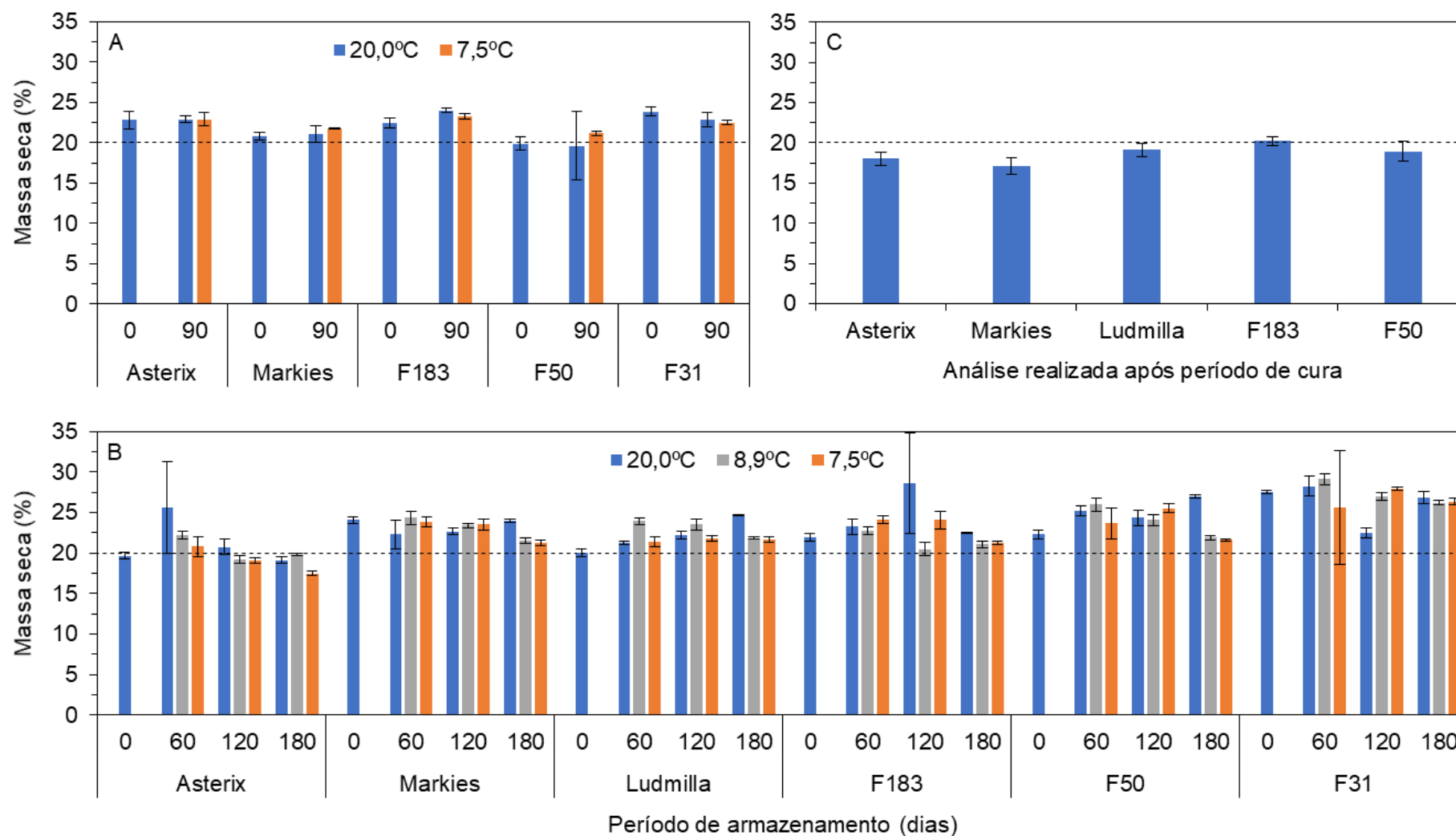


Figura 3 - Conteúdo de massa seca de tubérculos de batata de diferentes genótipos, (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.

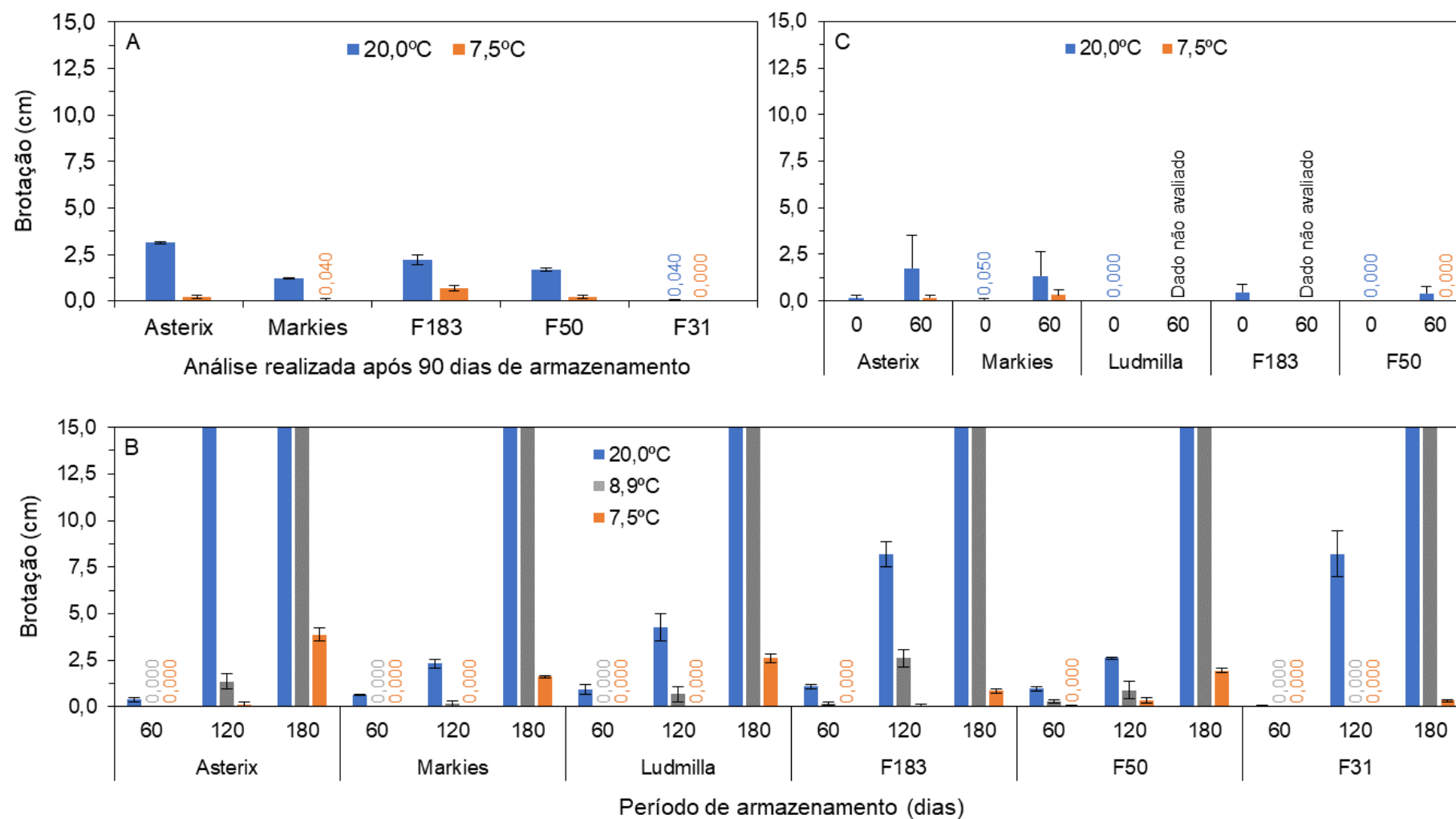


Figura 4 - Brotação de tubérculos de batata de diferentes genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.

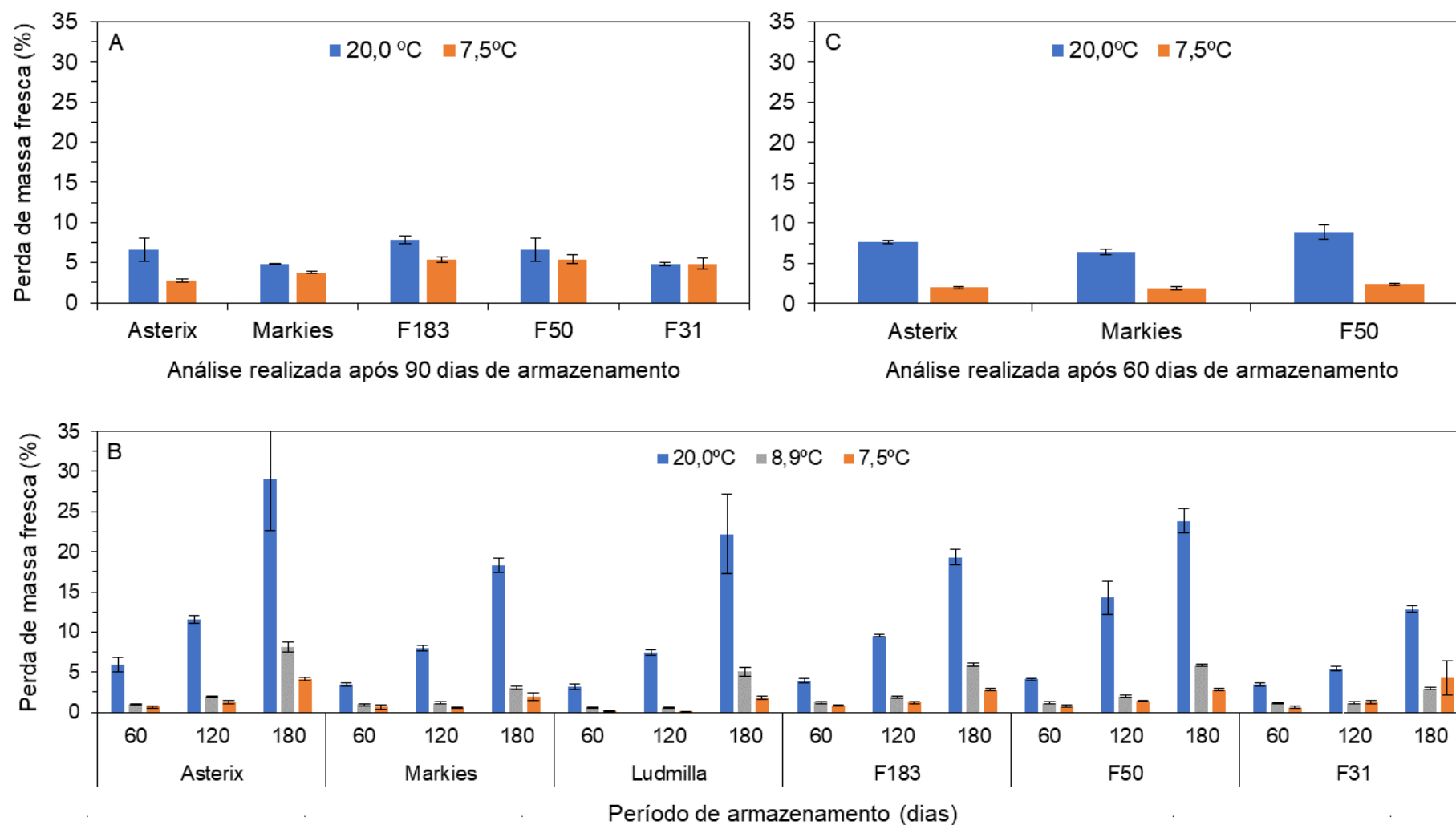


Figura 5 - Perda de massa de tubérculos de batata de diferentes genótipos (Asterix, Ludmilla, Markies, F183-08-01, F50-08-01 e F31-08-05), cultivados na primavera de 2016 (A), na primavera de 2017 (B) e no verão de 2017/18 (C), e armazenados em três temperaturas (20°C, 8,9°C e 7,5°C). Embrapa, Pelotas, 2019.

4. Capítulo III – Biossensor amperométrico: uma alternativa para análise de glicose em tubérculos de batata

4.1. Introdução

O teor de açúcares redutores presente em tubérculos de batata é o principal fator responsável pela cor, aroma e sabor do produto processado nas formas palitos, *chips* e batata palha (SINGH et al. 2008; WIBERLEY-BRADFORD et al., 2014). Pois, quando os tubérculos com elevados teores desses açúcares são fritos, os mesmos reagem com aminoácidos livres, na reação de Maillard, resultando em um produto de coloração escura e sabor amargo, comercialmente inaceitável (ROSEN et al., 2018; SUN et al., 2018). Em razão disso, o teor de açúcares redutores é um parâmetro muito importante de qualidade exigida pelas indústrias de processamento de batata, cujos produtos têm apresentado um aumento significativo no consumo nos últimos dez anos (NASCIMENTO, 2017), da mesma forma, têm aumentado a necessidade pela disponibilização de novas cultivares com características adequadas à esta finalidade (PEREIRA; SILVA, 2019).

Neste sentido, esforços devem ser realizados com o intuito de oferecer um método de quantificação prático e preciso de açúcares redutores a fim de facilitar a seleção de genótipos com baixos teores destes carboidratos, bem como possibilitar às indústrias de processamento praticidade no monitoramento dos estoques de batata armazenados.

A glicose e a frutose são os açúcares redutores presentes em tubérculos de batata, porém a glicose está presente em um teor mais elevado durante o crescimento e no armazenamento a baixas temperaturas (MERLO et al. 1993; HERMAN et al., 2016). Além disso, a cor de fritura de batatas está mais associada à concentração de

glicose do que à frutose (PRITCHARD; ADAM, 1994), e tem sido correlacionada com o teor de glicose independentemente do método de detecção, cultivar, local de crescimento ou temperatura de armazenamento (COLEMAN et al., 1993).

O método oficial usualmente utilizado para determinar o teor de glicose em tubérculos de batata no Brasil baseia-se na técnica espectrofotométrica Somogyi-Nelson (IAL, 2008), sendo a determinação de glicose realizada através da absorbância de um complexo colorido formado entre açúcar, cobre oxidado e arsênio-molibdico (SHAO; LIN, 2018). Os glicídeos redutores aquecidos em meio alcalino, transformam-se em enodíóis que reduzem o íon cúprico presente a óxido cuproso, o qual reduz a reação arsênio-molibdico a óxido de molibdênio de coloração azul, cuja intensidade de cor é proporcional à quantidade de glicose existente na amostra (SOMOGYI, 1937; NELSON, 1944). A quantificação de glicose através desse método consome tempo e requer analista qualificado para obter alta precisão ao preparar e analisar as amostras.

Visando suprir a necessidade por técnicas de determinação de teor de glicose de uma maneira rápida, simples e reprodutível, foi encontrada uma possível alternativa em um instrumento de análise bioquímica baseado em biossensor amperométrico, o YSI 2700®. Este método vem sendo utilizado de maneira bem-sucedida em outros países (MASON, 1983; BETHKE; BUSSE; 2008), porém ainda não é utilizado no Brasil. Este analisador utiliza um biossensor que incorpora uma película fina da enzima glicose oxidase imobilizada dentro de uma membrana. O substrato D-Glucose é oxidado na presença de glicose oxidase, produzindo peróxido de hidrogênio e glucono-lactona ($\text{glicose} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{D-glucono-d-lactona}$) (HALFORD et al., 2012). O peróxido de hidrogênio é medido por oxidação eletroquímica em um ânodo de platina, sendo a corrente produzida proporcional à concentração de glicose. Como a reação está confinada a uma camada fina, o equilíbrio é alcançado rapidamente e as leituras de estado estacionário estão disponíveis em 60 segundos (YSI, 2009).

A escolha de um método para cada situação deve considerar a amostra a ser analisada, a viabilidade técnica, o tempo de resposta, o custo empregado e a confiabilidade necessária. Tendo isso em vista, o presente estudo teve como objetivo verificar a confiabilidade de uso do analisador bioquímico YSI para determinação do teor de glicose em tubérculos de batata.

4.2. Materiais e Métodos

Tubérculos de batata das cultivares Agata, Asterix, Atlantic, BRS Ana, BRS Clara, BRSIPR Bel, e dos clones avançados da Embrapa Clima Temperado C2514-01-06 e F183-08-01 foram produzidos nas épocas de cultivo de outono e de primavera de 2015, no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas (31°42' S, 52°24' W, 57 m a.n.m.). A safra de outono foi cultivada no período de 3 de março a 26 de junho e a safra de primavera entre 25 de agosto e 9 de dezembro. Nos dois cultivos foram realizados os tratamentos culturais e fitossanitários recomendados para a região (PEREIRA, 2010). As temperaturas médias foram superiores às normais para a região, o índice pluviométrico foi de 591,4 e 910,6mm para os cultivos de outono e primavera, respectivamente (EMBRAPA, 2019).

Após a colheita, os tubérculos foram transferidos para estruturas adequadas e permaneceram em período de cura por 20 dias, com temperatura média de $21\pm5^{\circ}\text{C}$ sob ausência de luz, para ambas as safras. Na safra de primavera, após a cura, os tubérculos foram transferidos para uma câmara de armazenamento sob condição de temperatura controlada ($3,5\pm0,5^{\circ}\text{C}$) na ausência de luz. As avaliações do teor de glicose ocorreram em intervalos regulares de 30 dias, iniciando-se na data de 20 dias de cura (tempo zero), até os 90 dias de armazenamento, perfazendo um total de quatro períodos de avaliação. Cada amostra foi constituída de quatro repetições, e cada repetição foi representada por cinco tubérculos íntegros, sadios e de tamanho homogêneo. Em cada amostragem foi estimado o teor de glicose através da técnica espectrofotométrica e de biossensor amperométrico.

Para análise através do método espectrofotométrico de Somogyi (1937) adaptado e descrito por Nelson (1944), os tubérculos foram lavados em água, secos e descascados, e de cada amostra retirou-se uma amostra de 25 g da parte central. À essa amostra foi adicionada 50mL de água deionizada, à mesma foi triturada com um mixer. Em seguida, foi adicionado 2,5mL de NaOH 1N e 5 gotas de ácido acético glacial e o volume foi completado para 250mL e, feita a filtração. Após, o extrato foi desproteínizado para a determinação do teor de glicose. Para tal procedimento, em 3mL do extrato filtrado foi adicionado 1,2mL de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 1,2mL de ZnSO_4 e 9mL de água deionizada. Após agitação, a amostra foi deixada em repouso por 10 min e então filtrada novamente. Em um tubo de vidro, foi adicionado 1mL do extrato filtrado, 1mL

de água e 1mL de reagente cúprico, o qual permaneceu em banho-maria fervente por 20min. Passado esse período, a amostra foi esfriada em água gelada. Em seguida, foi acrescentado 1mL de reativo arsenomolibídico, e o volume foi completado para 10mL utilizando água deionizada. A leitura das amostras, em triplicata, foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS Fento® a 510nm, utilizando a curva padrão construída a partir de uma solução padrão de glicose, 100 mg L⁻¹. O teor de glicose foi expresso em mg g⁻¹ de massa fresca.

Para análise do teor de glicose pelo biossensor amperométrico, utilizou-se uma adaptação de WANG et al. (2016a). Os tubérculos foram lavados em água, secos, descascados e cortados em cubos, desse material foi retirado uma amostra homogênea de 200 g, a qual foi triturada com o auxílio de um mixer, em 275mL de solução tampão fosfato de sódio (0,05M, pH7,2). Em seguida o material foi coado em peneira de malha dois mm, e permaneceu em repouso durante dez minutos, após esse período retirou-se uma amostra do sobrenadante, a qual foi utilizada para mensurar o teor de glicose através do analisador bioquímico YSI Modelo 2700 SELECT® (Yellow Springs, OH, EUA). O equipamento foi calibrado para solução padrão glicose, conforme recomendação do fabricante (YSI, 2009) e a cada 10 leituras o instrumento foi calibrado automaticamente. As amostras foram analisadas em triplicata, o resultado foi expresso em mg g⁻¹ de massa fresca.

A confiabilidade do método baseado em biossensor amperométrico (BA) para determinação de glicose em tubérculos de batata foi verificada por meio da comparação com o método espectrofotométrico Somogyi-Nelson (SN), para tal foram utilizados teste de correlação de Pearson, análise de regressão e teste t de Student para dados pareados ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

4.3. Resultados e Discussão

Nesse estudo foi possível observar excelente concordância entre os métodos SN e BA, visto que o coeficiente de correlação obtido foi positivo e de elevada magnitude, 0,938. Verificou-se que os teores de glicose determinados pelos dois métodos estão relacionados pela equação de regressão linear: $Y = 0,1973x + 0,1263$, em que X é o teor de glicose determinado pelo método SN e Y é o determinado com

o analisador bioquímico, o coeficiente de determinação foi de 0,880. Uma representação gráfica dessa relação é mostrada na Figura 1.

Ao comparar os dois métodos pelo teste t de Student (Tabela 1), verificou-se que os resultados obtidos para o teor de glicose pela técnica de SN foram em média superiores aos do BA, diferindo significativamente em 85% das ocasiões. Sendo que os valores obtidos pelo BA variaram de 0,003 até 3,914 mg g⁻¹ de MF (massa fresca), com uma média geral de 1,491 mg g⁻¹ de MF, enquanto para o SN os teores de glicose variaram de 0,144 até 21,833, com média geral de 6,741 mg g⁻¹ de MF. Uma diferença foi observada também entre o coeficiente de variação obtido pelos dois métodos, para o BA, o valor médio do coeficiente de variação foi de 3,658%, enquanto para o SN foi de 32,568%.

A precisão verificada para o analisador bioquímico pode ser explicada devido a sua ampla faixa de determinação de glicose, de 0 a 9 mg g⁻¹ de MF (YSI, 2009), a qual abrange satisfatoriamente a faixa requerida para o processamento de tubérculos de batata, que é de até 1,20 mg g⁻¹ de MF para o processamento na forma de palitos pré-fritos congelados, e de até 0,35 mg g⁻¹ de MF para *chips* (STARK et al., 2013). Por outro lado, o método espectrofotométrico, quando construído curva padrão de glicose a 500 mg L⁻¹, apresenta faixa de determinação de 0,025 a 0,500 mg g⁻¹ de MF (MALDONADE et al., 2013), visto que a curva padrão construída no presente trabalho foi menor, de 100mg L⁻¹, houve a necessidade de inúmeras diluições de amostras para que a leitura fosse possível, o que pode ter causado aumento das fontes de erro.

O analisador bioquímico baseado em biossensor amperométrico YSI® apresenta outras vantagens além de precisão, entre elas estão a acurácia, tempo rápido de resposta, frequência de amostragem, estabilidade operacional, reprodutibilidade, fácil instalação, bem como monitoramento e manutenção (MELLO; KUBOTA, 2002; LOWINSOHN; BERTOTTI, 2006; GUTH et al., 2009; THAKUR; RAGAVAN, 2013). Além disso, quando comparado a outros métodos convencionais, como o HPLC, o analisador bioquímico YSI® apresenta baixo custo tanto para investimento de capital inicial quanto para realizar o teste (MILLER, 2017). Outra vantagem é a de que não necessita de técnicos ou especialistas para operação, e pode ser utilizada para uso contínuo em linha no processo (ROSATTO et al., 2001). A sua principal desvantagem é estabilidade relativamente baixa, porém pode ser contornada utilizando pH, temperatura e força iônica adequadas para a atividade da membrana (PORFÍRIO et al., 2016).

4.4. Conclusões

O BA demonstrou possuir alta correlação com a técnica de Somogyi-Nelson, e baixos coeficientes de variação.

O biossensor amperométrico apresenta-se como uma alternativa promissora aos métodos de análise de teor de glicose, já utilizados no Brasil.

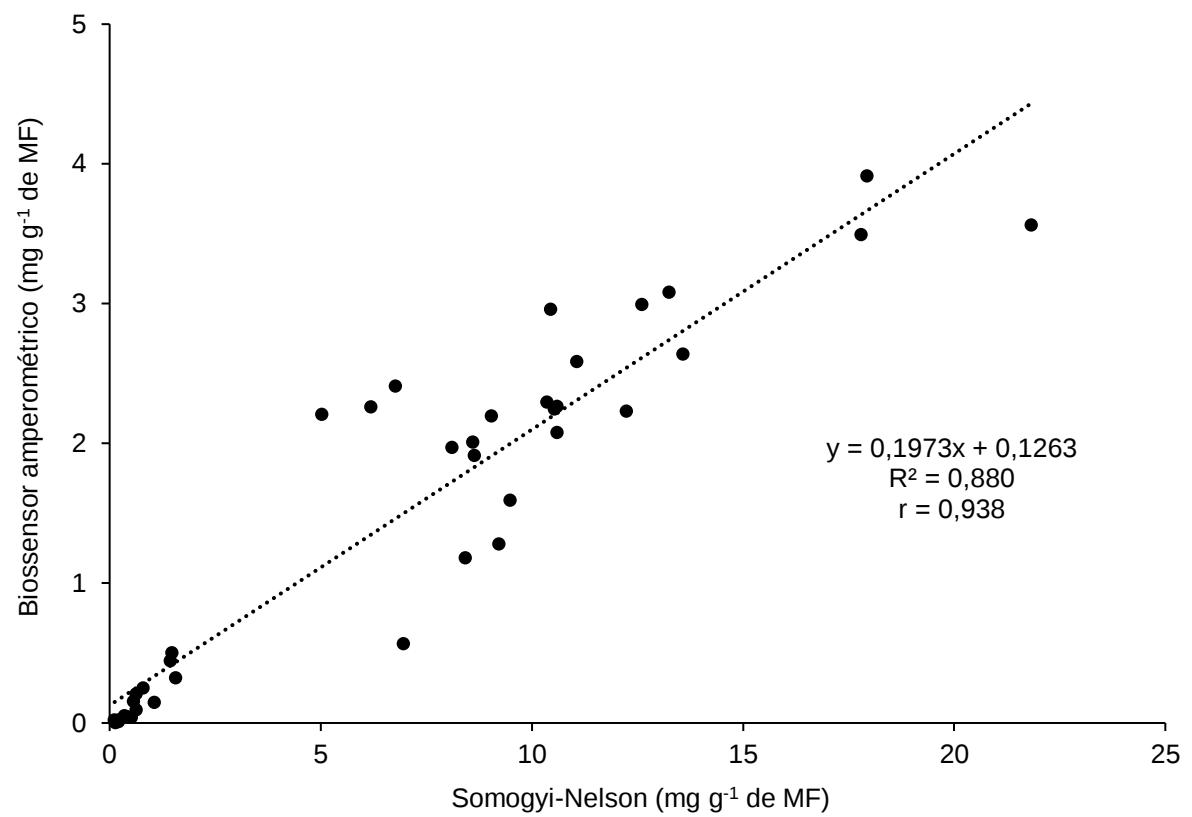


Figura 1 – Relação entre o teor de glicose, de tubérculos de batata, determinado através de biossensor amperométrico e método de Somogyi-Nelson. Embrapa, Pelotas, 2019.

Tabela 1 – Teor de glicose determinado através de biossensor amperométrico e método de Somogyi-Nelson, em oito genótipos de batatas cultivados nas safras de outono e primavera de 2015 Embrapa, Pelotas, 2019.

Genótipo	Período armazenado a 4°C (dias)	Safr	Biossensor amperométrico		Somogyi-Nelson	
			Teor de glicose (mg g ⁻¹ de MF)	CV ³ (%)	Teor de glicose (mg g ⁻¹ de MF)	CV (%)
Agata	0	Out. ¹	0,444*	0,616	1,439	27,235
	0	Prim. ²	0,322	1,659	1,569	84,093
	30	Prim.	3,494*	24,830	17,803	9,903
	60	Prim.	3,914*	0,630	17,939	6,033
	90	Prim.	3,562*	0,431	21,833	16,605
BRS Ana	0	Out.	0,147*	0,844	1,061	49,424
	0	Prim.	0,095*	1,321	0,625	37,356
	30	Prim.	1,594*	0,970	9,486	4,137
	60	Prim.	2,197*	1,170	9,045	19,543
	90	Prim.	1,969*	0,462	8,108	31,495
Asterix	0	Out.	0,045*	2,789	0,410	58,671
	0	Prim.	0,250	1,485	0,795	85,317
	30	Prim.	1,282*	1,760	9,225	15,390
	60	Prim.	2,244*	1,374	10,530	13,840
	90	Prim.	2,009*	2,392	8,596	26,978
Atlantic	0	Out.	0,003*	19,384	0,144	23,504
	0	Prim.	0,009	10,462	0,215	66,997
	30	Prim.	0,566*	1,320	6,964	30,028
	60	Prim.	2,231*	0,762	12,233	13,593
	90	Prim.	2,260	0,436	6,189	58,536
BRSIPR Bel	0	Out.	0,021*	7,759	0,118	37,720
	0	Prim.	0,021	8,574	0,213	83,315
	30	Prim.	2,410*	31,345	6,770	13,081
	60	Prim.	2,297*	0,231	10,358	36,161
	90	Prim.	1,912*	0,275	8,641	18,386
BRS Clara	0	Out.	0,503*	6,629	1,479	10,377
	0	Prim.	0,208*	1,369	0,634	40,714
	30	Prim.	2,638*	1,509	13,575	15,633
	60	Prim.	3,081	0,788	13,244	27,156
	90	Prim.	2,994*	0,559	12,604	22,020
C2514-01-06	0	Out.	0,052*	1,104	0,356	28,932
	0	Prim.	0,012*	6,454	0,178	30,999
	30	Prim.	2,263*	0,438	10,600	24,864
	60	Prim.	2,958*	0,365	10,446	44,753
	90	Prim.	2,587*	0,493	11,069	19,391
F183-08-01	0	Out.	0,041*	1,269	0,523	49,860
	0	Prim.	0,153*	2,826	0,563	44,447
	30	Prim.	1,180*	1,589	8,421	29,265
	60	Prim.	2,076*	0,616	10,597	23,660
	90	Prim.	2,207*	1,032	5,025	23,295
Média			1,491	3,658	6,741	32,568

*Médias na linha diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de t de Student.

¹Out.: outono. ²Prim.: primavera. ³CV: coeficiente de variação.

5. Considerações finais

Com o aumento do consumo de batatas processadas, em especial de palitos pré-fritos congelados, as indústrias de processamento passaram a buscar cultivares com características adequadas à esta finalidade. Visando contribuir com o desenvolvimento de cultivares com qualidade para processamento industrial e adaptadas as condições brasileiras de cultivo, foram desenvolvidos três estudos, cujos resultados visaram obter informações de parâmetros genéticos para definir estratégias de seleção, caracterizar o comportamento de genótipos durante o armazenamento quanto a qualidade industrial, bem como determinar um método de avaliação de teor de glicose prático e preciso, o qual é um parâmetro importante em tubérculos destinados à fritura.

O estudo referente aos parâmetros genéticos de caracteres de rendimento, qualidade industrial, desordens fisiológicas externas e aparência externa de tubérculos, em uma população híbrida, constituída de famílias complementares para qualidade industrial e geneticamente distantes, sugere que se pode aplicar forte pressão de seleção para os caracteres teor de glicose, formato, textura e aparência geral de tubérculos, e moderada para uniformidade de tamanho, uniformidade de formato, percentual da massa de tubérculos comerciais, conteúdo de massa seca, e crescimento secundário.

O estudo sobre comportamento dos genótipos de batata durante o armazenamento revelou que o clone F50-08-01 apresentou capacidade para processamento até 60 dias após armazenado; a cultivar Asterix até 90 dias; o clone F31-08-01 até 120 dias; e, os genótipos Markies, Ludmilla e F183-08-01 até 180 dias. Estas informações devem orientar o gerenciamento da qualidade de armazenamento das cultivares aqui estudadas e oferecer uma referência útil para otimizar o gerenciamento de armazenamento de possíveis novas cultivares.

O estudo relativo ao método para análise de teor de glicose em tubérculos de batata, sugere que, devido ao fato do biossensor amperométrico possuir alta correlação com a técnica Somogyi-Nelson e por apresentar baixos coeficientes de variação, apresenta-se como uma alternativa promissora aos métodos de análise de teor de glicose, já utilizados no Brasil.

Referências

ABBA - Associação Brasileira da Batata. Variedades. **Batata Show**, v.10, p.1-4, 2010.

ABBASI, K.S.; MASUD, T.; QAYYUM, A.; et al. Storage stability of potato variety Lady Rosetta under comparative temperature regimes. **Sains Malaysiana**, v. 45, n. 5, p. 677–688, 2016.

AGUIAR, A.V.; SOUSA, V.A. DE; SHIMIZU, J.Y. Seleção genética de progênes de Pinus greggii para formação de pomares de sementes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 62, p. 107–117, 2010.

ALMEIDA, G.C. **Qualidade de batatas palito minimamente processadas**. 2005. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

AMREIN, T.M.; SCHÖNBÄCHLER, B.; ESCHER, F.; AMADÒ, R. Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 13, p. 4282–4288, 2004.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. AOAC Official Method 934.06. Arlington: A.O.A.C. 1995. p. 4.

ARAUJO, T.H. **Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial das formas de palha e chips**. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

BARBOSA, E.S.P. **Estudo comparativo de características físico-químicas e sensoriais de batatas das cultivares francesas: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia**. 2011. 116f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BASTOS, I.T.; BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V.; et al. Avaliação da interação genótipo × ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 4, p. 195–203, 2007.

BETHKE, P.C.; BUSSE, J.C. Validation of a simple, colorimetric, microplate assay

using Amplex red for the determination of glucose and sucrose in potato tubers and other vegetables. **American Journal of Potato Research**, v. 85, n. 6, p. 414–421, 2008.

BHERING, L.L.; PINTO, C.A.B.P.; BENITES, F.R.G.; LEITE, M.E.; SILVA, F.L. Seleção assistida por marcadores para teor de matéria seca e açúcares redutores em tubérculos de batata. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 38–44, 2009.

BIRCH, P.R.J.; BRYAN, G.; FENTON, B.; et al. Crops that feed the world 8: Potato: Are the trends of increased global production sustainable? **Food Security**, v. 4, n. 4, p. 477–508, 2012.

BISOGNIN, D.A.; DOUCHES, D.S. Early generation selection for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**, v. 127, n. 1, p. 1–9, 2002.

BISOGNIN, D.A.; FREITAS, S.T.; BRACKMANN, A.; et al. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 59–65, 2008.

BISOGNIN, D.A.; RIGÃO, M.H.; LOPES, S.J.; STORCK, L. Heritability and correlation among potato tuber traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. 3, p. 215–219, 2012.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Editora UFV: Viçosa. 1998, 453p.

BORGES, V.S. **Novas cultivares de batata para a indústria**. 2015. Embrapa notícias. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2489413/novas-cultivares-de-batata-para-a-industria>> Acesso em: 11 out. 2018.

BRADSHAW, J.E.; BRYAN, G.J.; RAMSAY, G. Genetic resources (including wild and cultivated *Solanum* species) and progress in their utilisation in potato breeding. **Potato Research**, v. 49, n. 1, p. 49–65, 2006.

BRADSHAW, J.E.; DALE, M.F.B.; SWAN, G.E.L.; TODD, D.; WILSON, R.N. Early-generation selection between and within pair crosses in a potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 97, n. 8, p. 1331–1339, 1998.

BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. Breeding strategies for clonally propagated

potatoes. In: _____. **Potato genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 467-497.

BRAUN, H.; FONTES, P.C.R.; FINGER, F.L.; BUSATO, C.; CECON, P.R. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 285–293, 2010.

BROWN, J.; CALIGARI, P.D.S. Cross prediction in a potato breeding programme by evaluation of parental material. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 77, n. 2, p. 246–252, 1989.

BURTON, W.G. Biological and economic aspects of the refrigerated storage of potatoes. **Proceedings - Institute of Refrigeration**, v. 51, p. 168–172, 1955.

BUSSE, J.S.; WIBERLEY-BRADFORD, A.E.; BETHKE, P.C. Transient heat stress during tuber development alters post-harvest carbohydrate composition and decreases processing quality of chipping potatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 5, p. 2579–2588, 2019.

CABEZAS-SERRANO, A.B.; AMODIO, M.L.; CORNACCHIA, R.; RINALDI, R.; COLELLI, G. Suitability of five different potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) to be processed as fresh-cut products. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p. 138–144, 2009.

CACACE, J.E.; HUARTE, M.A.; MONFI, M.C. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. **American Potato Journal**, v. 71, n. 3, p. 145–153, 1994.

CARVALHO, I.R.; PELEGRIN, A.J.; SZARESKEI, V.J.; et al. Diallel and prediction (REML/BLUP) for yield components in intervarietal maize hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1–12, 2017.

CARVALHO, I.R. **Melhoramento genético e biometria aplicada a produtividade e biofortificação de grãos do milho**. 2018.160f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

CARVALHO, L.P.; FARIAS, F.J.C.; MORELLO, C.D.L.; TEODORO, P.E. Uso da metodologia REML/BLUP para seleção de genótipos de algodoeiro com maior adaptabilidade e estabilidade produtiva. **Bragantia**, v. 75, n. 3, p. 314–321, 2016.

CARVALHO, L.P.; SALGADO, C.C.; FARIAS, F.J.C.; CARNEIRO, V.Q. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 598–605, 2015.

CERIOLO, M.F. **Seleção e expressão de caracteres componentes da aparência e rendimento de tubérculos na geração de plântulas de batata**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

CHALÁ, C.S.A.; PEREIRA, A.S.; CAMPOS, A.D.; VIÉGAS, J.; SALAMONI, A.T. Variabilidade genética para teor de açúcares redutores em batatas silvestres que ocorrem no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 43–47, 2001.

CHAPPER, M.; LOUREIRO, M.E.; MOSQUIM, P.R.; et al. Mudanças metabólicas após recondicionamento a 15°C de tubérculos de batata armazenados a baixa temperatura. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 700–705, 2004.

CIMA, F.F. **Capacidade de combinação de genitores e parâmetros genéticos de aparência e de rendimento de tubérculos, e concentração de compostos bioativos de clones de batata**. 2018. 87f. Tese (Doutorado em ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

COELHO, A.H.R.; VILELA, E.R.; CHAGAS, S.J.R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, p. 899–910, 1999.

COLEMAN, W.K.; TAI, G.C.C.; CLAYTON, S.; HOWIE, M.; PEREIRA, A. A portable monitor for the rapid assessment of processing quality of stored potato tubers. **American Potato Journal**, v. 70, n. 12, p. 909–923, 1993.

COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAUJO, A.J.; SOUZA, G.P.; BORTOLETTO, N. Seleção combinada univariada e multivariada aplicada ao melhoramento genético da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 381–388, 2000.

CUNNINGHAM, C.E.; STEVENSON, F.J. Inheritance of factors affecting potato chip color and their association with specific gravity. **American Potato Journal**, v. 40, n. 8, p. 253–265, 1963.

DALE, M.F.B.; BRADSHAW, J.E. Progress in improving processing attributes in

potato. **Trends in Plant Science**, v. 8, n. 7, p. 310–312, 2003.

DALE, M.F.B.; MACKAY G.R. Inheritance of table and processing quality. In: BRADSHAW J. E.; MACKAY G. R. (Eds.), **Potato Genetics**. Cambridge: CAB International, 1994. p.285–315.

DANIELI, R.; BLANK, L.; SALAM, B.B.; et al. Postharvest temperature has a greater impact on apical dominance of potato seed-tuber than field growing-degree days exposure. **Field Crops Research**, v. 223, p. 105–112, 2018.

DINIZ, M.C.D.R.; PINTO, C.A.B.P.; LAMBERT, E.S. Sample size for family evaluation in potato breeding programs. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 277–282, 2006.

DRISKILL, E.P.; KNOWLES, L.O.; KNOWLES, N.R. Temperature-induced changes in potato processing quality during storage are modulated by tuber maturity. **American Journal of Potato Research**, v. 84, n. 5, p. 367–383, 2007.

EL-AWADY AML, A.; MOGHAZY, A.M.; GOUDA, A.E.A.; ELSHATOURY, R.S.A. Inhibition of Sprout Growth and Increase Storability of Processing Potato by Antisprouting Agent. **Trends in Horticultural Research**, v. 4, n. 2, p. 31–40, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Laboratório de Agrometeorologia. 2019. Disponível em:< <http://agromet.cpact.embrapa.br>>. Acesso em 16 mai. 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 Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 953–960, 2011.

FALCONER, D.D. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279 p.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; EVANGELISTA, R.M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 299–304, 2010.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R package for Anova and experimental designs. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2952–2958, 2014.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of The United Nations -Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>> Acesso em: 20 jun. 2019.

FREITAS, S.T.; BISOGNIN, D.A.; GÓMEZ, A.C.S.; et al. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 80–85, 2006.

FREITAS, S.T.; PEREIRA, E.I.P.; GOMEZ, A.C.S.; et al. Processing quality of potato tubers produced during autumn and spring and stored at different temperatures. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 91–98, 2012.

FRIEDMAN, M. Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1–2, p. 143–155, 2004.

GOPAL, J. Between and within families variation and family selection in potato breeding programmes. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 55, n. 4, p. 313–318, 2000.

GOPAL, J.; GAUR, P.C.; RANA, M.S. Heritability, and intra- and inter-generation associations between tuber yield and its components in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Plant Breeding**, v. 112, n. 1, p. 80–83, 1994.

GRASSET, V.; VOGEL, J.; BARTEL, W. Einfluss der sorte und einiger umwelfaktoren auf die neigung von kartoffelknollen zur zuckerbildung während einer mehrmonatigen lagerung bei 4°C. **Potato Research**, v. 27, n. 4, p. 365–372, 1984.

GRUNENFELDER, L.; HILLER, L. K.; KNOWLES, N.R. Color indices for the assessment of chlorophyll development and greening of fresh market potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, n. 1, p. 73–81, 2006.

GUTH, U.; VONAU, W.; ZOSEL, J. Recent developments in electrochemical sensor application and technology - A review. **Measurement Science and Technology**, v. 20, n. 4, p. 1–14, 2009.

GUY, C.L. Cold acclimation and freezing stress tolerance: Role of protein metabolism. **Annual Review of Plant Physiology Plant Molecular Biology**, v. 41, n. 1, p. 187–223, 1990.

HAASE, N.U. Healthy aspects of potatoes as part of the human diet. **Potato Research**, v. 51, n. 3–4, p. 239–258, 2008.

HALFORD, N.G.; CURTIS, T.Y.; MUTTUCUMARU, N.; et al. The acrylamide problem: A plant and agronomic science issue. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 8, p. 2841–2851, 2012.

HAYES, R.J.; THILL, C.A. Genetic gain from early generation selection for cold chipping genotypes in potato. **Plant Breeding**, v. 122, n. 2, p. 158–163, 2003.

HELTOFT, P.; WOLD, A.B.; MOLTEBERG, E.L. Maturity indicators for prediction of potato (*Solanum tuberosum* L.) quality during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 129, p. 97–106, 2017.

HERMAN, D.J.; KNOWLES, L.O.; KNOWLES, N.R. Low oxygen storage modulates invertase activity to attenuate cold-induced sweetening and loss of process quality in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 121, p. 106–117, 2016.

HERMAN, D.J.; KNOWLES, L.O.; KNOWLES, N.R. Heat stress affects carbohydrate metabolism during cold-induced sweetening of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Planta**, v. 245, n. 3, p. 563–582, 2017.

HERTOG, M.L.A.T.M.; TIJSKENS, L.M.M.; HAK, P.S. The effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: A mathematical model. **Postharvest Biology and Technology**, v. 10, n. 1, p. 67–79, 1997.

HOWARD, H.W. The production of new varieties. In: HARRIS, P. M. (Ed). **The potato crop: The scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. p.607-646.

HULSCHER, M.T.; DELLEMAN, J.; EISING, J.; LAMMERTS VAN BUEREN, E.T. **Potato breeding: A practical manual for the potato chain**. 1 ed. Wageningen: Wageningen University. 2013. 171 p.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ – **Normas analíticas. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA. 2019. Disponível em:<
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em 15 mai. 2019.

DE JONG, H.; BURNS, V.J. Inheritance of tuber shape in cultivated diploid potatoes. **American Potato Journal**, v. 70, n. 3, p. 267–284, 1993.

JUHÁSZ, A.C.P.; MORAIS, D.L.B.; SOARES, B.O.; et al. Parâmetros genéticos e ganho com a seleção para populações de pinhão manso (*Jatropha curcas*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 61, p. 25–35, 2010.

JULIÃO, L.; RIBEIRO, C.; BRAGA, D.; MODA, L.R.; MOLENA, L.A. Top 10 do consumo. **Hortifruti Brasil**, v. 16, n. 176, p. 8–14, 2018.

KAWAKAMI, J.; VIDAL, L.H.I.; SILVA, G.O. Management, physiology and genetics of potato tuber dormancy. In: BOTELHO, Renato V. **Plant dormancy: mechanisms, causes and effects**. New York: Nova Science Publishers, 2019. p. 109-131.

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

KRIJTHE, N. Observations on the sprouting of seed potatoes. **European Potato Journal**, v. 5, n. 4, p. 316–333, 1962.

KUMAR, D.; SINGH, B.P.; KUMAR, P. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. **Annals of Applied Biology**, v. 145, n. 3, p. 247–256, 2004.

KYRIACOU, M.C.; IOANNIDES, I.M.; GERASOPOULOS, D.; SIOMOS, A.S. Storage profiles and processing potential of four potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars under three storage temperature regimes. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 7, n. 1, p. 31–37, 2009.

LAMBERT, E.S.; PINTO, C.A.B.P.; MENEZES, C.B. Potato improvement for tropical conditions: II. Selection indices and efficiency of indirect selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, n. 3, p. 185–193, 2006.

LEVY, D.; KASTENBAUM, E.; ITZHAK, Y. Evaluation of parents and selection for

heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 82, n. 2, p. 130–136, 1991.

LEVY, D.; VEILLEUX, R.E. Adaptation of potato to high temperatures and salinity - A review. **American Journal of Potato Research**, v. 84, n. 6, p. 487–506, 2007.

LEWIS, W.C.; ROWBERRY, R.G. Some effects of planting depth and time and height of hilling on Kennebec and Sebago potatoes. **American Potato Journal**, v. 50, n. 9, p. 301–310, 1973.

LIN, Q.; XIE, Y.; LIU, W.; et al. UV-C treatment on physiological response of potato (*Solanum tuberosum* L.) during low temperature storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 1, p. 55–61, 2017.

LOVE, S.L. Important quality characteristics in breeding processing potatoes. In: **World Potato Congress**, 4, Wageningen Proceedings... Amsterdam: Wageningen Press, 2000. p.261-266.

LOVE, S. L.; WERNER, B.K.; PAVEK, J.J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tubers having long shape and russet skin. **American Potato Journal**, v. 74, n. 3, p. 199–213, 1997.

LOWINSOHN, D.; BERTOTTI, M. Sensores eletroquímicos: Considerações sobre mecanismos de funcionamento e aplicações no monitoramento de espécies químicas em ambientes microscópicos. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1318–1325, 2006.

LYRA, D.H.; RIBEIRO, G.H.M.R.; FIGUEIREDO, I.C.R.; et al. Início da tuberização, duração do ciclo vegetativo e tolerância ao calor em genótipos de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 582–592, 2015.

MAIA, M.C.C.; RESENDE, M.D.V.; PAIVA, J.R.; CAVALCANTI, J.J.V.; BARROS, L.D.M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 43–50, 2009.

MAILLARD, L.C. Action des acides aminés sur les sucres; formation des mélanoidines par voie methodique. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, v. 154, p. 66–68, 1912.

MALDONADE, I.R.; CARVALHO, P.G.B.; FERREIRA, N.A.; MOULIN, B.S.F. **Protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Somogyi-Nelson**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brasília, 2013. 4p.

MARIS, B. Studies on maturity, yield, under water weight and some other characters of potato progenies. **Euphytica**, v. 18, n. 3, p. 297–319, 1969.

MARIS, B. Correlations within and between characters between and within generations as a measure for the early generation selection in potato breeding. **Euphytica**, v. 37, n. 3, p. 205–224, 1988.

MARQUEZ, G.; AÑON, M.C. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. **Journal of Food Science**, v. 51, n. 1, p. 157–160, 1986.

MASON, M. Determination of glucose, sucrose, lactose, and ethanol in foods and beverages, using immobilized enzyme electrodes. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v. 66, n. 4, p. 981–984, 1983.

MCKENZIE, M.J.; CHEN, R.K.Y.; HARRIS, J.C.; ASHWORTH, M.J.; BRUMMELL, D.A. Post-translational regulation of acid invertase activity by vacuolar invertase inhibitor affects resistance to cold-induced sweetening of potato tubers. **Plant, Cell and Environment**, v. 36, n. 1, p. 176–185, 2013.

MCKENZIE, M.J.; SOWOKINOS, J.R.; SHEA, I.M.; et al. Investigations on the role of acid invertase and UDP-glucose pyrophosphorylase in potato clones with varying resistance to cold-induced sweetening. **American Journal of Potato Research**, v. 82, n. 3, p. 231–239, 2005.

MELLO, L.D.; KUBOTA, L.T. Review of the use of biosensors as analytical tools in the food and drink industries. **Food Chemistry**, v. 77, n. 2, p. 237–256, 2002.

MELO, D.S.; PINTO, C.A.B.P.; PEIXOUTO, L.S.; NEDER, D.G.; ASSIS, J.C. Early selection of full-sib potato families. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1101–1109, 2011.

MELO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 197, p. 112–119, 1999.

MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L.. Genetic basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 45, n. 1, p. 21–25, 1974.

MENEZES, C.B.; PINTO, C.A.B.P.; LAMBERT, E.S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 145–157, 2001.

MENSINGA, T.T.; SIPS, A.J.A.M.; ROMPELBERG, C.J.M.; et al. Potato glycoalkaloids and adverse effects in humans: An ascending dose study. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 41, n. 1, p. 66–72, 2005.

MERLO, L.; GEIGENBERGER, P.; HAJIREZAEI, M.; STITT, M. Changes of carbohydrates, metabolites and enzyme activities in potato tubers during development, and within a single tuber along a stolon-apex gradient. **Journal of Plant Physiology**, v. 142, n. 4, p. 392–402, 1993.

MILLER, W. Biosensor Technology, YSI Life Sciences. 2017. Disponível em: <<https://www.ysi.com/ysi-blog/water-blogged-blog/2017/08/biosensor-technology-ysi-life-sciences>>. Acessado: 18 Mar. 2019.

MÜLLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; ANDRIOLO, J.L.; MORIN JUNIOR, G.R.; GNOCATO, F.S. Expressão dos caracteres e seleção de clones de batata nas condições de cultivo de primavera e outono. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1327–1334, 2009.

MUTHONI, J.; KABIRA, J.; SHIMELIS, H.; MELIS, R. Regulation of potato tuber dormancy: A review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 5, p. 754–759, 2014.

NASCIMENTO, I. Qualidade e Quantidade são Sinônimos da Bem Brasil Alimentos. **Revista Batata Show**, v.48, n.48, p.23-28, 2017.

NEELE, A.E.F.; LOUWES, K.M. Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. **Potato Research**, v. 32, n. 3, p. 293–300, 1989.

NELSON, N. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375–380, 1944.

NITITHAMYONG, A.; VONELBE, J.H.; WHEELER, R.M.; TIBBITTS, T.W. Glycoalkaloids in potato tubers grown under controlled environments. **American Journal of Potato Research**, v. 76, n. 6, p. 337–343, 1999.

NOVY, R.G.; WHITWORTH, J.L.; STARK, J.C.; et al. Premier Russet: A dual-purpose, potato cultivar with significant resistance to low temperature sweetening during long-term storage. **American Journal of Potato Research**, v. 85, n. 3, p. 198–209, 2008.

NOVY, R.G.; WHITWORTH, J.L.; STARK, J.C.; et al. Clearwater Russet: A dual-purpose potato cultivar with cold sweetening resistance, high protein content, and low incidence of external defects and sugar ends. **American Journal of Potato Research**, v. 87, n. 5, p. 458–471, 2010.

NOVY, R.G.; WHITWORTH, J.L.; STARK, J.C.; et al. Payette Russet: A dual-purpose potato cultivar with cold-sweetening resistance, low acrylamide formation, and resistance to late blight and potato virus Y. **American Journal of Potato Research**, v. 94, n. 1, p. 38–53, 2017.

PANDE, P.C.; SINGH, S.V.; PANDEY, S.K.; SINGH, B. Dormancy, sprouting behaviour and weight loss in Indian potato (*Solanum tuberosum*) varieties. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 77, n. 11, p. 715–720, 2007.

PAUL, V.; EZEKIEL, R.; PANDEY, R. Sprout suppression on potato: need to look beyond CIPC for more effective and safer alternatives. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 1–18, 2016.

PEIXOTO, N.; FILGUEIRA, F.A.R.; MELO, P.E.; et al. Seleção de clones de batata para microclimas de altitude no Planalto Central. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 438–441, 2002.

PEREIRA, A.S. (Org.). Produção de batata no Rio Grande do Sul. **Sistema de Produção**, 19. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Brasil. 95 p., 2010.

PEREIRA, A.S.; CAMPOS, A. Teor de açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 13–16, 1999.

PEREIRA, A.S.; COSTA, D.M. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 405–409, 1998.

PEREIRA, A.S.; FRITSCH NETO, R.; SILVA, R.S.; et al. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 220–223, 2007.

PEREIRA, A.S.; TAI, G.C.C.; YADA, R.Y.; COFFIN, R.H.; SOUZA-MACHADO, V. Potential for improvement by selection for reducing sugar content after cold storage for three potato populations. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 88, n. 6–7, p. 678–684, 1994.

PEREIRA, A.S.; TAI, G.C.C.; YADA, R.Y.; COFFIN, R.H.; SOUZA-MACHADO, V. Genetic advance for chip colour in potatoes. **Euphytica**, v. 84, n. 2, p. 133–138, 1995.

PEREIRA, A.S.; BERTONCINI, O.; CASTRO, C.M.; et al. BRS Ana: cultivar de batata de duplo propósito. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 500–505, 2010.

PEREIRA, A.S.; NAZARENO, N.R.; SILVA, G.O.; et al. BRSIPR Bel: Cultivar de batata para chips com tubérculos de boa aparência. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 135–139, 2015.

PEREIRA, A.S.; SILVA, G.O.; CASTRO, C.M. Melhoramento de batata. In: NICK, C.; BOREM, A. (eds.). **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2016. p.128–157.

PEREIRA, A.S.; SILVA, G.O. Batata: evolução na oferta de cultivares brasileiras e na produção de tubérculos-semente. **Seed News**, v.23, n.2., p.36-39, 2019.

PINTO, C.A.B.P. Melhoramento Genético da batata. **Informe Agropecuário**, v.20, p.120-128, 1999.

PINTO, C.A.B.P.; TEIXEIRA, A.L.; NEDER, D.G.; et al. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 399–405, 2010.

PORFÍRIO, F.F.O.; GIAROLA, J.F.; PEREIRA, A.C. Biossensores e bebidas - Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 5, p. 1366–1391, 2016.

PRASANNAN, A. Frozen potato market by product (French fries, hash brown, shapes, mashed, sweet potatoes/yam, battered/cooked, twice baked, topped/stuffed)

and end user (Residential and commercial) - Global opportunity analysis and industry forecast, 2017-2023. Disponível em: <<https://www.alliedmarketresearch.com/frozen-potato-market>> Acesso em: 11 out. 2018.

PRINGLE, R.; BISHOP, C.; CLAYTON, R. Physiology. In: PRINGLE, Robert. **Potatoes postharvest**. Oxfordshire: CAB International, 2009. p. 1-29.

PRITCHARDL, M.K.; ADAM, R. Relationships between fry color and sugar concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes. **American Potato Journal**, v. 71, n. 1, p. 59–68, 1994.

QUADROS, D.A.; LUNG, M.C.; FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 32, n. 4, p. 439–443, 2010.

R core team R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<http://www.R-project.org/>>.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamias**. Lavras: UFLA. 2012. 522p.

RAMOS, R.M.; SILVA, A.R.; DUMBRA, J.G.R. O aquecido mercados dos vegetais congelados. **Hortifruti Brasil**, v. 11, n. 122, p. 8–21, 2013.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975p.

RESENDE, M.D.V. **Software Selegen - REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 350p.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182–194, 2007.

ROSADO, A.M.; ROSADO, T.B.; ALVES, A.A.; LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L.

Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 964–971, 2012.

ROSATTO, S.S.; FREIRE, R.S.; DURÁN, N.; KUBOTA, L.T. Biossensores amperométricos para determinação de compostos fenólicos em amostras de interesse ambiental. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 77–86, 2001.

ROSEN, C.; SUN, N.; OLSEN, N.; et al. Impact of agronomic and storage practices on acrylamide in processed potatoes. **American Journal of Potato Research**, v. 95, n. 4, p. 319–327, 2018.

RYKACZEWSKA, K. The impact of high temperature during growing season on potato cultivars with different response to environmental stresses. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 12, p. 2386–2393, 2013.

SABBA, R.P.; LULAI, E.C. Histological analysis of the maturation of native and wound periderm in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber. **Annals of Botany**, v. 90, n. 1, p. 1–10, 2002.

SALAMONI, A.T.; PEREIRA, A.D.S.; VIÉGAS, J.; CAMPOS, A.D.; CHALÁ, C.S.D. A. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agrônômicas em batata. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1441–1445, 2000.

SARQUÍIS, J.I.; GONZALEZ, H.; BERNAL-LUGO, I. Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. **American Potato Journal**, v. 73, n. 7, p. 285–300, 1996.

SHAO, Y.; LIN, A.H.M. Improvement in the quantification of reducing sugars by miniaturizing the Somogyi-Nelson assay using a microtiter plate. **Food Chemistry**, v. 240, p. 898–903, 2018.

SILVA, G.O. **Critérios na escolha de genitores e mecanismos de seleção para caracteres agrônômicos nas primeiras gerações em batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2006. 96f. Tese (Doutorado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

SILVA, G.O.; CARVALHO, A.D.F.; SOUZA, Z.S.; PONIJALEKI, R.S.; PEREIRA, A.S. Desempenho genotípico de clones de batata via modelos mistos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 259–266, 2016.

SILVA, G.O.; NEY, V.G.; PEREIRA, A.S.; TERRES, L.R. Relações entre caracteres de tubérculo de batata nas primeiras gerações de seleção. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 370–376, 2014.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A.S.; AZEVEDO, F.Q.; CARVALHO, A.D.F.; PINHEIRO, J.B. Selection of potato clones for tuber yield, vine maturity and frying quality. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 276–281, 2018.

SIMMONDS, N.W. Family selection in plant breeding. **Euphytica**, v. 90, n. 2, p. 201–208, 1996.

SIMON, G.A.; PINTO, C.A.B.P.; BENITES, F.R.G. Seleção de famílias clonais de batata em diferentes ambientes. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 164–169, 2009.

SINGH, B.; EZEKIEL, R.; KUMAR, D.; KUMAR, M.A.S. Reducing sugar content and chipping quality of tubers of potato cultivars after storage and reconditioning. **Potato Journal**, v. 35, n. 1–2, p. 23–30, 2008.

SLATER, A.T.; COGAN, N.O.I.; HAYES, B.J.; et al. Improving breeding efficiency in potato using molecular and quantitative genetics. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 127, n. 11, p. 2279–2292, 2014.

SOMOGYI, M. Detection and quantitative determination of small amounts of glucose in mixtures containing maltose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 741–747, 1937.

SONNEWALD, S.; SONNEWALD, U. Regulation of potato tuber sprouting. **Planta**, v. 239, n. 1, p. 27–38, 2014.

SOUZA, V. Q.; PEREIRA, A.S.; SILVA, G.O. DA; NETO, R.F.; OLIVEIRA, A.C. Consistency of two stability analysis methods in potatoes. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 656–661, 2007.

SOWOKINOS, J. R. Biochemical and molecular control of cold-induced sweetening in potatoes. **American Journal of Potato Research**, v. 78, n. 3, p. 221–236, 2001.

SOWOKINOS, J.R.; PRESTON, D.A. 1988. **Maintenance of potato processing**

quality by chemical maturity monitoring (CMM). Station Bulletin 586–1988 (Item No. AD-SB-3441) Minn. Agric. Expt. University of Minnesota.

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

STEVENSON, F.J.; AKELEY, R.V.; MCLEAN, J.G. Potato utilization in relation to variety (Heredity) and environment. **American Potato Journal**, v. 31, n. 10, p. 327–340, 1954.

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. Seleção de progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) para a produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 50, p. 37–51, 2005.

SUN, N.; ROSEN, C. .; THOMPSON, A. . Acrylamide formation in processed potatoes as affected by cultivar, nitrogen fertilization and storage time. **American Journal of Potato Research**, v. 95, n. 5, p. 473–486, 2018.

TAI, G.C.C.; YOUNG, D. . Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**, v. 61, n. 7, p. 419–434, 1984.

TAJNER-CZOPEK, A.; FIGIEL, A.; CARBONELL-BARRACHINA, Á.A. Effects of potato strip size and pre-drying method on french fries quality. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 3, p. 757–766, 2008.

TAREKE, E.; RYDBERG, P.; KARLSSON, P.; ERIKSSON, S.; TÖRNQVIST, M. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 17, p. 4998–5006, 2002.

TEMMERMAN, L.; WOLF, J.; COLLS, J.; et al. Effect of climatic conditions on tuber yield (*Solanum tuberosum* L.) in the European “CHIP” experiments. **European Journal of Agronomy**, v. 17, n. 4, p. 243–255, 2002.

TESTER, R.F.; ANSELL, R.; SNAPE, C.E.; YUSUPH, M. Effects of storage temperatures and annealing conditions on the structure and properties of potato (*Solanum tuberosum*) starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 36, p. 1–8, 2005.

THAKUR, M. S.; RAGAVAN, K.V. Biosensors in food processing. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 4, p. 625–641, 2013.

THILL, C.A.; PELOQUIN, S.J. Inheritance of potato chip color at the 24-chromosome level. **American Potato Journal**, v. 71, n. 10, p. 629–646, 1994.

ULUWADUGE, D. I. Glycoalkaloids , bitter tasting toxicants in potatoes : A review. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 188–193, 2018.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.137-214.

YSI - Yellow Springs Instruments. **YSI 2700 SELECT Biochemistry analyzer - User's manual**. Ohio: Yellow Springs, 2009. 168p.

WANG, Y.; BETHKE, P.C.; BUSSAN, A.J.; et al. Acrylamide-forming potential and agronomic properties of elite US potato germplasm from the national fry processing trial. **Crop Science**, v. 56, n. 1, p. 30–39, 2016.

WANG, Y.; BRANDT, T.L.; OLSEN, N.L. A Historical look at Russet Burbank potato (*Solanum tuberosum* L.) quality under different storage regimes. **American Journal of Potato Research**, v. 93, n. 5, p. 474–484, 2016.

WAYUMBA, B.O.; CHOI, H.S.; SEOK, L.Y. Selection and evaluation of 21 potato (*Solanum tuberosum*) breeding clones for cold chip processing. **Foods**, v. 8, n. 3, p. 98, 2019.

WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; PEREIRA, A.S. **Caracterização climática das regiões produtoras de batata no brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 35p.

WIBERLEY-BRADFORD, A.E.; BUSSE, J.S.; BETHKE, P.C. Temperature-dependent regulation of sugar metabolism in wild-type and low-invertase transgenic chipping potatoes during and after cooling for low-temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 115, p. 60–71, 2016.

WIBERLEY-BRADFORD, A.E.; BUSSE, J.S.; JIANG, J.; BETHKE, P.C. Sugar metabolism, chip color, invertase activity, and gene expression during long-Term cold storage of potato (*Solanum tuberosum*) tubers from wild-type and vacuolar invertase

silencing lines of Katahdin. **BMC Research Notes**, v. 7, p. 1–10, 2014.

DE WILDE, T.; MEULENAER, B.; MESTDAGH, F.; et al. Influence of storage practices on acrylamide formation during potato frying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 16, p. 6550–6557, 2005.

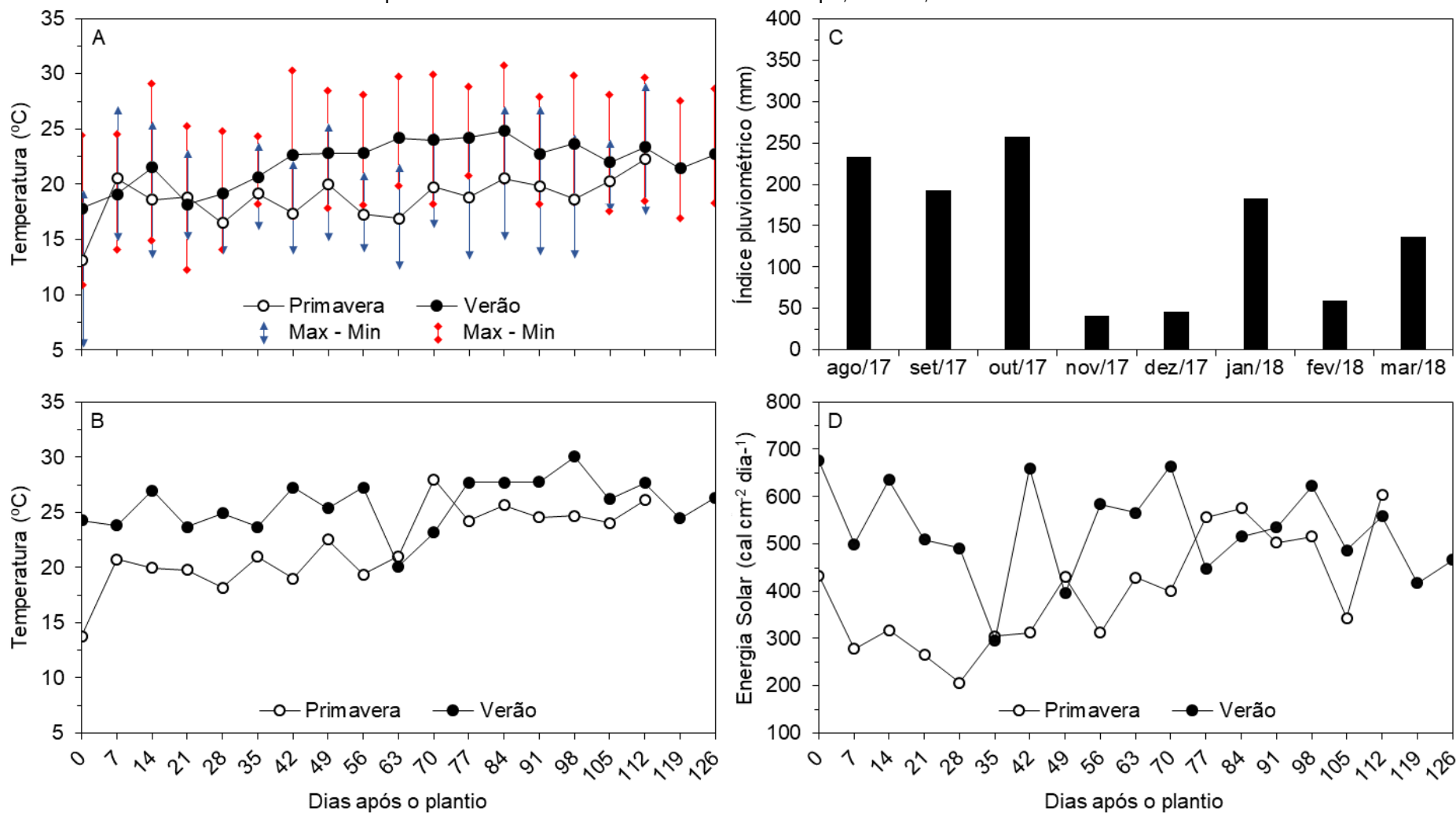
WILTSHIRE, J.J.J.; COBB, A.H. A review of the physiology of potato tuber dormancy. **Annals of Applied Biology**, v. 129, n. 3, p. 553–569, 1996.

ZOMMICK, D.H.; KNOWLES, L.O.; PAVEK, M.J.; KNOWLES, N.R. In-season heat stress compromises postharvest quality and low-temperature sweetening resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Planta**, v. 239, n. 6, p. 1243–1263, 2014.

ZORZELLA, C.A.; VENDRUSCOLO, J.L.S.; TREPTOW, R.O.; ALMEIDA, T.L. Physical, chemical and sensory characterization of different potato genotypes, processed in the form of chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 15–24, 2003.

Apêndices

Apêndice A – Média semanal da temperatura média do ar (A), da temperatura média do solo (B), do índice pluviométrico (C) e da radiação solar incidente (D) durante o cultivo de batata nas safras de primavera de 2017 e verão de 2017/18. Embrapa, Pelotas, 2019.



Apêndice B – Instalação de experimentos. A: primeira geração clonal no cultivo de primavera de 2015; B: segunda geração clonal no cultivo de primavera de 2016; C: campo experimental da terceira geração clonal no cultivo de primavera de 2017; D: câmara de armazenamento. Embrapa, Pelotas, 2019.



Apêndice C – Cor de fritura de *chips* de batata após 180 dias de armazenamento das cultivares Asterix (A,B), Markies (C,D), F183-08-01 (E,F), F50-08-01 (G,H) e F31-08-05 (I,J) à temperatura de 20°C (A, C, E, G e I) e 7,5°C (B, D, F, H e J). Embrapa, Pelotas, 2019.

