

Rendimento de tubérculos de clones avançados de batata**G.O. da Silva¹, A. da Silva Pereira^{2/*}, A.D. Ferreira de Carvalho³, F. Quintanilha Azevedo⁴, R.S. Ponijaleki⁵***Recebido: 15/09/2016**Aceito: 04/04/2017**Acessíveis on-line: Junho 2017***Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de clones de batata quanto ao rendimento de tubérculos em Canoinhas-SC e Pelotas-RS, Sul do Brasil. Os experimentos foram realizados nas safras de primavera de 2013 e 2014. Foram avaliados onze clones avançados do programa de melhoramento da Embrapa e duas cultivares comerciais, Agata e Asterix. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, exceto no experimento da primavera de 2013 em Pelotas, que teve três repetições. A parcela consistiu de duas linhas de 3,5 m com 10 plantas cada. Para os experimentos de 2013, foram utilizados tubérculos-semente tipo IV (minitubérculos) e para os experimentos de 2014 tubérculos-semente tipo II dos experimentos de 2013. Cerca de 110 dias após o plantio foram realizadas as colheitas, seguida das avaliações de caracteres de rendimento de tubérculos. A ANOVA revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos para todos os caracteres e experimentos. A interação G x A foi significativa para todos os caracteres em cada local. A superioridade dos clones em relação às cultivares testemunhas, indica que eles apresentam potencial para se tornarem cultivares, quanto a caracteres de rendimento de tubérculos. Concluiu-se que os clones F102-07-22 e F23-06-02 têm um alto potencial de produção de tubérculos em Pelotas e Canoinhas, enquanto F22-08-01 e F23-06-24 apresentam melhor adaptação à Pelotas.

Palavras-chave adicionais: *Solanum tuberosum* L.; semente; interação G x A.**Tuber yield of advanced potato clones****Summary**

The aim of this work was to evaluate the performance of potato genotypes for tuber yield in Canoinhas-SC and Pelotas-RS, South of Brazil. Experiments were carried out in spring seasons of 2013 and 2014. Eleven advanced potato clones from the Embrapa breeding program and two commercial cultivars (Agata and Asterix) were evaluated. A randomized complete block design with four replications was used, except in the spring season trial of

* Autor para correspondencia. Correio eletrônico: arione.pereira@embrapa.br

¹ Pesquisador da Embrapa, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil.

² Pesquisador da Embrapa, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Pesquisador da Embrapa, Gama, Distrito Federal, Brasil.

⁴ Analista da Embrapa, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Assistente da Embrapa, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil.

2013 in Pelotas, which had three replications. Each plot consisted of two 3.5 m-rows of 10 plants per row. For the 2013 experiments, seed tubers type IV (minitubers) were used, and for the 2014 experiments, type II seed tubers from 2013 experiments were used. Plots were harvested about 110 days after the planting, followed by tuber yield trait evaluations. The ANOVA revealed significant differences among genotypes for all traits and experiments. The G x A interaction was significant for all traits and locations. The superiority of clones in relation to the check cultivars, indicates that they have potential for becoming cultivars as regarding yield traits. It was concluded that clones F102-07-22 e F23-06-02 have a high tuber yield potential in Pelotas and Canoinhas, whereas F22-08-01 e F23-06-24 shows better adaptation to Pelotas.

Additional key words: *Solanum tuberosum* L.; seed; G x A interaction.

Introdução

No Brasil, são utilizadas quantidades elevadas de insumos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) para o controle de doenças e a obtenção de produtividade satisfatória, afetando negativamente a sua sustentabilidade (Silva *et al.*, 2014). Isso, em parte, deve-se ao uso das cultivares europeias que predominam no Brasil, as quais sofrem os efeitos adversos das temperaturas mais elevadas (Menezes *et al.*, 2001) e do fotoperíodo mais curto, ocasionando redução do ciclo vegetativo e da produtividade (Kooman & Rabbinge, 1996), além de maior pressão de alguns patógenos e pragas (Pinto *et al.*, 2010). Deste modo, o desenvolvimento de cultivares nacionais adaptadas às condições de cultivo das regiões brasileiras e resistentes às principais doenças que afetam a cultura é a alternativa mais viável para elevar a sua produtividade e a aumentar rentabilidade para o produtor (Gadum *et al.*, 2003). No desenvolvimento de novas cultivares é muito importante que os clones avançados sejam submetidos à avaliação em ensaios sob diferentes condições ambientais.

Plantas de batata com elevado número de tubérculos apresentam, geralmente, tubérculos menores (Silva *et al.*, 2012). Tanto o número quanto o tamanho dos tubérculos influenciam diretamente o rendimento de tubérculos comerciais (Silva *et al.*, 2006). Assim, é importante no processo de seleção, encontrar o equilíbrio entre número e tamanho de tubérculos.

É sabido o desenvolvimento das plantas é afetado pelo genótipo (G), ambiente (A) e interação G x A, a qual promove significativas diferenças no ranqueamento do desempenho dos genótipos quando estes são cultivados em diferentes condições ambientais (Mohammadi *et al.*, 2007). Portanto, para a identificação da superioridade de genótipos é importante considerar diferentes anos para cada local de interesse, bem como o tipo da semente utilizada.

Os três estados do Sul do Brasil, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respondem por uma 40% da produção nacional de batata (IBGE, 2016). Nessa região são realizadas principalmente duas safras por ano, safra de outono e safra de primavera. As duas safras são realizadas nos períodos do ano em que escapam das altas temperaturas no verão e das geadas do inverno.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de clones de batata quanto ao rendimento de tubérculos em Canoinhas-SC e Pelotas-RS.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados em Canoinhas-SC (26°10'38" S, 50°23'24" O e 839 m a.n.m.) e Pelotas-RS (31°52'00" S, 52°21'24" O, 50 m a.n.m.), nas safras de primavera de 2013 e de 2014. Foram avaliados onze clones elite pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa, e as duas cultivares comerciais

mais importantes no país, em suas finalidades, Agata e Asterix. A primeira possui tubérculos de película amarela e é destinada ao mercado “in natura”, e a segunda apresenta tubérculos película rosada e destina-se à fritura de palitos, inclusive para processamento industrial.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, exceto em Pelotas na safra de 2013, que teve três repetições. As parcelas foram compostas de duas linhas de 3,5 m, com 10 plantas cada. Em 2013, foram utilizados tubérculos-semente tipo IV (minitubérculos, diâmetro: 23-30 mm), que haviam sido armazenados por oito meses em câmara fria ($4,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$). Em 2014, foram utilizados tubérculos-semente tipo II (diâmetro: 40-50 mm), provenientes dos experimentos anteriores e que também haviam sido armazenados em câmara fria. O manejo cultural e o fitossanitário seguiram as recomendações das regiões (Pereira, 2010). Após a senescência das plantas, cerca de 110 dias depois o plantio, foram realizadas as colheitas.

Foram avaliados os seguintes caracteres de rendimento: número de tubérculos comerciais (diâmetro >45 mm) por parcela; número total de tubérculos por parcela; massa de tubérculos comerciais, em kg parcela^{-1} ; massa total de tubérculos, em kg parcela^{-1} ; e massa média de tubérculos, em g tubérculo^{-1} , obtida da divisão da massa total pelo o número total de tubérculos.

Os dados foram submetidos à ANOVA conjunta para os dois anos e para cada ano, agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade do erro. Foram estimados também o coeficiente de variação experimental (CVe) e coeficiente de variação genética (CVg), por meio das fórmulas $\text{CVe} = 100 \sqrt{QMe / \text{média}}$ e $\text{CVg} = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_g / \text{média}}$, respectivamente (Cruz, 2006).

Resultados e discussão

A ANOVA revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos para todos os caracteres e experimentos. A interação G x A foi significativa para todos os caracteres e em cada local.

Os tubérculos-semente tipo IV (minitubérculos), que foram utilizados nos experimentos de 2013, por serem menores, apresentam menor número de gemas e brotos, e, por conseguinte, produzem menor número de hastes e tubérculos. Portanto, apresentam menor potencial produtivo que tubérculos-semente tipo II, que foram utilizados no experimento de 2014 (Teixeira *et al.*, 2010).

Muito embora os experimentos tenham sido realizados em dois locais distintos, que facilita a detecção de interação genótipo x ambiente, o tamanho de tubérculo pode ter confundido com o ano. Portanto, não se pode concluir categoricamente acerca do efeito do tamanho de tubérculo.

De acordo com as médias gerais de cada experimento, verificou-se que naqueles experimentos em que foram utilizados semente tipo II, o rendimento de tubérculos também foi maior (Tabelas 1 e 2). O mesmo não foi observado quanto à massa média de tubérculos. Nos experimentos em que foram utilizados minitubérculos, a produção em número de tubérculos foi menor, porém o tamanho médio foi similar aos obtidos nos experimentos em utilizou-se semente tipo II. Esses resultados seguem Teixeira *et al.* (2010), que relataram trabalho sobre o efeito do tamanho do tubérculo-semente no rendimento de tubérculos da cultivar Atlantic, e Masarirambi *et al.* (2012), os quais verificaram que sementes maiores resultaram em maior número e maior rendimento de tubérculos da cultivar BP1.

Tabela 1. Médias, coeficientes de variação experimental (CVe), relação entre coeficiente de variação genética e experimental (CVg/CVe) e média geral de caracteres de rendimento de tubérculos de onze clones e duas cultivares comerciais de batata avaliadas em Pelotas-RS, Brasil, em 2013, utilizando tubérculos-semente tipo IV (minitubérculos), e em 2014, utilizando tubérculos-semente tipo II.

Genótipo	2013			2014				
	MTT	NTT	MMT	MTC	NTC	MTT	NTT	MMT
Asterix	9,26 b	193,65 d	47,57 a	5,30 b	65,24 b	20,81 b	572,38 b	36,31 b
Agata	2,53 c	119,36 d	21,42 c	3,83 b	47,14 b	10,89 d	337,15 c	32,44 c
F23-11-06	17,61 a	453,33 b	40,79 a	4,45 b	50,96 b	21,77 b	675,24 a	32,68 c
F23-06-02	16,26 a	550,48 a	29,72 c	9,81 a	123,33 a	23,88 a	617,62 a	38,69 a
F22-08-01	13,80 a	386,67 b	35,69 b	11,04 a	128,57 a	26,18 a	634,28 a	41,26 a
F23-06-24	13,35 a	431,11 b	31,32 c	9,87 a	103,33 a	24,64 a	575,24 b	42,81 a
F189-06-09	10,62 b	316,19 c	33,58 b	5,80 b	70,48 b	14,17 d	390,95 c	36,25 b
F31-08-05	9,25 b	222,22 c	41,88 a	7,36 b	78,10 b	18,92 b	420,95 c	44,95 a
F208-06-01	8,77 b	316,83 c	27,13 c	4,00 b	63,81 b	11,58 d	396,67 c	29,54 c
C2519-12-06	8,66 b	255,88 c	34,42 b	6,17 b	75,24 b	16,39 c	446,67 c	36,81 b
F32-11-06	7,60 b	302,86 c	26,15 c	5,88 b	71,91 b	18,96 b	547,62 b	34,59 b
F102-07-22	5,40 c	114,28 d	46,67 a	9,27 a	108,10 a	17,63 c	403,33 c	43,72 a
Média	9,83	302,17	33,35	6,65	79,52	18,32	493,30	37,04
CVe	22,5	20,9	19,0	28,6	27,4	11,3	11,0	8,1
CVg/CV	1,93	1,95	1,33	1,24	1,16	2,40	2,02	1,58

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade do erro. MTC= massa de tubérculos comerciais em t ha⁻¹; NTC= número de tubérculos comerciais por ha⁻¹/1000; MTT= massa total de tubérculos em t ha⁻¹; NTT= número total de tubérculos por ha⁻¹/1000; MMT= massa média de tubérculo em g tubérculo⁻¹.

Tabela 2. Médias, coeficientes de variação experimental (CVe), relação entre coeficiente de variação genética e ambiental (CVg/CVe), e média geral de caracteres de rendimento de tubérculos de onze clones e duas cultivares de batata avaliadas em Canoinhas-SC, Brasil, em 2013, utilizando tubérculos-semente tipo IV (minitubérculos), e em 2014, utilizando tubérculos-semente tipo II.

Genótipo	2013					2014				
	MTC	NTC	MTT	NTT	MMT	MTC	NTC	MTT	NTT	MMT
Asterix	1,90 c	7,1 b	22,1 b	260,5 d	83,6 a	7,48 d	62,86 c	22,62 c	463,33 c	49,49 c
Agata	0,00 c	0,0 b	10,7 c	269,1 d	39,2 b	5,81 d	45,24 c	17,43 d	404,29 d	44,25 c
F102-07-22	7,14 a	40,0 a	23,6 b	393,3 c	66,8 a	28,67 a	157,14 a	40,19 b	408,10 d	98,41 a
F189-06-09	6,79 a	41,9 a	34,9 a	520,0 b	67,4 a	23,52 b	160,95 a	43,72 b	612,86 b	71,06 b
F208-06-01	5,72 a	39,5 a	30,0 b	554,8 b	54,1 b	15,57 c	113,34 b	26,81 c	408,10 d	65,82 b
F22-08-01	3,69 b	18,1 b	42,3 a	651,4 a	64,9 a	9,29 d	66,19 c	23,29 c	413,34 d	57,80 c
F23-06-24	3,48 b	7,6 b	39,4 a	563,8 b	71,4 a	17,54 c	125,71 b	39,88 b	619,05 b	66,00 b
C2519-12-06	2,29 c	13,3 b	27,5 b	378,1 c	80,4 a	9,76 d	72,38 c	24,38 c	442,38 d	55,18 c
F23-11-06	2,03 c	8,6 b	37,2 a	594,3 b	62,4 b	19,30 c	131,91 b	37,49 b	524,76 c	71,80 b
F23-06-02	1,72 c	10,0 b	39,7 a	703,3 a	55,5 b	27,86 a	188,57 a	53,10 a	759,05 a	71,12 b
F31-08-05	1,62 c	6,2 b	30,2 b	377,6 c	80,0 a	22,29 b	150,48 a	37,14 b	467,62 c	80,04 b
F38-07-03	1,31 c	6,7 b	29,1 b	513,3 b	56,8 b	7,05 d	64,76 c	19,62 d	410,95 d	47,77 c
F23-11-06	0,95 c	4,3 b	23,6 b	453,3 c	51,9 b	18,67 c	138,10 b	37,05 b	570,48 b	65,02 b
Média	3,0	15,6	30,0	479,5	64,2	16,36	113,66	32,51	500,33	64,90
CVe	36,5	46,3	17,3	18,0	21,2	21,25	20,31	11,02	10,63	11,52
CVg/CVe	2,03	1,98	1,61	1,52	0,80	2,22	1,94	2,98	2,01	1,89

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade do erro. MTC= massa de tubérculos comerciais em t ha⁻¹; NTC= número de tubérculos comerciais por ha⁻¹/1000; MTT= massa total de tubérculos em t ha⁻¹; NTT= número total de tubérculos por ha⁻¹/1000; MMT= massa média de tubérculo em g tubérculo⁻¹.

Apesar do tamanho médio dos tubérculos produzidos com a utilização dos dois diferentes tamanhos de semente ter sido semelhante, observa-se que nos experimentos em que foi utilizado sementes maiores (tipo II), a precisão experimental (coeficiente de variação experimental = CVe) e a relação do coeficiente de variação genética/CVe (CVg/CVe) foram também maiores para a maioria dos caracteres. Na média dos caracteres e dos locais utilizando minitubérculos, o CVe foi 23,0% e a relação CVg/CVe foi 1,65, enquanto com semente tipo II foi 15,4% e 1,91, respectivamente. Esta predominância de

variância de ordem genética sobre a ambiental sugere maior confiabilidade nos resultados obtidos nos experimentos realizados com a utilização de semente tipo II.

Apesar da menor precisão experimental dos experimentos realizados com a utilização de minitubérculos, a maioria dos clones de melhor desempenho com a utilização de semente tipo II também foi classificada entre os melhores nos experimentos utilizando minitubérculos, em cada local.

Em Pelotas, na safra 2013, utilizando minitubérculos, os clones F23-06-02, F23-

11-06, F22-08-01 e F23-06-24 formaram o grupo superior para rendimento total de tubérculos, sendo que o clone F23-11-06 juntamente com F102-07-22 e F31-08-05 e a cultivar testemunha Asterix constituíram o grupo de maior peso médio de tubérculo (Tabela 1).

Na safra 2014, utilizando semente tipo II, os clones de melhor desempenho foram F22-08-01, F23-06-24, F23-06-02 e F102-07-22, que tiveram os maiores rendimentos de tubérculos comerciais e massa média (Tabela 1). Os três primeiros clones apresentaram também altos rendimentos totais de tubérculos, e superiores a ambas as cultivares testemunhas.

Em ambas as safras os clones com maior potencial produtivo foram os clones F22-08-01, F23-06-24 e F23-06-02, superando as duas cultivares testemunhas.

Quanto ao número de tubérculos, o clone F23-06-02 destacou-se tanto no experimento em que foi utilizado semente tipo II quanto no experimento realizado com minitubérculos (Tabela 1). Observa-se no geral, que houve maior número de tubérculos no experimento de 2014, quando foram utilizadas semente tipo II do que no experimento de 2013, em que foi utilizada minitubérculos. Semente maior conferem às plantas a tendência maior número de hastes e, conseqüentemente, produção de maior número de tubérculos, mas de tamanho menor (Silva *et al.*, 2012).

Em Canoinhas-SC, em 2013, utilizando minitubérculos, F102-07-22, F208-06-01 e F189-06-09 formaram o grupo de maior rendimento de tubérculos comerciais e tubérculos totais (Tabela 2). Os dois primeiros estiveram também no grupo de maior massa média de tubérculos.

Em 2014, os clones F102-07-22 também foi do grupo superior em rendimento de tubérculos, juntamente com F23-06-02, também em relação ao número de tubérculos (Tabela 2). F102-07-22 foi também o destaque em massa média de tubérculo. Assim, em ambos os anos o

clone F102-07-22 apresentou o maior potencial produtivo e a maior massa média de tubérculos.

O rendimento de número de tubérculos comercializáveis foi notadamente maior no experimento realizado com semente tipo II, do que no experimento implantado com minitubérculos.

Os resultados deste estudo demonstram a superioridade dos clones em relação às cultivares testemunhas, indicando que os eles apresentam potencial para se tornarem cultivares, quanto a caracteres de rendimento de tubérculos. Os clones F102-07-22 e F23-06-02 mostram alto potencial de produção de tubérculos em ambos os locais, isto é Pelotas e Canoinhas, enquanto F22-08-01 e F23-06-24 apresentam melhor adaptação à Pelotas.

Conflitos de interesse

Os autores afirmam que a publicação deste artigo não tem conflitos de interesse.

Referências citadas

- Cruz, C.D. 2006. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, UFV. 648p.
- Gadum, J.; Pinto, C.A.B.P.; Rios, M.C.D. 2003. Desempenho agrônomo e reação de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.) ao PVY. *Ciência e Agrotecnologia* 27: 1484-1492.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=27&i=P>>. Consulta: Agosto 2016.
- Kooman, P.L.; Rabbinge, R. 1996. An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. *Annals of Botany* 77: 235-242.

Masarirambi, M.T.; Mandisodza, F.C.; Mashingaidze, A.B.; Bhebhe, E. 2012. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology* 14: 545-549.

Menezes, C.B.; Pinto, C.A.B.P.; Nurmberg, P.L.; Lambert, E.S. 2001. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 1: 145-157.

Mohammadi, R.; Haghparast, R.; Aghae, M.; Rostae, M.; Pourdad, S.S. 2007. Biplot analysis of multi-environment trials for identification of winter wheat megaenvironments in Iran. *World Journal of Agricultural Sciences* 3: 475-480.

Pereira, A. da S. (Org.). 2010. Produção de batata no Rio Grande do Sul. Sistema de produção, 19. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/sistema_19_000gw6cn90v02wx7ha0myh2lo67rpzo2.pdf. Consulta: Agosto 2016. (Sistemas de produção 19).

Pinto, C.A.B.P.; Teixeira, A.L.; Neder, D.G.; Araújo, R.R.; Soares, A.R.O.; Ribeiro, G.H.M.R.; Lepre, A.L. 2010. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* 28: 399-405.

Silva, G.O.; Souza, V.Q.; Pereira, A.S.; Carvalho, F.I.F.; Fritsche-Neto, R. 2006. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 6: 73-78.

Silva, G.O.; Castro, C.M.; Terres, L.R.; Rohr, A.; Suinaga, F.A.; Pereira, A.S. 2012. Desempenho agrônômico de clones elite de batata. *Horticultura Brasileira* 30: 557-560.

Silva, G.O.; Pereira, A.S.; Suinaga, F.A.; Pereira, A.S.; Carvalho, A.D.F. 2014. Rendimento de tubérculos de clones elite de batata. *Horticultura Brasileira* 32: 230-233.

Teixeira, A.L.; Silva, C.A.; Peixoto, L.S.; Lepre, A.L. 2010. Eficiência na emergência e produtividade dos diferentes tipos de batata-semente. *Scientia Agraria* 11: 215-220.