

## Desempenho genotípico de clones elite de batata



OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E  
PRODUÇÃO  
RESPONSÁVEIS





***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
254**

**Desempenho genotípico  
de clones elite de batata**

*Giovani Olegario da Silva  
Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho  
Arione da Silva Pereira  
Antonio César Bortoletto  
Nelson Pires Feldberg*

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente

*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica

*Flávia M. V. Clemente*

Secretária

*Clidineia Inez do Nascimento*

Membros

*Geovani Bernardo Amaro*

*Lucimeire Pilon*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Carlos Alberto Lopes*

*Marçal Henrique Amici Jorge*

*Alexandre Augusto de Morais*

*Giovani Olegário da Silva*

*Francisco Herbeth Costa dos Santos*

*Caroline Jácome Costa*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Francisco Vilela Resende*

*Italo Morais Rocha Guedes*

Normalização Bibliográfica

*Antonia Veras de Souza*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*André L. Garcia*

Foto da capa

*Giovani Olegário da Silva*

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Desempenho genotípico de clones elite de batata /Giovani Olegário da Silva... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022. 18 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 254).

1. *Solanum tuberosum*. 2. Rendimento. I. Silva, Giovani Olegário da. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 633.491

## Sumário

---

Resumo .....	7
Abstract .....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos .....	12
Resultados e Discussão .....	13
Conclusão.....	16
Referências .....	17



## Desempenho genotípico de clones elite de batata

*Giovani Olegario da Silva*<sup>1</sup>

*Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho*<sup>2</sup>

*Arione da Silva Pereira*<sup>3</sup>

*Antonio César Bortoletto*<sup>4</sup>

*Nelson Pires Feldberg*<sup>5</sup>

**Resumo** – O objetivo do trabalho foi verificar o desempenho de doze genótipos de batata quanto a caracteres de rendimento comercial de tubérculos, utilizando modelos mistos. Os experimentos foram conduzidos em Canoinhas-SC. Foram avaliados dois clones elite e duas cultivares comerciais nacionais desenvolvidas pela Embrapa, seis clones elite desenvolvidos pela Epagri, e duas cultivares importadas amplamente cultivadas no país, nos cultivos de primavera de 2012 e 2013. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições de duas linhas com 10 plantas cada. Todas as parcelas foram colhidas 110 dias após o plantio, e avaliadas para caracteres componentes do rendimento de tubérculos. Os dados foram submetidos às análises de componentes de deviance, e adaptabilidade e estabilidade, por meio da metodologia Reml/Blup. Os clones 316, F48-07-06 e 308 foram superiores aos demais genótipos para o conjunto de caracteres avaliados, aliando elevado potencial de rendimento comercial, estabilidade de produção e adaptabilidade à melhoria nas condições de ambiente.

**Termos para indexação:** *Solanum tuberosum* L., modelos mistos, Reml/Blup, rendimento comercial de tubérculos.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Canoinhas, SC

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Horticultura / Melhoramento de plantas, pesquisador da Embrapa, Pelotas, RS.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, analista da Embrapa, Canoinhas, SC.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Coordenador Técnico na Embrapa Clima Temperado, Canoinhas, SC.



## Genotypic performance of elite potato clones

**Abstract** – The aim of this work was to verify the performance of twelve potato genotypes in relation to yield components, using mixed models. The experiments were carried out in Canoinhas-SC, Brazil. Two advanced potato clones and two national cultivars developed by Embrapa, six advanced clones developed by Epagri, and two foreign commercial cultivars widely cultivated in the country were evaluated in the spring seasons of 2012 and 2013. A randomized complete block design with four replications of two single 10 plant plot was used. All plots were harvested 110 days after planting, and evaluated for yield components. The data were submitted to deviance analysis, and adaptability and stability, through the Reml/Blup methodology. The clones 316, F48-07-06 and 308 were better than the others for all the traits evaluated, combining high potential of commercial yield and stability and adaptability to improved environmental conditions.

**Index terms:** *Solanun tuberosum* L., Reml/Blup, mixed models, commercial tuber yield.



## Introdução

---

A maioria das cultivares de batata cultivadas no Brasil é de origem europeia e sofrem os efeitos adversos devido as temperaturas mais elevadas (Menezes et al., 2001) e o fotoperíodo mais curto, ocasionando redução do ciclo vegetativo e potencial produtivo (Kooman; Rabbinge, 1996), além de maior pressão de alguns patógenos e pragas (Pinto et al., 2010). Para contornar esta dificuldade, é utilizada uma elevada quantidade de insumos para a obtenção de uma produtividade razoável, reduzindo a viabilidade comercial e a sustentabilidade ambiental da cultura (Silva et al., 2018a).

A obtenção de cultivares nacionais adaptadas às condições de cultivo das regiões brasileiras e resistentes às principais doenças é a alternativa mais viável para aumentar a produtividade e a rentabilidade da cultura para o produtor (Gadum et al., 2003). Portanto, estudos que permitam o melhor conhecimento da expressão da potencialidade de clones candidatos a se tornarem novas cultivares, quanto ao rendimento comercial de tubérculos, são importantes.

No entanto, na presença de interação significativa de genótipos com ambientes (GxA), indica que os genótipos apresentaram diferentes respostas aos ambientes onde foram cultivados, sendo necessário considerar estes efeitos no momento da seleção. A presença da interação GxA interfere de forma intensa nos programas de melhoramento, pois em situação ideal as cultivares deveriam possuir adaptabilidade e terem estabilidade. O termo adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos responderem de forma positiva a melhoria no ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos desempenharem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente (Cruz; Regazzi, 2001). A adaptabilidade e estabilidade podem ser estimadas via modelos mistos com a metodologia Reml (Maximum Restricted Likelihood) / Blup (Best Linear Unbiased Prediction).

A análise Reml/Blup baseia-se nas estimativas de que, quanto menor for o desvio-padrão do comportamento genotípico através dos ambientes, e por ambientes pode-se considerar safras, anos ou locais, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos através dos ambientes. Assim, a

seleção simultânea para produtividade, estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada pelo método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG) preditos. Esse método permite selecionar simultaneamente pelos três atributos mencionados e apresenta, dentre outras, as seguintes vantagens: (a) considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto fornece estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica; (b) permite lidar com heterogeneidade de variância; (c) permite considerar erros correlacionados dentro de ambientes; (d) fornece valores genéticos já descontados (penalizados) da instabilidade; (e) pode ser aplicado com qualquer número de ambientes; (f) gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado; (g) permite computar o ganho genético com a seleção pelos três atributos simultaneamente (Resende, 2002a).

O objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho de doze genótipos de batata quanto a caracteres de rendimento comercial de tubérculos, utilizando modelos mistos.

## Material e Métodos

---

Os experimentos foram realizados no campo experimental da Embrapa em Canoinhas-SC (26°10' 38" S, 50°23'24" O, 839 m a.n.m.), nas primaveras de 2012 e 2013, com plantios em 27/08/2012 e 12/08/2013. Foram avaliados 12 genótipos de batata, sendo dois clones elite (F48-07-06 e F53-01-06) e duas cultivares (BRS Ana e BRS Clara) desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), seis clones (305, 308, 310, 315, 316 e 319) desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa e Extensão de Santa Catarina (Epagri) e duas cultivares (Ágata e Asterix) amplamente cultivadas no país.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela composta de duas linhas de quatro metros com 10 plantas cada. Foram utilizados tubérculos-semente do tipo II com quatro meses de armazenamento em câmara fria de 3,5 a 4,5 °C, plantados espaçados em 0,75 m entre linhas e 0,40 m dentro da linha. A adubação foi realizada utilizando a fórmula comercial 05-30-10 (NPK), na dosagem de 3 t ha<sup>-1</sup>. Os tratos culturais e fitossanitários seguiram as recomendações da

região (Pereira, 2010). Após a senescência, aos 110 dias após o plantio, foi realizada a colheita.

Foram avaliados os seguintes caracteres: número de tubérculos comerciais por parcela (NTC), diâmetro acima de 45 mm; massa de tubérculos comerciais (MTC), em kg por parcela; e, massa média de tubérculos (MMT) em g. Os dados de NTC foram extrapolados para número por hectare/1000 e de MTC para toneladas por hectare.

Foi realizada análise de deviance conjunta para a avaliação da interação genótipo x ambiente (ano), e da adaptabilidade e estabilidade, por meio da metodologia Reml/Blup (Henderson, 1975). Os efeitos de genótipos foram considerados aleatórios, pois o número de genótipos avaliados foi superior a 10 (Resende; Duarte, 2007).

Para a análise de componentes de deviance utilizou-se o modelo estatístico:  $Y = X_r + Z_g + W_i + e$ . Em que:  $Y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, e contempla todas as repetições de todos os ambientes,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $i$  é o vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios), sendo  $e$  o vetor de erros (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para avaliação genética pelos maiores valores da média harmônica dos valores genotípicos foi utilizado o método MHPRVG, conforme descrito por Resende (2002a).

Para a realização das análises foi utilizado o aplicativo computacional Selegen (Resende, 2002b).

## Resultados e Discussão

---

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos e de interação genótipo com ambiente para todos os caracteres. Os coeficientes de variação fenotípicos variaram de 9,16% para massa média de tubérculos (MMT) e 13,77% para massa de tubérculos comerciais (MTC) (Tabela 1). Estes valores são considerados baixos e indicam boa precisão experimental,

considerando que o rendimento de tubérculos de batata é um carácter quantitativo e normalmente sofre grande influência ambiental (Silva et al., 2018b).

**Tabela 1.** Valores da estatística do teste razão de verossimilhança (LRT) da análise de deviance conjunta e parâmetros genéticos, da avaliação de 12 genótipos de batata nas primaveras de 2012 e 2013.

Efeito	NTC	MTC	MMT
Genótipo <sup>1</sup>	17,17**	20,27**	40,38**
Genótipo x Ambiente <sup>1</sup>	61,48**	63,38**	78,38**
CV fenotípico	11,91	13,77	9,16
Média geral	98,96	17,41	102,20

<sup>1</sup>Valores de LRT; Significativo a \*\*P = 0,01 pelo teste  $\chi^2$  com 1 grau de liberdade. NTC: número de tubérculos comerciais por ha/1000, MTC: massa de tubérculos comerciais em t/ha, MMT: massa média de tubérculos em g.

Neste trabalho foi empregado a metodologia Reml/Blup, com o intuito de capitalizar os resultados da interação para selecionar genótipos produtivos e mais estáveis frente a variações ambientais de um ano para outro, também mais responsivos à melhoria nas condições ambientais (maior adaptabilidade). Segundo Bastos et al. (2007), os valores genéticos (g) por serem livres da interação e os valores da adaptabilidade e estabilidade dos valores genotípicos (MHPRVG) por serem penalizados pela instabilidade e capitalizados pela adaptabilidade, podem ser extrapolados para outras condições de ambiente, neste caso para outros anos.

Para o carácter NTC, os clones com maiores valores genéticos, livres da interação, foram 316 e F53-01-06, contribuindo com o aumento de 730 e 300 tubérculos comerciais por hectare na média geral, respectivamente. Já o clone 305 (-0,73) e a cultivar Ágata (-0,51) tiveram os piores desempenhos para este carácter, apresentando os menores valores genéticos (Tabela 2). Ao observar conjuntamente a estabilidade e a adaptabilidade dos valores genotípicos (MHPRVG) para este carácter, verifica-se que os genótipos 316, F48-07-06, Asterix e 319 apresentaram os maiores valores genotípicos médios capitalizados pela estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG\*MG). Neste sentido, estima-se que em condições semelhantes de cultivo teriam potencial de produzir acima de 100.000 tubérculos comerciais por hectare.

**Tabela 2.** Valores genéticos (g) e valores genotípicos médios capitalizando a estabilidade e a adaptabilidade (MHPRVG\*MG), da avaliação de 12 genótipos de batata para os caracteres número de tubérculos comerciais (NTC), massa de tubérculos comerciais (MTC) e massa média de tubérculos (MMT), nos cultivos de primavera de 2012 e 2013.

Genótipo	NTC		MTC		MMT	
	g	MHPRVG*MG	g	MHPRVG*MG	g	MHPRVG*MG
305	-0,73	60,34	-0,12	10,86	9,73	106,80
308	-0,02	99,09	0,17	20,66	14,10	132,56
310	0,10	94,28	-0,09	14,85	-3,55	93,28
315	0,04	99,09	-0,05	16,36	-2,85	95,79
316	0,73	130,79	0,39	24,22	7,17	118,42
319	0,20	107,48	0,05	17,92	3,22	109,50
F48-07-06	0,19	109,10	0,22	21,33	7,68	119,05
F53-01-06	0,30	95,89	0,11	18,29	4,46	112,47
BRS Ana	-0,27	83,79	-0,20	13,26	-4,29	92,54
BRS Clara	-0,19	83,49	-0,13	14,34	-5,77	88,93
Ágata	-0,51	75,73	-0,27	10,67	-14,44	68,70
Asterix	0,16	107,55	-0,09	15,68	-15,46	66,19

Para a massa de tubérculos comerciais, que é influenciada pelo número de tubérculos comerciais e também pela massa média dos mesmos, verifica-se que os clones 316, F48-07-06 e 308 apresentaram os melhores desempenhos, tanto para aos valores genéticos quanto para a estabilidade e resposta à melhoria das condições ambientais. Neste sentido, estima-se que em condições semelhantes de cultivo, tenham potencial de produzir acima de 20 toneladas de tubérculos comerciais por hectare. A cultivar Ágata apresentou os menores valores genéticos (-0,27) para este caráter, ou seja, contribuindo para a diminuição no valor médio do experimento (Tabela 2).

Em relação à massa média de tubérculos, que se correlaciona com o tamanho médio dos tubérculos produzidos, observam-se maiores valores genéticos e também maiores valores esperados com a capitalização da adaptabilidade e estabilidade (MHPRVG\*MG) para os clones 308, 305, F48-07-06, 316, F53-01-06 e 319, com potencial para produzir tubérculos com peso médio de mais de 100 g. No entanto, observa-se que nem sempre o genótipo com

maior valor genético apresentou o maior valor de MHPRVG\*MG, como no exemplo dos clones 305 e 316, onde apesar do primeiro apresentar maior valor/potencial genético do que o segundo, foi mais penalizado quando foi considerada a resposta à melhoria do ambiente e a estabilidade de produção de acordo com as condições ambientais dos diferentes anos de cultivo.

Desta forma, pode-se verificar que os clones 316, F48-07-06 e 308 foram superiores aos demais genótipos para o conjunto de caracteres avaliados nestes experimentos, aliando boa produtividade, estabilidade de produção e adaptabilidade à melhoria nas condições de ambiente. Devido à superioridade destes clones avançados em relação às cultivares avaliadas, inclusive Ágata e Asterix, que são cultivares plantadas em larga escala no País, verifica-se que estes têm potencial para serem avaliados em outras condições de ambiente visando o lançamento como futuras cultivares e/ou a utilização em cruzamentos.

São poucos os trabalhos na literatura que investigam a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de batata em relação a diferentes condições de ambiente, sejam estes locais, anos ou safras. Pinto et al. (2010) examinaram o potencial produtivo e a estabilidade de produção das cultivares Ágata e Asterix em seis ambientes (locais e anos) e verificaram desempenho inferior destas cultivares em relação a vários clones testados. Da mesma forma, Pereira e Costa (1998) avaliaram 10 genótipos de batata em 34 ambientes (locais, anos e safras), Peixoto et al. (2002) avaliaram 14 genótipos em oito ambientes (locais e anos), Souza et al. (2007) avaliaram 10 genótipos de batata em 34 ambientes (locais, anos e safras), Silva et al. (2018a) avaliaram 11 genótipos de batata e Silva et al. (2018b) avaliaram 10 genótipos. Em todos estes estudos foram verificadas grandes diferenças quanto à adaptabilidade e estabilidade dos materiais avaliados, evidenciando a importância da exploração da interação genótipo x ambiente em batata.

## Conclusões

---

Os clones 316, F48-07-06 e 308 foram superiores aos demais genótipos para o conjunto de caracteres avaliados, aliando boa produtividade comercial, estabilidade de produção e adaptabilidade à melhoria nas condições de ambiente.

## Referências

---

- BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V. de; PETERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I. da; DONDA, L. R.; FORTUNATO, A. A.; COSTA, P. M. de A.; FIGUEIREDO, I. C. R. de. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 195-203, 2007.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390p.
- GADUM, J.; PINTO, C. A. B. P.; RIOS, M. C. D. Desempenho agrônômico e reação de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.) ao PVY. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1484-1492, 2003.
- HENDERSON, C. R. Best linear estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, v. 31, p. 423-447, 1975.
- KOOMAN, P. L.; RABBINGE, R. An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. **Annals of Botany**, v. 77, p. 235-242, 1996.
- MENEZES, C. B.; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, p. 145-157, 2001.
- PEIXOTO, N.; FILGUEIRA, F. A. R.; MELO, P. E.; BUSO, J. A.; MONTEIRO, J. D.; BRAZ, L. T.; PURQUERIO, L. F. V.; HAMASAKI, R. I. Seleção de clones de batata para microclimas de altitude no Planalto Central. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 438-441, 2002.
- PEREIRA, A. S.; COSTA, D. M. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 405-409, 1998.
- PEREIRA, A. da S. (Org.). **Produção de batata no Rio Grande do Sul**. Sistema de Produção, 19. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 95p.
- 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. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 399-405, 2010.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. 975p.
- RESENDE, M. D. V. **Software Selegen-REML/BLUP**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2002b. 67p.
- RESENDE, M. D. V. DE; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 182-194, 2007.
- SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; AZEVEDO, F. Q.; CARVALHO, A. D. Genotypic selection of advanced potato clones by REML/BLUP. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p. 265-270, 2018a.
- SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; CARVALHO, A. D.; AZEVEDO, F. Q. Seleção genotípica de clones de batata para rendimento de tubérculos, aspecto vegetativo e qualidade de fritura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, p. e5534, 2018b.
- SOUZA, V. Q.; PEREIRA, A. da S.; SILVA, G. O. da; FRITSCH NETO, R.; OLIVEIRA, A. C. de. Consistency of two stability analysis methods in potatoes. **Ciência Rural**, v. 37, p. 656-661, 2007.

