

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E
VARIABILIDADE GENÉTICA DE CARACTERES
AGRONÔMICOS E QUALIDADE DE
PROCESSAMENTO EM BATATA

LIZETE AUGUSTIN

Orientadora: Ph.D. Sandra Cristina K. Milach
Co-orientador: Ph.D. Dílson Antônio Bisognin

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, outubro de 2007.

AGRADECIMENTOS

À profa. Sandra Milach, pela orientação segura e objetiva, pelo incentivo e amizade e pelo exemplo de competência e brilhantismo profissional.

Ao prof. Dílson Antônio Bisognin da Universidade Federal de Santa Maria, pela fundamental co-orientação do experiente melhorista na cultura da batata.

Aos professores Jorge Schulz, Luiz Carlos Gutkoski e Maria Teresa Friedrich, pela orientação nas análises de qualidade.

Às colegas e principalmente amigas, professoras Maria Irene Baggio e Magali Ferrari Grando, brilhantes profissionais, cuja convivência diária constitui-se em um incentivo constante.

Um agradecimento muito especial à amiga e colega Marilei Suzin, pela sua competência e enorme disponibilidade em auxiliar em todas as etapas desse trabalho.

À acadêmica do curso de Agronomia, Marlise Valiatti e ao Tiago Fazolo, mestrando do curso, pela dedicação e responsabilidade nas análises de qualidade, tarefas realizadas sempre com um sorriso, por ambos.

Ao Clarício Machado dos Santos, Abrelino Oliveira e Marizete Zanin, pela valiosa colaboração.

À turma da "batata", Éderson Gehlen, Rodrigo Missio, Vinicius Eschner, Lidomar Piva, Marcello Cattapan, Jonas Furlanetto, Leonardo Silva e Carlos Kurtz.

Aos demais estagiários e bolsistas do Laboratório de Biotecnologia Vegetal e aos funcionários e estagiários do CEPA, pelo auxílio em vários momentos.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo, em especial ao Alexandre Nienow e Jurema Schöns pelo constante incentivo durante as suas gestões como coordenadores do programa.

À Mari Viecelli, secretária do Programa de Pós Graduação, pela sua dedicação e colaboração.

Enfim, a todos que colaboraram, estiveram presentes e torceram para a efetivação desse trabalho.

Aos meus filhos Vivian e Eduardo, os dois grandes orgulhos da minha vida e ao Roque Tomasini meu maior incentivador, dedico essa tese .

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	Ix
RESUMO GERAL	01
ABSTRACT	04
1 – INTRODUÇÃO	07
2 - REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1- Variabilidade e evolução.....	12
2.2- Qualidade da batata na alimentação.....	15
2.3- Aspectos genéticos e ambientais sobre a expressão dos caracteres agronômicos e de qualidade de processamento.....	19
2.4- Melhoramento genético.....	25
CAPÍTULO I	
CARACTERES AGRONÔMICOS E QUALIDADE DE PROCESSAMENTO DE FAMÍLIAS CLONAIIS DE BATATA CULTIVADAS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO	
Resumo	30
Abstract	32
1 - Introdução	33
2 - Material e Métodos	36
3 - Resultados e Discussão	45
4 - Conclusões	74
CAPÍTULO II	
POTENCIAL GENÉTICO DE CLONES E FAMÍLIAS CLONAIIS DE BATATA PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E QUALIDADE DE PROCESSAMENTO	
Resumo	76
Abstract	78
1 - Introdução	79
2 - Material e Métodos	83
3 - Resultados e Discussão	88
4- Conclusões	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela	Página
1 Denominação das famílias clonais, genitores e número de clones por família.....	39
2 Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, rendimento por planta e profundidade dos olhos.....	45
3 Média das nove famílias e dez testemunhas de número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculo e produtividade por planta, no cultivo de outono e primavera.....	49
4 Dados de temperatura média, máxima e mínima de oito meses do ano de 2006.....	50
5 Média das nove famílias e dez testemunhas, de profundidade de olhos, no cultivo de outono e primavera.....	51
6 Resumo da análise de variância para massa seca e coloração dos chips com base no parâmetro L*.....	59
7 Médias de teor de massa seca e coloração dos chips (L*) nas nove famílias e dez testemunhas, no cultivo de outono e primavera.....	63
8 Teor de açúcares redutores nas nove famílias clonais e nas testemunhas cultivadas no outono e primavera.....	66
9 Coeficientes de correlação entre as épocas de cultivo outono e primavera para qualidade de processamento e caracteres agronômicos	74

CAPÍTULO II

Tabela		Página
1	Denominação das famílias clonais, genitores e número de clones por família.....	83
2	Principais características de algumas cultivares genitoras disponíveis na literatura.....	84
3	Análise de variância e quadrados médios esperados utilizados para estimativas herdabilidade para os caracteres número de tubérculos.....	86
4	Análise de variância e quadrados esperados utilizados para estimativas herdabilidade para os caracteres de qualidade de tubérculo para processamento.....	87
5	Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, rendimento por planta e profundidade dos olhos.....	90
6	Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) para número de tubérculos por planta, massa média fresca de tubérculo, produtividade por planta e profundidade de olhos, em nove famílias clonais de batata cultivadas no outono e primavera.....	90
7	Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculos, produtividade por planta e profundidade dos olhos.....	92
8	Herdabilidade estimada através da análise de variância (base parcelas e clones) e através da correlação entre cultivos para os caracteres número de tubérculos	92
9	Ganhos de seleção estimados para outono e primavera, em cinco famílias clonais, para número e massa fresca de tubérculos e produtividade	94

10	Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) para massa seca e coloração de chips (L^*), em nove famílias clonais de batata.....	96
11	Análises de variância para massa seca (MS), coloração de chips (parâmetro L^* e Parâmetro a^*/b^*) considerando clones e cultivos.....	97
12	Média e amplitude para açúcares redutores, em nove famílias clonais de batata cultivadas em duas épocas, outono e primavera.....	98
13	Ganho de seleção estimados com base no cultivo do outono e primavera em cinco famílias clonais, para massa seca, com os valores de herdabilidade de 0,61.....	100
14	Coeficientes de correlação entre os caracteres número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculos, teor de massa seca, açúcares redutores e coloração dos chips.....	105
15	Dados médios do outono e primavera para número de tubérculos por planta (NTP), massa média fresca de tubérculos (MF), produtividade por planta	111

LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO I**

Figura		Página
1	Etapas do processo de hibridação em batata.....	36
2	Etapas do processo de obtenção de tubérculos a partir de sementes botânicas.....	37
3	Plantio e colheita dos clones e testemunhas no campo experimental.....	38
4	Avaliação dos caracteres agrônômicos dos tubérculos dos diversos clones colhidos no experimento.....	40
5	Etapas do processo de determinação da massa seca dos tubérculos.....	42
6	Etapas do processo de fritura e de determinação da coloração dos chips.....	43
7	Número de tubérculos por planta, das testemunhas e dos clones das testemunhas e das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	53
8	Massa fresca média de tubérculos, das testemunhas e dos clones das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	55
9	Produtividade por planta das testemunhas e dos clones das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	57
10	Profundidade dos olhos das testemunhas e dos clones das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	58

11	Aspecto da coloração dos chips das cultivares Atlantic e Monalisa cultivadas no outono e primavera.....	64
12	Massa seca das testemunhas e das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	68
13	Teor de açúcares redutores das testemunhas e das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	70
14	Coloração dos chips das testemunhas e dos clones das famílias X1, X2, X3, X4, X5, X6, X10, X11.....	71

CAPÍTULO II

Figura		Página
1	Clones da família X3 mostrando variação na coloração dos chips em função da concentração de açúcares.....	98
2	Famílias clonais com teores de massa seca igual ou superior a 20%, coloração de chips claras	106
3	Médias de coloração dos chips em relação aos parâmetros L* e a*/b* das famílias clonais e genitores.....	108
4	Médias de coloração dos chips em relação aos parâmetros L* e a*/b* dos 7 clones destaques obtidos na UPF.....	109
5	Coloração de chips das testemunhas Atlantic, Baronesa, Monalisa, SMIJ461-1 e dois clones destaques.....	110

INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E VARIABILIDADE GENÉTICA DE CARACTERES AGRONÔMICOS E QUALIDADE DE PROCESSAMENTO EM BATATA

Lizete Augustin¹ ; Sandra Milach² ; Dilson Antônio Bisognin³

RESUMO: A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma importante cultura agrícola, sendo um dos alimentos mais consumidos no mundo. No Brasil existe um grande mercado potencial para o consumo de batata processada, sendo que a implementação de novas indústrias, principalmente em regiões produtoras, pode trazer maior sustentabilidade a cultura através da melhoria da comercialização do produto. O trabalho teve os seguintes objetivos: identificar clones de batata com alto potencial produtivo e com qualidade industrial, para as condições de cultivo de outono e de primavera, que ocorrem na região norte/nordeste do Rio Grande do Sul ; verificar a influência do ambiente e da interação genótipo-ambiente, sobre a expressão das características agronômicas e de qualidade de processamento, visando estabelecer a melhor estratégia para o melhoramento desta espécie na região de interesse; estudar a variabilidade genética para os caracteres agronômicos e de qualidade de processamento dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo; identificar as combinações parentais que geraram as famílias clonais com maior potencial genético para programas de melhoramento da região;

¹ Eng. Agr., Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, em Produção Vegetal, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

² Orientadora, Ph.D., Professora do Programa de Pós-Graduação da UPF.

³ Co-orientador, Ph.D., Professor da Universidade Federal de Santa Maria.

determinar o efeito das duas épocas de cultivo sobre a magnitude dos ganhos genéticos para as características analisadas, dentro das famílias clonais; verificar se é possível combinar caracteres de qualidade industrial de tubérculos com caracteres agronômicos para a obtenção de clones superiores em qualidade e adaptados a região norte/nordeste do Rio Grande do Sul. O trabalho iniciou em 2003, quando foram realizados os cruzamentos entre nove cultivares de batata e um clone desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria. Após a multiplicação *in vitro*, realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade de Passo Fundo, foram obtidos os mini tubérculos e esses foram multiplicados no campo em 2004. O experimento da tese foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, onde os novos clones e os genitores utilizados como testemunhas foram plantados em dois períodos, no outono e primavera de 2006. Foram avaliados os caracteres agronômicos relacionados a produção, a profundidade dos olhos e os caracteres relacionados a qualidade de processamento como teor de massa seca, teor de açúcares redutores e coloração dos chips. Essa etapa do trabalho foi realizada no Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da Universidade de Passo Fundo. Estimou-se a herdabilidade dos caracteres e os ganhos de seleção previstos nas famílias clonais para número de tubérculos por planta, massa média fresca, produtividade por planta e massa seca. As correlações entre os caracteres também foram determinadas. Observou-se que os caracteres relacionados a qualidade de processamento principalmente açúcares redutores e coloração dos chips foram influenciados pela época de cultivo. A expressão do

potencial genético das características relacionadas a produção foram maximizadas na primavera, devido ao ambiente mais favorável ao cultivo, o que pode facilitar a seleção das mesmas. Alta correlação foi observada entre os dois períodos de cultivo para os caracteres profundidade de olhos e massa seca, podendo ser selecionados no outono ou na primavera. Foi possível identificar clones que expressaram caracteres superiores nos dois períodos de cultivo. Também foi possível observar a ocorrência de variabilidade genética dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo, em relação aos caracteres agronômicos e de qualidade de processamento industrial. Algumas combinações parentais como AtlanticxLady Roseta, SMIJ461-1 x Atlantic e Catucha x Atlantic apresentaram maior potencial para a obtenção de ganhos genéticos e poderão ser utilizadas nos programas de melhoramento de batata. Entre os caracteres de qualidade de processamento, o teor de massa seca é o que apresentou maior herdabilidade e, entre os agronômicos, a profundidade de olhos. Foi possível combinar caracteres agronômicos com alta qualidade de processamento em batata.

Palavras - chave: *Solanum tuberosum*, herdabilidade, ganho genético, qualidade industrial, cultivares de batata, melhoramento genético.

**GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION AND
GENETIC VARIABILITY FOR POTATO AGRONOMICS AND
PROCESSING QUALITY TRAITS**

Lizete Augustin¹ ; Sandra Milach² ; Dilson Antônio Bisognin³

ABSTRACT- Potato (*Solanum tuberosum* L) is an important crop plant and one of the most important food supplies in the world. There is an increasing market for processing potato in Brazil, and the expansion of the potato industry can only be sustained if good quality product supplies are available. The objectives of this work were: 1) to identify potato clones with high yield potential and industrial quality; 2) to assess the influence of genotype by environment interaction on the expression of agronomic and processing quality traits of potato clones in order to determine the appropriate strategy in breeding potato for the target region of interest; 3) to study the genetic variability for agronomic and processing quality traits among clonal families developed at University of Passo Fundo, Passo Fundo-RS, Brazil; 4) to identify parental combinations that generate clones with superior genetic potential for breeding programs in the region; 5) to determine the effect of two growing seasons on the magnitude of genetics gains for the evaluated traits; 6) to evaluate if is possible to combine industrial tuber quality with

¹ Agronomist, Doctorate student in Agronomy Graduation Program , Major in Plant Production at Department of Agronomy and Veterinarian Medicine- University of Passo Fundo (UPF).

² Advisor, Agronomist, Ph.D

³ Co Advisor , Agronomis, PhD

agronomic traits to obtain superior quality clones with adaptation to North/Northeast region of Rio Grande do Sul. The work initiated in 2003, when nine cultivars and one clone developed at Federal University of Santa Maria were crossed. After *in vitro* multiplication at the Plant Biotechnology Laboratory of University of Passo Fundo (UPF), mini tubers were obtained and planted in the field in 2004. One-hundred seventy clones and the parents were grown at fall and spring growing seasons of 2006 at the UPF experimental field. The agronomics traits evaluated included yield traits, presence of deep eyes. The processing traits were evaluated at the Food Research Center (CEPA) of UPF and included dry matter content, reduced sugars contents and color chips. Heritability and genetic gain estimates were obtained for tuber number, mean tuber weight, plant yield and dry matter and correlation coefficients between traits. Evaluated traits included number of tubers per plant, tuber weight, plant yield, presence of deep eyes, dry matter content, reduced sugars content and chips color. Genotype x environment interaction (G x E) was analyzed for all traits. Reduced sugars and chip color were most influenced by growing season conditions. Genetic potential expression for yield traits was maximized in the spring season. Superior clones combining agronomic and quality traits were identified at the two growing seasons. High correlation between the two growing seasons was observed for the presence of deep eyes and dry matter, indicating they can be selected at either season. Genetic variability was observed for all agronomic and processing quality traits. Parental combinations as AtlanticxLady Roseta, SMIJ461-1x Atlantic and Catucha x Atlantic showed greater genetic gain potential and may be useful for potato

breeding programs. Among processing quality traits, dry matter content showed the greatest herdability and for agronomics traits the greatest herdability was observed for presence of deep eyes. It was possible to combine good agronomics traits with high processing quality in potato and to obtain superior clones for the group of evaluated traits.

Key-words: *Solanum tuberosum* , herdability, genetic gain, industrial quality, potato cultivars, potato breeding.

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L) é no mundo, a quarta fonte de alimentação humana, após o trigo, milho e arroz. É um dos alimentos mais nutritivos para o homem, apresenta proteína de boa qualidade com alto índice de valor biológico. Nos países onde é utilizada como alimento básico praticamente não se conhecem deficiências nutricionais, sendo que a batata poderá se tornar uma das melhores alternativas alimentares para os povos dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento (DALE & MACKAY, 1994; PEREIRA, 2003).

É um dos alimentos mais consumidos do mundo, não somente pela composição nutricional mas pela versatilidade gastronômica e tecnológica, assim como baixo preço de comercialização dos tubérculos. O consumo anual por pessoa, no mundo, é de 27 kg porém, no Brasil, é de 15 kg, sendo que, em países como a Polônia e Bolívia chega a 190 kg e 100 kg, respectivamente (SHIMAYAMA, 2006). A globalização da economia tem levado à homogeneização de consumo de alguns produtos, como a comida rápida, para a qual a batata é um dos produtos mais aptos. Nos últimos 30 a 40 anos, a industrialização da batata vem aumentando em todas as partes do mundo, principalmente com os produtos chips (consumo imediato) e batata pré-frita congelada pela facilidade e rapidez no preparo final (ANDREAU, 2006). Porém, no Brasil, a produção corresponde, aproximadamente, ao consumo nacional, sendo quase toda batata usada para mesa. Apenas 10% da produção é industrializada, tal como chips, palha, pré-fritas ou pré-cozidas. O uso

da batata, produzida no Brasil para processamento, é pequeno devido ao reduzido número de cultivares adequadas à industrialização, agravado por sua pouca adaptação ao cultivo no País. Por esse motivo, o Brasil tem deixado de expandir a produção e de instalar indústrias, perdendo mercado principalmente para a Argentina (PEREIRA, 2003).

No Rio Grande do Sul, a área plantada com batata diminuiu consideravelmente uma vez que em 1970 essa área era de 66 mil hectares e atualmente essa área corresponde a aproximadamente 24 mil hectares com uma produtividade em torno de 12 toneladas por hectare. Comparando com a média nacional que é de aproximadamente 22 toneladas por hectare, essa produtividade se encontra em um patamar muito abaixo (FIOREZE, 2006). Durante a IX Reunião Técnica de Pesquisa e Extensão da cultura de batata da Região Sul, em julho de 2006, em Santa Maria, os pesquisadores e produtores enfatizaram que a criação de novas cultivares mais adaptadas, menos dependentes de agroquímicos, produtivas e com boa qualidade para mesa ou processamento irá beneficiar toda a cadeia produtiva nacional. Destacaram que no Rio Grande do Sul, a indústria busca batata para processamento e não se dispõe de variedades ou ocorre o excesso de batata de casca rosada e falta de batata de casca branca, sendo uma realidade o aumento na demanda por batatas para a industrialização. Caracteres específicos de qualidade como alto teor de massa seca, baixo teor de açúcares redutores e coloração clara após fritura, são essenciais para a industrialização, especialmente para a produção de chips e batatas fritas à francesa (DALE & MACKAY, 1994; PEREIRA, 2003).

Para o desenvolvimento de novas cultivares, deve-se considerar que a batata cultivada (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) é um tetraplóide no qual a heterozigose parece ser essencial para maximizar o vigor da planta (KUMAR, 1994). O intercruzamento entre pais altamente heterozigotos implica na combinação de gametas de duas populações heterogêneas, sendo que uma cultivar moderna precisa combinar mais de 50 caracteres que normalmente apresentam herança poligênica (PEREIRA, 2003). Esses caracteres devem ser considerados simultaneamente durante a seleção, acarretando uma probabilidade muito baixa de se combinar em um só clone todos os caracteres desejados. Outro fator que dificulta o processo de seleção é a alta interação clones x sistemas de produção, que ocorre em batata (BUSO & BOTEUX, 2001; BUENO et al., 2001; PINTO, 2003; PEREIRA, 2003). Para que um programa de melhoramento de batata seja eficiente, é fundamental que sejam escolhidos genitores com um bom potencial para gerar genótipos superiores. Também é importante conhecer a habilidade dos mesmos em transferir determinados caracteres, fertilidade e capacidade de cruzar. Além disso, para maior probabilidade de sucesso, os genitores devem ser adaptados e livres da maioria de características indesejáveis (BARBOSA & PINTO, 1998; BISOGNIN, 2003). Contudo, a batata apresenta uma grande vantagem para o melhoramento genético que é a perpetuação através da propagação clonal, de qualquer combinação de fatores genéticos que propiciem um genótipo superior (PINTO, 1999; BISOGNIN, 2003).

Apesar de existir no Rio Grande do Sul programas importantes de melhoramento como o da Embrapa de Pelotas que já

lançou várias cultivares no mercado e mais recentemente o programa de melhoramento da Universidade Federal de Santa Maria, é fundamental maiores esforços e investimentos nessa área, para aumentar o potencial desses e de novos programas que estão surgindo como o da Universidade de Passo Fundo, em fornecer novas cultivares adaptadas às principais regiões produtoras, com resistência às principais doenças, que apresentem boas características agronômicas e com qualidade comercial. Dessa forma a cultura da batata pode se tornar mais competitiva, sustentável e proporcionar um alimento de melhor qualidade e, portanto, mais saudável para o consumidor.

Dentro desse contexto, esse projeto se propôs estudar a viabilidade de combinar adaptação com caracteres relacionados a qualidade de processamento. Clones adaptados para a região e com qualidade para o processamento poderão se tornar cultivares e estimular a industrialização da batata na região Norte e Nordeste do Rio Grande do Sul. Esse trabalho de tese marca também o início de uma interação com o programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Santa Maria e poderá contribuir no desenvolvimento de novas cultivares de batata também para a região central do Rio Grande do Sul. Dessa forma, toda a cadeia produtiva da batata poderá ser beneficiada através da redução dos custos de produção e do produto final ao consumidor.

A tese foi proposta com a hipótese científica de que é possível combinar caracteres que determinam qualidade de processamento com baixos teores de açúcares redutores e altos teores de massa seca, em clones de batata adaptados à região norte/nordeste do Rio Grande do Sul. A mesma foi dividida em dois capítulos, sendo

o primeiro intitulado "Caracteres agronômicos e qualidade de processamento de famílias clonais de batata cultivadas em duas épocas de plantio". Os objetivos desse trabalho foram: i) identificar clones de batata com alto potencial produtivo e com qualidade industrial, para as condições de cultivo de outono e de primavera, que ocorrem na região norte/nordeste do Rio Grande do Sul; ii) verificar a influência do ambiente e da interação genótipo-ambiente, sobre a expressão das características agronômicas e de qualidade de processamento, visando estabelecer a melhor estratégia para o melhoramento desta espécie na região de interesse.

O segundo capítulo foi intitulado "Potencial genético de clones e famílias clonais de batata para caracteres agronômicos e qualidade de processamento", tendo os seguintes objetivos: i) estudar a variabilidade genética para os caracteres agronômicos e de qualidade de processamento dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo; ii) identificar as combinações parentais que geraram as famílias clonais com maior potencial genético para programas de melhoramento da região; iii) determinar o efeito das duas épocas de cultivo sobre a magnitude dos ganhos genéticos para as características analisadas, dentro das famílias clonais; iv) verificar se é possível combinar caracteres de qualidade industrial de tubérculos com caracteres agronômicos para a obtenção de clones superiores em qualidade e adaptados a região norte/nordeste do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VARIABILIDADE E EVOLUÇÃO

As espécies de batata cultivadas e silvestres pertencem a família Solanaceae, gênero *Solanum*. Existem sete espécies cultivadas e 225 espécies silvestre de batata, que incluem diplóides ($2n=24$), triplóides ($2n=36$), tetraplóides ($2n=48$), pentaplóides ($2n=60$) e hexaplóides ($2n= 72$). Quatro espécies silvestres participaram no processo de origem das cultivadas: *Solanum sparsipilum* (2x), *Solanum leptophytes* (2x), *Solanum megistracrolobum* (2x) e *Solanum acaule* (4x) (HAWKES, 1994).

Dentro da espécie cultivada tetraplóide *Solanum tuberosum* a subespécie mais importante, cultivada em regiões de climas tropicais e subtropicais do mundo é *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* , sendo que *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*, tem adaptação para dias curtos e seu cultivo está restrito à região dos Andes da América do Sul (HAWKES,1994).

O germoplasma diplóide de batata pode ser dividido em parentes cultivados, ou seja, grupos de cultivares de *S. tuberosum*, e as espécies *Solanum* silvestres (JANSKI & PELOQUIN, 2006). As populações “landrace“ de batata cultivada, incluindo diplóides que anteriormente eram consideradas espécies distintas, são membros de *S. tuberosum*, mas podem ser divididas em grupos de cultivares. Esses incluem os grupos *Solanum tuberosum ajanjuiri*, *phureja* e *stenotomum* sendo que, *phureja* e *stenotomum* têm sido amplamente utilizados em programas de melhoramento (Huamán & Spooner, 2002

apud JANSKI & PELOQUIN, 2006).

A primeira fase de evolução da batata foi a difusão, através da região montanhosa da América do Sul, de um grande complexo de batatas diplóides, autotriplóides e autotetraplóides cujo centro de variabilidade era localizado no Peru e na Bolívia. A segunda foi caracterizada pelo estabelecimento, no Chile, de um grupo de tetraplóides adaptadas a altas latitudes, e pela ocorrência, na região central do Andes, de poucos alotriplóides (*S.jzepczukii*) e alopentaplóides (*S. curtilobum*) derivados de hibridações com a tetraplóide silvestre andina *S. acaule* (SIMMONDS, 1976).

A batata cultivada moderna (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*.) foi primeiramente registrada na Europa nas Ilhas Canárias em 1567, porém duas hipóteses foram propostas sobre sua origem, a região montanhosa dos Andes desde a Venezuela ao norte da Argentina ou a região baixa da área centro-sul chilena. Taxonomistas russos observaram que as cultivares modernas, adaptadas a dias longos, assemelhavam-se às chilenas, já com adaptação a dias longos, classificadas como *S. chilotanum* Hawkes (Brown, 1993, apud CHOER, 2003; RÍOS et al., 2007). Essa polêmica ainda persiste atualmente. Porém, recentemente foram realizados estudos por Ríos et al., (2007) utilizando microsátélites e análises de DNA de cloroplastos em "landraces" das Ilhas Canárias e das regiões andinas e chilenas os quais foram comparados com dados de análises moleculares realizadas em 150 "landraces" da América do Sul. De acordo com esses autores, os resultados observados integrados com os dados históricos, moleculares, agronômicos e de cruzamentos confirmaram a hipótese de que ocorreram múltiplas introduções de germoplasma andino e

chileno para as Ilhas Canárias e que a batata primitiva européia foi selecionada de introduções da região chilena, antes da epidemia da requeima de 1840.

A batata é singular entre as plantas de importância econômica pela abundância de espécies afins, pela facilidade com que esse germoplasma pode ser incorporado na espécie cultivada e pela facilidade com que os genomas podem ser manipulados (PELOQUIN et al., 1994). As espécies diplóides afins silvestres e cultivadas são valiosas fontes de diversidade genética e ambos tipos são utilizados em um programa de melhoramento, porém as espécies silvestres de *Solanum* representam outra fonte de germoplasma para ser utilizada em um programa de melhoramento de batata. Os genes dessas espécies para resistência a doenças, qualidade de tubérculo e tolerância a estresses são facilmente acessíveis através de um esquema de melhoramento modificado (JANSKI & PELOQUIN, 2006).

Apesar da grande diversidade genética que existe no gênero *Solanum*, Mendoza e Haynes (1974) através de análise de “pedigree”, observaram uma alta similaridade entre mais de 130 cultivares lançadas nos Estados Unidos entre 1930 e 1970, indicando que o germoplasma utilizado nos programas de melhoramento era fortemente relacionado. O processo de disseminação e adaptação da batata para o cultivo em diferentes condições ambientais, combinado com o intenso trabalho de melhoramento genético, ocasionou drástica redução da variabilidade genética da espécie (BISOGNIN, 2003). A estreita base genética da batata cultivada é uma das causas dos baixos ganhos em produtividade observados em programas de melhoramento em todo o mundo. No entanto, a grande diversidade do germoplasma

disponível para a cultura tem possibilitado ampliar esta base genética, e ainda, explorar a heterose, evitando a vulnerabilidade da cultura frente às adversidades ambientais, principalmente em condições tropicais (SILVA et al. , 2003).

2.2 QUALIDADE DA BATATA NA ALIMENTAÇÃO

A batata produz alimento mais nutritivo, mais rapidamente, em menor área e sob condições climáticas mais severas, do que trigo, milho e arroz, culturas mais cultivadas no mundo. É uma fonte de proteína de boa qualidade e uma rica fonte de energia, apresentando uma relação favorável entre proteínas e total de calorias. É também uma importante fonte de vitaminas e minerais como cálcio, potássio e fósforo (DALE & MACKAY, 1994).

Os tubérculos contêm aproximadamente 78% de água, 22% de massa seca e menos de 1% de gordura. Aproximadamente 82% da massa seca é carboidrato, principalmente amido. A batata contém 11% de proteína, teor menor que a soja, porém a qualidade nutricional da sua proteína é melhor. Vários fatores influenciam nos teores de proteínas, principalmente genótipos, anos, locais e tipos de solos (SHELLEY, 2001). Os teores de proteína em batata variam de 3,5% a 23% (Schwimmer & Burr, 1967 apud DALE & MACKAY, 1994). Contém pelo menos 12 vitaminas essenciais e minerais constituindo-se de uma fonte de vitamina C, e também de tiamina, ferro, ácido fólico e algumas fibras. Em variedades de batata, foi observada uma grande variação nos teores de vitamina C, de 84 até 145 mg 100g⁻¹ de massa seca, sendo que fatores ambientais como

locaise e condições de armazenamento, tem grande influência sobre esses teores (Augustin, 1975, apud, DALE & MACKAY, 1994). O amido é o maior componente da massa seca dos tubérculos, contribuindo com aproximadamente 70% do total de sólidos (DALE & MACKAY, 1994). O amido é normalmente uma mistura de duas moléculas a amilopectina e amilose. A amilopectina compreende de 70 a 80% da estrutura do amido e a amilose participa com 20% a 30%. A composição e estrutura dos grânulos de amido variam consideravelmente entre diferentes plantas. Os tubérculos têm amido com grânulos grandes e menor conteúdo de proteínas e de lipídios que amido de cereais (JOBILING, 2004; HOFVANDER et al., 2004). Normalmente o amido é determinado pela estimativa da gravidade específica de uma amostra de tubérculos medida diretamente através de um hidrômetro ou indiretamente pela diferença entre a massa de uma amostra no ar e a massa da mesma amostra dentro da água (SCHIPPERS, 1976).

A definição de qualidade da batata difere de acordo com as finalidades de utilização (DOUCHES et al., 1996). A qualidade pode ser dividida quanto: 1) ao aspecto externo que inclui formato, profundidade das gemas, aspereza da película, ausência de danos; 2) à qualidade interna dos tubérculos que inclui massa seca, teor de açúcar, problemas fisiológicos e ocorrência de doenças (LOPES & BUSO, 1999; SOUZA, 2003).

Dentre as características mais importantes para as cultivares de mesa, destacam-se a aparência dos tubérculos, película lisa, branca ou rosa e ao brilho, formato alongado, olhos rasos e tamanho mediano (PEREIRA, 2003). Porém, a verdadeira qualidade é

refletida pela culinária através da textura, a cor e o sabor ou pelo valor nutricional após o preparo ou processamento (DALE & MACKAY, 1994 ; SCHELLEY, 2001).

Um grupo químico que contribui para o sabor quando presente em pequena quantidade são os alcalóides tais como saloinina e chaconina. Coletivamente são referidos como glicoalcalóides ou TGAs e estão usualmente presentes em baixo nível (2-15 mg.100g⁻¹ de massa fresca). Quando o nível de TGA aumenta para 20mg/100g, as batatas são amargas e não devem ser consumidas, pois os níveis são considerados tóxicos para o consumo humano (DALE & MACKAY, 1994; SCHELLEY, 2001).

Os produtos à base de batata têm alcançado um desenvolvimento importante e uma rápida diversificação, tanto na forma de flocos e granulados destinados a reconstituir os purês, como na forma de fritas à francesa, pré-cozidas e congeladas, chips, cozidas e enlatadas (COELHO et al. , 1999).

Estima-se que mais de 50% da batata produzida na América do Norte é processada industrialmente, o que torna as características de qualidade essenciais para a produção de chips e batatas fritas à francesa (DALE & MACKAY, 1994 ; PEREIRA , 2003). Os fatores mais importantes que afetam a qualidade de batata processada na forma de chips são a cor, o sabor, o teor de óleo e o rendimento de chips oriundo da batata fresca. Para isso é fundamental que possua uma alta gravidade específica, uma vez que a produção de chips envolve a retirada de água. Portanto, quanto mais água presente no tubérculo fresco, maior quantidade será perdida por evaporação e menor será o rendimento. Batatas com maior quantidade de sólidos

(alta gravidade específica) irão perder menos água e o rendimento de chips será mais alto. Além da influência no rendimento, a gravidade específica influencia na quantidade de óleo absorvido durante o processo de fritura, uma vez que quanto menor a gravidade específica, maior quantidade de óleo será absorvida. Além disso, os chips com qualidade apresentam cor clara e pequena descoloração vascular (SCHELLEY, 2001).

O teor de açúcares redutores (glicose e frutose) é um dos principais fatores que determinam a qualidade de processamento de batata, uma vez que provocam o escurecimento não enzimático ou reação de Maillard que é um problema sério nos produtos de batata, tais como grânulos, flocos, chips e batatas fritas à francesa. A reação de Maillard envolve uma série de passos que se iniciam com a reação entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas. É o maior contribuidor da cor escura dos produtos alimentares, nos quais as melanoidinas pigmentadas são os produtos finais. O acúmulo de açúcares em baixas temperaturas é o resultado da conversão do amido em açúcares (CUNNINGHAM & STEVENSON, 1963).

O teor de açúcares redutores deve ser abaixo de 0,035% da massa fresca para tubérculos destinados ao processamento para chips e 0,12% para palitos (Stark et al., 2003 apud PEREIRA et al., 2007). Isso porque, para o processamento na forma de palitos ou chips, a aceitação da batata depende muito da cor do produto final (LOISELLE et al., 1990; PEREIRA et al., 2007).

A batata, portanto, constitui-se em um alimento de excelente qualidade e o mercado no Brasil principalmente para o

processamento, apresenta um grande potencial de expansão. O maior desafio dos programas de desenvolvimento de novas cultivares, contudo, está no fato de serem vários os caracteres envolvidos em qualidade e por serem esses altamente influenciados por fatores genéticos, ambientais e da interação genótipo x ambiente.

2.3 ASPECTOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS SOBRE A EXPRESSÃO DOS CARACTERES AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE PROCESSAMENTO

Na Região Sul do País, são feitos dois cultivos anuais de batata, outono (fevereiro - junho) e primavera (agosto - dezembro). No cultivo de outono a cultura fica exposta a condições de fotoperíodo e temperatura decrescentes e, no cultivo de primavera, a temperaturas e fotoperíodo crescentes. As melhores produções de batata têm sido observadas em regiões de fotoperíodos longos e temperaturas médias (15°C a 20°C) durante a estação de crescimento. Em condições de fotoperíodos curtos, as cultivares tardias são mais afetadas do que as de maturação precoce (PEREIRA & CAMPOS, 1999; SOUZA, 2003). Embora não haja muita diferença de ciclo nas cultivares plantadas no Brasil, é possível fazer um manejo associando cultivares mais ou menos precoces a diferentes épocas de plantio, visando o atendimento do mercado por período mais prolongado (LOPES & BUSO, 1999).

O fotoperíodo afeta o desenvolvimento de vários clones de batata, durante a fase vegetativa, da emergência até o início da tuberação (KOOMAN et al., 1996). Uma relação positiva entre a

duração da fase da emergência ao início da tuberização também foi observada na cultivar Asterix por Streck et al.(2007) os quais concluíram que houve influência do fotoperíodo nessa fase. Em estudos realizados também com a cultivar Asterix, Matielo et al. (2005) encontraram uma fraca relação entre fotoperíodo e filocrono, medida de desenvolvimento vegetal relacionada ao tempo necessário para o aparecimento de duas folhas sucessivas em uma haste.

As variações no crescimento e desenvolvimento da batata e o potencial de rendimento entre lotes de sementes de uma cultivar são frequentemente atribuídas às diferenças na idade fisiológica da batata semente, a qual é determinada por complexas interações entre fatores ambientais, agrônômicos de produção e de pós-colheita (KNOWLES & KNOWLES , 2006). Estudando as cultivares Russet Burbank e Ranger Russet, esses autores concluíram que o acúmulo de graus dias no armazenamento afetou a produtividade nessas cultivares, pela alteração da relação entre número de hastes e tubérculos.

De fato, a influência da interação genótipo x ambiente na expressão de diversos caracteres de batata vem sendo relatado em vários trabalhos. Vermeer (1990) estimou os coeficientes de variação genotípica, ambiental e da interação genótipo-ambiente para rendimento de tubérculos e outros caracteres e concluiu que a utilização de recursos dentro de um programa de melhoramento pode ser otimizada pela identificação dos fatores de variação para o mesmo. Em relação aos caracteres tecnológicos especificamente relacionados com a qualidade de tubérculo para os diversos tipos de consumo, vários trabalhos mostram que os mesmos dependem de fatores genéticos e ambientais (STEVENSON et al., 1954 ; BROWN et al. ,

1990; SHELLEY, 2001; FELTRAN et al., 2004).

A interação genótipo x ambiente em relação a massa seca e açúcares redutores foi observada para cultivares francesas e holandesas de batata avaliadas em Minas Gerais, no outono e inverno de 2005 (PÁDUA et al., 2006). A exposição dos tubérculos a temperaturas baixas, no solo ou no armazenamento, propicia a conversão do amido em açúcares sendo que o armazenamento de tubérculos de batata sob baixas temperaturas promove o acúmulo de açúcares redutores e carboidratos totais (BACARIN et al., 2005). Por outro lado, temperaturas altas diminuem o teor de açúcares redutores nos tubérculos pela reconversão parcial dos açúcares em amido (DALE & MACKAY, 1994; CHAPPER et al., 2004; BACARIN et al., 2005; PEREIRA et al., 2007).

Os componentes de variância e herdabilidade relativos ao teor de açúcares redutores e massa seca após o armazenamento dos tubérculos em câmara fria (5°C) foram estudados por Salamoni et al. (2000) que observaram variâncias genéticas moderadas e variâncias dos erros altas, o que proporcionou valores de herdabilidade relativamente baixos. As mudanças metabólicas que ocorrem após o acondicionamento, também dependem dos genótipos. Diferentes condições pós-colheita após refrigeração e acondicionamento dos tubérculos foram estudadas por Pereira et al (2007) que observaram diferenças genotípicas significativas possibilitando a seleção de clones com teores mais baixos de açúcares redutores.

A invertase é uma das enzimas associadas com a formação de açúcares redutores sendo que essa enzima está presente em níveis muito baixos em tubérculos recém colhidos, e sua atividade é

suprimida por um excesso de uma proteína inibidora específica. Batatas recém colhidas contêm níveis baixos de invertase total e níveis altos de invertase inibidora (RUSSELL, 1969). O autor observou após análise em 37 variedades e brotos, sob três meses de armazenamento no frio, que o teor de açúcares redutores não é proporcional a atividade da invertase. Altos teores de açúcares estão associados a níveis baixos de inibidor, porém níveis baixos de açúcares não estão necessariamente associados a níveis altos do inibidor (PRESSEY, 1969).

Batatas com alta gravidade específica apresentam menores teores de açúcares durante a armazenagem, sendo que a época de plantio e a fertilidade influenciam no acúmulo de açúcares redutores durante o armazenamento (IRITANI & WELLER, 1976). Um estudo realizado por Zebarth et al. (2004) mostrou que o incremento da fertilização com nitrogênio aumentou o rendimento e tamanho do tubérculo e diminuiu a gravidade específica, porém observaram que esse incremento teve pouco efeito sobre a concentração de açúcar ou cor de fritura.

A antecipação da colheita resulta em perdas de rendimento de tubérculos e de nutrientes e quando a colheita ocorre no ponto ótimo aumenta a gravidade específica e massa seca enquanto o teor de açúcar decresce (ASGHAR et al., 2003). Os teores de açúcares em batata são complexos sendo que os níveis de concentração variam de acordo com a maturidade da cultura na colheita e também do ambiente em que a cultura se desenvolveu (MILLER et al., 1975 citados por Brown et al., 1990).

Em adubações excessivas, com o aumento da absorção e acúmulo de potássio na planta, há redução do potencial osmótico e aumento da absorção de água, o que causa diluição dos teores de massa seca e de amido nos tubérculos (REIS JÚNIOR, 1999). Estudos realizados por Pauletti & Menarin (2004) mostraram que o aumento dos teores foliares de potássio e cloro diminuíram a massa seca de tubérculos, afetando a qualidade.

A concentração de fenóis também é influenciada pelo ambiente. Zorzella et al. (2003) observaram em clones e cultivares de batata plantados na primavera e outono que a concentração de fenóis totais nos genótipos foi superior na safra de primavera e explicam que as menores concentrações de fenóis na safra de outono devem-se provavelmente a menor incidência de luz solar sobre as plantas nesse período. Isso diminuiria a síntese de carboidratos e por consequência a de outros compostos químicos como aminoácidos, vitaminas, proteínas etc. Além disso, a temperatura mais baixa no outono, faz com que o metabolismo das plantas tenha sua velocidade reduzida.

Tubérculos das cultivares Atlantic e Pérola, obtidos do cultivo de outono e primavera, foram colhidos em três datas após o plantio e avaliados em relação a massa fresca, teores de amido, carboidratos solúveis totais, açúcares redutores e sacarose por Pastorini et al. (2003). Os autores observaram que no cultivo de outono a cv. Atlantic e de primavera a cv. Pérola apresentaram maior massa fresca dos tubérculos ao final do ciclo. Porém, houve redução nos teores de açúcares redutores e teores de sacarose em ambas cultivares, ao final do cultivo de outono sendo que não observaram diferenças ao final do cultivo de primavera. Porém, verificaram que os

teores de amido e carboidratos solúveis totais reduziram em ambas cultivares ao longo do ciclo de primavera.

A base genética dos caracteres relacionados a qualidade também tem sido relatada. Muitos autores sugeriram um modelo de herança poligênica para os teores de glicose em tubérculos de batata (CUNNINGHAM & STEVENSON,1963; PEREIRA et al., 1994, THILL et al, 1994). Em famílias de batata diplóide, Jakuczun et al.,(2004) encontraram segregação transgressiva e concluíram que os efeitos aditivos e a interação genética estavam envolvidas na determinação do caráter.

Estudos para avaliar a importância da herança na estabilidade da cor de chips após o armazenamento em baixas temperaturas foram realizados por Loiselle et al., (1990) através da condução durante dois anos de um dialélico parcial com oito genitores, que possuíam atributos para o processamento. A avaliação da cor foi realizada após a colheita, sob três meses de armazenamento com baixas temperaturas (6-7 °C), e após o acondicionamento (22°C a 24°C) do armazenamento em baixas temperaturas das progênies e genótipos controles. A análise mostrou que a herança da capacidade total para o processamento de chips teve efeitos significativos da capacidade geral de combinação e que as interações genéticas foram mais importantes para a estabilidade no processamento.

Os genótipos diferem na habilidade de produzir chips de coloração clara diretamente após o armazenamento em baixas temperaturas (HAYES & THILL, 2002). Variações herdáveis para esse caráter têm sido bem documentadas em germoplasma tetraplóide e diplóide (THILL & PELOQUIN, 1994; JAKUCZUN et al., 2004).

Vários autores relatam que as características relacionadas com a produção e qualidade em batata, são influenciadas por fatores genéticos mas com uma forte interação com o ambiente. Algumas dessas características diretamente relacionadas com qualidade de processamento como teor de açúcares redutores e coloração de chips são influenciadas não só pelo ambiente de cultivo, mas, também, por fatores relacionados à fisiologia pós colheita, dificultando o processo de obtenção de materiais que possuam boas características agronômicas e qualidade industrial.

2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO

Os progressos obtidos com o melhoramento da batata tem sido restritos por uma série de atributos biológicos: a estreita base genética; a perda de vigor e da fertilidade com a autofecundação; herança tetrassômica, que reduz a probabilidade de se encontrar a combinação de genótipos desejados; a necessidade da propagação por tubérculos e a dormência que são transmitidas pelos propágulos vegetativos, debilitando os indivíduos e mascarando seu real potencial genético (PINTO, 2003). Além disso, o material utilizado na multiplicação é volumoso e pesado, é uma espécie tetraplóide ($2n=48$), altamente heterozigota e com elevada segregação sendo a heterozigosidade elevada necessária para obtenção de elevado vigor e produtividade. Também é muito comum na batata a ocorrência de esterilidade e auto-incompatibilidade o que reduz as possibilidades de combinações.

O método de melhoramento da batata mais empregado é a

seleção clonal, que consiste no cruzamento de duas cultivares ou clones-elite, altamente heterozigóticos, que geram uma população segregante, a partir da qual seleciona-se os melhores clones (PINTO, 2003). Esse método tradicional de melhoramento consiste na manipulação de grandes populações clonais oriundas de cruzamentos entre plantas tetraplóides. Entretanto, a frequência de indivíduos com características agrônômicas superiores é baixa (BUSO et al., 1999). Isso se deve em parte a utilização de parentais fortemente relacionados (DOUCHES et al., 1996). Outro possível fator associado a baixa frequência de clones superiores no esquema de melhoramento tradicional é a ocorrência de disrupção durante a meiose, ou devido às interações gênicas presentes nos parentais de alto rendimento (PELOQUIN et al., 1989).

O aproveitamento de qualquer cultivar como genitor em programas de melhoramento depende da capacidade de florescer e de produzir frutos e sementes viáveis. Na maioria das regiões brasileiras, as condições naturais, principalmente de fotoperíodo e temperatura, não são propícias para o florescimento. O fotoperíodo artificial tem sido um dos métodos mais utilizados na indução de florescimento. Para realizar a hibridação, os botões florais, completamente desenvolvidos e com possibilidade de abrir no dia seguinte, são emasculados sendo que a polinização tem mais sucesso quando feita pela manhã, após a abertura de todas as flores. A retirada do pólen deve ser feita nas anteras grandes, com a extremidade amarronzada, e em flores que estejam abertas por no máximo dois dias sendo que o pólen pode ser retirado das anteras com uma pinça de ponta grossa e aplicado diretamente sobre o estigma (PINTO, 1999).

Após os cruzamentos a população segregante é submetida a vários ciclos de seleção, visando à identificação de genótipos superiores (RODRIGUES et al., 2003). Normalmente, milhares de plantas são avaliadas, porque durante o processo de seleção nenhum outro cruzamento é realizado, o que torna impossível a recombinação genética para obtenção do genótipo desejado (PINTO, 1999).

Várias estratégias para maximizar a resposta a seleção foram comparadas por Tai & Young (1984). Os autores observaram que a prática de seleção de intensidade moderada em várias gerações parecia influenciar um melhor balanço entre o avanço genético e a perda de genótipos valiosos, permitindo ao mesmo tempo uma razoável e eficiente operação. Porém, a eficiência da seleção depende da magnitude da herdabilidade. Em culturas como a batata, de propagação vegetativa, deve ser estimada a herdabilidade no sentido amplo, uma vez que a combinação de fatores genéticos não varia de geração para geração (TAI & YOUNG, 1984).

Vários métodos de seleção para identificação de clones de batata produtivos, com elevados percentuais de tubérculos graúdos, boa aparência geral de tubérculos e alta densidade relativa de tubérculos foram avaliados por Barbosa & Pinto (1998). Para isso, utilizaram o método dos níveis independentes de eliminação que segundo eles é o que tem sido mais empregado na prática no melhoramento de batata e que baseia-se no estabelecimento de níveis mínimos ou máximos para cada caráter, e posterior seleção dos clones cuja performance se enquadra nos limites pré-estabelecidos. Verificaram que, embora tenham selecionado clones dentro dos limites almejados, a população foi drasticamente reduzida o que pode

ter excluído genótipos com adaptação mais ampla. Estudando vários índices de seleção, os autores obtiveram uma melhor distribuição percentual dos ganhos para os caracteres sob seleção em relação à seleção direta para os mesmos. Dessa forma, indicaram os índices de seleção propostos por Smith em 1936, Hazel em 1943, Williams em 1962, Pesek e Baker em 1969 e Mulamba e Mock em 1978, para uso em programas de melhoramento de batata.

O trabalho de melhoramento genético de batata mais antigo do Brasil é o da Embrapa Clima Temperado (antigos IAS, IPEAS, UEPAE de Cascata e CNPFT), mantido de forma ininterrupta desde 1946. Esse programa produziu várias cultivares, sendo a de maior sucesso a cultivar Baronesa, que tem a preferência dos consumidores no Rio Grande do Sul (PEREIRA & COSTA, 2000).

No Brasil são utilizadas diversas cultivares como Achat, Bintje, Monalisa, Asterix, Atlantic, Baronesa, Agria, Astrid, Baraka, Elvira, Macaca, Catucha entre outras, sendo a maioria delas de origem estrangeira (PEREIRA, 2003). Algumas desenvolvidas no Brasil, e cultivadas no Rio Grande do Sul, foram descritas por Lopes & Buso (1999) e Pereira et al (2005).

As cultivares devem atender às necessidades dos produtores e às preferências do mercado e dos consumidores. Para a Região Sul do Brasil devem apresentar alto potencial produtivo, estabilidade de produção e adaptação às condições edafoclimáticas da região. Além disso, devem possuir boas características agrônômicas e culinárias, dormência curta ou de fácil superação para dois cultivos anuais e bom nível de resistência a requeima, pinta-preta, PVY e PLRV, que são as principais doenças da cultura (PEREIRA, 2003).

Batatas para fritura são de difícil adaptação e/ou criação no Brasil em virtude das condições edafoclimáticas e de manejo. São raras e pouco adaptadas as cultivares com aptidão para processos industriais, principalmente para a fritura na forma de chips e pré-frita congelada (VENDRUSCOLO et al., 2003). Esses autores avaliaram as cultivares tradicionais Asterix, Baronesa, Elisa, Macaca e Monalisa e seis clones avançados gerados pelo programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, quanto a qualidade para o processamento em forma de chips. Analisaram os teores de sólidos totais e de açúcares redutores. Também observaram a cor e defeitos como bolhas, bordas escuras, manchas e textura crocante, após a fritura. Os clones avançados foram superiores às cultivares convencionais em coloração e em relação aos teores de açúcares redutores e de sólidos totais.

O desenvolvimento de novas cultivares de batata receberá cada vez mais contribuição das técnicas biotecnológicas, as quais têm sido importantes na limpeza clonal, na indexação de doenças e no armazenamento de germoplasma *in vitro*. Porém, os métodos baseados na biotecnologia não substituirão os de melhoramento tradicional e o melhorista deve examinar criticamente a aplicação de todas as metodologias quanto aos aspectos econômicos e a eficiência das mesmas (PEREIRA, 2003).

CAPÍTULO I

CARACTERES AGRONÔMICOS E QUALIDADE DE PROCESSAMENTO DE FAMÍLIAS CLONAIS DE BATATA CULTIVADAS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO

Lizete Augustin¹; Sandra Milach²; Dilson Antônio Bisognin³

RESUMO - Nas principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul a batata é cultivada em dois períodos do ano: o cultivo de primavera, sob condições de fotoperíodo e temperatura crescentes e o cultivo de outono realizado sob fotoperíodo e temperatura decrescentes. Devido às diferenças nas condições de cultivo, nessas duas épocas, é fundamental a avaliação e identificação de clones adaptados a ambos. Os objetivos do trabalho foram: i) identificar clones com alto potencial produtivo e com qualidade industrial, para as condições de cultivo de outono e de primavera, que ocorrem na região; ii) verificar a influência do ambiente e da interação genótipo-ambiente, sobre a expressão das caracteres agronômicos e de qualidade de processamento, visando estabelecer a melhor estratégia para o melhoramento. Neste trabalho, 170 clones de nove famílias clonais foram desenvolvidos e comparados às cultivares Atlantic, Baronesa,

¹ Eng Agr. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, em Produção Vegetal, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

² Orientadora, Eng. Agr. Ph.D.

³ Co-Orientador, Eng. Agr.Ph.D.

Catucha, Ciclamen, Hertha, Lady Roseta, Macaca, Monalisa e Vivaldi e a um clone desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em duas épocas de plantio, outono e primavera de 2006, em Passo Fundo, região norte do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo a parcela constituída de cinco plantas. Os caracteres avaliados incluíram o número de tubérculos por planta, a massa fresca média de tubérculos, a produtividade por planta, a profundidade dos olhos, o teor de massa seca e de açúcares redutores e a coloração dos chips. Interação genótipo x ambiente foi observada para todos os caracteres avaliados, sendo os de qualidade de processamento, principalmente açúcares redutores e coloração dos chips, os mais influenciados pela época de cultivo. A expressão do potencial genético dos caracteres relacionados a produção foram maximizados na primavera, devido ao ambiente mais favorável às plantas, o que aumenta o ganho genético da seleção. Dentre as famílias clonais, foi possível identificar clones que expressaram caracteres superiores nos dois cultivos. Os caracteres profundidade de olhos e massa seca apresentaram alta correlação entre as duas épocas de cultivo e assim podem ser selecionados tanto no outono quanto na primavera.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, interação genótipo x ambiente, qualidade industrial, coloração de chips, cultivares de batata.

**AGRONOMIC AND PROCESSING QUALITY TRAITS OF
CLONAL POTATO FAMILIES GROWN IN TWO SEASONS**

Lizete Augustin¹ ; Sandra Milach² ; Dilson Antônio Bisognin³

ABSTRACT - At the main crop production region of Rio Grande do Sul, potato is cultivated in two different growing seasons: autumn and spring. The objectives of this research were: i) to identify potato clones with high yield potential and industrial quality ii) to access the influence of genotype by environment interaction on the expression of agronomic and processing quality traits of potato clones in order to determine the appropriate strategy in breeding potato for the target region of interest. One hundred and seventy clones of nine families were developed and compared to the cultivars Atlantic, Baronesa, Catucha, Ciclamen, Hertha, Lady Roseta, Macaca, Monalisa and Vivaldi and one clone developed by UFSM, in the autumn and spring of 2006, at Passo Fundo, North of RS state. A randomized block experimental designed was used with three replications and plots of five plants. The traits evaluated included number of tubers per plant, tuber weight, plant yield, presence of deep eyes, dry matter content, reduced sugars content and chip color. Genotype x environment interaction (G x E) was significant for the expression of all traits. Reduced sugars and chip color were most influenced by growing season conditions. Genetic potential expression for yield traits was

¹ Agronomist , Doctorate student in Agronomy Graduation Program. University of Passo Fundo (UPF)

² Advisor, Agronomist, Ph.D.

³ Co Advisor, Agronomist , Ph.D.

maximized in the spring season. Superior clones combining agronomic and quality traits were identified at the two growing seasons. High correlation between the two growing seasons was observed for the presence of deep eyes and dry matter, indicating they can be selected at either season.

Key words: *Solanum tuberosum*; genotype x environment interaction; industrial quality; chips color; potato cultivars.

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) se destaca entre os alimentos mais consumidos no mundo pelo seu alto valor nutricional, sendo uma rica fonte de proteína, energia, vitaminas e minerais, além de apresentar uma grande versatilidade gastronômica e tecnológica (DALE & MACKAY, 1994; COELHO et al., 1999).

No Brasil, apesar da batata estar entre os 10 alimentos mais consumidos, a área plantada vem diminuindo e a produção nacional vem se mantendo devido a um aumento na produtividade (SHIMOYAMA, 2006). Dados do IBGE mostram que em relação a safra 2004/2005, a área de batata plantada no Brasil foi de 141.663 hectares, com uma produção de 2.110.556 toneladas, correspondendo a um rendimento de 21,96 toneladas por hectare. No Rio Grande do Sul a área plantada naquela safra foi de 24.013 hectares, com uma produção de 284.043 toneladas, correspondendo a um rendimento de 11,83 toneladas por hectare, muito abaixo da média nacional (FIOREZE, 2006). A falta de cultivares adaptadas às condições da

região e com boas características de qualidade é um dos fatores que colabora para essa situação, uma vez que na Região Sul, o cultivo da batata se caracteriza pela grande dependência de cultivares estrangeiras, que além de pouco adaptadas às condições ecológicas da região, são muito suscetíveis às doenças (PEREIRA, 2003).

A área plantada no Rio Grande do Sul também diminuiu drasticamente, uma vez que até o ano 2000 se mantinha acima de 40.000 hectares. O custo de produção elevado, o preço do produto muito variável e as perdas na comercialização do produto são os principais fatores responsáveis pela crise no setor (FIOREZE, 2006). Contudo, a industrialização em algumas regiões do Rio Grande do Sul poderia beneficiar várias etapas da cadeia produtiva facilitando a comercialização. Conforme Popp (2000), a possibilidade de produzir tubérculos durante todo o ano, dispensando o armazenamento, é uma das principais vantagens da industrialização da batata.

Para o processamento na forma de chips, palha e palitos pré-fritos congelados, são requeridas cultivares com características diferentes daquelas demandadas para o consumo fresco (PEREIRA & CAMPOS, 1999). A indústria demanda batatas com características que permitam gerar produtos de alta qualidade com o mínimo de perdas, ou seja, baixo teor de açúcares redutores, massa seca elevada, formato redondo ou oval com olhos pouco profundos (PEREIRA, 2003; ANDREU, 2006).

Nas principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul, a batata é cultivada em dois períodos do ano: o cultivo de primavera sob condições de fotoperíodo e temperatura crescentes e, o cultivo de outono, realizado sob fotoperíodo e temperatura decrescentes. Em

condições de dias longos, mais luz pode ser interceptada do que em dias curtos e, conseqüentemente, a produção diária é maior enquanto em baixas intensidades luminosas, o crescimento da folhagem é estimulado em detrimento dos tubérculos. Portanto, todos esses fatores influenciam a fisiologia da planta alterando o potencial produtivo e a qualidade dos tubérculos (SOUZA, 2003; ANDREU, 2005; BISOGNIN, 2006). Os trabalhos realizados no Rio Grande do Sul, envolvendo avaliação de características de produção e ou qualidade de processamento, nos dois cultivos, mostram sua influência na expressão dessas características (RODRIGUES & PEREIRA, 2003; ZORZELLA et al., 2003; FREITAS et al., 2006). Entretanto esses trabalhos foram realizados na região sul e central do Rio Grande do Sul, não tendo sido encontrados relatos de trabalhos semelhantes realizados na região norte/nordeste do Estado, onde se encontram localidades tradicionalmente produtoras de batata como Ibiraiaras, Caseiros e Lagoa Vermelha. O presente estudo foi realizado em Passo Fundo, localizado na região norte do Rio Grande do Sul, que apresenta condições ambientais semelhantes a esses municípios produtores.

Os objetivos do presente trabalho foram: i) identificar clones de batata com alto potencial produtivo e com qualidade industrial, para as condições de cultivo de outono e primavera que ocorrem na região norte/nordeste do Rio Grande do Sul; ii) verificar a influência do ambiente e da interação genótipo-ambiente, sobre a expressão dos caracteres agronômicos e de qualidade de processamento, visando estabelecer a melhor estratégia para o melhoramento desta espécie na região de interesse.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área cercada, com sistema de irrigação instalado no Campo Experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (UPF), na região fisiográfica do Planalto Médio, definida pelas coordenadas 28° 15' de latitude sul e 52° 24' de longitude oeste, com altitude de aproximadamente 700 metros acima do nível do mar. O experimento foi conduzido em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico-LVd 3, de textura argilosa, pertencente à unidade de mapeamento Passo Fundo, durante o outono e primavera de 2006.

No Laboratório de Biotecnologia Vegetal da FAMV da UPF, em 2004, foram realizados cruzamentos simples entre os clones para a obtenção das progênes (Figura 1).

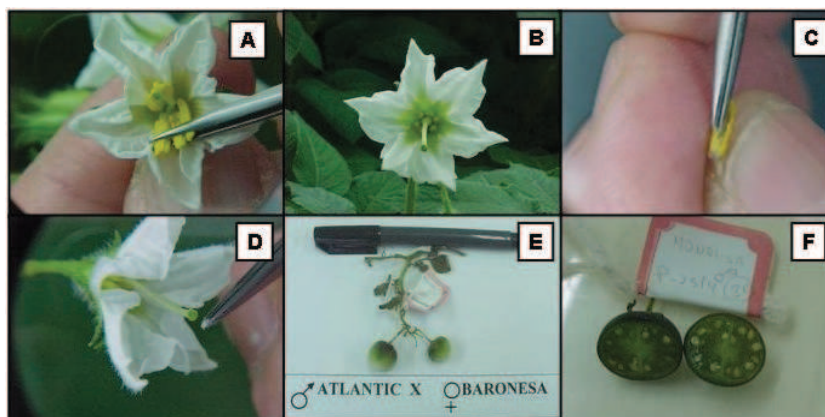


Figura 1- Etapas do processo de hibridação em batata: A) emasculação; B) flor emasculada; C) coleta de pólen; D) polinização; E) frutos híbridos; F) frutos com sementes botânicas. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2004.

As sementes botânicas foram semeadas em meio de cultura (*in vitro*) para multiplicação clonal e as mudas obtidas foram plantadas em floreiras na estufa climatizada para a produção dos mini-tubérculos (geração clonal zero=C0) (Figura 2). Esse material foi multiplicado em campo na primavera de 2005 (geração clonal 1= C1).

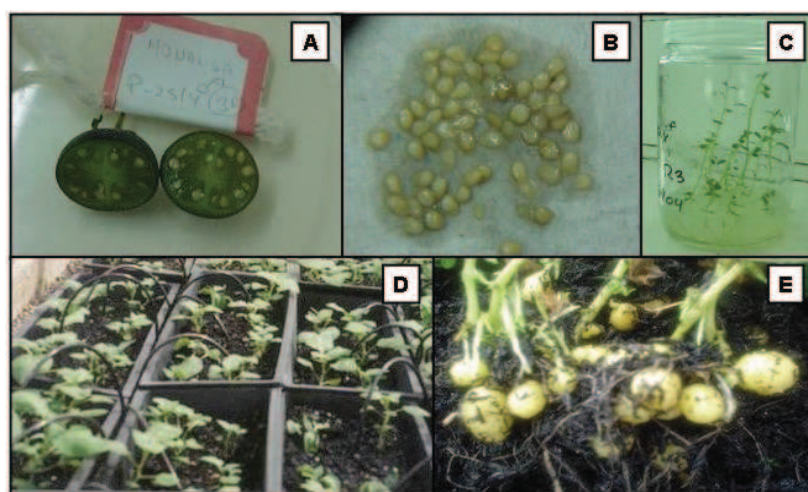


Figura 2 – Etapas do processo de obtenção de tubérculos a partir das sementes botânicas: A) fruto com sementes; B) aspectos das sementes botânicas; C) plântulas obtidas das sementes germinadas *in vitro*; D) plantas cultivadas em estufa; E) colheita dos tubérculos durante a primavera.

Para indução de brotação, os tubérculos foram tratados com ácido giberélico, na concentração de 30 ppm, selecionando-se os materiais que apresentaram dormência mais curta para serem plantados. Os tubérculos que não brotaram foram eliminados aos 30 dias após o tratamento.

O plantio de outono foi realizado em 1º de março de 2006 e a colheita foi em 14 de junho de 2006. O plantio de primavera foi

realizado no dia 18 de setembro de 2006 e a colheita nos dias 9 e 10 de janeiro de 2007. Todo o processo de abertura dos sulcos, plantio e colheita foram manuais e os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para o cultivo da batata, incluindo aplicações de fungicidas e inseticidas (BISOGNIN, 1996). O solo foi adubado na linha com 100 g.m^{-1} da fórmula NPK 5-30-15 no outono, e na primavera com 100 g.m^{-1} da fórmula NPK 16-16-16. Dez dias antes da colheita foi realizada dessecação da parte aérea com herbicida. Os materiais foram colhidos, ensacados e armazenados por 20 dias em temperatura ambiente, para completar o processo de cura antes de serem avaliados. Aspectos gerais dos cultivos de outono e primavera estão apresentados na Figura 3.

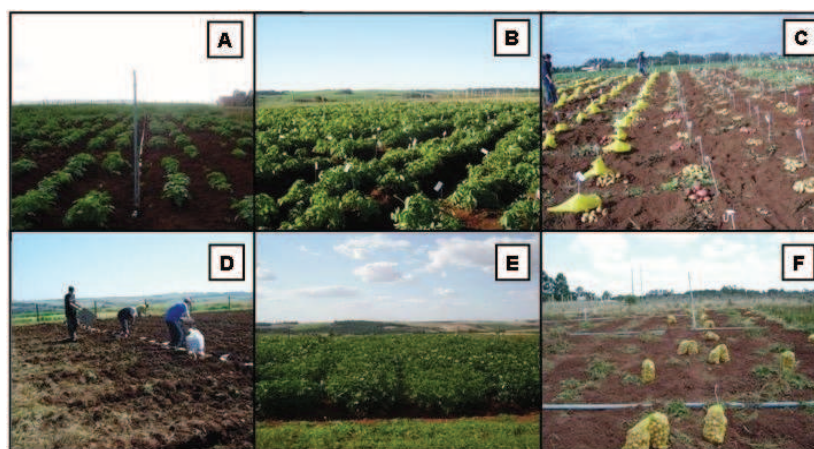


Figura 3 – Plantio e colheita dos clones e testemunhas no campo experimental: A e B) plantas cultivadas no outono; C) colheita dos tubérculos no outono; D) plantio dos tubérculos na primavera; E) aspectos das plantas cultivadas na primavera; F) colheita dos tubérculos. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo que foi avaliado um total de 170 clones obtidos dos cruzamentos realizados entre nove cultivares e o clone SMIJ461-1 desenvolvido pelo Programa de Melhoramento de Batata da UFSM. As nove famílias clonais com seus respectivos números de clones estão apresentados na Tabela 1. Cada bloco foi constituído de 180 parcelas formadas pelos 170 clones e dez testemunhas, as cultivares Atlantic, Baronesa, Catucha, Ciclâmen, Hertha, Lady Roseta, Macaca, Monalisa, Vivaldi e o clone SMIJ461-1. Cada parcela foi constituída de uma linha com cinco covas, espaçadas de 20 cm, e 80 cm entre linhas.

Tabela 1 - Denominação das famílias clonais, genealogia e número de clones avaliados em cada família. Passo Fundo, RS, 2006.

Famílias clonais	Genealogia	Nº de clones
X1	Ciclâmen x Monalisa	15
X2	Atlantic x Lady Roseta	18
X3	Baronesa x Atlantic	20
X4	Vivaldi x Macaca	10
X5	Baronesa x Vivaldi	7
X6	Hertha x Macaca	5
X7	Atlantic x Hertha	7
X10	SMIJ461-1 x Atlantic	54
X11	Catucha x Atlantic	34

O número médio de tubérculos/planta foi avaliado contado, somente tubérculos com diâmetro acima de 25 mm. A massa fresca média de tubérculos foi obtida por meio da razão entre a produção total e o número de tubérculos maiores que 25mm de diâmetro. A produtividade por planta foi determinada pela multiplicação do número de tubérculos por planta pela massa fresca média de tubérculos e a profundidade de olhos avaliada através da seguinte escala de notas: 1= olhos superficiais, 2= semi-superficiais, 3= média profundidade, 4= profundos e 5= muito profundos (Figura 4).



Figura 4 – Avaliação dos caracteres agrônômicos dos tubérculos dos diversos clones colhidos no experimento: (A) avaliação de características de qualidade e pesagem; (B) pesagem e tabulação dos dados. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do SAS (Statistics Analysis system) (SAS Institute, 1998). As análises de variância foram realizadas considerando todos os clones e testemunhas nas duas

épocas de cultivo, os clones dentro das famílias no outono e na primavera e também a análise das famílias e testemunhas dentro das duas épocas. Devido ao grande número de clones em algumas famílias, além da comparação das médias por Tukey, utilizou-se a média mais um desvio padrão e média menos um desvio padrão de cada família, para separar os clones superiores e inferiores dentro das famílias.

As determinações de qualidade de processamento foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos (CEPA), da Universidade de Passo Fundo. Todos os clones e as cultivares testemunhas foram avaliados, sendo a cultivar Atlantic utilizada como padrão de referência de qualidade da batata para o processamento. O teor de massa seca (MS) foi determinado segundo AOAC (1980), semelhante a utilizada por Freitas et al (2006). Foram utilizados dois tubérculos de cada repetição colhida no campo, totalizando seis tubérculos por clone. Os mesmos foram cortados em pequenos cubos, determinada a massa fresca em cadinhos de alumínio (8,0 g), e secados em estufa à temperatura de 60°C, até atingir massa seca constante (Figura 5). Cada amostra foi trabalhada com duplicatas. O percentual de massa seca foi calculado através da fórmula: $\%MS = \text{Massa Final} / \text{Massa Inicial} \times 100$.

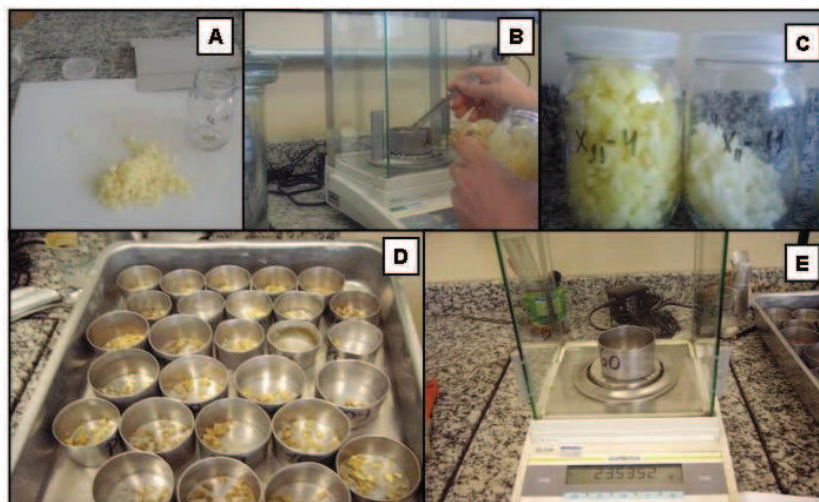


Figura 5 – Etapas do processo de determinação da massa seca dos tubérculos: (A) cortes dos tubérculos em pequenos cubos; (B) determinação da massa fresca em cápsulas de alumínio para determinação de massa seca; (C) aspecto do material; (D) aspecto do material após secagem em estufa; (E) determinação da massa após secagem em estufa. Passo Fundo, CEPA/UPF, 2006/2007.

As amostras de cada clone foram processadas em forma de chips para avaliação da coloração. Foram selecionados três tubérculos sadios de tamanho uniforme os quais foram processados em um cortador de legumes, em fatias transversais de 1 a 2 mm de espessura, escolhendo-se para fritar as fatias maiores de cada tubérculo, que correspondiam às centrais. As mesmas foram lavadas em água fria, secadas em papel toalha e posteriormente fritas em gordura hidrogenada vegetal a 180°C até cessar borbulha. A coloração dos chips foi determinada pelo Espectrofotômetro de Reflectância Difusa (Hunter Lab), modelo ColorQuest II, com sensor ótico geométrico de

esfera (Figura 6). O aparelho foi calibrado com cerâmica, realizando-se a leitura por reflexão e utilizando-se ângulo de observação de 2° iluminante principal D75 e iluminante secundário D65. No sistema Hunter de cor, corrigido pela CIE, os valores L^* (luminosidade) flutuam entre zero (preto) e 100 (branco), $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), e $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo). Os chips foram posicionados sob o leitor sendo realizadas leituras em três repetições (três chips) em duas posições, no centro e na borda. Para a análise realizou-se uma média dos resultados da leitura do centro e da borda.

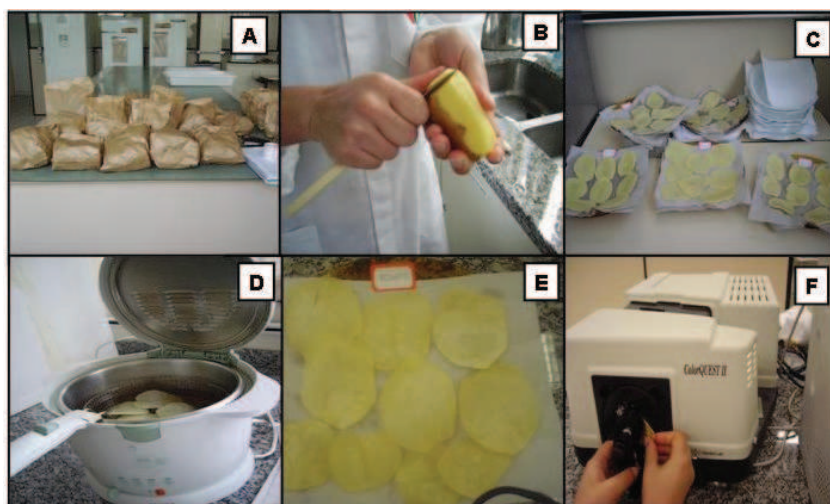


Figura 6 – Etapas do processo de fritura e de determinação da coloração dos chips: (A) tubérculos selecionados utilizados nas análises; (B) retirada da casca dos tubérculos a serem analisados; (C) corte transversal dos tubérculos para obtenção dos chips; (D) fritura dos chips em fritadeira elétrica; (E) aspecto dos chips após fritura; (F) análise dos chips em espectrofotômetro. Passo Fundo, CEPA/UPF, 2006.

O teor de açúcares redutores foi determinado através da relação de proporcionalidade entre teores de glicose e densidade de coloração do método de Somogy modificado por NELSON (1944). A metodologia utilizada foi a de LONG & CHISM (2004), citada e modificada por Freitas et al. (2006) onde 1g de massa seca foi diluída em 5ml de água destilada, retirando-se 2 ml para reagir com 0,5 ml de 2,4-dinitro-fenol. As quantificações dos açúcares foram feitas em espectrofotômetro (modelo - UV 2100- ÚNICO) utilizando o comprimento de onda de 600nm.

Os dados de massa seca e de coloração dos chips foram submetidos à análise de variância com o auxílio do pacote estatístico SAS. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos açúcares redutores, devido ao grande número de clones para serem analisados, não foi possível a realização de repetições, portanto observou-se somente os clones que apresentaram médias diferindo em mais e menos 1 desvio padrão, dentro de cada família. Uma análise de variância foi feita para comparação entre famílias, utilizando-se como repetições, os clones (progênies de cada família).

Para melhor visualização do desempenho das famílias nos dois cultivos e da interação genótipo-ambiente, os dados foram plotados em um gráfico de dispersão de dados X, as médias de outono e Y as de primavera. O gráfico foi dividido em quadrantes de acordo com as médias nos dois períodos de cultivo.

Também foi realizada, para todas os caracteres, uma análise de correlação de Pearson entre os períodos de cultivo outono e

primavera, através do pacote SAS "System for windows" V8 (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou diferenças significativas ($P > 0,01$) entre clones, épocas de cultivo, famílias e interação época e família para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, produtividade por planta e profundidade de olhos (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, rendimento por planta e profundidade dos olhos. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007

F. V.	Quadrados Médios				
	GL	Tub/pl	M. fresca	Produtividade	Prof. olhos
Época	1	5206,33**	69661,85**	42429210,5**	1,29*
Famílias	18	34,85**	2799,29**	156852,59**	13,44**
Clones	162	26,11**	1147,72**	81523,85**	1,891**
Repetição	2	54,29**	1393,56*	401033,95**	1,382*
Épo X Fam	18	12,92**	650,24**	56748,11**	0,50**
Erro		2,20	17,87	149,10	0,57
Média		7,79	69,34	532,58	2,3
CV (%)		28,1	25,7	28,0	24,1

* Significativo a 5% e ** 1% de probabilidade de erro.

A média geral para número de tubérculos por planta foi de 5,56, no outono, e de 10,00, na primavera, mostrando a grande

influência do ambiente para esse caráter (Tabela 3). Esses resultados eram esperados pelas condições contrastantes das duas épocas de cultivo, como pode ser observado pelos dados meteorológicos coletados na Estação Meteorológica da Embrapa Trigo localizada próxima ao campo experimental da FAMV da UPF (Tabela 4). As melhores produções de batata têm sido observadas em regiões de fotoperíodos longos e temperaturas médias (15°C a 20°C) durante a estação de crescimento (SOUZA, 2003). No outono, as temperaturas foram decrescentes, próximas aos valores normais do período e na primavera as temperaturas foram crescentes como o esperado para a estação, porém com médias um pouco mais altas que os valores normais, principalmente no mês de dezembro (Tabela 4). O fotoperíodo menor no mês de junho e maior no mês de dezembro, também ficou dentro do padrão para as épocas de outono e primavera. Esses fatores como temperatura e número de horas de radiação solar influem na produção diária através da fotossíntese, nível de respiração da cultura e a proporção de assimilados transportados para os tubérculos (Van der Zaag & Burton, 1978, apud SOUZA, 2003).

A cultivar Ciclamen apresentou o maior número de tubérculos nas duas épocas, só diferenciando-se da cultivar Monalisa no outono e da cultivar Baronesa na primavera. Considerando as duas épocas, a cultivar Baronesa foi a que teve o menor número de tubérculos, sendo que a melhor testemunha depois da cultivar Ciclamen foi o clone SMIJ461-1 (Tabela 3). A família X4 (Vivaldi x Macaca) apresentou a maior média para número de tubérculos por planta, nas duas épocas, seguido da família X10 (SMIJ461-1 x Atlantic), sendo que a menor média foi a da família X5 (Baronesa x Vivaldi).

Para massa fresca média de tubérculos (Tabela 3), a média geral foi de 61,16 no outono e 77,40 gramas na primavera. A cultivar Atlantic apresentou a maior massa fresca média nas duas épocas, diferenciando-se, no outono, das testemunhas Ciclamen e Macaca. Entre as famílias não observou-se diferenças para o caráter. Na primavera, a cultivar Atlantic superou a família X4 e as testemunhas, com exceção da cultivar Baronesa e do clone SMIJ461-1. Os dados concordam com Lopes & Buso (1999) que descrevem Atlantic como uma cultivar que apresenta alta porcentagem de tubérculos graúdos. Considerando a média das duas épocas, as testemunhas com maior massa fresca média foram Atlantic e SMIJ461-1 e as que apresentaram a menor massa fresca média foram Macaca e Ciclamen. A média entre as famílias mostrou o bom desempenho das famílias X7, X11 e X10 sugerindo a maior influência do genitor Atlantic para esse caráter. A família X4, que tem a cultivar Macaca como um dos genitores, apresentou o menor peso de tubérculos, o que pode ser explicado pela menor média observada nessa cultivar para o caráter. Essas observações indicam que podem ser obtidas famílias com maior média para massa fresca média e tubérculos por planta.

A produtividade média por planta no outono foi de 331,54 g, ou seja, duas vezes menor que a de primavera que foi de 731,7g (Tabela 3). Médias menores de produtividade de tubérculos no cultivo de outono também foram observadas por Andreu (2005). O rendimento de tubérculos apresenta forte relação com a duração do ciclo em dias, onde os maiores rendimentos são obtidos em plantios de final de inverno e início da primavera, o que corresponde ao período recomendado do "plantio da safra" (MATIELO et al., 2005 b).

A testemunha SMIJ461-1 apresentou o melhor desempenho nas duas épocas de cultivo, embora tenha só se diferenciado da cultivar Macaca no outono e da cultivar Baronesa, na primavera. O bom desempenho desse clone é explicado uma vez que esse material bem adaptado que apresenta boas características agronômicas, foi selecionado no Programa de Melhoramento da UFSM. As famílias não diferiram entre si nos dois períodos de cultivo. Essa dificuldade de se detectar diferenças estatísticas entre as famílias ocorreu provavelmente devido a variabilidade genética dentro de famílias que em muitos casos pode ser maior do que entre famílias devido a segregação tetrassômica da batata tetraplóide. Além disso, as famílias foram constituídas de poucas cultivares sendo a maioria progênies de meio irmãos.

Tabela 3 - Médias das nove famílias e dez testemunhas de número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculo e produtividade por planta, no cultivo de outono e primavera. Passo Fundo, FAMV/ UPF, 2006 /2007

Fam. e Test.	Tubérculos por planta (n°)		Massa fresca/ tubérculo (g)		Produtividade/ planta (g)	
	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera
Ciclamen	8,56 a	14,83 a	*37,75 b	51,18 b	*318,12 ab	758,4 ab
X4	*6,56 ab	13,41 ab	52,91 ab	56,64 b	320,27 ab	665,1 ab
L. Roseta	6,40 ab	9,00 ab	52,89 ab	69,25 b	333,9 ab	634,6 ab
SMIJ	6,36 ab	14,13 a	79,20 ab	71,94 ab	*487,49 a	1012 a
X2	*6,14 ab	9,67 ab	*65,13 ab	81,53 ab	*381,2 ab	748,8 ab
X11	*5,77 ab	9,49 ab	*61,21 ab	85,52 ab	*339,5 ab	778,8 ab
X10	*5,75 ab	10,27 ab	*63,29 ab	77,48 ab	*353,82 ab	760 ab
Atlantic	5,36 ab	7,73 ab	92,79 a	117,74 a	*423,07 ab	904,8 ab
X1	*5,33 ab	8,94 ab	65,22 ab	72,00 ab	*336,82 ab	585,4 ab
X7	*5,29 ab	9,59 ab	*72,22 ab	89,57 ab	*377,4 ab	854,1 ab
Catucha	5,20 ab	8,46 ab	57,65 ab	67,78 b	*300,2 ab	572,2 ab
X6	*5,01 ab	10,01 ab	*49,12 ab	79,02 ab	*268,6 ab	750,9 ab
Macaca	5,00 ab	12,00 ab	31,10 b	50,08 b	*155,5 b	586 ab
Hertha	*4,93 ab	10,06 ab	64,04 ab	66,53 b	*294,15 ab	667,6 ab
Baronesa	4,70 ab	5,90 b	62,55 ab	85,74 ab	275,31 ab	507,2 b
X3	*4,54 ab	9,95 ab	*50,88 ab	70,91 ab	*240,63 ab	689,1 ab
X5	4,48 ab	9,07 ab	63,75 ab	83,37 ab	276,28 ab	710,3 ab
Vivaldi	4,16 ab	8,60 ab	71,94 ab	61,74 b	291 ab	529,6 ab
Monalisa	*4,05 b	9,93 ab	55,10 ab	61,76 b	*221,65 ab	606,7 ab
Média	5,56	10,00	61,16	77,40	331,54	731,7
CV%	34,8	35,6	34,2	28,1	35,4	30,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, entre épocas.

Tabela 4 - Dados de temperatura média, máxima e mínima de oito meses do ano de 2006. Também são relatados os valores normais esperados para os respectivos meses. Fonte: Embrapa trigo - Passo Fundo/RS – 2006

Mês	Média da média		Média da máxima		Média da mínima		IM (horas)	IT (horas)	
	O	N	O	N	O	N	O	O	N
Março1	20,9	20,6	26,8	26,7	16,7	16,3	6,8	212,2	207
Abril 1	17,3	17,6	23,9	23,7	12,6	13,5	7,9	236,8	185,2
Mai 1	13	14,3	19,4	20,7	8,9	10,9	7,4	228	181,1
Junho 1	14,3	12,7	20	18,4	10,7	8,9	5,7	169,6	153,7
Set. 2	14,8	14,8	21,3	21,2	9,8	11	6,4	192,6	154,9
Out. 2	19,7	17,7	26,8	23,8	14,4	12,9	7,4	229,6	202,3
Nov. 2	19,9	19,8	26,4	26	14,8	14,8	7,7	230,2	220,6
Dez. 2	23,5	21,5	30	27,8	18,1	16,5	8,7	270,7	254,2

IM= Insolação Média; IT= Insolação Total; O= Ocorrida; N= Normal; 1= Outono; 2= Primavera

O caráter profundidade dos olhos (Tabela 5) não variou nas duas épocas de cultivo, sendo a média geral de 2,4 e 2,3 (olhos semi- superficiais a média profundidade) para o outono e primavera, respectivamente. Esse caráter é menos afetado pelo ambiente que os caracteres relacionados à produção, embora Fortes e Pereira (2003), relatem que além do genótipo, o tamanho do tubérculo e condições de crescimento são fatores diretamente relacionados com o número, a disposição e a profundidade dos olhos no tubérculo. Andreu (2005) também observou consistência em relação a profundidade dos olhos para o cultivo de outono e primavera. No cultivo de outono, não houve diferenças entre os tratamentos. Na primavera, as testemunhas Monalisa e Catucha e as famílias X4, X1 e X5 foram superiores a cultivar Lady Roseta.

Tabela 5 - Médias das nove famílias e dez testemunhas de profundidade de olhos, no cultivo de outono e primavera. Passo Fundo, FAMV/ UPF, 2006 / 2007

Famílias e Testemunhas	Profundidade de olhos	
	Outono	Primavera
Ciclâmen	2,0 a	2,0 abc
X4 (Vivaldi x Macaca)	1,8 a	1,6 bc
Lady Roseta	3,0 a	3,3 a
SMIJ461-1	2,3 a	2,0 abc
X2 (Lady Roseta x Atlantic)	2,5 a	2,6 ab
X11 (Atlantic x Catucha)	*2,9 a	2,6 ab
X10 (SMIJ 461-1x Atlantic)	2,7 a	2,6 ab
Atlantic	2,3 a	2,0 abc
X1 (Monalisa x Ciclamen)	1,8 a	1,6 bc
X7 (Hertha x Atlantic)	2,7 a	2,5 abc
Catucha	2,0 a	1,3 bc
X6 (Macaca x Hertha)	2,5 a	2,6 ab
Macaca	2,0 a	2,0 abc
Hertha	2,0 a	2,0 abc
Baronesa	1,5 a	2,0 abc
X3 (Atlantic x Baronesa)	*1,5 a	1,8 abc
X5 (Vivaldi x Baronesa)	1,7 a	1,7 bc
Vivaldi	1,3 a	2,0 abc
Monalisa	1,3 a	1,0 c
Média	2,4	2,3
CV%	33,0	31,0

Escala de profundidade de olhos, onde: 1= olhos superficiais, 2 = semi-superficiais, 3 = média profundidade, 4= profundos e 5= muito profundos. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. * Significativo a 5% de probabilidade de erro entre épocas.

Considerando os quatro caracteres agronômicos, nas duas épocas de cultivo, o clone SMIJ461-1 foi a testemunha com melhor desempenho, principalmente para os caracteres de produção. A testemunha Ciclamen foi a que apresentou o maior número de tubérculos, mas, por outro lado, junto com a Macaca, apresentou baixa

massa fresca média dos mesmos (Tabela 3).

O desempenho dos clones das diferentes famílias nas duas épocas de cultivo para os caracteres agronômicos e o efeito da interação genótipo x ambiente pode ser melhor visualizado nas Figuras 7 a 10.

Para número de tubérculos por planta (Figura 7), em todas as famílias observa-se a ocorrência da interação clones x época de cultivo, onde um número maior de clones apresentou um bom desempenho na primavera, mas não no outono. Observa-se no quadrante superior (B) do gráfico, que a família X10 (SMIJ461-1 x Atlantic), se destacou uma vez que 40,7% dos clones dessa família apresentaram número de tubérculos acima da média geral, no outono e na primavera. As testemunhas SMIJ461-1 e Ciclâmen também estão nesse quadrante. Porém, em todas as famílias observou-se clones que apresentaram um baixo número de tubérculos nos dois cultivos, quadrante (C) junto com as testemunhas Atlantic, Catucha, Baronesa e Vivaldi. Observou-se interação genótipo-ambiente com valores maiores na primavera, quadrante (A), onde também se localizaram as cultivares Macaca, Monalisa e Hertha.

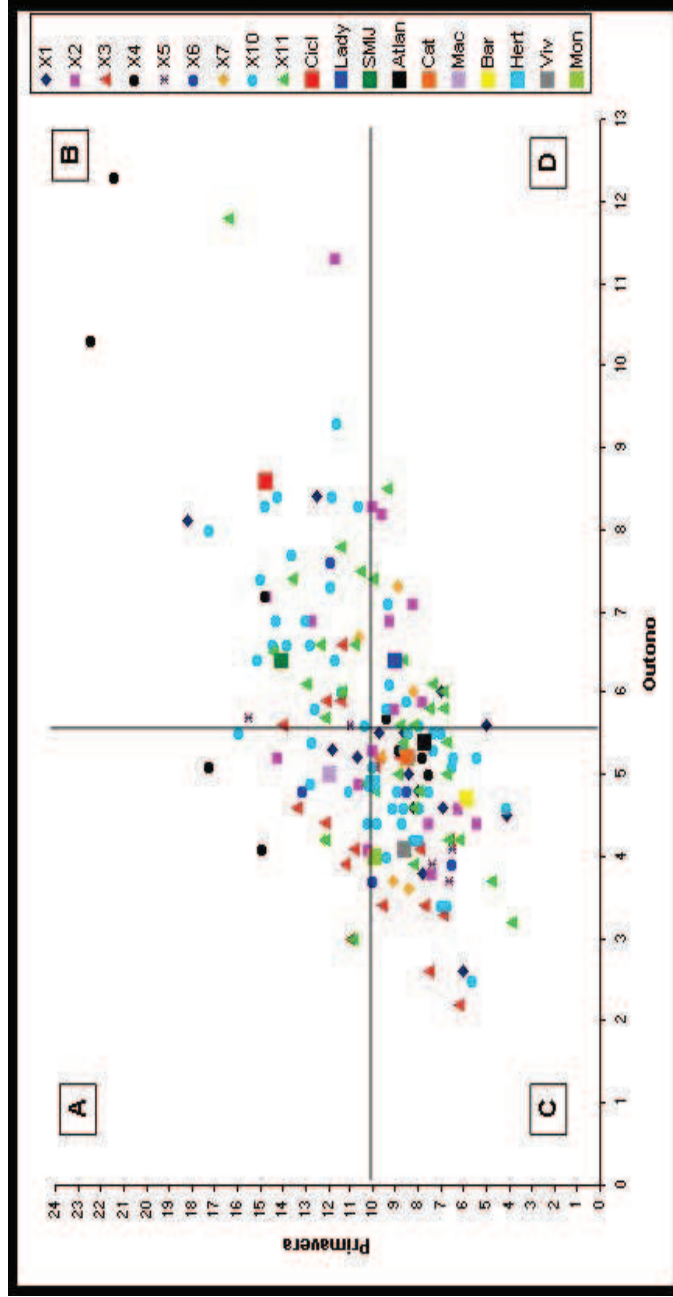


Figura 7- Número de tubérculos por planta das testemunhas e dos clones das famílias X1 (MonaXCiclâmen), X2 (L.Roseia x Atlan), X3 (Atlan x Baro), X4 (Viva x Macaca), X5 (Viva x Baro), X6 (Macaca x Hertha), X7 (Hertha x Atlan), X10 (SMIJ x Atlan) X11 (Atlan x Catucha). Eixo X= média geral outono= 5,5. Eixo Y= média geral primavera= 10,0. Quadrantes A e D= mostram a interação clone x ambiente; B= Quadrante superior, acima das médias, C= Quadrante inferior, abaixo das médias. Passo Fundo, UPF, 2006 / 2007.

Em relação a massa fresca média (Figura 8) observa-se uma grande interação clone-ambiente, porém, a família X7 (Hertha x Atlantic) apresentou 71,4% e a família X11 (Catucha x Atlantic) 44% dos clones no quadrante superior (B). Das testemunhas, o destaque foi para a cultivar Atlantic sendo que Baronesa ficou nesse quadrante, mas junto ao eixo da média de outono. As testemunhas Lady Roseta, Catucha, Macaca, Monalisa e Ciclamen apresentaram massa fresca inferior as médias dos dois cultivos (C) e SMIJ461-1, Hertha e Vivaldi mostraram interação com o ambiente (D).

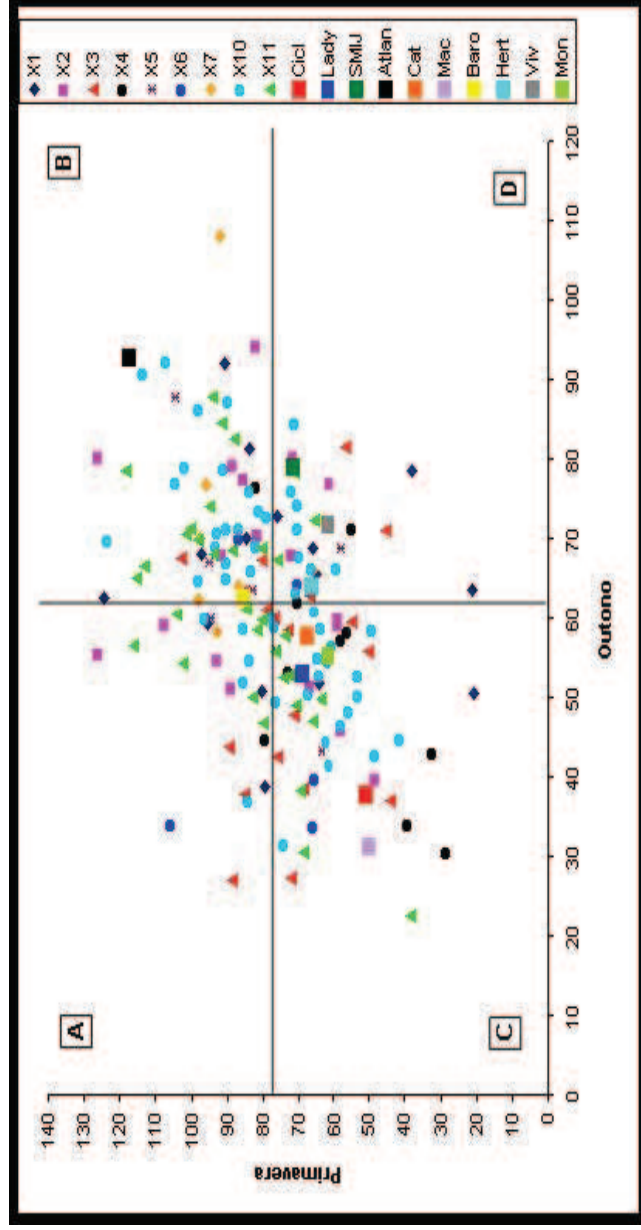


Figura 8. Massa fresca média de tubérculos das testemunhas e dos clones das famílias X1 (Mona x Cielâmen), X2 (L.Roseta x Atlan), X3 (Atlan x Barro), X4 (Viva x Macaca), X5 (Viva x Barro), X6 (Macaca x Hertha), X7 (Hertha x Atlan), X10 (SMIJ x Atlan) X11 (Atlan x Catucha). Eixo Y= média geral primavera= 77,4. Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; B= Quadrante superior, acima das médias, C= Quadrante inferior, abaixo das médias. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006 / 2007.

Para produtividade por planta (Figura 9), destacou-se novamente a família X11, uma vez que 52,9% dos clones apresentaram produtividade acima das médias das duas épocas (B). Os clones das famílias X4 e X1 mostraram baixo desempenho nos dois cultivos. As testemunhas SMIJ461-1 e Atlantic apresentaram produtividade superior as duas médias (B) e Catucha, Macaca, Baronesa, Hertha, Vivaldi e Monalisa ficaram no quadrante inferior (C). Cyclâmen e Lady Roseta ficaram próximas aos eixos das médias.

O caráter profundidade dos olhos foi o que mostrou a menor interação genótipo x ambiente (Figura 10). Os clones das famílias X1(Monalisa x Cyclâmen), X3 (Atlantic x Baronesa), X4 (Vivaldi x Macaca) e X5 (Vivaldi x Baronesa), foram os que apresentaram olhos mais superficiais, nos dois cultivos (C), não se visualizando nenhum clone no quadrante com maior profundidade (B). As famílias X11 (Catucha x Atlantic) e X10 (SMIJ461-1 x Atlantic) apresentaram a maior porcentagem de clones com maior profundidade dos olhos, 50% e 40,7%, respectivamente. Todas as testemunhas com exceção de Lady Roseta, ficaram no quadrante superior para esse caráter (C).

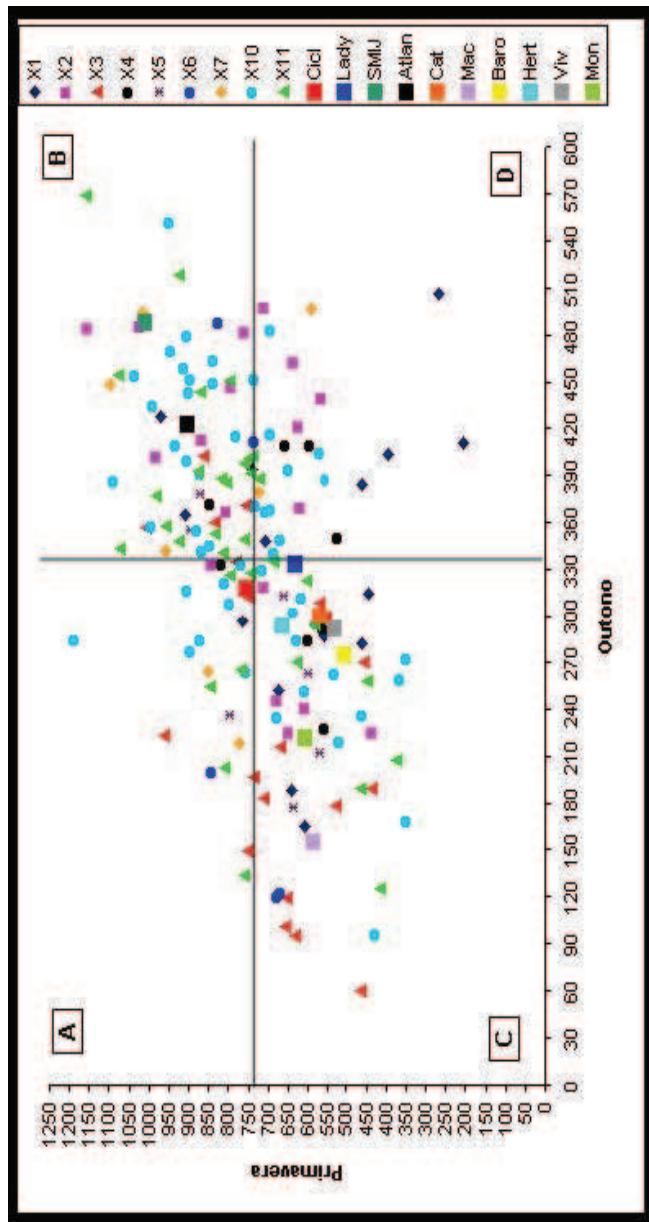


Figura 9. Produtividade por planta das testemunhas e dos clones das famílias X1 (Mona x Ciciâmen), X2 (L.Roseta x Atlán), X3 (Atlán x Baro), X4 (Viva x Macaca), X5 (Viva x Baro), X6 (Macaca x Hertha), X7 (Hertha x Atlán), X10 (SMIJ x Atlán) X11 (Atlán x Caucha). Eixo X= média geral outono= 331,5, Eixo Y= média geral primavera= 731,7. Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; B= Quadrante superior, acima das médias, C= Quadrante inferior, abaixo das médias. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006 / 2007.

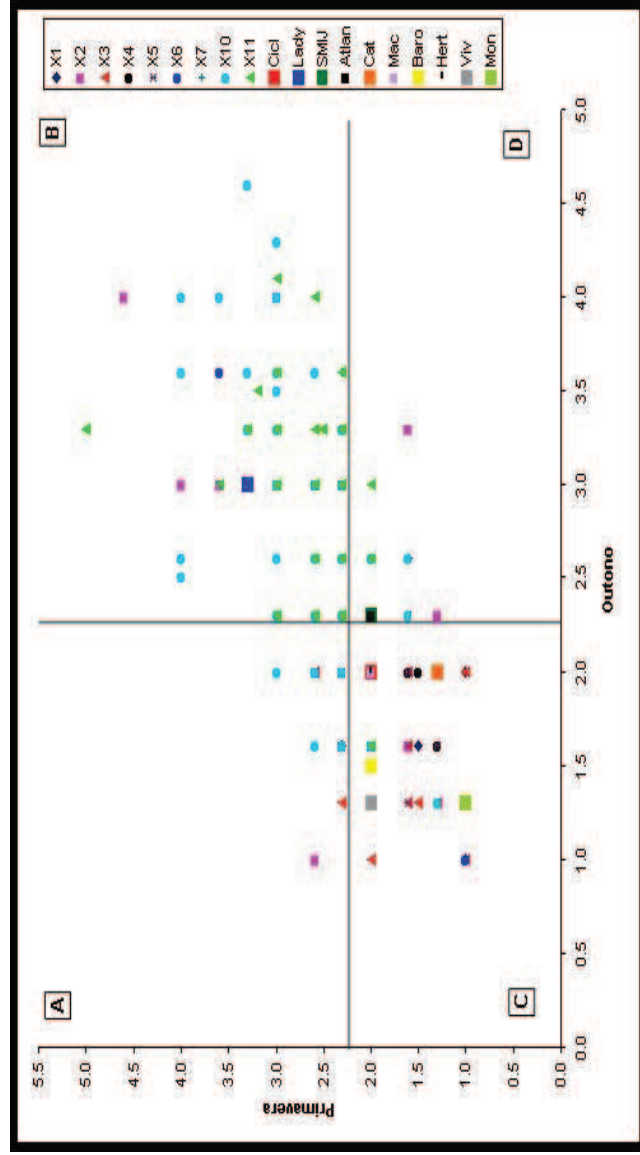


Figura 10 - Profundidade dos olhos das testemunhas e dos clones das famílias **X1** (Mona x Ciclâmen), **X2** (L.Roseita x Atlan.), **X3** (Atlan x Baro), **X4** (Viva x Macaca), **X5** (Viva x Baro), **X6** (Macaca x Hertha), **X7** (Hertha x Atlan), **X10** (SMIJ x Atlan) **X11**(Atlan x Catucha). Eixo X= média geral outono= 2,4. Eixo Y= média geral primavera= 2,3. Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; C= Quadrante superior, olhos mais rasos; B= Quadrante inferior, olhos mais profundos. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007.

Em relação às características relacionadas a qualidade de processamento, para as variáveis teor de massa seca e coloração dos chips determinada pelo parâmetro L*, houve diferenças significativas para épocas, para famílias e testemunhas e para a interação entre ambas (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para massa seca e coloração dos chips com base no parâmetro L*. Passo Fundo, FAMV/ UPF- 2006 / 2007.

Causas de Variação	GL	Massa Seca	Coloração L*
Época	1	162,10**	1058,65**
Famílias/testemunhas	18	162,40**	860,54**
Épocax Fam	18	6,61**	721,97**
Erro		1,83	7,09
Média		22 %	51,9
CV (%)		8,3	13,6

L* - escala que varia da coloração escura a clara, sendo que os maiores valores de L indicam coloração mais clara.

** Significativo a 1% de probabilidade de erro.

Observa-se na Tabela 7 que a maior média de massa seca foi obtida no outono e a maior média de coloração dos chips (L*) ocorreu no cultivo de primavera. A média geral para massa seca foi de 23,3 % no outono e 20,7% na primavera. O menor teor de massa seca observado na primavera pode ser explicado pelas altas temperaturas observadas no final do ciclo (Tabela 4). A produção de massa seca é mais rápida até 20°C, quando a assimilação é alta e a respiração é baixa. Temperaturas médias de 25°C a 30°C são muito desfavoráveis à

produção de massa seca, sendo que a massa seca aos 30°C é a metade que aos 20°C e menor do que aos 10°C (Van der Zaag, 1973, apud SOUZA, 2003). Esses dados também concordam com Rodrigues e Pereira (2003), que observaram médias maiores de massa seca em clones de batata cultivados no outono. Por outro lado, Freitas et al., (2006) não observaram diferenças em relação a massa seca nos cultivos de outono e primavera.

Entretanto, independente da época de cultivo, algumas cultivares apresentaram, em média, teores de massa seca consideravelmente elevados como, Ciclamen, Lady Roseta e Atlantic. Ao contrário, as cultivares Vivaldi e Monalisa, apresentaram teores abaixo de 20%. Robles (2003), em experimento realizado em Piracicaba, também encontrou um teor maior de massa seca na cultivar Atlantic (21,9%) e menor na cultivar Monalisa (18,3%). Teores de massa seca acima de 20% são considerados de boa qualidade para o processamento por resultar em produtos com maior rendimento reduzindo também a absorção de gordura durante a fritura (Capezio et al., 1992/93 apud FREITAS et al., 2006). Teores demasiado altos de massa seca produzem produtos com texturas duras e conteúdos muito baixos, produtos com grande deformidade na elaboração de chips (MORENO, 2004).

A cultivar Atlantic e a família X11 (Atlantic x Catucha), apresentaram os maiores teores de massa seca no outono, diferindo, porém, das famílias X3, X5, X1 e das cultivares Vivaldi e Monalisa (Tabela 7). A Monalisa e a Baronesa apresentaram o menor teor de massa seca na primavera.

Os maiores teores de massa seca na primavera foram obtidos

com a cultivar Ciclamen, que não diferiram de Lady Roseta, da SMIJ461-1 e das famílias X11 e X10. Ressalta-se que Ciclamen foi o único clone que apresentou maior teor de massa seca na primavera. Considerando os dois cultivos, pode-se dizer que as famílias que apresentaram as maiores médias para massa seca foram as famílias X11 e X10 cujos genitores foram Atlantic com Catucha e Atlantic com SMIJ461-1, respectivamente. A cultivar Atlantic além de apresentar altos teores de massa seca também transmitiu para a progênie, como observado no cruzamento com Catucha e SMIJ461-1. A família X1, proveniente do cruzamento de Monalisa e Ciclamen, foi a que apresentou o menor teor de massa seca nos dois cultivos.

O menor teor de massa seca observado na primavera também pode ser explicado pelo armazenamento dos tubérculos em temperatura ambiente. O armazenamento em altas temperaturas acelera o envelhecimento fisiológico por aumentar a respiração e o metabolismo, ocorrendo maior perda de massa fresca e a rápida degradação das reservas do tubérculo (BISOGNIN et al., 2003). Esses dados, porém, diferem de Zorzella et al. (2003) que observaram maiores teores de massa seca na primavera. Dale & Mackay (1994) dizem que vários estudos sobre o controle genético de massa seca têm mostrado a complexidade da expressão dessa importante característica em relação a estações do ano e locais.

Em relação à coloração dos chips, observa-se na Tabela 7, que a média de L^* foi maior na primavera, o que significa uma coloração geral mais clara nesse período de cultivo, embora algumas famílias e genitores não tenham diferido entre épocas. Esses dados concordam com os obtidos por Freitas et al. (2006), que observaram

também coloração mais clara dos chips na primavera. A família X2 (Atlantic x Lady Roseta) apresentou a maior média de L*, considerando os dois períodos de cultivo e as cultivares que apresentaram a coloração mais clara, nas duas épocas, foram Baronesa, Ciclamen e Atlantic. Ressalta-se que a família X2 e as testemunhas Ciclamen e Atlantic tiveram maior valor de L* no outono, ao contrário dos outros tratamentos onde o valor de L* foi superior na primavera. Na Figura 11, pode-se observar a coloração dos chips da cultivar Atlantic (L* maior no outono) e Monalisa (L* maior na primavera).

Tabela 7 - Médias de teor de massa seca e coloração dos chips (L*) nas nove famílias e dez testemunhas, no cultivo de outono e primavera. Passo Fundo, FAMV/ UPF, 2006 / 2007.

Fam. e Test.	Massa Seca		Coloração L* ²	
	Outono	Primavera	Outono	Primavera
Atlantic	*25.9 a ¹	20.3 cde	*58.9 abc	52.9 ab
X11	*25.7 a	22.8 abc	*43.9 bcde	54.8 ab
X6	*25.1 ab	20.6 cde	*30.5 e	58.9 a
Lady R.	24.4 abc	25.6 abc	54.2 abc	49.2 ab
X10	*24.4 abc	22.0 abcd	*49.7 abc	55.4 ab
X7	*24.1 abc	21.6 bcde	48.7 abcd	53.0 ab
Macaca	*23.6 abcd	20.5 cde	*51.3 abc	58.8 a
X2	*23.6 abcd	20.9 bcde	*61.3 ab	58.0 a
Cicla	*23.4 abcd	26.6 a	*61.6 a	51.6 ab
SMIJ	*23.0 abcd	21.9 abcde	43.3 cde	56.3 ab
Baro	*22.9 abcde	17.3 de	59.0 abc	55.7 ab
Catu	22.9 abcde	20.3 cde	45.4 abcde	44.1 b
Hertha	*21.0 abcde	18.3 cde	52.7 abc	50.9 ab
X4	*20.9 abcde	18.2 cde	*45.1 abcde	53.3 ab
X3	*20.6 bcde	17.7 de	52.5 abc	53.2 ab
X5	20.5 bcde	19.2 cde	*31.6 de	53.8 ab
X1	*19.8 cde	17.1 e	55.0 abc	55.5 ab
Vivaldi	19.0 de	18.5 cde	51.4 abc	57.0 a
Monalisa	*18.0 e	17.5 de	*41.5 cde	52.7 ab
Média	23.3	20.7	49.2	55.0
CV%	8.0	8.6	16.3	10.6

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

² L* - escala que varia da coloração escura a clara, sendo que os maiores valores de L indicam coloração mais clara.

* Significativo a 5% de probabilidade de erro, entre épocas.

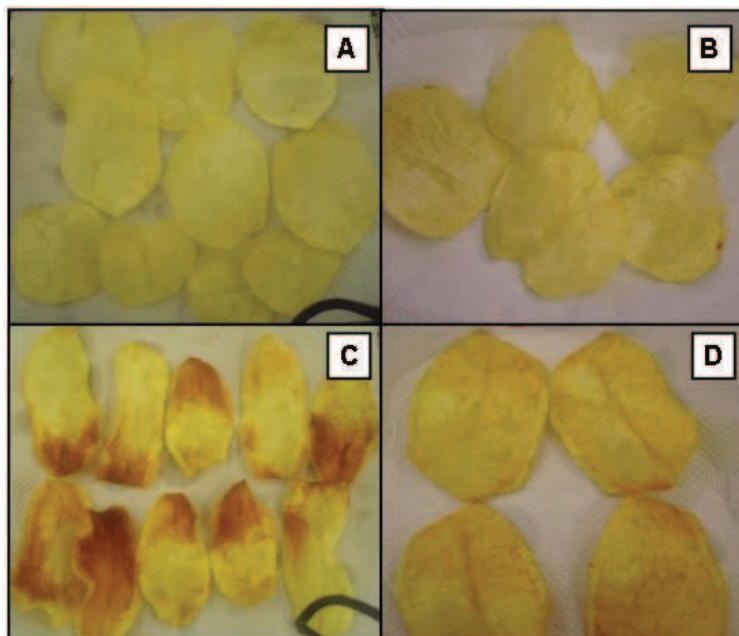


Figura 11– Aspecto da coloração dos chips das cultivares Atlantic cultivada no outono (A) e primavera (B) e Monalisa no outono (C) e primavera (D). Passo Fundo, CEPA/UPF, 2006/2007.

Em relação ao teor de açúcares redutores (Tabela 8), ocorreram diferenças significativas para famílias e para a interação famílias e épocas. Embora não tenha sido possível fazer a análise de variância para as testemunhas, uma vez que não havia repetições, registra-se na mesma Tabela 8, os dados dos teores de açúcares das testemunhas, nas duas épocas de cultivo.

A média geral de açúcares redutores nas famílias foi similar no outono e primavera, respectivamente 0,41 e 0,40. O alto coeficiente de variação observado é explicado pelo fato de que para os açúcares redutores, os clones geneticamente diferentes foram considerados como repetições, dentro de cada família. Portanto, o

coeficiente de variação expressou não só a variação ambiental, mas, também, a variação genética. No outono, as famílias não diferiram e na primavera, as famílias X1, X3, X4 e X5 apresentaram maiores teores de açúcares redutores que as demais famílias. Os genitores da família X2, Lady Roseta e Atlantic, apresentaram os menores teores de açúcares redutores, nos dois cultivos. O teor médio de açúcares redutores de 0,26%, observado na primavera, foi semelhante ao verificado por Zorzella et al. (2003), de 0,25% ,também na primavera, embora no outono tenham encontrado um teor de 0,53 %, portanto, o dobro do observado na primavera. Pereira e Campos (1999), em experimento realizado no outono, observaram para as cultivares Atlantic e Baronesa teores mais altos de açúcares redutores, de 0,31% e 0,57%, respectivamente. Para a cultivar Macaca o teor observado por esses autores foi de 0,51%, o qual é igual a média dos dois cultivos (0,51%), observada nesse experimento para essa testemunha. Pereira et al. (2007) relatam para experimentos realizados no outono, teores de açúcares redutores, em tubérculos curados ou recondicionados de 0,026% e 0,080%, respectivamente, para a cultivar Atlantic. Porém, em tubérculos refrigerados observaram teores que variaram entre 0,23% a 0,37 %. Isso mostra que o recondicionamento altera drasticamente o teor de açúcares redutores. A família X1 (Monalisa x Ciclamen) apresentou o maior teor de açúcares redutores nos dois cultivos enquanto os genitores Monalisa e Vivaldi apresentaram os maiores teores de açúcares redutores (0,66%) no outono e Macaca e Catucha apresentaram os maiores teores na primavera. Freitas et al. (2006) observaram teores médios de açúcares redutores menores no cultivo de outono em comparação com os de

primavera, embora tenha ocorrido uma interação significativa entre clones e época para o caráter.

Tabela 8 - Teor de açúcares redutores nas nove famílias clonais e nas testemunhas cultivadas no outono e primavera. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007.

Açúcares Redutores (%)					
Fam.	Outono	Prim.	Testemunhas	Outono	Prim.
X11	0,33 a ¹	0,32 b	Monalisa	0,66	0,44
X6	0,46 a	0,33 b	Vivaldi	0,66	0,32
X10	*0,39 a	0,32 b	Macaca	0,44	0,59
X7	* 0,49 a	0,29 b	Catucha	0,37	0,54
X2	0,25 a	0,33 b	Ciclamen	0,34	0,34
X4	0,43 a	0,47 ab	SMIJ461-1	0,32	0,35
X3	* 0,39 a	0,56 a	Baronesa	0,27	0,37
X5	0,49 a	0,46 ab	Hertha	0,26	0,34
X1	0,50 a	0,55 a	Atlantic	0,19	0,26
Média	0,41	0,40	Lady Roseta	0,17	0,26
CV (%)	47,9	40,5	Média	0,37	0,38

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.
* Significativo a 5% de probabilidade de erro entre épocas.

Ressalta-se que a família X2, que apresentou os menores teores de açúcares redutores também teve a coloração mais clara dos chips, o que era esperado. A cor dos chips é fortemente determinada pelo teor de açúcares redutores do tubérculo, por estar diretamente associado com o desenvolvimento de coloração escura (SHELLEY, 2001). Por sua vez, a concentração dos constituintes químicos, tais como açúcares redutores, depende de muitos fatores, incluindo variedades, condições de crescimento, maturidade dos tubérculos na colheita e condições de armazenamento. (STEVENSON, et al., 1954;

IRITANI & WELLER,1977; COFFIN et al., 1987; BROWN et al.; COELHO et al., 1999). A antecipação da colheita da batata resulta em perdas de rendimento de tubérculos e de nutrientes e quando a colheita ocorre no ponto ótimo, aumenta o peso específico e a massa seca, enquanto o conteúdo de açúcar decresce (ASGHAR et al., 2003). Vários fatores, portanto, alteram a qualidade e produção dos tubérculos, sendo que o balanço de nitrogênio também é um fator importante, pois sua deficiência reduz a produção e o excesso tem efeitos negativos sobre a massa seca e sobre os teores de açúcares redutores (Umaerus, 1981 apud SOUZA, 2003).

O gráfico de dispersão de massa seca (Figura 12) mostra que houve interação entre época e clone, mas não de forma muito pronunciada, sendo que na família X11 (Catucha x Atlantic), praticamente todos os clones apresentaram maior teor de massa seca nos dois períodos de cultivo (B) e nenhum ficou abaixo das médias nos dois cultivos. Ao contrário nas famílias X1 (Monalisa x Ciclamen) , X3 (Atlantic x Baronesa), X4 (Vivaldi x Macaca) e X5 (Vivaldi x Baronesa) os clones ficaram no quadrante inferior ou muito próximos a ele (C). As testemunhas SMIJ461-1, Lady Roseta, Ciclâmen, Catucha, Atlantic e Macaca se localizaram no quadrante superior (B) e Monalisa, Vivaldi e Hertha no inferior (C).

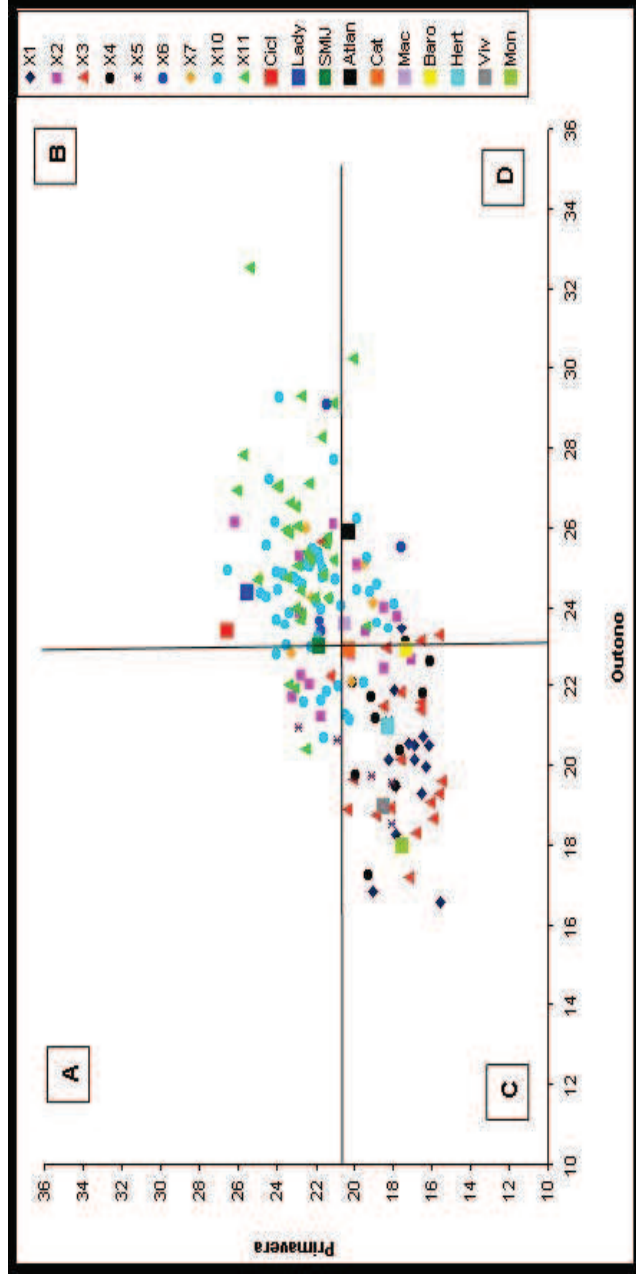


Figura 12 - Massa seca das testemunhas e dos clones das famílias X1 (Mona x Ciclámen), X2 (L. Rosea x Atlán.), X3 (Atlán x Baro), X4 (Viva x Macaca), X5 (Viva x Baro), X6 (Macaca x Hertha), X7 (Hertha x Atlán), X10 (SMIJ x Atlán), X11 (Atlán x Catucha). Eixo X= média geral outono= 23,3. Eixo Y= média geral primavera= 20,7. Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; B= Quadrante superior, acima das médias, C= Quadrante inferior, abaixo das médias. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007.

A interação clone e ambiente observada para o teor de açúcares redutores foi muito alta (Figura 13) embora é possível observar que em algumas famílias como a X11 (Atlantic x Catucha), os clones se concentraram mais no quadrante superior (C) ou seja apresentando teores de açúcares redutores abaixo da média geral que foi de 0,38 para os dois períodos de cultivo. Já os clones da família X3 (Atlantic x Baronesa) apresentaram ou valores bastante altos de açúcares nos dois cultivos, ou uma interação genótipo e ambiente de grande magnitude. As testemunhas Lady Roseta e Atlantic ficaram no quadrante superior (C) e Macaca e Monalisa no quadrante inferior (B). As demais testemunhas mostraram uma interação entre as épocas.

Para o valor L^* de coloração dos chips (Figura 14) observa-se também a ocorrência de muita variação clone ambiente, embora os clones da família X2 (Atlantic x Lady Roseta) se destaquem no quadrante superior (B) uma vez que 66,7 % dos clones dessa família apresentaram uma coloração mais clara, ou seja, L^* acima da média geral, nos dois cultivos. As testemunhas Macaca e Vivaldi se localizaram nesse quadrante também, sendo que Atlantic ficou muito próxima a média de primavera. As cultivares Monalisa e Catucha ficaram no quadrante inferior (C) e as demais testemunhas mostraram interação entre os cultivos.

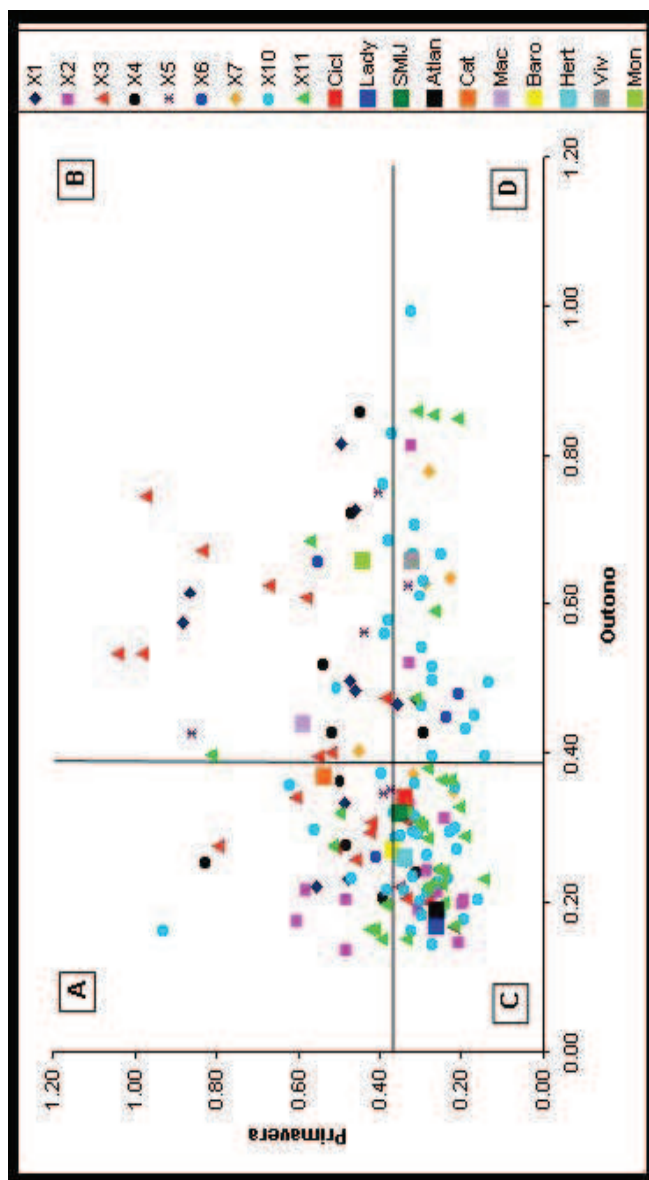


Figura 13 - Teor de açúcares redutores das testemunhas e dos clones das famílias **X1** (Mona x Ciclâmen), **X2** (L.Roseta x Atlán), **X3** (Atlán x Baro), **X4** (Viva x Macaca), **X5** (Viva x Baro), **X6** (Macaca x Hertha), **X7** (Hertha x Atlán), **X10** (SMIJ x Atlán) **X11**(Atlán x Catucha). Eixo X= média geral outono= 0,38 Eixo Y= média geral primavera= 0,38 Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; C= Quadrante superior, teor de açúcares redutores abaixo da média; B= Quadrante inferior, teor de açúcares redutores acima da média. Passo Fundo, FAMV/ UPF, 2006/2007.

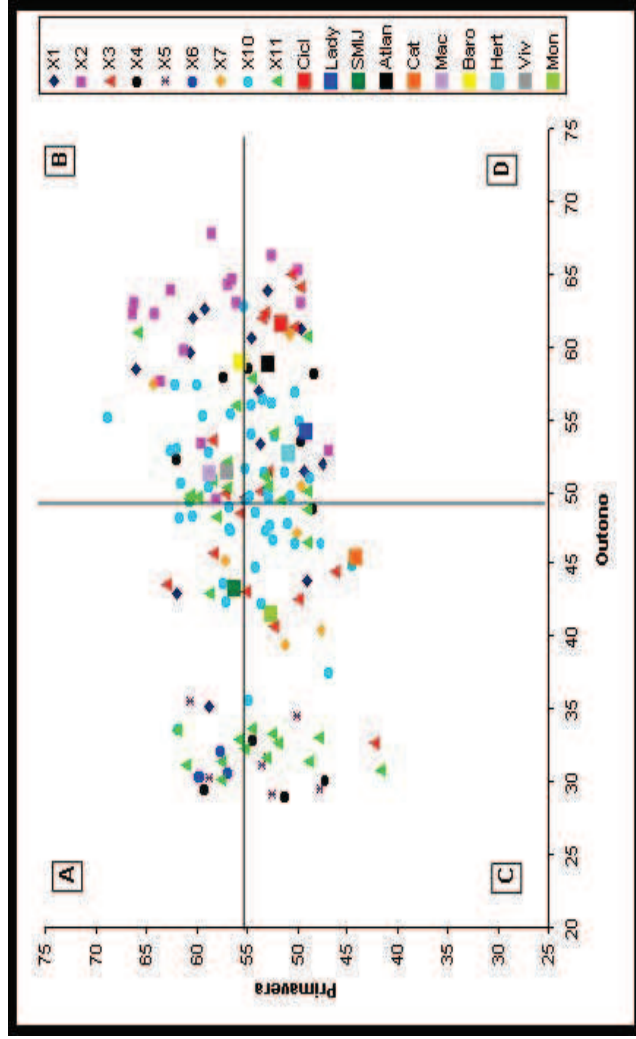


Figura 14 - Coloração dos chips das testemunhas e dos clones das famílias X1 (Mona x Ciclâmen), X2 (L.Rosea x Atlan.), X3 (Atlan x Baro), X4 (Viva x Macaca), X5 (Viva x Baro), X6 (Macaca x Hertha), X7 (Hertha x Atlan), X10 (SMLJ x Atlan) X11 (Atlan x Catucha). Eixo X= média geral outono= 49,2 Eixo Y= média geral primavera= 55. Quadrantes A e D = mostram a interação clone x ambiente; B= Quadrante superior, acima das médias, C= Quadrante inferior, abaixo das médias. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006/2007.

Os coeficientes de correlação entre os dois cultivos foram significativos para todos os caracteres, com exceção dos açúcares redutores (Tabela 9). Para os caracteres de produção, o número de tubérculos por planta apresentou a maior correlação, seguido de produtividade por planta e massa fresca média do tubérculo, com uma menor correlação. O mesmo valor de correlação (0,44), para número de tubérculos e maior massa fresca média (0,49) foi obtido por Gopal (1997) entre a primeira e segunda geração clonal, embora os experimentos tenham sido realizados somente no período de outono. Rodrigues e Pereira (2003) observaram uma menor correlação para número de tubérculos (0,25), maior para massa fresca média (0,35) e igual correlação para produção de tubérculos (0,31), entre a segunda e terceira geração clonal, correspondendo aos cultivos de outono e primavera. A profundidade de olhos apresentou uma correlação mais alta, de 0,54. Andreu (2005) observou que profundidade dos olhos, juntamente com textura da pele e formato, foram altamente correlacionados entre os períodos de cultivo, sendo caracteres com pouca interação entre clones e cultivos.

Para qualidade de processamento, a maior correlação (0,58) foi observada no teor de massa seca, sendo que Rodrigues & Pereira (2003) verificaram uma correlação um pouco menor (0,40) para esse caráter, entre outono e primavera. Bisognin & Douches (2002) encontraram uma maior correlação entre gerações para gravidade específica (0,67), como uma medida de massa seca, comparada com outras características relacionadas a qualidade como aparência de tubérculo e coloração de chips. Algumas das avaliações de massa seca e açúcares redutores realizadas com tubérculos no início da

brotação, o que deve ter alterado os valores obtidos. Outro fator que certamente influenciou foi o armazenamento feito em temperatura ambiente. Portanto, os tubérculos provenientes do cultivo de primavera, que foram colhidos no mês de janeiro, ficaram armazenados em temperaturas mais elevadas do que aqueles do cultivo do outono. Mesmo assim, massa seca apresentou uma maior correlação entre os tubérculos provenientes das duas épocas de cultivo do que a coloração dos chips, onde a correlação foi significativa, porém, baixa e, açúcares redutores, onde a correlação não foi significativa.

De acordo com Iritani & Weller (1976), batatas com alta gravidade específica acumulam menores teores de açúcares durante a armazenagem. Gopal (1997) avaliou 90 progênies em três gerações sucessivas e observou, para a maioria dos caracteres, coeficientes de correlação moderados mas significativos entre as gerações. O autor discutiu a possibilidade de usar as médias de progênies como um parâmetro de seleção para reduzir o número de clones para serem avaliados em gerações mais avançadas.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre as épocas de cultivo outono e primavera para qualidade de processamento e caracteres agronômicos em batata. Passo Fundo, FAMV/UPF, 2006-2007.

PRIMAVERA							
OUTONO	MS	TB	PM	L*	AR	PO	PP
Massa seca	0,587**						
Tubérculos por planta		0,447**					
Peso médio			0,272**				
Coloração de chips - L*				0,102*			
Açúcares redutores					0,150ns		
Profundidade de olhos						0,544**	
Produção por planta							0,318**

* Significativo a 5% e ** 1% de probabilidade de erro. ns = não significativo; MS= massa seca; TB= tubérculos por planta; PM= peso médio de tubérculos; AR = açúcares redutores; PO = profundidade de olhos; PP= produção por planta.

4 CONCLUSÕES

Dentre as famílias clonais, foi possível identificar clones que expressam caracteres superiores nos dois cultivos.

A expressão do potencial genético dos caracteres relacionados à produção é maximizada na primavera, devido a ambientes superiores que favorecem a expressão do genótipo e resulta em maior ganho genético de seleção.

Os caracteres profundidade de olhos e massa seca podem ser selecionados tanto no outono quanto na primavera, uma vez que apresentam alta correlação entre os dois cultivos.

Os caracteres de qualidade de processamento, principalmente açúcares redutores e coloração dos chips, são muito influenciados por interações clone x ambiente.

CAPÍTULO II

POTENCIAL GENÉTICO DE CLONES DE BATATA PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE PROCESSAMENTO.

Lizete Augustin¹; Sandra Milach²; Dilson Antônio Bisognin³

RESUMO - A eficiência de um programa de melhoramento genético de batata depende fundamentalmente da identificação de combinações parentais capazes de gerar clones superiores. Os objetivos do presente trabalho foram estudar a variabilidade genética para caracteres agronômicos e de qualidade de processamento dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo, identificar as combinações parentais capazes de gerar famílias clonais com maior potencial genético para programas de melhoramento da região, determinar o efeito das duas épocas de cultivo sobre a magnitude dos ganhos genéticos para as características analisadas, verificar a possibilidade de combinar caracteres de qualidade industrial de tubérculos com caracteres agronômicos para a obtenção de clones superiores em qualidade e adaptados a região norte/nordeste do Rio Grande do Sul. O experimento consistiu na avaliação de 170 clones de batata provenientes de nove famílias clonais e dez genitores, em duas

¹ Eng. Agr. MS. Doutoranda do Programa de Pós- Graduação em Agronomia da UPF

² Orientadora, Eng. Agr. PhD Professora do programa de Pós- Graduação em Agronomia da UPF.

³ Co-orientador, Eng Agr, PhD Professor da Universidade Federal de Santa Maria

épocas de plantio, outono e primavera de 2006. Os caracteres avaliados foram o número de tubérculos por planta, a massa média fresca de tubérculos, a profundidade de olhos, o teor de massa seca e de açúcares redutores e a coloração de chips. Estimou-se a herdabilidade dos caracteres e os ganhos de seleção previstos nas famílias clonais para número de tubérculos, massa média fresca, produtividade por planta e massa seca. Também determinou-se as correlações entre os caracteres. Variabilidade genética significativa foi observada dentro das famílias clonais para caracteres agronômicos e de qualidade de processamento industrial. Combinações parentais como Atlantic x Lady Roseta, SMIJ461-1 x Atlantic e Catucha x Atlantic apresentaram maior potencial para a obtenção de ganhos genéticos e poderão ser utilizadas nos programas de melhoramento. Entre os caracteres de qualidade de processamento, o teor de massa seca é o que apresentou maior herdabilidade e, entre os agronômicos, a profundidade de olhos. Foi possível combinar caracteres agronômicos desejáveis com alta qualidade de processamento e obter clones de batata superiores para o conjunto das características avaliadas.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* ; herdabilidade ; ganho genético; qualidade industrial ; cultivares de batata.

GENETIC POTENTIAL OF POTATO CLONES FOR AGRONOMICS AND PROCESSING QUALITY TRAITS

Lizete Augustin¹ ; Sandra Milach² ; Dilson Antônio Bisognin³

ABSTRACT - The efficiency of a potato breeding program depends on the identification of parental combinations with potential to generate superior clones. The objectives of the present work were: to study the genetic variability for agronomic and processing quality traits among clonal families developed at University of Passo Fundo, Passo Fundo-RS, Brazil; to identify parental combinations that generate clones with superior genetic potential for breeding programs in the region; to determine the effect of two growing seasons on the magnitude of genetics gains for the evaluated traits; to evaluate if is possible to combine industrial tuber quality with agronomic traits to obtain superior quality clones with adaptation to North/Northeast region of Rio Grande do Sul . One-hundred and seventy clones from nine families and ten parents were evaluated in the fall and spring 2006 growing seasons, in Passo Fundo, RS. The traits evaluated included number of tubers per plant, tuber weight, plant yield, presence of deep eyes, dry matter content, reduced sugars content and chip color. Heritability and genetic gain estimates were obtained for tuber number, mean tuber weight, plant yield and dry matter and correlation coefficients between traits were determined. Genetic

¹ Agronomist , Doctorate student in Agronomy Graduation Program. University of Passo Fundo (UPF)

² Advisor, Agronomist, Ph.D.

³ Co Advisor, Agronomist , Ph.D.

variability was observed for all agronomic and processing quality traits. Parental combinations as Atlantic x Lady Roseta, SMIJ461-1 x Atlantic and Catucha x Atlantic showed greater genetic gain potential and may be useful for potato breeding programs. Among processing quality traits, dry matter content showed the greatest herdability and for agronomics traits the greatest herdability was observed for presence of deep eyes. It was possible to combine good agronomics traits with higher processing quality in potato and to obtain superior clones for the group of traits evaluated.

Key-words: *Solanum tuberosum* , herdability, genetic gain, industrial quality, potato cultivars.

1 INTRODUÇÃO

A batata é uma das principais plantas olerícolas, ocupando uma posição de destaque na alimentação humana. No Brasil, as principais cultivares utilizadas são oriundas de países de clima temperado. Por sua origem na América do Sul e domesticação na Europa, a cultura da batata no Brasil está submetida a condições ambientais que dificultam a expressão do potencial produtivo (PINTO, 1999). No Rio Grande do Sul a produtividade da cultura da batata se encontra em torno de 12 toneladas por hectare (FIOREZE, 2006). Essa baixa produtividade, muito inferior a média nacional tem sido associada à falta de cultivares adaptadas e que, também, apresentem boa qualidade culinária para o consumo de mesa ou para o processamento (PEREIRA, 2003). Portanto, é desejável que novos programas de melhoramento se consolidem, no Rio Grande do Sul,

para que os produtores possam ter novas opções de cultivares adaptadas as regiões específicas e que apresentem bons caracteres agrônômicos e de qualidade para as diferentes formas de consumo.

Culturas de propagação vegetativa, como a batata, oferecem vantagens e desvantagens para o melhorista. A maior vantagem é que, em qualquer fase de um programa de melhoramento, plantas que apresentem caracteres favoráveis, tanto de ordem qualitativa como quantitativa, podem ser fixadas geneticamente e, a partir daí, reproduzidas indefinidamente (VALOIS, 2001).

O Brasil possui um mercado consumidor potencial para a batata processada industrialmente na forma de fritura, mas, para atender a essa demanda, são requeridas cultivares com características diferentes daquelas demandadas para o consumo fresco. Os componentes de qualidade interna de maior importância são os altos teores de massa seca e baixas concentrações de açúcares redutores (PEREIRA e CAMPOS, 1999; ANDREU, 2006). Esses caracteres diretamente relacionados com qualidade de processamento são de difícil obtenção, uma vez que são influenciadas por fatores genéticos, mas com uma grande influência ambiental, o que dificulta a manipulação por parte dos melhoristas (DALE & MACKAY, 1994; VENDRUSCOLO et al., 2003).

Com o objetivo de agilizar os programas de melhoramento genético da batata, os melhoristas têm buscado selecionar características agrônômicas e de qualidade para processamento, nas primeiras gerações clonais (TAI & YOUNG, 1984; MARIS, 1988; PEREIRA et al, 1994). Porém, um dos principais fatores que limitam a eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais é a grande

variação não genética entre os clones, em virtude do número limitado de plantas, da não utilização de repetições e do grande número de clones que são avaliados (PINTO, 1994). Essa baixa eficiência da seleção precoce, principalmente para caracteres de baixa herdabilidade, tem sido relatada em vários trabalhos (MARIS, 1998; AMARO et al., 2003). Mas, a necessidade de reduzir a quantidade de material para que haja avaliação mais precisa nas gerações avançadas, faz com que os melhoristas apliquem uma forte pressão de seleção sobre os genótipos nas primeiras gerações clonais, sendo uma prática rotineira nos programas de melhoramento (PINTO et al., 1994; BHERING, 2006). A consequência disso é a ocorrência de perdas de grande magnitude na variabilidade genética, durante o processo de seleção (VALOIS, 2001).

O principal fator que afeta a coloração de fritura da batata é o teor de açúcares redutores, embora ocorra também a influência de alguns compostos fenólicos e aminoácidos na intensidade da coloração (FREITAS et al., 2006; PEREIRA et al., 2007). Mesmo assim, Pereira et al. (1994) mostraram que a seleção indireta para coloração dos chips, através dos conteúdos de frutose e glicose, pode ser efetiva. Porém, Pereira et al. (2007) também ressaltam a importância da avaliação direta da coloração devido a presença desses compostos fenólicos. A seleção dos chips através da avaliação direta da coloração justifica-se, também, pela facilidade de avaliação dentro do programa.

A padronização da determinação da qualidade de processamento pela coloração, através da utilização de um método que utiliza uma escala tridimensional, denominado “L* a* b* colour

space” foi sugerida por Coleman (2004). De acordo com o autor, chips com $L^* < 55$ e $a^* / b^* > 0,3$ possuem um padrão inaceitável de qualidade, $L^* 55$ a 70 e $a^* / b^* 0,0$ a $0,3$, com aceitável qualidade e alta qualidade com $L^* > 70$ e $a^* / b^* < 0,0$.

No Rio Grande do Sul, vários trabalhos mais direcionados a qualidade de processamento, realizados junto ao programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado de Pelotas e ao Programa de Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria tem mostrado avanços no desenvolvimento de clones com essa finalidade (PEREIRA & CAMPOS, 1999; SALAMONI et al; 2000; BISOGNIN, 2003; PEREIRA, 2003; ZORZELLA et al. , 2003; FREITAS, 2006).

O programa de melhoramento de batata que está em fase inicial na Universidade de Passo Fundo também poderá contribuir no desenvolvimento de clones com potencial para se tornarem cultivares com qualidade industrial e, adaptadas, principalmente para a região norte/nordeste do Rio Grande do Sul. Um dos aspectos fundamentais para a melhor eficiência de um programa de melhoramento é o conhecimento do potencial genético dos materiais que estão sendo utilizados dentro desse programa. Portanto, esse trabalho foi proposto com os seguintes objetivos: i) estudar a variabilidade genética para os caracteres agronômicos e de qualidade de processamento dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo; ii) identificar as combinações parentais que geraram as famílias clonais com maior potencial genético para programas de melhoramento da região; iii) determinar o efeito das duas épocas de cultivo sobre a magnitude dos ganhos genéticos para as características analisadas,

dentro das famílias clonais; iii) verificar se é possível combinar caracteres de qualidade industrial de tubérculos com caracteres agronômicos para a obtenção de clones superiores em qualidade e adaptados a região norte/nordeste do Rio Grande do Sul.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Clones de batata de nove famílias clonais desenvolvidos na Universidade de Passo Fundo (Tabela 1) e dez genitores (Tabela 2) foram avaliados em duas épocas de cultivo, durante o outono e primavera de 2006. O experimento foi instalado em primeiro de março e 18 de setembro, respectivamente para os cultivos de outono e primavera.

Tabela 1 - Denominação das famílias clonais, genealogia e número de clones avaliados em cada família. Passo Fundo, RS, 2006.

Famílias clonais	Genealogia	Nº de clones
X1	Ciclâmen x Monalisa	15
X2	Atlantic x Lady Roseta	18
X3	Baronesa x Atlantic	20
X4	Vivaldi x Macaca	10
X5	Baronesa x Vivaldi	7
X6	Hertha x Macaca	5
X7	Atlantic x Hertha	7
X10	SMIJ461-1 x Atlantic	54
X11	Catucha x Atlantic	34

Tabela 2 - Principais características de algumas cultivares genitoras disponíveis na literatura

Cultivares	Origem / (pedigree)	Principais características
Atlantic	Estados Unidos / (Wausen x B 5451-6 (Lenape))	Ciclo médio, dormência média, tubérculos com formato-oval-arredondado, película amarela, polpa branca, olhos medianamente profundos. Própria para chips.
Baronesa	Brasil, IPEAS/Embrapa / (Loman O)	Ciclo médio, dormência média, estolões curtos, tubérculos oval-alongados e achatados, película rosa, polpa de cor creme, olhos rasos.
Catucha	Brasil, EPAGRI-Embrapa / (2 CRI-1149-1-78 x C-999-263-70)	Ciclo médio, dormência curta, tubérculos de formato oval-alongado possuindo película e polpa amarela, olhos rasos.
Macaca	Brasil, presumivelmente do IPEAS	Ciclo curto, dormência curta, tubérculos de formato oval, película vermelha intensa e polpa branca.
Monalisa	Holanda, HZPC / (Bierma A1-287 X Colmo)	Ciclo médio-precocce, dormência média tubérculos de formato oval-alongado, película e polpa amarela, olhos superficiais.
SMIJ461-1	(NY88 X Tollocan)	Ciclo médio, ótima aparência, película branca. Resistente a <i>Phytophthora infestans</i> .

Fonte: Embrapa - CNPH (1997); Lopes e Buso (1999) ; Pereira et al. (2005); Bisognin et al., 2002.

A avaliação da coloração dos chips foi feita através do parâmetro L^* , escala de cores que varia entre zero (preto) e 100 (branco), determinado pelo Espectrofotômetro de Reflectância Difusa (Hunter Lab), modelo ColorQuest, que faz medições da escala L^* que varia do preto ao branco. O aparelho também mediu valores em uma escala que varia de $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), e $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo). Coleman (2004) sugeriu a utilização desses parâmetros para a avaliação de coloração, sendo que a combinação de valores elevados para L^* e baixos para a^*/b^* , seriam a indicação de chips de melhor qualidade, com coloração do amarelo claro característico, sem escurecimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do SAS (Statistics Analysis system) (SAS Institute, 1998). As análises de variância foram realizadas considerando todos os clones e testemunhas nas duas épocas de cultivo, os clones dentro das famílias no outono e na primavera e também a análise das famílias e testemunhas dentro das duas épocas. Para açúcares redutores, como não havia repetições entre clones, utilizou-se os clones de cada família como repetições.

Foi realizada uma estimativa de herdabilidade no sentido amplo, sem considerar as famílias onde utilizou-se a análise de variância de clones nas duas épocas de cultivo. A estimativa da herdabilidade das características número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos e profundidade dos olhos foi calculada pelo quadrado médio esperado - $E (EM)$, utilizando a interação genótipo x ambiente ($G \times E$). Para isso, foi considerado o

modelo aleatório onde :

$$VG = \frac{QMC - QMCP}{pr} \quad \text{e} \quad VCP = \frac{QMCP - QME}{r}$$

A herdabilidade com base na média dos clones, foi estimada pela fórmula $h^2 = \frac{VG}{(VG + VCP + VE)}$ e com base nas

parcelas pela fórmula $h^2 = \frac{VG}{QMC/rp}$

As fontes de variação (F.V.) da análise de variância e os quadrados médios esperados para os cálculos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância e quadrados médios esperados utilizados para estimativas de herdabilidade para os caracteres número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo e produtividade por planta.

F.V.	GL	QM	E (QM)
Repetição (R)	R-1	<i>QMR</i>	$\sigma E + pc\sigma r$
Clones (C)	C-1	<i>QMC</i>	$\sigma E + r\sigma cp + re$
Período (P)	P-1	<i>QMP</i>	$\sigma E + c\sigma r + rc\sigma p$
C x P	(C-1) (P-1)	<i>QMCP</i>	$\sigma E + r\sigma cp$
Erro		<i>QME</i>	Σe

F.V. = fontes de variação

A estimativa dos componentes da variância para as características massa seca e coloração dos chips foi obtida a partir dos quadrados médios calculados e os quadrados médios esperados baseados no modelo de efeito casual de períodos de cultivo e clones (Tabela 4). Para açúcares redutores, como não foram feitas repetições

de clones, a análise de variância foi realizada para avaliar o efeito de períodos de cultivo e famílias, onde os clones de cada família foram considerados repetições. Para o cálculo de herdabilidade utilizou-se portanto a mesma forma de análise da Tabela 4, substituindo-se clones (C) por famílias.

Tabela 4 - Análise de variância e quadrados médios esperados para estimativa de herdabilidade para características de qualidade de tubérculo para processamento

F.V	GL	QM	E (QM)
Período (P)	P-1	<i>QMP</i>	
Clones (C)	C-1	<i>QMC</i>	$\sigma E + \sigma_{cp} + P\sigma c$
C x P	(C-1) (P-1)	<i>QMCP</i>	$\sigma_p + \sigma_{cp}$
Erro		<i>QME</i>	Σe

F.V. = fontes de variação

Também estimou-se a herdabilidade para todos os caracteres avaliados através das correlações entre os dados obtidos no outono e na primavera.

A estimativa de ganho de seleção (GS), foi realizada somente para as cinco famílias maiores (X1, X2, X3, X10 e X11). A estimativa foi realizada para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, produtividade por planta e teor de massa seca, utilizando-se a fórmula $GS = DS \times h^2$, onde DS = diferencial de seleção calculado pela diferença da média de 10% dos clones superiores em relação a média de cada família. Para isso utilizou-se os valores de herdabilidade obtidos através da análise de variância.

Também realizou-se uma análise de correlação de Pearson entre número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, produtividade por planta, teor de massa seca, teor de

açúcares redutores e coloração dos chips (L^*), para observar a ocorrência e a magnitude das associações entre caracteres, através do SAS "System for windows" V8 (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância considerando as famílias, clones e épocas foi significativa para número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, produtividade por planta e profundidade dos olhos, em relação a todos os fatores de variação (Tabela 5).

Em ambos os cultivos, as maiores amplitudes de variação para número de tubérculos foram obtidas nas famílias X11 e X4 (Tabela 6), sendo que a família X4 também apresentou a maior média de tubérculos por planta. Para massa fresca média de tubérculos, no outono, a família X11, apresentou maior amplitude de variação e na primavera a família X1, porém a maior média foi obtida pela família X7, nos dois períodos. Considerando os dados médios de cultivo, a família X11 se destacou por ter maior número de clones. Para produtividade por planta, a família X11 apresentou a maior amplitude nas duas épocas. Em relação a profundidade de olhos, as famílias X3 e X5 apresentaram as menores amplitudes tendendo para olhos mais rasos; as de maior amplitude foram X2, X10 e X11 (Tabela 6).

Embora algumas famílias tenham sido compostas por poucos clones, a amplitude observada mostra a ocorrência de variabilidade fenotípica dentro das mesmas, sendo que a amplitude foi maior na primavera, onde as condições ambientais permitiram a melhor expressão dos caracteres (Tabela 6).

As estimativas de herdabilidade para os caracteres agronômicos estimados pela análise de variância, considerando clones e testemunhas nos dois cultivos (Tabela 7), foram maiores quando considerados apenas os clones (Tabela 8), mostrando que a seleção com base em parcelas seria menos eficiente do que pelas médias de clones. A profundidade de olhos apresentou o maior valor de herdabilidade, enquanto que a massa fresca média de tubérculos apresentou o menor valor. Portanto, a profundidade de olhos é a que teve menor influência do ambiente e onde a seleção poderia ser aplicada com maior chance de sucesso, em ambos os cultivos.

Os mesmos valores de herdabilidade de 0,66 para número, 0,59 para massa fresca média de tubérculos e 0,56 para produtividade por planta, na terceira geração clonal, foram estimados por Rodrigues e Pereira (2003). Porém, na quarta geração clonal estimaram valores maiores de 0,87 para número e 0,88 para massa fresca média e produção de tubérculos. Valores semelhantes (0,69) de herdabilidade para produção por planta foram estimados por Bhering (2006).

A estimativa da herdabilidade realizada através das correlações entre os dois períodos de cultivo, mostrou um valor bem menor para massa fresca de tubérculos sendo que para número de tubérculos e produtividade por planta, obteve-se valores menores porém mais próximos dos obtidos pela metodologia das variâncias. Profundidade dos olhos apresentou a maior herdabilidade pelos dois métodos o que confirma a menor influência ambiental sobre o caráter (Tabela 8).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculos, rendimento por planta e profundidade dos olhos. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		Tub/pl	Massa Fresca	Produtividade	Prof. Olhos
Época	1	5206,33**	69661,85**	42429210,5**	1,29*
Famílias	18	34,85**	2799,29**	156852,59**	13,44**
Clones	162	26,11**	1147,72**	81523,85**	1,89**
Repetição	2	54,29**	1393,56*	401033,95**	1,38*
Épocax Fam	18	12,92**	650,24**	56748,11**	0,50**
Erro		2,20	17,87	149,10	0,57
Média		7,79	69,34	532,58	2,3
CV (%)		28,1	25,7	28,0	24,1

* Significativo a 5% e ** 1% de probabilidade de erro.

Tabela 6- Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) para número de tubérculos por planta, massa média fresca de tubérculo, produtividade por planta e profundidade de olhos, em nove famílias clonais de batata cultivadas no outono e primavera. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

Família	Épocas de Cultivo					
	Outono			Primavera		
	Média	Amplitude	CV(%)	Média	Amplitude	CV(%)
	Número de tubérculos por planta					
X1	5,3	2,6 - 8,4	30,7	8,9	4,1 - 18,2	34,8
X2	6,1	3,8 - 11,3	20,6	9,6	5,4- 14,7	20,1
X3	4,5	2,2 - 6,6	30,3	9,9	6,2- 14,0	20,6
X4	6,5	4,1 - 12,3	18,0	13,4	7,5- 22,4	26,4
X5	4,4	3,7 - 5,7	25,8	9,0	6,5- 15,5	36,7
X6	5,0	3,7 - 7,6	28,7	10,0	6,5- 13,1	24,8
X7	5,3	3,6 - 7,3	24,6	9,6	8,2- 12,2	17,2
X10	5,7	2,5 - 9,3	27,4	10,2	4,1- 17,2	23,2
X11	5,7	3,0 - 11,8	22,5	9,4	3,9- 16,4	21,4

Tabela 6 – Continuação

Épocas de Cultivo						
	Outono			Primavera		
Família	Média	Amplitude	CV(%)	Média	Amplitude	CV(%)
Massa fresca média de tubérculo (g)						
X1	65,2	38,7 - 92,1	25,2	72,0	20,6 - 124,6	25,3
X2	65,1	39,7 - 94,2	24,6	81,5	48,4 - 126,3	17,4
X3	52,6	26,8 - 81,6	30,8	70,9	43,9 - 103,0	18,3
X4	52,9	30,4 - 76,6	20,2	56,6	28,4 - 82,1	19,1
X5	63,7	43,0 - 87,8	32,3	83,3	57,7 - 104,4	26,8
X6	47,7	33,6 - 70,1	20,2	79,0	65,6 - 106,1	13,1
X7	72,2	58,0- 108	34,4	89,5	66,2 - 98,0	20,7
X10	63,3	36,8- 92,4	27,3	77,5	41,4 -123,6	16,7
X11	61,2	22,4- 87,9	32,1	85,5	38,2 -118,3	16,5
Produtividade por planta (g)						
X1	336,8	164,9 - 505,7	24,3	585,3	206,4 - 970,2	28,7
X2	381,2	224,8- 497,2	21,9	748,8	433,8 - 1156,5	18,7
X3	235,2	59,9- 402,5	34,3	689,1	434,3- 1007,4	26,2
X4	320,2	217,1- 409,9	25,6	665,1	522,1 - 854,1	22,5
X5	276,3	176,8- 377,8	24,3	710,3	569,8 - 895,1	31,3
X6	268,9	120,6- 487,4	25,1	750,8	668,8 - 844,1	22,5
X7	377,4	218,3 - 496,0	33,8	854,1	592,3 - 1096,7	15,2
X10	353,8	96,5 - 551,3	28,2	759,9	348,7 - 1186,4	22,2
X11	339,5	125,6 - 569,0	24,0	778,8	372,9 - 1158,1	22,4
Profundidade de olhos						
X1	1,8	1,0-2,6	25,7	1,6	1,0 - 2,3	19,8
X2	2,5	1,0-4,0	12,0	2,6	1,3 - 4,6	18,9
X3	1,5	1,0-2,0	28,3	1,7	1,0- 2,6	20,0
X4	1,8	1,0-2,6	23,4	1,6	1,0- 2,3	25,7
X5	1,7	1,3-2,3	23,7	1,7	1,0- 2,6	41,8
X6	2,5	1,0-3,6	24,4	2,6	1,3- 4,0	19,8
X7	2,7	1,6-3,6	25,6	2,5	2,3- 3,0	13,6
X10	2,7	1,3-4,6	24,0	2,6	1,3- 4,0	18,4
X11	2,9	1,6-4,1	21,7	2,6	2,0- 5,0	17,3

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para número de tubérculos por planta, massa fresca de tubérculos, produtividade por planta e profundidade dos olhos. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

Quadrados Médios					
Causas de variação	GL	Tubérculos por planta	Massa fresca	Produtividade por planta	Profundidade de olhos
Época	1	5090,69**	70063,93**	41754453,9**	1,465*
Clones/Test	180	26,91**	1303,19**	88105,2**	3,015**
Repetições	2	54,17**	1439,84**	389686,5**	1,249**
ÉpocaxClone	179	8,94**	536,65**	38307,4**	0,574**
Erro		1,98	16,64	137,93	0,519
Média		7,79	69,32	532,38	2,3
CV (%)		25,4	24,0	25,9	21,9

* Significativo a 5% e ** 1% de significância.

Tabela 8 - Herdabilidade estimada através da análise de variância (base parcelas e genótipos) e através da correlação entre cultivos para os caracteres número de tubérculos por planta, massa fresca, produtividade por planta e profundidade de olhos. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

Caracteres	Herdabilidade (h²)		
	Análise de variância		Correlação entre cultivos
	Base Parcelas	Base Clones	
Nº tubérculos/planta	0,41	0,67	0,53
Massa fresca de tubérculos	0,40	0,59	0,23
Produtividade por planta	0,39	0,56	0,44
Profundidade de olhos	0,42	0,79	0,84

Para produção, a previsão de ganhos de seleção com base na herdabilidade foi maior na safra de primavera onde as condições ambientais permitiram a melhor expressão dos diferentes componentes nos clones (Tabela 9). Dessa forma, pode-se dizer que uma seleção

mais intensa realizada na primavera, que é a melhor época de cultivo, traria melhores resultados. Considerando os dois cultivos e os três caracteres, números de tubérculos por planta, massa média fresca de tubérculos e produtividade por planta, a família X3 (Baronesa x Atlantic) é a que apresentou menor potencial para a obtenção de ganhos genéticos. A família X2 (Lady Roseta x Atlantic), apresentou o maior potencial de ganhos considerando os três caracteres, destacando-se também as famílias X10 e X11.

A seleção precoce tem sido muito utilizada nos programas de melhoramento de batata, com o objetivo de reduzir a quantidade de material para que haja avaliação mais precisa nas gerações avançadas (MARIS, 1988; AMARO *et al.*, 2003; BHERING, 2006). Portanto, a eficiência da seleção poderia ser maior se praticada com menor intensidade nas famílias com maior potencial como a família X2 e ao contrário se fosse aplicada uma pressão de seleção mais rigorosa nas famílias com menor potencial, como a família X3. Porém, para isso deve-se considerar o tamanho das famílias, pois em famílias muito pequenas isso implicaria na seleção de um número reduzido de clones.

Tabela 9- Ganhos de seleção estimados para outono e primavera, em cinco famílias clonais, para número e massa fresca de tubérculos, e produtividade por planta, com herdabilidade de 0,67, 0,59 e 0,56, respectivamente, e intensidade de seleção de 10%. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

Épocas de Cultivo						
	Outono			Primavera		
Fam.	Ganho Sel.	Média Fam.	Média Sel.	Ganho Sel.	Média Fam.	Média Sel.
Número de Tubérculos						
X1	2,3	5,3	7,6	4,3	8,9	13,2
X2	2,8	6,1	8,9	3,2	9,6	12,8
X3	1,2	4,5	5,7	2,5	9,9	12,4
X10	2,1	5,7	7,8	3,6	10,2	13,8
X11	2,4	5,7	8,1	3,4	9,4	12,8
Massa Fresca Média de Tubérculos (g)						
X1	12,7	65,2	77,9	22,9	72,0	94,9
X2	13,3	65,1	78,4	26,4	81,5	107,9
X3	14,0	52,6	66,6	13,8	70,9	84,7
X10	14,8	63,3	78,1	19,3	77,4	96,7
X11	14,0	61,2	75,2	18,4	85,5	103,9
Produtividade por planta (g)						
X1	72,7	336,8	409,5	198,0	585,3	783,3
X2	61,5	381,2	442,7	191,6	748,8	940,4
X3	84,9	235,2	320,1	166,1	689,1	855,2
X10	73,1	353,8	426,9	192,2	759,9	952,1
X11	88,7	339,5	428,2	164,3	778,8	943,1

Todas as famílias clonais apresentaram maior teor de massa seca no cultivo de outono sendo que a família X11 apresentou o maior teor e a família X1, o menor teor nos dois cultivos (Tabela 10). A família X11 também mostrou a maior amplitude de variação no cultivo de outono, porém, na primavera, a maior amplitude foi observada na família X2.

Para coloração de chips observou-se uma grande variação,

ocorrendo clones com boa coloração ($L^* > 55$) e clones com coloração inaceitável em todas as famílias. Porém, a família X2 apresentou o maior valor de L^* , correspondendo a uma coloração mais clara, na média dos dois cultivos. A maior amplitude de variação no outono, foi observada na família X11 e na primavera nas famílias X10 e X11 (Tabela 10). Uma grande variação no padrão de coloração de chips, em progênies oriundas de seis cruzamentos também foi observada por Manivel et al., (2007) que obtiveram clones com bom padrão de coloração quando cruzaram dois genitores com bom padrão de coloração e também quando cruzaram genitores contrastantes para o caráter.

Tabela 10- Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) para massa seca e coloração de chips (L*), em nove famílias clonais de batata cultivadas em duas épocas, outono e primavera. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/ 2007

Épocas de Cultivo						
Outono				Primavera		
Massa Seca (%)						
Família	Média	Amplitude	CV (%)	Média	Amplitude	CV (%)
X1	19,87	16,5 - 23,4	1,8	17,1	15,5 - 19,0	3,2
X2	23,6	21,2 - 26,1	1,5	21,0	17,0 - 26,2	2,2
X3	20,6	17,2 - 25,6	1,0	17,7	15,4 - 21,7	1,9
X4	20,9	17,3 - 23,1	1,5	18,2	16,1 - 20,1	2,7
X5	20,5	18,5 - 22,8	1,7	19,2	17,3 - 22,9	1,1
X6	25,0	23,4 - 29,1	0,8	20,6	17,5 - 21,8	3,5
X7	24,1	22,1 - 26,0	1,3	21,6	19,0 - 24,9	3,2
X10	24,2	20,7 - 29,3	1,6	22,0	17,9 - 26,5	2,7
X11	25,7	20,4 - 32,5	1,4	22,8	19,4 - 26,1	2,2
Coloração de chips (L*)						
X1	55,0	35,2- 63,9	5,7	55,5	47,5 - 66,0	8,0
X2	61,3	49,6- 67,9	6,0	58,0	46,7- 66,3	6,3
X3	52,5	32,6- 65,0	6,8	53,2	42,2- 62,9	9,3
X4	45,1	29,0- 58,6	6,1	53,3	47,2- 62,0	7,3
X5	31,6	29,1- 35,5	3,9	53,8	47,8- 60,7	6,3
X6	30,5	28,8- 32,2	4,4	58,8	56,9 - 60,2	5,6
X7	48,7	39,4- 60,9	7,5	53,0	47,6- 64,3	11,3
X10	49,7	33,6- 62,9	7,3	55,4	44,4- 68,8	6,6
X11	43,9	30,1- 61,0	7,4	54,8	41,7- 65,8	5,9

Tabela 11 -Análises de variância para massa seca (MS), coloração de chips (parâmetro L* e parâmetro a*/b*) considerando clones e cultivos, L* transformado (Log x) e a*/b* transformado ($\sqrt{x+1}$) e de açúcares redutores, considerando famílias e períodos. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007

F.V.	MS		L*		a*/b*		F.V.	AR	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM		GL	QM
Período (P)	1	1142,56**	1	0,917**	1	0,500**	Período (P)	1	0,006**
Clones (C)	174	23,98**	192	0,0195**	192	0,006**	Famílias (F)	8	0,208**
C x P	174	5,88**	171	0,0154**	171	0,004**	P x F	8	0,086**
Erro		0,45		0,0009		0,024	Erro		0,017
Média		22,0		1,708		0,92			
CV (%)		2,0		1,8		2,6			

** Significativo a 1% de probabilidade de erro.

Em relação ao teor de açúcares redutores (Tabela 12), em algumas famílias ocorreu alta variação entre os dois cultivos, porém, observou-se em famílias grandes como a X11, composta de 34 clones, valores similares entre o cultivo de outono e primavera. Isso pode ser explicado pela alta variabilidade dentro da família, que supera a variação ambiental. A família X1 apresentou um teor muito alto de açúcares e não diferiu entre cultivos. Nas famílias X11, X10 e X2, foi possível identificar clones com os menores teores de açúcares redutores. Porém, houve uma grande variação dentro de todas as famílias. Como a coloração está diretamente relacionada com o teor de açúcares redutores, foi possível observar clones dentro da mesma família como o clone X3-26 com 0,75 % de açúcares redutores e coloração escura e o clone X3-23 com 0,22 % de açúcares redutores e chips de coloração clara (Figura 1).

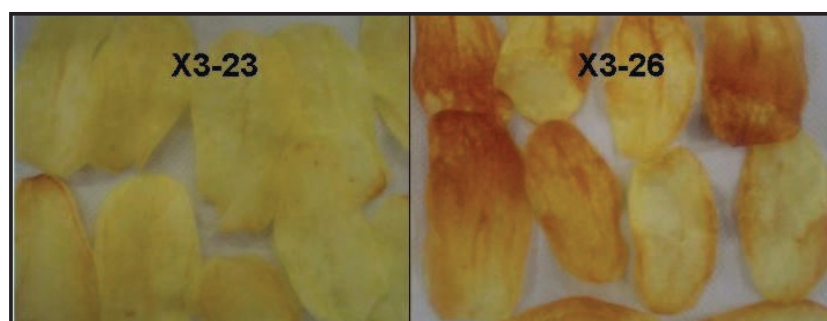


Figura 1- Clones da família X3 mostrando variação na coloração dos chips em função da concentração de açúcares redutores, 0,22% e 0,75% nos clones X3-23 e X3-26, respectivamente. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/ 2007.

Tabela 12 - Média e amplitude para açúcares redutores, em nove famílias clonais de batata cultivadas em duas épocas, outono e primavera. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/ 2007

Famílias Clonais	Outono		Primavera	
	Média	Amplitude	Média	Amplitude
X11	0,33 a	0,15-0,86	0,32 b	0,15 - 0,81
X6	0,46 a	0,26-0,66	0,33 b	0,20 - 0,55
X10	0,39 a	0,16-0,78	0,32 b	0,13 - 0,93
X7	0,49 a	0,31-0,78	0,29 b	0,22 - 0,45
X2	0,25 a	0,14-0,53	0,33 b	0,19 - 0,60
X4	0,43 a	0,21-0,86	0,47 ab	0,29 - 0,83
X3	0,39 a	0,17-0,75	0,56 a	0,22 - 1,04
X5	0,49 a	0,35-0,75	0,46 ab	0,33- 0,86
X1	0,50a	0,22-0,81	0,55 a	0,31- 0,88
Média	0,41		0,40	
CV (%)	47,9		40,5	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey, em nível de 5% de significância.

A herdabilidade estimada para massa seca através da análise de variância foi de 0,61 e através da correlação entre cultivos

foi muito semelhante, de 0,59. Esses valores de herdabilidade podem ser considerados altos, indicando uma variação genética entre clones que permitiria uma seleção eficiente para esse caráter. As duas estimativas foram maiores que as encontradas por Salamoni et al (2000) de 0,38, sendo porém semelhantes aos valores de 0,65 a 0,57, estimados por Rodrigues et al. (2003).

Para todas as famílias, os maiores ganhos de seleção previstos para a obtenção de clones com altos teores de massa seca, foram no cultivo de outono (Tabela 13). Como os teores de massa seca foram maiores no outono, pode-se deduzir que o armazenamento dos tubérculos em temperatura ambiente após a colheita realizada no verão, pode ter prejudicado os clones que ficaram mais tempo armazenados até serem avaliados. O armazenamento em altas temperaturas acelera o envelhecimento fisiológico por aumentar a respiração e o metabolismo, ocorrendo maior perda de massa fresca e a rápida degradação das reservas do tubérculo (BISOGNIN et al., 2003).

A família X1 (Monalisa x Ciclamen) foi a que apresentou em ambos os cultivos, o menor potencial para a obtenção de ganhos genéticos. Esse caráter negativo deve ter sido herdado da cultivar Monalisa, que possui baixo teor de massa seca. Todas as outras famílias utilizadas para essa estimativa de ganhos genéticos possuem a cultivar Atlantic como genitor comum, que apresenta altos teores de massa seca. Isso explica o fato dessas famílias de meios irmãos apresentarem um bom potencial de obtenção de maiores ganhos de seleção para o caráter, merecendo destaque a família X11 (Catucha x Atlantic) que mostrou uma previsão média de 26,6 % de massa seca

em relação aos clones selecionados nos dois cultivos.

Tabela 13 - Ganho de seleção estimado com base no cultivo do outono e da primavera, em cinco famílias clonais, para massa seca, com os valores de herdabilidade de 0,61 e uma intensidade de seleção de 10%. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/ 2007

Fam	Massa Seca					
	Outono			Primavera		
	Ganho Sel.	Média Fam.	Média Sel.	Ganho Sel.	Média Fam.	Média Sel.
X1	1,7	19,87	21,57	0,88	17,15	18,0
X2	1,5	23,60	25,1	2,1	20,97	23,1
X3	2,3	20,60	22,9	2,3	17,74	20,0
X10	1,8	24,26	26,0	1,8	22,03	23,8
X11	3,0	25,74	28,7	1,8	22,82	24,6

A herdabilidade estimada para coloração de chips pela análise de variância, para o parâmetro L* foi de 0,12 e para o parâmetro a*/b* foi de 0,15 . Esses valores foram muito baixos devido a grande variância ocorrida da interação entre cultivos e clones. A estimativa realizada através da correlação entre cultivos mostrou um valor bem mais baixo para o parâmetro L*, de 0,06 e para a*/b* um valor semelhante a outra metodologia, de 0,12. A coloração da batata após fritura apresenta uma alta correlação com o teor de açúcares redutores dos tubérculos (PEREIRA & CAMPOS,1999). Esse caráter varia consideravelmente entre cultivares, locais e períodos de cultivo (DALE & MACKAY,1994). Nesse trabalho, a influência ambiental sobre os açúcares redutores e conseqüentemente sobre a coloração deve ter ocorrido não só durante os diferentes períodos de cultivo mas também durante o armazenamento dos tubérculos em temperatura

ambiente. Além disso, ocorreram dificuldades durante a leitura da coloração no aparelho utilizado (Espectrofotômetro de Reflectância Difusa), uma vez que os chips que apresentavam maior curvatura não conseguiam impedir totalmente, a passagem da luz do ambiente ao serem posicionados sob o leitor do aparelho. Valores de herdabilidade variando de 0,38 a 0,42 para coloração de chips, através da tabela de cores de cinco pontos, da Potato Chip and Snack Food Association, foram estimados por Rodrigues e Pereira (2003).

A herdabilidade estimada para os açúcares redutores através da análise de variância, com base em famílias foi de 0,20 e através da correlação entre cultivos foi de 0,18. Para a metodologia onde se considerou as famílias, o valor baixo de herdabilidade estimado poderia ser explicado pelas diferenças genéticas entre os clones dentro das famílias as quais foram consideradas como um fator de variação do erro experimental. Mesmo assim, observou-se famílias superiores em relação ao teor de açúcares redutores, mostrando que nessas famílias existem maiores chances de ganhos genéticos para o caráter. Contudo, a estimativa realizada através da correlação de todos os clones entre as épocas de cultivo, também foi baixa, mostrando um efeito ambiental de grande magnitude para o caráter. Os componentes de variância e herdabilidade relativos ao teor de açúcares redutores após o armazenamento dos tubérculos em câmara fria, foram estimados por Salamoni et al. (2000). Observaram que as variâncias genéticas relativas a açúcares redutores foram moderadas, e as variâncias dos erros altas, proporcionando valores de herdabilidade relativamente baixos, sendo que a herdabilidade relativa ao teor de açúcares redutores foi de 0,32, variando de 0,07 a 0,54. Esse valor foi

menor que o estimado por Pereira *et al.* (1994) entre 0,47 e 0,63 e por Bhering (2006), que calculou a herdabilidade em 0,76. Muitos autores sugeriram um modelo de herança poligênica para o conteúdo de glicose em tubérculos de batata (CUNNINGHAM & STEVENSON, 1963; PEREIRA *et al.* 1994, THILL *et al.*,1994). Concordando com esse modelo de herança, Jakuczun *et al.* (2004) encontraram segregação transgressiva em todas as famílias de batata diplóides estudadas e concluíram que os efeitos aditivos e a interação genética estavam envolvidos na determinação do caráter.

No processo de seleção, além do conhecimento da herdabilidade dos caracteres para os ambientes e populações específicas, também é importante a determinação das relações entre os caracteres, se as correlações são positivas ou negativas e a magnitude das mesmas. Com essa finalidade, realizou-se uma análise de correlações entre número de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos, produtividade por planta, coloração de chips, expresso em L*, teores de massa seca e açúcares redutores, nos dois períodos de cultivo (Tabela 14).

A análise de correlação entre número de tubérculos por planta e massa fresca média de tubérculos confirmou a associação negativa altamente significativa nas duas épocas de cultivo, - 0,23 no outono e - 0,51 na primavera (Tabela 14). Em vários experimentos realizados em diferentes locais e gerações clonais, Maris (1988), observou correlações médias entre esses dois caracteres, variando de - 0,03 a -0,48. Correlações negativas variando de -0,42, -0,23 e -0,35 na 2^a, 3^a e 4^a geração clonal, respectivamente, também foram observadas por Rodrigues & Pereira (2003).

Ocorreu associação entre número de tubérculos e massa seca, no outono e massa fresca e seca de tubérculos na primavera. Observou-se também, uma associação negativa entre massa fresca média e açúcares redutores na primavera. Porém, as correlações entre características relacionadas a produção e qualidade para processamento, foram baixas ou não significativas. Uma baixa associação entre essas características, também foi observada por Salamoni et al., (2000) e Rodrigues & Pereira (2003).

Para qualidade de processamento, observou-se associações negativas entre teores de açúcares redutores e massa seca, sendo que na primavera a correlação foi altamente significativa. Os dados concordam com Salamoni et al. (2000) que observaram correlação negativa entre teor de açúcares redutores e teor de massa seca. Também Pereira e Campos (1999) e Feltran et al (2004), observaram correlação negativa entre gravidade específica, que é diretamente relacionado aos teores de massa seca, com os teores de açúcares redutores.

Entre açúcares redutores e coloração de chips, observou-se uma correlação negativa no cultivo de outono, ao contrário da alta correlação positiva observada por Pereira & Campos (1999), entre essas características. A diferença no sentido da correlação é explicada pela diferença na escala de avaliação, onde os valores mais baixos correspondiam a coloração mais clara e nesse trabalho, os maiores valores de L^* correspondiam a coloração mais clara dos chips. Dessa forma, quanto menor o teor de açúcares redutores, maiores valores de L^* deveriam ser observados. Porém, pelos fatores antes explicados, principalmente em relação a leitura da coloração, houve uma baixa

correlação e somente para os tubérculos produzidos durante o outono.

Não houve correlação entre massa seca e coloração de chips no outono e, na primavera, ocorreu uma correlação de baixa magnitude, concordando com os dados obtidos por Cunningham & Stevenson (1963), que relatam baixa associação entre gravidade específica, característica fortemente relacionada a massa seca, e coloração. Considerando os resultados da análise de correlação, embora tenham ocorrido associações significativas entre algumas características nos dois cultivos, essas não foram tão altas no sentido de justificar a utilização como critério de seleção indireta. Por outro lado, isso é favorável uma vez que associações muito fortes poderiam dificultar a recombinação e a possibilidade de seleção fenotípica visando a combinação de características superiores.

Tabela 14 - Coeficientes de correlação entre os caracteres número de tubérculos por planta (NT), massa fresca de tubérculos (MF), teor de massa seca (MS), açúcares redutores (AR) e coloração de chips (L*), no cultivo de outono e primavera. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/ 2007.

OUTONO					
	MS	NTP	MF	L*	AR
MS	-				
NTP	0,126*	-			
MF	0,071 ns	-0,233**	-		
L*	-0,042 ns	-0,043 ns	0,050 ns	-	
AR	-0,167*	-0,073 ns	-0,054 ns	-0,191*	-
PRIMAVERA					
	MS	NTP	MF	Cor (L)	AR
MS	-				
NTP	-0,003 ns	-			
MF	0,142*	-0,509**	-		
L*	0,122*	-0,029 ns	-0,029 ns	-	
AR	-0,343**	0,088 ns	-0,244**	-0,035 ns	-

*Significativo a 5% e ** 1% de probabilidade de erro; ns= não significativo

Para melhor visualização do desempenho das famílias em relação aos caracteres relacionados a qualidade de processamento, foi calculada a porcentagem média dos dois cultivos, de clones dentro das famílias, que apresentavam teores de massa seca acima de 20%, açúcares redutores abaixo de 0,30% e com o parâmetro L* > 55, de coloração de chips (Figura 2).

A família X2 (Atlantic x Lady Roseta) apresentou o maior número de clones com qualidades superiores para os três caracteres relacionados a qualidade de processamento. Ao contrário, a família X1 (Monalisa x Ciclamen) apresentou um baixo potencial para a seleção de clones com qualidade para a indústria de processamento. Esses dados mostram que investir em cruzamentos com genitores

apresentando os melhores caracteres possíveis pode maximizar a eficiência da seleção dentro e entre famílias clonais.

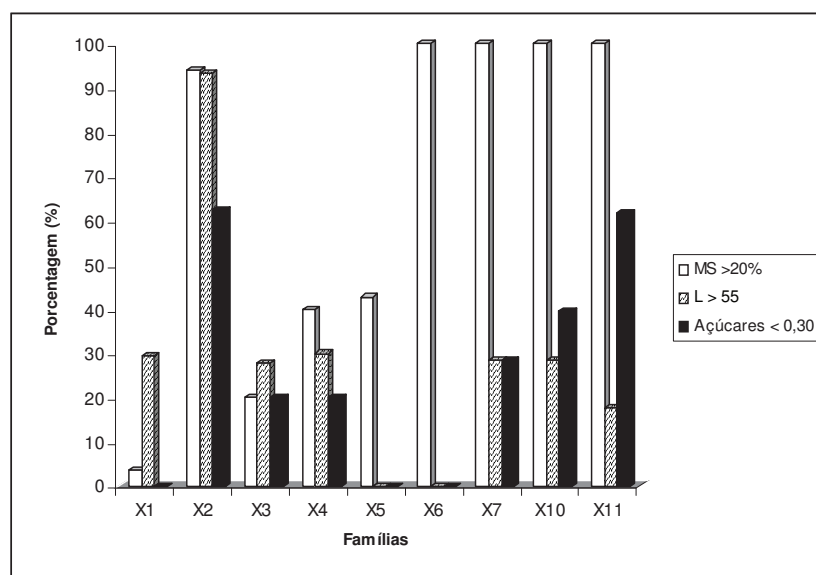


Figura 2 - Famílias clonais com teores de massa seca igual ou superior a 20%, coloração de chips clara ($L^* > 55$), teores de açúcares inferiores a 0,30 %. X1 = (Monalisa x Ciclamen); X2= (Lady Roseta x Atlantic); X3= (Atlantic x Baronesa); X4=Vivaldi x Macaca; 5=Vivaldi x Baronesa; X6= (Macaca x Hertha); X10= (SMIJ461-1 x Atlantic); X11= (Catucha x Atlantic). Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007.

A melhor qualidade de processamento é alcançada quando a coloração apresenta valores de L^* mais altos e os valores de a^*/b^* mais baixos. Assim, a família X2 mostrou os melhores valores de L^* e a^*/b^* e a família X1, os piores valores para esse caráter (Figura 3). Os genitores da família X2, Atlantic e Lady Roseta, também

apresentaram uma boa coloração, justificando o desempenho superior dessa família. Quanto a família X1, embora a cultivar Ciclamen tivesse apresentado bons parâmetros de L^* e a^*/b^* , a cultivar Monalisa não apresentou boa qualidade em relação a coloração dos chips (Figuras 3 e 5). Observando a Figura 5, verifica-se as diferenças de coloração dos chips de algumas testemunhas como Atlantic e Baronesa e Monalisa e SMIJ461-1. Comparando esses genótipos pode-se notar na Figura 3, que as diferenças em relação ao parâmetro L^* foram muito pequenas, porém onde os valores de a^*/b^* foram mais baixos melhor foi o padrão de coloração dos chips, tendendo a uma coloração dourada clara, sem escurecimento. Nesse experimento, todos os clones e cultivares apresentaram valores de a^*/b^* inferiores a zero. Contudo, observou-se diferenças no padrão de coloração. Essa constatação discorda de Coleman (2004) que considerou todos os chips com valores de a^*/b^* abaixo de zero, como sendo de bom padrão de coloração. Um estudo mais aprofundado nesse sentido poderá ser realizado, através das análises das fotos de coloração dos chips, disponíveis para todos os materiais analisados, nos dois períodos de cultivo.

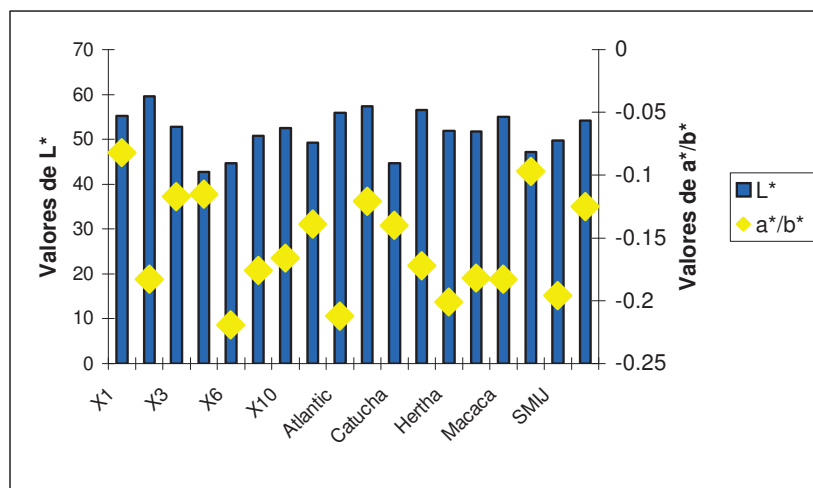


Figura 3 - Médias de coloração dos chips em relação aos parâmetros L^* e a^*/b^* das famílias clonais e genitores. Passo Fundo, FAMV, 2006/2007. Valores mais elevados de L^* e mais baixos de a^*/b^* indicam melhor padrão de coloração. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007.

No presente trabalho, sete clones destacaram-se quanto à qualidade de processamento combinando caracteres agrônômicos desejáveis: X2-10, X2-14, X2-15, X2-17 da família Lady Roseta x Atlantic, X10-29, da família SMIJ461-1 x Atlantic, X3-2 da família Atlantic x Baronesa e X11-32 da família Catucha x Atlantic. Portanto, dos sete clones que combinaram vários caracteres desejáveis, principalmente relacionados a qualidade para o processamento, quatro são da família X2 que tem Lady Roseta e Atlantic como genitores. O clone X2-14 além dos bons caracteres de qualidade e produção, apresentou os olhos mais rasos entre os clones destaques, caráter também de grande interesse para a indústria (Tabela 15) (Figura 4).

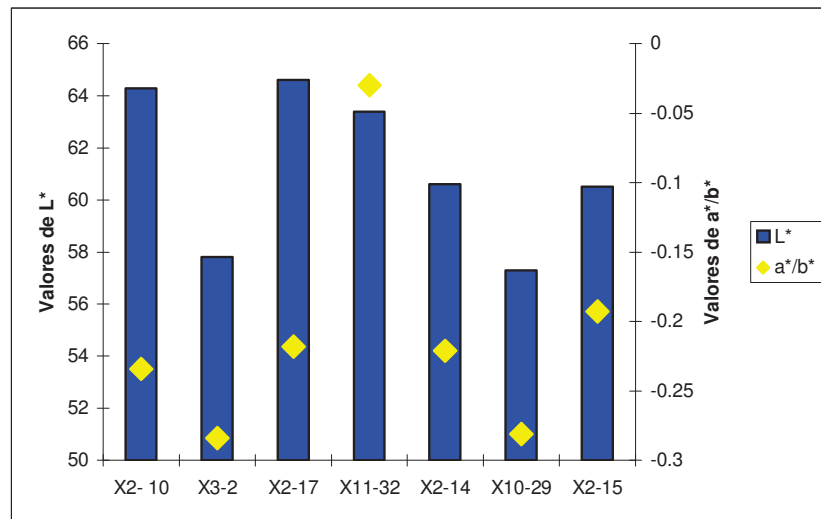


Figura 4 - Médias de coloração dos chips em relação aos parâmetros L^* e a^*/b^* dos 7 clones destaques obtidos na Universidade de Passo Fundo. FAMV/ UPF. Passo Fundo, 2006/2007. Valores mais elevados de L^* e mais baixos de a^*/b^* indicam melhor padrão de coloração. Passo Fundo, FAMV-UPF, 2006/2007.

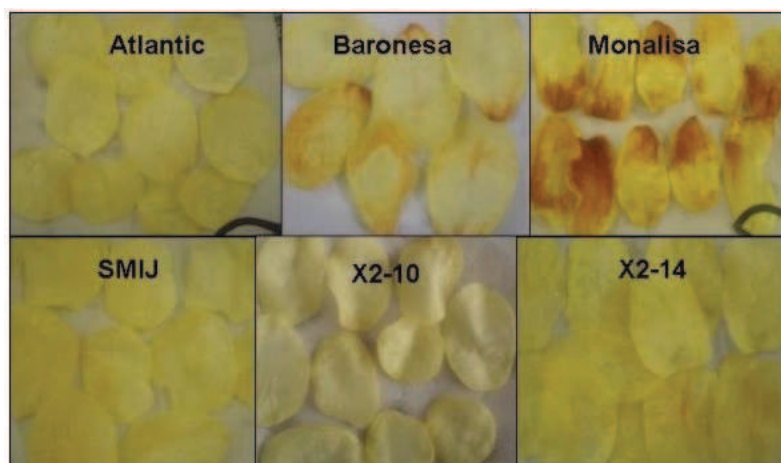


Figura 5 - Coloração de chips das testemunhas Atlantic, Baronesa, Monalisa, SMIJ461-1 e dois clones destaques (X2-10 e X2-14) para vários caracteres,. Passo Fundo, FAMV-2006/2007.

Tabela 15 - Dados médios do outono e primavera para número de tubérculos por planta (NTP), massa média fresca de tubérculos (MF), produtividade por planta (PP), profundidade de olhos (PO), massa seca (MS), açúcares redutores (AR) e coloração de chips (L* e a*/b*) em sete clones destaques. Passo Fundo, FAMV- 2006/2007

Famílias	Clones	NTP	MF (g)	PP (g)	PO	MS (%)	AR (%)	L*	a*/b*
X2	X2-10	9,1	70	605	2,4	26,1	0,16	64,3	-0,234
	X2-17	5,4	103,3	586,5	3,0	23,7	0,20	64,6	-0,218
	X2-14	7,6	80	620,8	1,6	21,2	0,25	60,6	-0,221
	X2-15	7,6	83,9	640,0	2,8	20,4	0,30	60,5	-0,193
X3	X3-2	9,0	65,6	597	2,0	23,6	0,19	57,8	-0,284
X10	X10-29	11,2	52,2	604,7	2,3	23,5	0,28	57,3	-0,281
X11	X11-32	9,5	69	657,4	3,0	24,5	0,29	63,4	-0,03

4 CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética dentro das famílias clonais desenvolvidas na Universidade de Passo Fundo, em relação aos caracteres agronômicos e de qualidade de processamento industrial.

Algumas combinações parentais como Atlantic x Lady Roseta, SMIJ461-1 x Atlantic e Catucha x Atlantic apresentam maior potencial para a obtenção de ganhos genéticos e poderão ser utilizadas nos programas de melhoramento de batata.

Entre os caracteres de qualidade de processamento, o teor de massa seca é o que apresenta maior herdabilidade e, entre os agronômicos, a profundidade de olhos, sendo os de maior ganho genético esperado.

É possível combinar caracteres agronômicos com alta qualidade de processamento em batata, para identificar clones superiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, G. B.; PINTO, C. A. B. P.; LAMBERT, E. DE S.; MARTINS NETO, C. L. Seleção precoce de clones de batata para caracteres de tubérculo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n. 3, p. 585 - 589, 2003.

ANDREU, M.A. Associação entre características agronômicas da batata nos plantios de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p. 925-929, 2005.

ANDREU, M.A. Avanços no melhoramento genético para qualidade de processamento da batata. **Batata Show**, v.6, n.14, p.16, 2006.

ASGHAR, A.; ABDUR, R.; SYED, A. H. Yield and nutrients profile of potato tubers at various stages of development. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.2, n.2, p.247-250, 2003.

BACARIN, M.A. FERREIRA, L. S.; DEUNER, S.; BERVALD, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p. 799 - 804, 2005.

BARBOSA, M.H.P.; PINTO, C. A. B. P. Eficiência de índice de seleção na identificação de clones superiores de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.33, n.2, p.149-156, 1998.

BHERING, L.L. **Seleção assistida por marcadores para a qualidade de processamento em batata**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG) LAVRAS: UFLA, 2006. 87p. (Dissertação).

BISOGNIN, D.A. (Ed.). **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 64 p. 1996.

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

BISOGNIN, D.A. Melhoramento da batata para resistência às doenças. In: PEREIRA, A. da SILVA, DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado – Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica, p. 125 – 142, 2003.

BISOGNIN, D.; DOUCHES, D.S.; BUSZKA, L.; BRYAN, G.; WANG, D. Mapping late blight resistance in *Solanum micridontum* Bitter. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 340 – 345, 2005.

BISOGNI, D.A; FREITAS, S.T.; PEREIRA, E.I.P.; BANDINELLI, M.G. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata. Informe técnico, UFSM n° 05/2006. **Disponível em** <http://coralx.ufsm.br/batata>.

BISOGNIN, D. A. Pesquisas científica e tecnológica desenvolvidas em batata na Universidade Federal de Santa Maria. In: **IX Reunião Técnica de Pesquisa e Extensão da Cultura da Batata da Região Sul**. Santa Maria, RS, 25 e 26 de julho de 2006. 159 p.

BROWN, J.; MACKAY, G.R.; BAIN, H.; GRIFFITH, D.W.; ALLISON, M.J. The processing potential of tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L., after storage at low temperatures. 2. Sugar concentration. **Potato Research**, v. 33, p. 219-227, 1990.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento genético de plantas: Princípios e procedimentos**. Ed. UFLA. Lavras, 2001. p.125-142.

BUSO, J. A.; BOITEUX, L. S.; PELOQUIN, S.J. Multitraits selection system using populations with a small number of interplois (4x-2x) hybrid seedling in potato: Degree of high-parent heterosis for yield and frequency of clones combined quantitative agronomic traits. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 99 p 81-91, 1999.

BUSO, J. A.; BOTEUX, L. S. A situação atual e perspectivas do melhoramento genético de batata no Brasil Goiânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2001, **Palestra...** Goiânia, 2001.5p.

CHALÁ, C. S. de A.; PEREIRA, A. da SILVA; CAMPOS, A. D.; VIÉGAS, J.; SALAMONI, A.T. Variabilidade genética para teor de açúcares redutores em batata silvestre, que ocorrem no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p. 43 - 47, 2001.

CHAPPER, M. ; LOUREIRO, M.E. ; MOSQUIM, P.R.; ARAÚJO, W.R.; PEREIRA, A. da S. ; FINGER, F.L.; SIMÕES, A.N. Mudanças metabólicas após recondiçãoamento a 15°C de tubérculos de batata armazenados a baixa temperatura. **Horticultura Brasileira**. Brasília , v.22 , n.4, p. 700 - 705, 2004.

CHOER, E. Origem e evolução. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 57 - 66.

COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. de 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 a atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n.4 p. 899 - 910, 1999.

COFFIN, R.H.; YADA, K. L.; PARKIN, K.L.; GRODZINSKI, B. STANLEY, D.W. Effect of low temperature storage on sugar concentration and chip color of certain processing potato cultivars and selections. **Journal of Food Science**, v.52, n.3, p. 639 - 645, 1987.

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

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

DALE, M.F.B.; MACKAY, G.R. Inheritance of table and processing quality. In: Bradshaw, J.E.; Mackay, G.R. (eds.). **Potato Genetics**. CAB International. 1994. P. 285 - 315.

DOUCHES, D. S. MAAS, D. JARTZEBSKI, K. R. CHASE, R. W. Assessment of potato breeding progress in the USA over the last century. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 1544-1552, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS, **Cultivo da Batata**, Brasília: 1997, 35p. (EMBRAPA - CNPH, Instruções Técnicas, 8).

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B.; VIEITES, R.L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, v.61, n.6,p.598-603, 2004.

FIGUEIREDO, C. A bataticultura na agricultura familiar: da crise a uma nova perspectiva. In: BISOGNIN, D.A. (Org.). IX reunião técnica de pesquisa e extensão da cultura da batata da região sul. Santa Maria: UFSM, 2006. p. 8-13. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/batata/tabfig/IXReuniao.pdf>. Acesso em: 17 julho de 2007.

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

GOPAL, J. progeny selection for agronomic characters in early generations of a potato breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Viena, v. 95, p. 307 - 311, 1997.

HAYES, R.J.; THILL, C. A. Selection for potato genotypes from diverse progenies that combine 4°C chipping with acceptable yields, specific gravity, and tuber appearance. **Crop Science**, v. 42, p. 1343 - 1349, 2002.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. **Potato Genetics**. CAB INTERNACIONAL, p.3-42, 1994.

HOFVANDER, P.; ANDERSSON, M.; LARSSON, C.T.; LARSSON, H. Field performance and starch characteristics of high-amylose potatoes obtained by antisense gene targeting of two branching enzymes. **Plant Biotechnology Journal**, v.2, p. 311 – 320, 2004.

IRITANI, W.M.; WELLER, L.D. Relationship of specific gravity to sugar accumulation in stored norgold and russet burbank potatoes. **American potato journal**, Orono, v. 53, p. 57 - 65, 1976.

JANSKY, S. H.; PELOQUIN, S. J. Advantages of wild diploid *Solanum species* over cultivated diploid relatives um potato breeding programs. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 669 - 674, 2006.

JAKUCZUN, H.; ZIMNOCH-GUZOWSKA, E. Inheritance of glucose content in tubers of diploid potato families. **American Journal of Potato Research**, v. 81, n.5, p. 359 – 370, 2004.

JOBLING, S. Improving starch for food and industrial applications. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 7, p. 210 – 218, 2004.

KOOMAN, P.L.; FAHEM, M. TEGERA, P.; HAVERKORT, A.J. Effects of climate on different potato genotypes. 1. Radiation interception, total and tuber dry matter production. **European Journal of Agronomy**, v.5, p.193-205, 1996.

KNOWLES, N.R.; KNOWLES, L.O. Manipulation stem number tuber set, and yield relationships for northern- and southern-grown potato seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 46, p. 284 - 296, 2006.

KUMAR, A. Somaclonal Variation. In: Bradshaw, J.E.; Mackay, G.R. (eds.) **Potato Genetics**. CAB International. p. 197 - 212, 1994.

LOPES, C. A.; BUSO, J.A. **Plantar Batata**. Embrapa hortaliças. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999.

LOISELLE, F.; TAI, G.C.C.; CHRISTIE, B.R. Genetic components of chip color evaluated after harvest, cold storage and reconditioning. **American Potato Journal**, Orono, v. 67, p. 633 - 646, 1990.

MANIVEL, P.; PANDEI, S. K.; SINGH, S. V.; KUMAR, D. Pattern of chip colour segregation in some crosses of potato. **Potato Journal**, v. 34, 2007. Disponível em: <http://www.indianjournals.com>. Acesso em 15 de setembro de 2007.

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

MATIELO, F.L.P.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; LAGO, I. Filocrono da planta de batata cultivar Asterix em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.3, p. 367 - 374, 2005.

MENDOZA , H.A.; HAYNES, F.L. Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States. **Hort Science**, v.9, n.4, p. 328-330, 1974.

MORENO M. J.D. Calidad de la papa para usos industriales. Disponível em [http:// www.rede.papa.org / calidad.papa.pdf](http://www.rede.papa.org/calidad.papa.pdf) Acesso em: 17/08/04.

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

PÁDUA , J.G.; CARMO, E.L.; RESENDE, M.L. Efeito de condições ambientais sobre a qualidade pós-colheita de cultivares de batata. In: Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Goiânia, GO, v. 24, 2006 , Suplemento, p. 221, 2006.

PASTORINI, L. H.; BACARIN, M.A.; TREVIZOL, F. C.; BERVALD, C. M. P.; FERNANDES, H. S. Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.4 Ver p. , 2003.

PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata . **Scientia Agraria**, v.5, n. 1-2, p. 15-20, 2004.

PELOQUIN , S.J., YERK, G.L. , WERNER, J.E. , DARMO, E. Potato breeding with haploids and 2n gametes. **Genome**, v. 31, p. 1000 – 1004. 1994.

PELOQUIN S.J., BOITEUX L.S., CARPUTO D. Meiotic mutants in potato: Valuable variants. **Genetics**, v. 153, p.1493-1499, 1989.

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

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

PEREIRA, A. da S.; COSTA, D. M. DA . Melhoramento genético de batata na Embrapa Clima Temperado. In: MELLO, P.E. de; BRUNE, S. (editores). In: I Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata, 1. **Anais ...** Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 1ª edição, 111p, 2000.

PEREIRA, A. da S. Melhoramento Genético. In: Pereira, A. da S.; Daniels, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.105-124.

PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 23 – 24.

PEREIRA, A. da S.; DANIELS J. et al. **Produção de batata no Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado Pelotas, Circular Técnica, 2005.

PEREIRA, A. da S. NETO, R.F.; SILVA, R. da S.; BENDER, C.I.; SCHÜNEMANN, A.P.; FERRI, N.M.L.; VENDRUSCOLO, J.L. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p. 220 - 223, 2007.

PINTO, C.A.B.P.; VALVERDE, V.I.R. ; ROSSI, M.S. Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p. 771-778, 1994.

PINTO, C.A.B.P. Hibridação em batata. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Editora UFV, Viçosa. 1999. p. 139 – 152.

PINTO, C.A.B.P. Seleção de famílias e seleção recorrente em batata. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.

POPP, P. Industrialização da batata no Brasil. In: Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata, 1996, Londrina, PR. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2000. p.35.

PRESSEY, R. Role of invertase in the accumulation of sugars in cold-stored potatoes. **American Potato Journal**, Orono, V.46, 1969. p. 291 – 297.

REIS JÚNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos de batata cv. Baraka em função da adubação potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2, p. 170 - 174, 1996.

RÍOS, D.; GHISLAIN, M.; RODRÍGUEZ, F.; SPOONER, D.M. What is the origin of the European Potato? Evidence from Canary Island Landraces. **Crop Science**, Madison, v. 47, 2007. p. 1271 - 1280.

RODRIGUES, A. F.S.; PEREIRA, A. da SILVA. Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília,DF, v.38, n.5, 2003. p.599-604.

RUSSELL, P. ROLE of invertase in the accumulation of sugars in cold - stored potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 46, p. 291 - 297, 1969.

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

SHELLEY, B. Growing quality potatoes en Alberta. Agriculture food and rural development. Alberta Government. Published: July 4, 2001. Disponível em [http://www.agric.gov.ab/\\$department/deptdocns.ns/all/opp4768](http://www.agric.gov.ab/$department/deptdocns.ns/all/opp4768). Acesso em 03/01/05.

SCHIPPERS, P.A. The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**, Orono, v.53, p. 111-122, 1976.

SHYMA YAMA, N. A cadeia produtiva da batata no Brasil. IX Reunião Técnica de Pesquisa e Extensão da Cultura da Batata da Região Sul. **Anais...** Santa Maria, 9, RS, 25 e 26 de julho de 2006. 159 p.

SILVA, R. V.; SIMON, G.A.; PINTO, C. A. B. P. Seleção de híbridos interespecíficos de batata em programa de retrocruzamento. 2º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. **Anais...** CD. Porto Seguro, Bahia, 23 a 26 de abril de 2003.

SIMMONDS, N. W. Potatoes. In: **Evolution of Crop Plants**. London: Longman, London. 1976. p. 279 – 2.

SOUZA, Z. da S. Ecofisiologia . In: Pereira, A. da Silva , Daniels, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado. – Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica. 2003. p. 80 - 104.

STEVENSON, F.J.; AKELEY, R.V.; McLEAN, J.G. Potato utilization in relation to variety (heredity) and environment. **American Potato Journal**, v. 31, p. 327 - 340, 1954.

STRECK, N.A.; PAULA, F.L.M.; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; DELLAI, J. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, p. 1-11, 2007.

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

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

VALOIS, A.C.C., PAIVA, J. R. de; FERREIRA, F. R.; SOARES FILHO, W. S.; DANTAS, J.L.L. Melhoramento de espécies de propagação vegetativa. In: NASS, L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 283 – 291.

VENDRUSCOLO, J.L.; TORALLES, R.; HAAS, L.; SCHUNEMANN, A. P. Desenvolvimento de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.), com atributos de qualidade para a fritura. In: 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. **Anais...** Campinas, 5, 2003.

VERMEER, H. Optimising potato breeding. I. The genotypic, environmental and genotype-environment coefficients of variation for tuber yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.) under different experimental conditions. **Euphytica**, Dordrecht, v.49. p. 229 - 236, 1990.

ZEBARTH, B.J.; LECLERC, Y.; MOREAU, G.; BOTHA, E. Rate and timing of nitrogen fertilization of Russet Burbank potato: yield and processing quality. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, p. 855 – 863, 2004.

ZORZELLA, C.A.; VENDRUSCOLO, J.L.; TREPTOW, R.O. Qualidade sensorial de “chips” de diferentes genótipos de batatas (*solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono no rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.1, p. 57-63, 2003.