

## Rendimento de tubérculos de três cultivares de batata sob condições de estiagem

Giovani O da Silva<sup>1</sup>; Gilberto Stoker<sup>2</sup>; Rubens Ponijaleki<sup>2</sup>; Arione da S Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Hortaliças/SPM, C. Postal 317, 89460-000 Canoinhas-SC; giovani.olegario@embrapa.br (autor correspondente). <sup>2</sup>Embrapa Produtos e Mercado/SPM, C. Postal 317, 89460-000 Canoinhas-SC; gilberto.stoker@gmail.com; rubens.ponijaleki@embrapa.br; <sup>3</sup>Embrapa Clima Temperado, C. Postal 403, 96001-970 Pelotas-RS; arione.pereira@embrapa.br

### RESUMO

Verificou-se o desempenho das cultivares de batata BRS Ana, BRS Clara e Agata, cultivadas sob condições de estresse hídrico naturalmente induzido, em relação ao rendimento de tubérculos. O experimento foi realizado na safra 2011/2012, na localidade de Anta Gorda, Canoinhas-SC. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito repetições e parcelas de três linhas de 10 plantas cada. Cento e doze dias após o plantio foi realizada a colheita e os tubérculos de cada parcela avaliados para caracteres de rendimento de tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância e agrupamento de médias. Verificou-se que a cultivar de batata BRS Ana apresentou maior rendimento de tubérculos do que BRS Clara e Agata, porém foi favorecida pelas chuvas. 'BRS Clara' e 'Agata', que se mostraram mais afetadas pela estiagem, produziram o mesmo número e massa de tubérculos comerciais, porém 'BRS Clara' produziu tubérculos com maior massa média, sugerindo a possibilidade de esta ser mais tolerante à seca.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum*, tolerância à seca, BRS Clara, BRS Ana, Agata.

### ABSTRACT

#### Tuber yield of tree potato cultivars under drought conditions

The performance of the potato cultivars BRS Ana, BRS Clara, and Agata was verified, grown under naturally-induced water stress, in relation to tuber yield. The experiment was carried out in the 2011/2012 season, in the Anta Gorda locality, Canoinhas, Santa Catarina state, Brazil. The experimental design was randomized complete blocks with eight replications, and plots with three rows of 10 plants in each row. One hundred twelve days after planting, the plants of each plot were harvested and evaluated for tuber yield traits. The data were analyzed by variance analysis and grouping of means. The potato cultivar BRS Ana had higher yield of tubers than 'BRS Clara' and 'Agata', but was favored by the rains. 'BRS Clara' and 'Agata', which were most affected by the drought, produced the same number and mass of marketable tubers, though 'BRS Clara' produced tubers with a higher average mass, suggesting a higher tolerance to drought.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, drought tolerance, BRS Clara, BRS Ana, Agata.

(Recebido para publicação em 24 de outubro de 2012; aceito em 10 de abril de 2013)  
(Received on October 24, 2012; accepted on April 10, 2013)

A batata (*Solanum tuberosum*) é considerada, em termos mundiais, a terceira fonte alimentar da humanidade, sendo suplantada pelo arroz e trigo, já que o milho ultimamente passou a ser utilizado para a produção de etanol. Originária da região dos altiplanos andinos da América do Sul, a batata já era cultivada e consumida pelos Incas há mais de 7.000 anos. Somente em meados do século XVI a batata foi introduzida na Europa, onde se popularizou, difundindo-se daí para os outros continentes (Love *et al.*, 2003). Cultivada em mais de 125 países, em 2009, a produção mundial de batata foi 323,1 milhões de toneladas, com área colhida de 18,3 milhões de hectares e produtividade média de 17,6 t ha<sup>-1</sup>, enquanto no Brasil foram produzidos 3,4 milhões de toneladas em uma área colhida de 141 mil hectares, alcançando a produtividade média de

24,2 t ha<sup>-1</sup> (Agrianual, 2012).

Dentre as espécies vegetais cultivadas pelo homem, a batata é uma das mais sensíveis ao estresse hídrico (Singh, 1969), sendo os efeitos adversos máximos durante o período de estolonização e formação dos tubérculos (Ekanayake, 1994). De maneira geral, essa cultura consome de 300 a 800 mm de água durante todo o ciclo, dependendo principalmente, das condições meteorológicas predominantes. No Brasil, Encarnação (1987) mediu a evapotranspiração da cultivar IAC 5977 e verificou que o consumo total de água no ciclo foi de 271,3 mm com consumo médio diário de 1,7 mm na fase de brotação, 2,3 mm na fase vegetativa, 3,1 mm na fase de floração e formação de tubérculos, 3,4 mm na fase de desenvolvimento dos tubérculos I, 3,7 mm na fase de desenvolvimento de tubérculos II e 1,4 mm na

fase de maturação. Pereira (1991) obteve uma demanda de 282,3 mm para todo o ciclo da cultura, com um consumo médio diário de 1,66 mm na brotação, 1,88 mm na fase vegetativa, 3,38 mm na fase de desenvolvimento dos tubérculos e 2,24 mm na maturação.

Segundo Jones (1992), os mecanismos de tolerância à seca desenvolvidos pelas plantas se classificam em escape do déficit hídrico e tolerância ao déficit hídrico. No primeiro, a planta produz fora do período crítico, conserva sua água com redução de crescimento, redução de perda d'água e redução de captação de radiação, ou aumento da captação de água com ampliação do sistema radicular. O mecanismo de tolerância ao déficit hídrico é baseado na regulagem dos componentes celulares ou criação de solutos de proteção, incremento na eficiência do uso da

água e no índice de colheita. Portanto, características das plantas relacionadas a estas modificações podem servir de indicadores das suas condições hídricas.

No caso da batata, o déficit hídrico pode ocasionar modificações morfológicas que influem na eficiência fotossintética e conseqüentemente no rendimento de tubérculos, induz o desenvolvimento de tubérculos com formato de pera, por diferença de crescimento, ou, ainda, com coração oco (Vayda, 1994). Embora a base genética da tolerância à seca em batata ainda não seja clara, características como altura de planta, área foliar ou densidade de estômatos têm sido utilizadas pelos melhoristas em testes de resistência à seca (Jones, 1992). Medidas das taxas de fotossíntese e respiração, bem como abertura estomática ou atividades enzimáticas, também podem ser utilizadas como critérios (Liu *et al.*, 2005). A arquitetura da planta pode ser outra maneira de classificar quanto à sua resposta à disponibilidade de água no solo. Plantas com maiores valores de relação caule/folha apresentam produções maiores de matéria seca de tubérculos quando expostos à condição adversa de umidade do solo (Schittenhelm *et al.*, 2005).

A maior parte das cultivares de batata, utilizadas atualmente no Brasil foi desenvolvida na Europa. Entretanto, a produtividade nas condições brasileiras de clima e solo são inferiores em comparação com os países de origem (Resende *et al.*, 1999), devido a estas cultivares terem sido selecionadas sob condições de fotoperíodo longo e baixa pressão de fatores bióticos que afetam a cultura no Brasil. Estas cultivares, quando plantadas em condições subtropicais e tropicais, apresentam período vegetativo menor (Rodrigues, 2006) e, por conseguinte, têm menor produção de fotossintetizados. Para conseguir maior rendimento é necessária a utilização de grande quantidade de insumos o que pode ocasionar menor sustentabilidade da cultura. Desta forma, a obtenção de cultivares nacionais adaptadas às condições de cultivo nas diversas regiões produtoras brasileiras com resistência às principais doenças é a alternativa mais viável para tornar a cultura mais produtiva e rentável ao agricultor (Gadum

*et al.*, 2003).

A cultivar de batata BRS Clara foi lançada no final de 2010 pela Embrapa; possui ciclo vegetativo médio e destaca-se principalmente pela tolerância à requeima (*Phytophthora infestans*) e pelo grande rendimento de tubérculos graúdos. No entanto pode perder em qualidade da película se não for colhida no momento correto e comercializada logo após a colheita (Pereira, 2010). A cultivar Agata, de origem europeia e película amarela é a mais cultivada no Brasil; destaca-se pelo elevado rendimento, precocidade e boa aparência de tubérculos (Pinto *et al.*, 2010; Fernandes *et al.*, 2011). A cultivar BRS Ana foi lançada em 2007 pela Embrapa; possui película vermelha, polpa branca, ciclo vegetativo tardio, moderada tolerância à seca, com aptidão para comercialização *in natura*, devido à boa aparência de tubérculos, e para fritas à francesa, devido ao formato oval-alongado dos tubérculos e médio teor de matéria seca. Caracteriza-se ainda por apresentar plantas com crescimento ereto e porte alto, grande rendimento de tubérculos, boa resistência a defeitos fisiológicos, além de tolerância à pinta preta (*Alternaria solani*), moderada tolerância à *Phytophthora infestans* e baixa degenerescência por vírus (Pereira *et al.*, 2008).

A resposta diferencial de cultivares de batata ao estresse hídrico indica que há variabilidade genética para a tolerância à seca no germoplasma de batata (Levy, 1983). Entretanto, diante da complexidade de fenotipagem para a resposta à seca, ainda são limitados os estudos abordando a tolerância ao estresse hídrico em batata (Rohr *et al.*, 2011).

O objetivo com o presente trabalho foi verificar o rendimento de tubérculos das cultivares de batata BRS Ana, BRS Clara e Agata, cultivadas sob estresse hídrico naturalmente induzido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2011/2012 na localidade de Anta Gorda, Canoinhas-SC (26°10'38"S, 50°23'24"O, 839 m altitude), sendo avaliadas três cultivares de batata: BRS

Ana, BRS Clara e Agata.

O delineamento experimental foi blocos casualizados com oito repetições e parcelas com quatro linhas de 10 plantas cada. Para as três cultivares foram utilizadas sementes do tipo II, com quatro meses de armazenamento em câmara fria. Os tubérculos foram plantados em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,4 m dentro da linha, em 5 de outubro de 2011. Como fertilizantes foram utilizados 3,5 t ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 4-30-10 aplicados no sulco de plantio. Os tratos culturais e fitossanitários seguiram as recomendações da região (Pereira & Daniels, 2003).

Aos 112 dias após o plantio foi realizada a colheita e os tubérculos de cada parcela avaliados para os seguintes caracteres: número de tubérculos comerciais por parcela (diâmetro transversal acima de 45 mm), número de tubérculos não comerciais por parcela, número total de tubérculos por parcela, massa de tubérculos comerciais (kg parcela<sup>-1</sup>), massa de tubérculos não comerciais (kg parcela<sup>-1</sup>), massa total de tubérculos (kg parcela<sup>-1</sup>), massa média de tubérculos (g parcela<sup>-1</sup>), obtida pela divisão da massa total e o número total de tubérculos.

Os dados foram verificados quanto à distribuição normal dos resíduos por meio do teste de Lilliefors e submetidos à análise de variância e agrupamento de médias por Skott & Knott a 5% de probabilidade (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares diferiram estatisticamente para todos os caracteres avaliados. Os coeficientes de variação, que são indicativos da precisão experimental, foram no máximo 22,70% para massa de tubérculos comerciais (dados não mostrados). Estes valores são semelhantes aos relatados em outros estudos (Silva *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2007; Bisognin *et al.*, 2008), para os caracteres de rendimento de tubérculos de batata. Considerando que o rendimento de tubérculos é um caráter quantitativo e de grande influência ambiental (Silva *et al.*, 2006), os coeficientes de variação estão dentro dos valores esperados.

A distribuição dos períodos sem chuva, isto é, períodos de estiagem (Tabela

**Tabela 1.** Dados pluviométricos do período compreendido entre data de plantio e de colheita (05/10/11 a 25/01/13) do experimento (rainfall data for the period between the planting and harvesting dates). Canoinhas, Embrapa Hortaliças/SPM, 2011/12.

Dias após o plantio	Data	Volume de chuva (mm)	Volume de chuva acumulado (mm)
3	08/10/11	8	8
4	09/10/11	21	29
5	10/10/11	25	54
8	13/10/11	80	134
20	25/10/11	17	151
24	29/10/11	51	202
39	13/11/11	15	217
40	14/11/11	29	246
41	15/11/11	20	266
47	21/11/11	7	273
56	30/11/11	9	282
65	09/12/11	15	297
84	28/12/11	5	302
86	30/12/11	12	314
87	31/12/11	15	329
88	01/01/12	10	339
92	05/01/12	15	354
100	13/01/12	60	414
101	14/01/12	65	479
104	17/01/12	5	484
109	22/01/12	35	519

1), que induziram estresses hídricos durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, afetou diferentemente as cultivares. Para a cultivar BRS Ana, que é considerada tardia, com ciclo vegetativo próximo a 110 dias na região sul do Brasil (Pereira *et al.*, 2008), verifica-se que até metade de seu ciclo vegetativo a quantidade de chuva registrada foi de 273 mm, e pode ser considerada adequada para a cultura (Encarnação, 1987; Pereira, 1991). Observa-se ainda que

apesar da ocorrência de estiagem entre os 42 e os 85 dias após o plantio, com precipitação pluviométrica de apenas 36 mm, a cultivar BRS Ana foi beneficiada por chuvas no final do ciclo vegetativo, no volume de 217 mm, que ocorreu após o período de estiagem. Na fase final do ciclo vegetativo há maior demanda por água devido ao crescimento dos tubérculos (Ekanayake, 1994). Além disso, genótipos tardios tendem a ser mais produtivos do que os precoces, prova-

velmente devido ao maior tempo para realização de fotossíntese (Silva & Pinto, 2005; Rodrigues *et al.*; 2009; Silva *et al.*, 2009). Também, períodos curtos de estiagem, em geral, reduzem menos a produção de tubérculos de genótipos tardios do que de genótipos precoces. Genótipos tardios apresentam um superávit de área foliar para interceptação da luz, tendo um impacto mais baixo da redução da área foliar causado pela seca. Seca mais tardia afeta menos os genótipos precoces através do mecanismo de escape (Spitters & Schapendonk, 1990).

Para as cultivares BRS Clara e Agata, que possuem ciclo mais precoce que a cultivar BRS Ana, entre 90 a 100 dias na região sul do Brasil (Pereira, 2010), houve na primeira metade do ciclo uma precipitação pluviométrica de 266 mm, enquanto na segunda metade do ciclo foi de apenas 88 mm, sendo a metade na última semana de seu ciclo vegetativo.

O número e a massa de tubérculos não comerciais foram maiores do que as de tubérculos comerciais, confirmando que as condições ambientais não favoreceram, em geral, o desenvolvimento adequado das plantas de batata (Tabela 2).

Comparando-se as médias de número de tubérculos comerciais, massa de tubérculos comerciais, massa média de tubérculos, número de tubérculos não comerciais, massa de tubérculos não comerciais, número total de tubérculos e massa total de tubérculos (Tabela 2), pode-se verificar que a cultivar de batata BRS Ana apresentou o maior número e a maior massa de tubérculos comerciais, além de ter produzido tubérculos com maior massa média. No entanto,

**Tabela 2.** Médias de caracteres de rendimento de tubérculo para as cultivares de batata Agata, BRS Ana e BRS Clara (means of tuber yield traits for the potato cultivars Agata, BRS Ana and BRS Clara). Canoinhas, Embrapa Hortaliças/SPM, 2011/12.

Cultivar	NTC <sup>1</sup>	MTC	MMT	NTNC	MTNC	NTT	MTT
BRS Ana	120,75 a <sup>2</sup>	28,36 a	135,12 a	214,22 c	16,91 b	334,97 c	45,27 a
Agata	13,03 b	2,52 b	47,84 c	544,50 a	24,29 a	557,53 a	26,81 b
BRS Clara	19,01 b	4,46 b	66,05 b	409,24 b	23,84 a	428,25 b	28,30 b

<sup>1</sup>NTC= número de tubérculos comerciais; MTC= massa de tubérculos comerciais; MMT= massa média de tubérculos; NTNC= número de tubérculos não comerciais; MTNC= massa de tubérculos não comerciais; NTT= número total de tubérculos; MTT= massa total de tubérculos. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste Skott & Knott a 5% de probabilidade (<sup>1</sup>NTC= number of marketable tubers; MTC= mass of marketable tubers; MMT= mean tuber mass; NTNC= number of non-marketable tubers; MTNC= mass of non-marketable tubers; NTT= total number of tubers; MTT= total mass of tubers. <sup>2</sup>Means followed by different letters in the column differ by the Skott & Knott test at 5% of probability).

como verificado anteriormente, BRS Ana foi favorecida pela precipitação pluviométrica. Apesar de também ter passado pelo período mais crítico de déficit hídrico, esta cultivar confirmou a tolerância à seca, conferida por seu sistema radicular bastante desenvolvido (Pereira *et al.*, 2008).

‘BRS Clara’ e ‘Agata’ não diferiram entre si quanto a número e massa de tubérculos comerciais, massa de tubérculos não comerciais e massa total de tubérculos.

Em relação aos tubérculos não comerciais, menores do que 45 mm de diâmetro, caracterizando tubérculos pequenos, verifica-se que a cultivar BRS Ana apresentou os menores valores, indicando que os tubérculos desta cultivar cresceram mais do que os tubérculos das outras cultivares. Considerando a massa de todos os tubérculos produzidos, verifica-se que ‘BRS Ana’ apresentou maior rendimento, apesar de ter apresentado número total de tubérculos menor do que as outras duas cultivares.

Agata apresentou o maior número total de tubérculos, indicando um alto potencial produtivo desta cultivar caso os tubérculos produzidos tivessem um desenvolvimento maior. Isso pode ser explicado também pela relação entre o número e o tamanho de tubérculos por planta. Sabe-se que plantas que produzem elevado número de tubérculos apresentam, geralmente, tubérculos menores (Silva *et al.*, 2006).

Os resultados deste trabalho mostram maior rendimento da cultivar BRS Ana do que as cultivares BRS Clara e Agata, porém foi favorecida pelas chuvas. ‘BRS Clara’ e ‘Agata’, que se mostraram mais afetadas pela estiação, produziram o mesmo número e massa de tubérculos comerciais, porém ‘BRS Clara’ produziu tubérculos com maior massa média, sugerindo a possibilidade de esta ser mais tolerante à seca.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. 2012. *Anuário da Agricultura Brasileira*. FNP Consultoria e Agroinformativos, p. 189-196.
- BISOGNIN DA; MÜLLER DR; STRECK NA; ANDRIOLO JL; SAUSEN D. 2008. Desenvolvimento e rendimento de clones de batata na primavera e no outono. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 699-705.
- COSTA LC; BISOGNIN DA; ANDRIOLO JL; RITTER CEL; BANDINELLI MG. 2007. Identificação de clones de batata com potencial para mesa e adaptados para os cultivos de outono e primavera do Rio Grande do Sul. *Ciência e Natura* 29: 93-104.
- CRUZ CD. 2006. *Programa Genes: biometria*: Viçosa, UFV. 382p.
- EKANAYAKE IJ. 1994. *Estudios sobre el estres por sequía y necesidades de riego de la papa*. Lima: Centro Internacional de la Papa. 38p.
- ENCARNAÇÃO CRF. 1987. *Exigências hídricas e coeficientes culturais da batata (Solanum tuberosum L.)*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 62p. (Tese doutorado).
- FERNANDES AM; SORATTO RP; EVANGELISTA RM; SILVA BL; SOUZA-SCHLICK GD. 2011. Produtividade e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de inverno. *Revista Ciência Agrônoma* 42: 502-508.
- GADUM J; PINTO CABP; RIOS MCD. 2003. Desempenho agrônomico e reação de clones de batata (*Solanum tuberosum L.*) ao PVY. *Ciência e Agrotecnologia* 27: 1484-1492.
- JONES HG. 1992. Drought and drought tolerance. In: JONES HJ. *Plants and microclimate*. 2ª Edição. Cambridge: Cambridge University Press, p. 264-295.
- LEVY D. 1983. Varietal differences in the response of potatoes to repeated short periods of water stress in hot climates. 2. Tuber yield and dry matter accumulation and other properties. *Potato Research* 26: 315-321.
- LIU F; JENSEN CR; SHAHABZARUM A; ANDERSEN SEJ. 2005. ABA Regulated stomatal control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum L.*) during progressive soil drying. *Plant Science* 168: 831-836.
- LOVE SL; STARK JC; GUENTHNER F. 2003. The origin of potato production systems. In: STARK JC; LOVE SL. *Potato production system*. Moscow: University of Idaho, p. 1-8.
- PEREIRA AB. 1991. *Demanda climática ideal de água e produtividade da cultura de batata (Solanum tuberosum L. Cv. Itaráre)*. Botucatu: UNESP-FCA (Dissertação mestrado).
- PEREIRA AS; SILVA ACF; CASTRO CM; MEDEIROS CAB; HIRANO E; NAZARENO NRX; BERTONCINI O; MELO PE; SOUZA ZS. 2008. *Catálogo de cultivares de batata*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Documentos 247. 39p.
- PEREIRA AS. 2010. *BRS Clara, cultivar de batata para mercado fresco, com resistência à requeima*. Folder. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2p.
- PEREIRA AS; DANIELS J. 2003. *O Cultivo da batata na região sul do Brasil*, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 567p.
- PINTO CABP; TEIXEIRA AL; NEDER DG; ARAÚJO RR; SOARES ARO; RIBEIRO GHMR; LEPRE AL. 2010. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* 28: 399-405.
- RESENDE LMA; MASCARENHAS MHT; PAIVA BM. 1999. Aspectos econômicos da produção e comercialização da batata. *Informe Agropecuário* 20: 9-19.
- RODRIGUES GB. 2006. *Seleção divergente para duração do ciclo vegetativo em batata*. Lavras: UFLA, 55p. (Dissertação mestrado).
- RODRIGUES GB; PINTO CAB; BENITES FRG; MELO DS. 2009. Seleção para duração do ciclo vegetativo em batata e relação com a produtividade de tubérculos. *Horticultura Brasileira* 27: 280-285.
- ROHR A; PEREIRA AS; REISSER JUNIOR C; CASTRO CM. 2011. Resposta de genótipos de batata ao estresse de seca quanto ao início do período de tuberização e à produção de tubérculos. In: XIII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL. *Anais...* Pelotas: UFPEL. 1: p. 1-4.
- SCITTENHELM S; SOURELL H; LÖPMEIER FJ. 2005. Drought resistance of potato cultivar with contrasting canopy architecture. *European Journal of Agronomy*: 10p.
- SILVA GO; SOUZA VQ; PEREIRA AS; CARVALHO FIF; FRITSCHÉ-NETO R. 2006. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 6: 73-78.
- SILVA LAS; PINTO CABP. 2005. Duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 5: 20-28.
- SILVA FL; PINTO CABP; ALVESD; BENITES FRG; ANDRADE CM; RODRIGUES GB; LEPRE AL; BHERING LP. 2009. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. *Bragantia* 68: 295-302.
- SINGH G. 1969. A review of the soil-moisture relationship in potatoes. *American Potato Journal* 46: 398-403.
- SPITTERS CJT; SCHAPENDONK AHCM. 1990. Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. *Plant and Soil* 123: 193-203.
- VAYDA ME. 1994. Environmental stress and its impact on potato yield. In: BRADSHAW JE; MACKAY GR (eds). *Potato genetics* 239-261.