

QUALIDADE SENSORIAL DE “CHIPS” DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE BATATAS (*Solanum tuberosum* L.), CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO NO RIO GRANDE DO SUL

SENSORY QUALITY OF POTATO CHIPS (*Solanum tuberosum* L.) FROM DIFFERENT GENOTYPES IN SOUTHERN BRAZIL SPRING AND AUTUMN HARVESTS

ZORZELLA, Carlos A. ¹; VENDRUSCOLO, João L.²; TREPTOW, Rosa O. ³

RESUMO

Cinco cultivares comerciais (*Atlantic*, *Baronesa*, *Catucha*, *Macaca*, *Monte Bonito*) e oito clones, resultantes do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, tiveram a gravidade específica, teor de matéria seca, teor de fenóis, teor de ácido ascórbico, atividade enzimática (PFO e PO) e açúcares redutores (AR) determinados. O experimento foi conduzido nas safras de primavera de 1998 e outono de 1999, em Pelotas, RS e teve como objetivos caracterizar física e quimicamente estes genótipos, produzir “chips” através do seu processamento e avaliar sensorialmente este produto, verificar diferenças entre as safras e determinar possíveis causas, pois os genótipos foram cultivados em condições climáticas diferentes. As características físicas e químicas dos genótipos diferiram entre si, ao nível de 5% de significância, entre as safras de primavera e outono. Os resultados mostraram nove ou mais genótipos com gravidades específicas, teores de matéria seca, teores de fenóis e atividades enzimáticas das PO mais altos na safra de primavera; e teores mais elevados de açúcares redutores e atividades enzimáticas das PFO na safra de outono. Os “chips” processados obtiveram características sensoriais de qualidade inferiores na safra de outono, sendo este resultado atribuído ao teor de açúcares redutores e a atividade enzimática da PFO.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, parâmetros físicos e químicos, análise sensorial.

INTRODUÇÃO

Nas principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul, a batata é cultivada em dois períodos do ano. O cultivo de primavera (agosto-dezembro) é desenvolvido sob condições de fotoperíodo e temperatura crescentes, ao passo que, no outono (fevereiro-junho), é realizado sob fotoperíodo e temperaturas decrescentes, e segundo BEUKEMA & VAN DER ZAAG (1990) são fatores influentes no crescimento das plantas e na formação dos tubérculos de batata. PEREIRA & COSTA (1997) em diversos ensaios no CPACT/EMBRAPA, constataram que a maioria das cultivares plantadas no sul do Brasil, não se prestam à fritura, devido ao alto teor de açúcares redutores (> 3% do teor de matéria seca) e baixo teor de sólidos (< 20 %), situação que se agrava no cultivo de outono. Observaram também, que ainda que esses dois índices sejam altamente correlacionáveis com a qualidade pós-fritura, para determinados genótipos, no geral, não

garantem o sucesso do processo de fritura, obtendo produtos escurecidos, amargos e de textura pobre. Esse fato é sustentado pela literatura pertinente, que cita as propriedades intrínsecas do cultivar e os fatores ambientais e de manejo, como causadores de estresses que levam a maior síntese de fenóis indesejáveis, como ácido clorogênico, aumento da atividade enzimática, presença de aminoácidos livres, redução do conteúdo de ácido ascórbico e modificação da estrutura do amido presente (MARQUEZ & AÑON, 1986; RODRIGUEZ-SAONA & WROLSTAD, 1997).

A gravidade específica e o teor de matéria seca fazem parte dos atributos que definem a qualidade culinária da batata, estão positivamente correlacionados entre si, e em função disto e devido a facilidade de medição, a gravidade específica tem sido utilizada pela indústria de processamento de batata, de forma geral, como estimador do teor de matéria seca dos tubérculos (CAPEZIO et al., 1992/93). A matéria seca é um caráter condicionado, principalmente por fatores genéticos sendo influenciado por condições ambientais, maturidade da planta, suprimento de água e minerais, entre outros (PEREIRA, 1987; MELO, 1999). Os níveis de açúcares redutores (glicose e frutose) e não redutores (sacarose) tem sido usados para prever o comportamento dos materiais para processamento de “chips” de batata (RODRIGUES-SAONA & WROLSTAD, 1997), e são normalmente os fatores limitantes na depreciação da cor (ROE & BELSTEN, 1990; SOWOKINOS, 1987; MARQUEZ & AÑON, 1986). Quando o tubérculo apresenta alto teor de açúcares redutores, há durante a fritura, uma reação entre estes açúcares e os aminoácidos (Reação de Maillard), que leva ao escurecimento do produto final, o que deprecia ou, em alguns casos, até impede a sua comercialização (GOULD, 1989; MELO, 1999).

As plantas possuem uma grande diversidade de compostos fenólicos como fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonóides e taninos. Quando as células são rompidas, os fenóis são liberados e em seguida oxidados à quinonas, pelo oxigênio do ar ou enzimaticamente, que polimerizam-se e produzem uma cor marrom ou cor de ferrugem. Os ácidos fenólicos e seus derivados são componentes importantes do gosto e odor, estão envolvidos nas reações de escurecimento e na regulação do crescimento e resistência a doenças e herbívoros (TORRES et al., 1987).

¹ Engenheiro Químico, MSc. Engenharia de Alimentos, Prof. Substituto da UFPel – Pelotas, RS. E-mail: zorzella@mikrus.com.br

² Engenheiro de Alimentos, Dr. Pesquisador da Embrapa Clima Temperado. Caixa Postal 403 – CEP 96001-970. Pelotas, RS. E-mail : vendrusc@cpact.embrapa.br

³ Professora aposentada, MSc. Faculdade de Ciências Domésticas da Universidade Federal de Pelotas- Campus Universitário – Pelotas, RS. E-mail : rotreptow@hotmail.com

(Recebido para publicação em 11/05/2002)

O escurecimento enzimático é um sério problema no processamento de batata, causado pela ação catalítica da polifenoloxidase (PFO). Em células intactas de tubérculos de batata, a PFO e substratos fenólicos estão espacialmente separados, tão logo as células são rompidas a PFO e estes substratos entram em contato. Na presença de oxigênio molecular, a PFO catalisa a oxidação de compostos fenólicos, e eventualmente, estes levam a formação de produtos coloridos indesejáveis. O escurecimento resulta não somente numa indesejável formação de cor, mas também pode resultar na perda da qualidade nutricional e proporcionar modificações no sabor.

Para MATHEIS (1987), o ácido ascórbico é provavelmente o maior inibidor de ocorrência natural do escurecimento enzimático em batatas, pois reduz os produtos da oxidação inicial, as ortoquinonas, para ortodifenóis até que seja quantitativamente oxidada para ácido deidroascórbico. Devido a este efeito, o ácido ascórbico tem sido estudado por inibir diretamente a ação da PFO da batata; por outro lado, em função dos baixos teores de ácido ascórbico na batata, a prevenção quanto a oxidação dos fenóis só é conseguida por um curto período de tempo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar cultivares e clones de batata de duas safras (primavera e outono) visando verificar a influência das condições climáticas de cultivo nos parâmetros físicos e químicos da matéria prima e na qualidade do produto final, quando processados na forma de "chips".

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco cultivares comerciais (Atlantic, Baronesa, Catucha, Macaca e Monte Bonito), e oito clones avançados (A1139-12-92, A1169-6-94, C1226-35-80, C1290-5-82, C1308-4-82, C1311-11-82, C1582-25-90, C1714-7-94), resultantes da seleção quanto ao desempenho de campo, do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, tiveram a gravidade específica, teor de matéria seca, teor de

fenóis, teor de ácido ascórbico, atividade enzimática (PFO e PO) e teor de açúcares redutores (AR) determinados. O experimento foi conduzido nas safras de primavera de 1998 e outono de 1999, em Pelotas, RS. A gravidade específica (GE) foi obtida segundo o método peso no ar/peso na água, citado por GOULD (1989) e PEREIRA & COSTA (1997), à partir de amostras de 2,0 Kg de tubérculos de tamanho comercial, pesados no ar (P1) e na água (P2), usando a equação $GE = P1 / (P1 - P2)$. A matéria seca foi determinada segundo metodologia da AOAC (1980), semelhante a utilizada por RODRIGUES (1990). Para a determinação do teor de fenóis totais, foi utilizada a metodologia segundo TORRES et al. (1987), com algumas modificações (ZORZELLA, 2000). O teor de ácido ascórbico foi determinado segundo AOAC (1980), pela titulação com o indicador colorido de oxidação-redução, 2,6 - dicloroindofenol. A atividade da PFO foi determinada de acordo com a técnica descrita por PONTING & JOSLYN. A atividade da PO foi determinada segundo FERHMANN & DIAMOND. O teor de açúcares redutores foi determinado pelo método colorimétrico de SOMOGYI & NELSON (1944) modificado, citado por PEREIRA & CAMPOS, (1999). Os "chips" foram preparados segundo a metodologia empregada por PEREIRA & COSTA (1997), e fritos em gordura vegetal hidrogenada à 180 °C.

A avaliação sensorial compreendeu as etapas de seleção de candidatos, treinamento dos julgadores e avaliação das amostras, perfazendo um total de aproximadamente 2 meses, com 2 a 3 sessões semanais.

A seleção dos candidatos foi realizada entre funcionários e pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, com idade compreendida entre 25-55 anos, de ambos os sexos. A equipe de julgadores foi composta por 15 candidatos. Estes foram submetidos a testes pareados e testes triangular, aplicando a Análise Seqüencial de Wald (SHIROSE & MORI, 1985).

Na Tabela 1 é mostrado o modelo de ficha de instruções para a avaliação sensorial de batata tipo "chips" utilizado pela equipe de julgadores.

Tabela 01 - Modelo de ficha de instruções para avaliação sensorial de batata tipo "chips".

Grau de qualidade	Escala pontos	Características sensoriais						
		Uniformidade da cor	Defeitos * bolhas	Gosto amargo	Sabor característico	Sabor estranho	Residual gordura	Textura
Ótimo	9	Uniforme	Ausente	Não perceptível	Forte	Não perceptível	Não perceptível	Dura crocante
Bom	7	Ligeiramente desuniforme (25%)	Ligeiro	Ligeiro	Moderado	Ligeiro	Ligeiro	
Regular	5	Regularmente desuniforme (50%)	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Dura quebradiça
Ruim	3	Moderadamente desuniforme (75%)	Moderado	Moderado	Ligeiro	Moderado	Moderado	
Péssimo	1	Desuniforme (100%)	Muitos	Muito forte	Não perceptível	Forte	Forte	Coriácea

* Defeitos avaliados foram: bolhas, pontos pretos e bordas escuras, utilizando a mesma escala.

A avaliação de cor foi baseada na escala de 5 pontos da SNACK FOOD ASSOCIATION, (s/d). Os descritores de qualidade dos atributos sensoriais foram adaptados dos utilizados por SPIESS et al., (1975) citado por RODRIGUES (1990), utilizando a avaliação global. Os critérios da avaliação global, foram os descritos na ficha de instruções utilizando uma escala estruturada de 9 cm, cujo valor máximo corresponde a qualidade geral ótima e o menor valor (1) a péssima (Tabela 1). Os 12 julgadores selecionados e treinados

avaliaram três amostras aleatórias, por vez, em potes brancos codificados com três dígitos.

Após a colheita os tubérculos foram selecionados e armazenados em temperatura ambiente por 30 dias, período, geralmente, denominado de "cura". Posteriormente, foram armazenados em câmara fria entre 12-13 °C e U.R. de 90% a 95% por 45 dias, período em que foram realizadas as análises físicas e químicas. Os "chips", resultantes da fritura dos genótipos de batata, foram armazenados por 45 dias em vidros hermeticamente fechados e protegidos da luz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados comparativos para as características físicas e químicas, submetidas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para diferenças entre

médias, das safras de primavera/98 e outono/99. As características analisadas, na média geral para cada época de plantio, diferiram entre si, com exceção do teor de ácido ascórbico, entretanto, alguns genótipos não apresentaram o mesmo comportamento.

Tabela 02 - Características físicas e químicas dos 13 genótipos de batata, das safras de primavera e outono. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 1998/1999.

Genótipos	Gravidade específica		Matéria seca (%)		Açúcares redutores ($\mu\text{g. g}^{-1}$)		Fenóis totais (mg. g^{-1})	
	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono
A1139	1,0853 Aa	1,0766 Bbc	23,24 Aabc	20,99 Ade	1,280 Aabc	1,380 Acde	0,821 Aab	0,666 Acd
A1169	1,0844 Aa	1,0853 Aa	23,58 Bab	24,51 Aa	0,450 Bab	0,770 Aabc	0,709 Aab	0,309 Ba
Atlantic	1,0777Bbc	1,0811Aab	20,70 Bd	23,05 Ab	0,250 Ba	0,530 Aab	0,654 Aa	0,327 Ba
Baronesa	1,0702 Ad	1,0719 Acd	18,26 Be	20,07 Aef	0,810 Babc	1,490 Ade	1,598 Ad	0,987 Be
C1226	1,0780 Bbc	1,0819 Aab	21,87 Abcd	21,46 Acd	1,950 Acd	0,900 Babcd	0,944 Aabc	0,638 Bcd
C1290	1,0699 Ad	1,0634 Bf	21,35 Acd	18,32 Bh	3,130 Bde	4,670 Ag	1,081 Aabcd	0,744 Acd
C1308	1,0734 Acd	1,0663 Bdef	21,57 Abcd	19,43 Bfg	1,590 Abc	1,920 Ae	0,779 Aab	0,612 Bbc
C1311	1,0703 Ad	1,0714 Acde	21,64 Abcd	19,76 Bf	3,240 Ae	0,290 Ba	0,796 Aab	0,413 Bab
C1582	1,0803 Aab	1,0761 Bbc	21,10 Acd	21,75 Acd	0,380 Bab	0,980 Acde	0,971 Aabc	0,834 Ade
C1714	1,0849 Aa	1,0805 Bab	24,31 Aa	20,03 Bef	0,910 Babc	1,420 Acde	0,940 Aabc	0,329 Ba
Catucha	1,0832 Aab	1,0846 Aa	23,29 Aabc	22,07 Bbc	1,570 Bbc	2,990 Af	0,840 Aab	0,590 Bbc
Macaca	1,0717 Ad	1,0635 Aef	20,72 Ad	18,41 Bgh	0,880 Aabc	0,540 Af	1,250 Abcd	1,408 Af
Monte Bonito	1,0719 Ad	1,0501 Bg	20,16 Ade	16,37 Bj	1,990 Acd	2,710 Af	1,435 Acd	0,996 Be
Média Geral	1,0770 A	1,0733 B	21,69 A	20,48 B	1,420 B	1,580 A	0,986 A	0,681 B

Letras distintas minúsculas na vertical, mostram diferenças significativas entre cultivares e letras maiúsculas na horizontal mostram diferenças entre épocas de plantio, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Tabela 03 - Características químicas dos 13 genótipos de batata, das safras de primavera e outono. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 1998/1999.

Genótipos	Ácido Ascórbico (mg.g^{-1})		Atividade Peroxidase (PO) (U.e)**		Atividade Polifenoloxidase (PFO) (U.e)	
	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono
A1139	0,112 Adef *	0,088 Bh	79,86 Ae	78,38 Ag	88,83 Bc	301,25 Aef
A1169	0,102 Bef	0,114 Acdef	37,69 Ab	19,59 Babc	104,76 Ad	173,51 Bbcd
Atlantic	0,143 Aab	0,124 Bbc	46,76 Ac	22,19 Babcd	62,32 Bb	98,99 Aab
Baronesa	0,112 Bdef	0,117 Acde	127,36 Ah	64,69 Bg	184,60 Bf	232,71 Ade
C1226	0,127 Bbcd	0,140 Aa	129,81 Ah	22,04 Babcd	317,80 Bh	347,49 Af
C1290	0,105 Bef	0,110 Adefg	76,65 Ae	44,73 Bef	119,67 Be	323,62 Af
C1308	0,110 Aef	0,106 Aefg	59,91 Ad	37,18 Bcde	197,63 Bf	324,27 Af
C1311	0,112 Daef	0,102 Bg	97,74 g	30,36 Abcde	195,44 Af	226,36 Acd
C1582	0,097 Bf	0,132 Aab	89,08 Af	34,71 Bbcde	109,60 Bde	208,23 Acd
C1714	0,152 Aa	0,118 Bcd	22,36 Aa	6,80 Ba	33,77 Ba	88,96 Aa
Catucha	0,117 Acde	0,105 Bfg	92,74 Afg	62,57 Bfg	114,56 de	331,48 f
Macaca	0,116 Bde	0,136 Aab	39,81 Abc	40,82 Ade	67,63 Bb	157,26 Aabc
Monte Bonito	0,133 Abc	0,119 Bcd	156,83 Bj	16,99 Aab	257,63 Ag	240,99 Ade
Média Geral	0,118 A	0,116 A	79,83 A	36,05 B	139,54 B	231,84 A

* Letras distintas minúsculas na vertical, mostram diferenças significativas entre cultivares e letras maiúsculas na horizontal mostram diferenças entre épocas de plantio, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

**U.e = unidade enzimática = 0,01 ABS / min.mg proteína.

Em função das condições climáticas do sul do Brasil, onde são plantadas duas safras ao ano, primavera e outono, não existem trabalhos na literatura que possam ser utilizados como base de estudo e que auxiliem a justificar os resultados encontrados, levando-nos a fazer especulações na tentativa de explica-los.

Os genótipos apresentaram, na safra de primavera/98, gravidade específica superior ou igual a da safra de outono/99, exceto a cultivar Atlantic e o clone C1226, com gravidade específica superior na safra de outono; matéria seca igual ou superior a encontrada na safra de outono/99, com exceção das cvs. Atlantic e Baronesa e do clone A1169, com matéria seca superior na safra de outono. As diferenças no teor de matéria seca foram significativas entre as duas safras, exceto para os genótipos A1139, C1226 e C1582. Segundo PEREIRA (1987) e MELO (1999), o acúmulo de matéria seca pode ser

alterado por diversas condições ambientais, irrigação excessiva, uso de fertilizantes, etc. Teores mais altos de matéria seca e gravidade específica podem ser atribuídos ao fotoperíodo e a temperatura mais elevada na primavera, que segundo BEUKEMA & VAN DER ZAAG (1990) influenciam no crescimento das plantas e na formação dos tubérculos. Segundo estes autores, dias longos e altas temperaturas estimulam o crescimento da parte aérea e dos estolões, e a formação dos tubérculos ocorre mais no final do cultivo, o que favorece o seu crescimento; enquanto que em dias curtos e temperaturas amenas, a formação dos tubérculos é estimulada. O período de cultivo de outono é mais curto, limitando o ciclo das cultivares tardias, podendo gerar tubérculos imaturos, que segundo TALBURT et al. (1975) apresentam gravidade específica e matéria seca mais baixas. Ainda segundo este autor, a matéria seca dos tubérculos pode

ser reduzida devido à diminuição na incidência de luz solar nas plantas, o que limita a síntese de açúcares e por consequência a síntese de amido e de outros constituintes que compõem a matéria seca, como aminoácidos, proteínas, minerais e vitaminas, que são produzidos ou acumulados no tubérculo (GOULD, 1989). Foram obtidas correlações positivas entre gravidade específica e teor de matéria seca, sendo $R^2 = 0,79$ (0,05) na safra de primavera/98 e $R^2 = 0,85$ (0,05) na safra de outono/99.

Com relação ao teor de açúcares redutores, a análise comparativa entre as safras indicou concentrações de açúcares redutores mais altas na safra de outono, com exceção dos genótipos C1226 e C1311, que apresentaram teores de açúcares redutores mais elevados na safra de primavera. Não existem diferenças entre as safras para os genótipos A1139, C1308, Macaca e Monte Bonito.

A gravidade específica e o teor de matéria seca na safra de outono foram mais baixos, e segundo TALBURT et al. (1975) e IRITANI & WELLER (1976), genótipos com estas características tendem a acumular teores mais altos de açúcares redutores. Os resultados também estão de acordo com PEREIRA & CAMPOS (1999), que afirmam que batatas no cultivo de outono são colhidas, curadas e armazenadas em condições de temperatura relativamente baixas de inverno; ainda segundo esses autores, citando AP REES et al. (1981), genótipos submetidos a temperaturas inferiores a 10°C sofrem um processo chamado de adoçamento de baixa temperatura, isto é, acumulação de açúcares a temperaturas baixas. As condições de baixa temperatura resultam segundo DUPLESSIS et al. (1996) no acúmulo de ATP no tecido da batata e sugerem que uma via alternativa é ativada, diminuindo os níveis de ATP e simultaneamente aumentando as concentrações de sacarose. A sacarose é o substrato da invertase, que origina o acúmulo de açúcares redutores.

A concentração de fenóis totais nos genótipos foi superior na safra de primavera, não apresentando diferenças para A1139, C1290, C1582 e Macaca. As concentrações da safra de primavera, em média, ficaram entre 0,6 – 1,0 mg de Fenóis totais. g^{-1} de batata, apresentando valores superiores (entre 1,2 – 1,6 mg.g^{-1}) para os cultivares Baronesa, Macaca e Monte Bonito. Na safra de outono, as concentrações ficaram entre 0,4 – 0,8 mg.g^{-1} e entre 1,0 – 1,4 mg.g^{-1} para os cultivares Baronesa, Macaca e Monte Bonito.

Segundo TALBURT et al. (1975); MONDY et al. (1985) e TORRES et al. (1987), os compostos fenólicos podem estar envolvidos na regulação do crescimento dos tubérculos, resistência a doenças e pragas, e que plantas inferiores estressadas fisiologicamente e/ou mecanicamente, tubérculos feridos, com cortes, e em regiões infeccionadas por microorganismos, há acúmulo de fenóis. MONDY et al. (1985) e DAO & FRIEDMAN (1992) relatam concentrações de fenóis variando entre 0,1 mg.g^{-1} e 0,9 mg.g^{-1} de peso úmido, mostrando que as concentrações encontradas no trabalho estão mais próximas do limite superior da faixa de variação, sendo uma característica não desejada, pois os compostos fenólicos são substratos para as enzimas (PFO e PO), responsáveis pelo escurecimento enzimático dos genótipos de batata. As concentrações mais baixas de fenóis na safra de outono devem-se provavelmente a menor incidência de luz solar sobre as plantas nesse período, diminuindo a síntese de carboidratos e por consequência, a de outros compostos químicos, como aminoácidos, vitaminas, proteínas, etc., e da

temperatura mais baixa, que faz com que o metabolismo das plantas tenha sua velocidade reduzida.

Houve diferenças para os genótipos entre as duas safras, exceto para o clone C1308, seis genótipos com teor de ácido ascórbico mais alto na primavera e seis com teor mais alto na safra de outono. O teor de ácido ascórbico não foi afetado pelas condições climáticas, pois não apresentou um padrão comum de comportamento, o que havia sido constatado anteriormente para matéria seca, açúcares redutores e teor de fenóis. Este comportamento está de acordo com MATHEIS (1987), que afirma que a concentração do ácido ascórbico depende principalmente da variedade, enquanto que a concentração de compostos fenólicos depende do local de plantio e fatores climáticos. O teor de ácido ascórbico variou entre 0,09 mg.g^{-1} e 0,15 mg.g^{-1} de peso úmido, enquanto que na literatura estes limites encontram-se entre 0,15 mg.g^{-1} e 0,25 mg.g^{-1} (ZHANG et al. (1997), mostrando que os genótipos avaliados, apresentaram teores abaixo do limite inferior, o que não é interessante, visto que para MATHEIS (1987), o ácido ascórbico é provavelmente o maior inibidor de ocorrência natural do escurecimento enzimático, através da redução das ortoquinonas para ortodifenóis, além do aspecto da batata ser considerada como importante fonte dietética de vitamina C.

A PO apresentou atividade mais intensa na safra da primavera/98, não apresentando diferenças significativas entre as safras para os genótipos A1139 e Macaca. Para a maioria dos genótipos, a atividade na safra de primavera/98 ficou entre 40 e 100 U.e., tendo o clone C1714 atingido a menor atividade (20 U.e.). Na safra de inverno, a atividade enzimática ficou entre 20 e 60 U.e.. O clone C1714 obteve a menor atividade, com 6,8 U.e.. A PFO apresentou maior atividade enzimática na safra de outono, entre 150 e 350 U.e.. Na safra de primavera, a atividade da PFO ficou entre 50 e 200 U.e.

Nas Tabelas 4 e 5 são mostradas as correlações lineares simples entre as características físicas, químicas e de processo dos genótipos de batata com as sensoriais dos "chips".

Através da análise de correlações lineares simples foram encontradas correlações positivas entre o teor de açúcares redutores dos genótipos de batatas com a cor, sabor estranho, gosto amargo e, negativas com a uniformidade, bordas escuras, sabor característico e qualidade geral dos "chips". Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de MARQUEZ & AÑON, 1986; SOWOKINOS, 1987; ROE et al., 1990, que afirmam ser este o fator limitante no desenvolvimento da cor e responsável pelo gosto amargo do "chips" da batata.

As atividades enzimáticas da PFO e PO (na safra de primavera) e PFO na de outono, foram também relacionadas positivamente com a cor, sabor estranho e gosto amargo e, negativamente com a uniformidade, bordas escuras e sabor característico, tendo sido a atividade da PFO relacionada de forma negativa com a qualidade geral do produto. Foi constatado que a atividade enzimática da PO teve influência nas características sensoriais dos "chips" na safra de primavera, não exercendo a mesma influência na safra de outono. Não foi encontrado na literatura, material que desse suporte para justificar as diferenças ocorridas na atividade enzimática dos genótipos de batata, em função dos cultivos de primavera e outono. O assunto é muito complexo, e exigiria um estudo mais aprofundado.

Tabela 04 - Correlação entre as características químicas dos 13 genótipos de batata, das safras de primavera e outono, e as características sensoriais dos "chips".

Características	Açúcares redutores		Fenóis Totais		Ácido Ascórbico		Atividade PFO		Atividade PO	
	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono
Cor	0,40*	0,82*	-0,06	0,08	0,02	-0,35*	0,54*	0,40*	0,48*	0,11
Uniformidade	-0,42*	-0,02	-0,21	0,20	0,02	0,30*	-0,45*	-0,07	-0,49*	0,06
Bolha	0,16	-0,22	-0,12	-0,23	0,23	0,05	-0,07	-0,32	-0,10	-0,03
Pontos pretos	0,06	0,16	0,07	-0,08	-0,32*	-0,13	0,07	0,22	0,07	-0,08
Bordas escuras	-0,34*	-0,64*	-0,08	-0,28*	0,02	0,23	-0,47*	-0,18	-0,35*	-0,09
Sabor estranho	0,50*	0,74*	0,24	0,05	-0,09	-0,11	0,19	0,31*	0,25	0,09
Gosto amargo	0,51*	0,84*	0,20	0,28*	-0,14	-0,18	0,10	0,40*	0,16	0,01
Sabor característico	-0,46*	-0,91*	-0,28*	-0,14	0,06	0,40*	-0,57*	-0,49*	-0,46*	-0,24
Qualidade geral	-0,27	-0,92*	-0,02	-0,12	0,02	0,40*	-0,35*	-0,56*	-0,24	-0,31*

*Significativo ao nível de 5,0%, pelo teste de Tukey; PFO – Polifenoloxidase; PO – Peroxidase

Tabela 05 - Correlação entre as características da matéria prima *in natura*, processada e as características sensoriais dos "chips" das safras de primavera e outono.

Características	Gravidade específica		Matéria seca		Rendimento Fritura		Teor gordura		Rendimento fritura isento Gordura	
	primavera	outono	Primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono	primavera	outono
Cor	-	-0,36*	-	-0,44*	-	-0,44	-	0,03	-	-0,36
Uniformidade	-	0,01	-	0,02	-	-0,28	-	-0,13	-	-0,18
Bolhas	-0,36*	0,30*	-0,27	0,24	-0,31*	-0,05	0,02	-0,43*	-0,25	0,12
Pontos pretos	-0,41*	-0,04	-0,44*	-0,03	-0,09	0,07	0,35*	0,32	-0,25	-0,07
Bordas escuras	-0,06	0,51*	-0,18	0,53*	-0,22	0,59	-0,08	-0,19	-0,14	0,54
Textura	0,67*	0,57*	-0,40*	0,40*	0,44*	0,49	-0,13	-0,27	0,41*	0,50
Sabor estranho	-0,35*	-0,29*	-0,10	-0,31*	-0,13	-0,45	0,07	0,02	-0,14	-0,38
Gosto amargo	-0,35*	-0,70*	-0,09	-0,66*	-0,16	-0,69	0,02	0,23	-0,13	-0,63
Sabor característico	-	0,40*	-	0,46*	-	0,42	-	0,01	-	0,32
Residual gordura	-0,32*	-0,04	-0,30*	-0,07	-0,03	-0,18	0,57*	-0,56*	-0,30*	0,07
Qualidade geral	-0,13	0,31*	-0,27	0,38*	-0,28*	0,35	-0,06	0,13	-0,18	0,22

* Significativo ao nível de 5,0%, pelo teste de Tukey.

Segundo MATHEIS (1987), o escurecimento enzimático é causado pela ação da polifenoloxidase (PFO), que na presença de oxigênio molecular, catalisa a oxidação de compostos fenólicos, levando a formação de produtos coloridos indesejáveis, modificações no sabor e perdas na qualidade nutricional.

A gravidade específica e o teor de matéria seca foram relacionados positivamente com a textura, bordas escuras, sabor característico e qualidade geral; e negativa com a cor, sabor estranho e gosto amargo dos "chips" (Tabela 5). As correlações encontradas estão de acordo com IRITANI & WELLER (1976), que mostraram que tubérculos com gravidade específica mais alta apresentam teores de açúcares redutores mais baixos; com MELO (1999), que citando Shock et al., (1993), afirma que o teor de açúcares redutores é fortemente determinado pelo grau de maturação do tubérculo na colheita, condições climáticas e nutricionais em que se desenvolveram as plantas, sendo que todos os fatores que contribuem para o retardamento da maturação da planta, contribuem também para aumentar o teor de açúcares redutores dos tubérculos; e com SILVA (1991), que afirma que a matéria seca determina a absorção de óleo durante a fritura, a textura e o sabor do produto.

A atividade enzimática da PFO e PO, tanto na safra de primavera quanto na de outono, foi correlacionada positivamente com a cor e sabor do "chips", ou seja, com a cor desuniforme e, sabor estranho e gosto amargo fortes, estando de acordo com MATHEIS (1987), que afirma que o escurecimento enzimático resulta na formação de cor indesejável no produto, perdas na qualidade nutricional e no sabor. Não foi encontrado na literatura, material que desse

suporte para justificar as diferenças ocorridas na atividade enzimática dos genótipos de batata, em função dos cultivos de primavera e outono. O assunto é muito complexo, e exigiria um estudo mais aprofundado.

Os genótipos na safra de primavera/98 caracterizaram-se por apresentar "chips" de cor amarelo, variando entre as tonalidades claro e dourado; uniformidade de cor variando entre regular e uniforme; presença marcante de bolhas, pequena incidência de pontos pretos e bordas escuras; textura entre crocante e dura; ausência de sabor estranho e gosto amargo, e sabor característico entre regular e forte; residual de gordura entre fraco e regular; qualidade geral entre regular e ótima. A Tabela 6 apresenta a classificação dos genótipos de batata com relação a qualidade sensorial geral do "chips" para a safra de primavera/98.

Os genótipos na safra de outono/99 apresentaram "chips" com uniformidade entre regular e desuniforme; cor entre amarelo e marrom, exceto a cv. Atlantic e clone C1311 (amarelo claro); poucas bolhas, ausência de pontos pretos e presença em maior quantidade de bordas escuras; textura entre pouco crocante e dura; ausência de sabor estranho, exceto C1290 (regular), gosto amargo entre não perceptível e fraco, sendo regular para C1308 e de grande intensidade no clone C1290 e na cv. Monte Bonito; sabor característico entre regular e forte, não sendo percebido no clone C1290 e cv. Monte bonito e de forma fraca no cv. Catucha; residual de gordura entre fraco e regular, exceto o clone C1311 com residual não perceptível.

A Tabela 7 apresenta a classificação dos genótipos de batata com relação a qualidade sensorial geral do "chips" para a safra de outono/99.

Um aspecto muito importante que deve ser considerado, diz respeito às características físicas e químicas da cultivar Atlantic, que representa no trabalho, o genótipo de referência, e que apresenta as características sensoriais desejáveis para produtos processados na forma de "chips". Na caracterização física, apresentou matéria seca próxima de 21% na primavera e 23% na safra de outono, característica desejável em função do rendimento na fritura e teor de gordura do produto. Destaca-se também por apresentar os mais baixos teores de açúcares redutores e fenóis totais, os mais altos teores de ácido ascórbico e as mais baixas atividades enzimáticas. Todas estas características são citadas na literatura, como

participantes na depreciação da cor e sabor de produtos em processos de fritura.

Tabela 06 - Qualidade geral dos "chips" de 13 genótipos de batata, safra de primavera. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 1998.

Classificação	Genótipos				
Ruim	Monte Bonito	C1290			
Regular	C1226	C1308	A1169	Catucha	
Regular a bom	A1139				
Bom a ótimo	C1714	Macaca	C1582	Atlantic	Baronesa
Ótimo	C1311				

Tabela 07 - Qualidade geral dos "chips" de 13 genótipos de batata, safra de outono. Embrapa Clima Temperado, 1999.

Classificação	Genótipos				
Péssimo	C1290				
Péssimo a ruim	Catucha				
Ruim	Monte Bonito				
Ruim a regular	C1308	A1139			
Regular a bom	C1714	A1169	C1226		Baronesa
Bom a ótimo	C1582	Macaca	Atlantic		C1311

Na avaliação sensorial dos "chips", merece destaque, em relação a qualidade geral do produto, o clone C1311, que alcançou na safra de primavera qualificação de ótimo produto, e entre bom a ótimo na safra de outono. Outro clone que se destacou foi o C1582, qualificado como um produto entre bom e ótimo nas duas safras, atingindo a terceira melhor colocação entre os genótipos na safra de inverno e a quarta na safra de primavera. O clone C1714, embora tenha perdido características sensoriais desejáveis ao produto na safra de inverno, apresentou resultados razoáveis nas duas safras. Os clones A1139 e A1169 apresentaram produtos que foram classificados pelos julgadores como regular. O clone C1226, embora não tivesse apresentado bons resultados na safra de primavera, foi classificado como sendo um produto de boa qualidade na safra de inverno. Os clones C1308 e C1290, em função dos resultados obtidos na análise sensorial, não apresentaram as características sensoriais desejáveis para o produto "chips" de batata.

CONCLUSÕES

As características físicas e químicas, para a maioria dos genótipos, diferem entre si, ao nível de 5% de significância, entre as safras de primavera e outono. Os "chips" processados apresentaram qualidade inferior na safra de outono, sendo atribuído ao teor de açúcares redutores e atividade enzimática da PFO, a maior responsabilidade pela depreciação nas características sensoriais. Merecem destaque de forma positiva os clones C1311- 11- 82, que alcançou na safra de primavera a qualificação de ótimo produto e entre bom e ótimo na de outono e, C1582-25-90, qualificado como um produto entre bom e ótimo nas duas safras, atingindo a terceira melhor colocação entre os genótipos na safra de inverno e a quarta na safra de primavera. A cultivar Atlantic comprovou as excelentes qualidades para a fritura, assim como a cultivar macaca, com boas características sensoriais. As cultivares Monte Bonito e Catucha não apresentaram boas características sensoriais para processamento na forma de "chips" de batata.

ABSTRACT

Five commercial lines (Atlantic, Baronesa, Catucha, Macaca, Monte Bonito) and eight clones, resulting from the Genetic Improvement Program at Embrapa Clima Temperado, were determined for the specific gravity, dry matter content, phenol content, ascorbic acid content, enzymatic activity (PFO and PO) and reducer sugars (AR). The experiment was conducted during spring 1998 and autumn 1999 growing seasons, in Pelotas/RS, and the objective of the work was characterize these genotypes by physical and chemical analysis; to produce chips through potato processing and to sensory evaluate the final product. Also, to verify differences among the crops, and to determine possible causes, because the genotypes were cultivated in different environments. The physical and chemical characteristics of the genotypes showed differences at the level of 5% of significance, between the spring and autumn crops. The results showed nine or more genotypes with specific gravities, dry matter content, phenol content and enzymatic activities of the highest PO of the spring crop; and higher content of reducer sugars and enzymatic activities of PFO in the autumn crop. The processed chips showed lower sensory quality characteristics in the autumn crop, being this result attributed to the reducer sugar content and the enzymatic activity of PFO.

Key words: *Solanum tuberosum*, physical and chemical parameters, sensory analysis.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Métodos de análise sensorial de alimentos – Classificação NBR 12994. São Paulo: ABNT, 1993.
- BEUKEMA, H.P.; VAN DER ZAAG, D.E.. **Introduction to potato production**. Wageningen: PUDOC, 1990. 208p.
- CAPEZIO, S.; HUARTE, M.; CARROZZI, L. Selección por peso específico en generaciones tempranas en el mejoramiento de la papa. **Revista Latinoamericana de la papa**, v. 5/6, p.54 – 63, 1992/93.
- DAO, L.; FRIEDMAN, M. Chlorogenic acid content of fresh and processed potatoes determined by ultraviolet

- spectrophotometry. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, n.11, p. 2152 – 2158,0 1992.
- DUPLESSIS, P. M.; MARANGONI, A. G.; YADA, R. Y.. A mechanism for low temperature induced sugar accumulation in stored potato tubers: the potential role of the alternative pathway and invertase. **American Potato Journal**, v.73, p.483 – 494, 1996.
- FENNEMA, O. R., **Introducion a la Ciência de los Alimentos**. Barcelona: Editorial Reverte, 1989.
- GONZÁLEZ, M. Y.; CARREÑO, R. Evaluacion de la calidad de papas de las variedades Kennebec y Sebago en relacion con su industrializacion. **Agronomia Tropical**, v.43, n.5-6, p.287 – 303, 1993.
- GOULD, W. A. Specific gravity - Its measurement and use. In: ORR, P.H.; PRESTON, D. A.(ed). **Chipping potato handbook**. Minnesota: The Snack Food Association, 1989. p.18-21.
- IRITANI, W. M.; WELLER, L. D.. Relationship of specific gravity to sugar accumulation in stored norgold and russet burbank potatoes. **American Potato Journal**, v.53, n.2, p.57– 65, 1976.
- MARQUEZ, G.; AÑON, M. C. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. **Journal of Food Science**, v. 51, n. 1, p. 157 – 160, 1986.
- MATHEIS, G. Polyphenol oxidase and enzymatic browning of potatoes (*Solanum tuberosum*). I. Properties of potato polyphenol oxidase. - **Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel**. Bonn, v. 11, p. 5-12, 1987.
- MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 197, p. 112-119, mar./abr. 1999.
- MONDY, N. I.; CHANDRA, S.; EVANS, W. D. Enzymatic discoloration and phenolic content of potato tubers from cultivars resistant and susceptible to the golden nematode. **American Potato Journal**, v. 62, n. 5, p. 207 - 213, 1985.
- Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 13^a ed., 1980.
- PEREIRA, A. da S. Composição química, valor nutricional e industrialização. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (coord.) **Produção de batata**. Brasília: Linha Gráfica e Editora. 1987. p.12-28.
- PEREIRA, A. da S.; COSTA, D. M. da. Qualidade e estabilidade de "chips" de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 62 – 65, 1997.
- PEREIRA, A. da S.; CAMPOS, A. Teor de açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**. v. 29, n.1, p. 13-16, 1999.
- RODRIGUES, N. S. **Avaliação tecnológica e sensorial de novos genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para industrialização na forma de pré-fritas congeladas**. Campinas, 1990. 177p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas.
- RODRIGUES-SAONA, L. E.; WROLSTAD, R. E. Influence of potato composition on chip color quality. **American Potato Journal**, v. 74, n. 2, p. 87-106, 1997.
- ROE, M. A.; BELSTEN, J. L. Role of reducing sugars and amino acids. In: Fry colour of chips from potatoes grown under different nitrogen regimes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 52, p. 207-214, 1990.
- SILVA da, A. C. F. Batata: alguns aspectos importantes. **Agropecuária Catarinense**, v. 4, n. 4, p. 38-41, 1991.
- SHIROSE, I.; MORI, E. E. M. **Aplicação da análise seqüencial a seleção de provadores pelo teste angular**. Col. ITAL, v.14, p.39-35, 1984.
- SOWOKINOS, J. R.; ORR, P. H.; KNOPER, J. A. et al. Influence of potato storage and handling stress on sugars, chip quality and integrity of the starch (ammyloplast) membrane. **American Potato Journal**, v. 64, n. 5, p. 213-225, 1987.
- TALBURT, W.F.; SCHWIMMER, S.; BURR, K. Structure and chemical composition of potato tuber. In: TALBURT, W.F. & SMITH, O. **Potato Processing**. ed. Westport: AVI, 1975. p.11-42.
- TORRES, A. M.; MAU-LASTOVICKA, T.; REZAAIYAN, R. Total phenolics and high-performance liquid chromatography of phenolic acids of avocado. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 35, n. 6, p.921-925, 1987.
- ZHANG, L.; PORTER, G. A.; BUSHWAY, R. J. Ascorbic acid and glycoalkaloid content of atlantic and superior potato tubers as affected by supplemental irrigation and soil amendments. **American Potato Journal**, v. 74, n. 5, p. 285-304, 1997.
- ZORZELLA, C. A. **Produção de "chips" de batata: influência das características físicas e químicas na qualidade do produto obtido**. Rio Grande, 2000. 134p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Fundação Universidade Federal do Rio Grande.