

# Caracterização da qualidade físico-química de batata cv. Orchestra sob diferentes fertilizações, massas de tubérculos sementes e períodos de armazenamento

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi de caracterizar a qualidade físico-química de batata cv. Orchestra sob diferentes fertilizações, massas de tubérculos sementes e períodos de armazenamento. Os tubérculos foram produzidos em condição experimental de campo, em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram aleatorizadas 3 fertilizações. Nas subparcelas foram avaliados dois tamanhos de tubérculos sementes, e nas subsubparcelas foram avaliados quatro períodos de armazenamento, sob dois regimes hídricos distintos, 50% e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc). Após as colheitas, realizaram-se avaliações da qualidade físico-química dos tubérculos para os períodos de armazenamento 1, 4, 7 e 10 dias após exposição dos tubérculos em temperatura ambiente. Tubérculos submetidos a regime hídrico 50% ETc apresentaram valores iniciais de pH entre 5,03 a 5,59 e para regime hídrico 100% ETc o pH dos tubérculos se mantiveram entre 4,23 a 5,66. A imposição dos tratamentos, fertirrigações, massas de tubérculos sementes e período de armazenamento para cada regime hídrico tiveram influência direta no aumento dos teores de sólidos solúveis. O teor de matéria seca para batata sob regime hídrico 50% ETc variou de 16,1% a 20,7% e para o regime hídrico 100% ETc de 14,9% a 18,4%. Observou-se decréscimo da firmeza de tubérculos, independente das fertilizações, massas de tubérculos sementes e regimes hídricos com o período de armazenamento à temperatura ambiente de  $20,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Infere-se que o regime hídrico 100% ETc confere melhor qualidade físico-química para batata cv. Orchestra, para as características pH, brix e firmeza, ao 10º dia em prateleira sob temperatura ambiente. Fertilização seguindo a marcha de absorção da cultura proporciona menor vida de prateleira de tubérculos, e em alguns casos como nas características  $^{\circ}\text{Brix}$ , matéria seca e firmeza os tratamentos fertirrigação seguindo a marcha de absorção e fertirrigação parcelada em 3 vezes apresentaram o mesmo comportamento. Tubérculos sementes com massa inferior e superior a 50 g garante maior rápida taxa de deterioração da batata cv. Orchestra quando submetida a regime hídrico de 100%ETc.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum tuberosum*; qualidade físico-química; pós-colheita.

**Jonathan Santos Viana**

[jonathan.viana@unesp.br](mailto:jonathan.viana@unesp.br)

<http://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

**Luiz Fabiano Palaretti**

[luiz.f.palaretti@unesp.br](mailto:luiz.f.palaretti@unesp.br)

<http://orcid.org/0000-0001-5107-6038>

Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

**Rogério Teixeira de Faria**

[rogerio.faria@unesp.br](mailto:rogerio.faria@unesp.br)

<http://orcid.org/0000-0002-1696-7940>

Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

## INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum*) é uma planta da família *Solanaceae* (ITIS, 2016), originária da Cordilheira dos Andes, nas proximidades do lago Titicaca, que está localizado próximo à fronteira entre Peru e Bolívia. É o alimento que está presente na dieta de populações nativas da região há mais de 6000 anos (LEÓN, 2007).

Observa-se um aumento constante na produção de batatas em países em desenvolvimento, com grande potencial para futuros aumentos na produção e consumo, além de contribuir para melhorar a segurança alimentar (ABBA, 2020).

No Brasil, esse tubérculo é cultivado em três safras perfazendo um total de 100.000 ha com produção de 3,6 a 3,8 milhões de toneladas anuais e rendimento médio de 30,80 t ha<sup>-1</sup> para batata no período de seca e 32,25 t ha<sup>-1</sup> no período das águas, o que confere ao país a 20ª posição no ranking mundial com 1% da produção mundial (CAMARGO et al., 2021). Um dos fatores que transformou a batata no tubérculo mais apreciado, reverenciado e consumido no mundo foi a facilidade de preparo (LOVATTO et al., 2012).

A batata cv. Orchestra apresenta bons rendimentos em condições normais de temperatura, umidade relativa do ar, irrigação ou boa distribuição de chuvas; com boa qualidade de sementes e manejo adequado se chega facilmente à colheita de 35.000 até 45.000 kg ha<sup>-1</sup> de batata graúda. O principal objetivo para consumo humano é na forma de cozimento por possuir baixo teor de matéria seca (16,2%) (ABBA, 2016).

Na problemática da segurança alimentar, essa cultura é uma hortaliça com alta capacidade de produzir carboidratos, constituindo-se fonte importante de fósforo, proteínas, vitaminas do grupo B, minerais e se destaca como fonte de vitamina C, sustentando a prerrogativa de quantidade e qualidade nutricional alimentar (FERNANDES et al., 2015).

O período de armazenamento do produto pode ser determinado pelo tempo requerido para que a intenção de compra atinja determinada aceitabilidade. Produtos com elevados teores de água tendem a ter menor vida de prateleira por seu processo de deterioração, ocasionado principalmente por atividade enzimática (ARES et al., 2008). Além do mais, o tempo de armazenamento determina outras características como a textura, crescimento microbiológico, sabor e cor, entre outras. No caso da batateira o conteúdo de água nos tubérculos é alto e exige, portanto, manejo diferenciado para evitar alterações nas características citadas.

Outro fator que pode interferir diretamente no período de armazenamento das culturas de modo geral são as fertilizações e massas de tubérculos sementes utilizadas no plantio. O excesso de fertilização pode ocasionar o desenvolvimento anormal da planta, seja devido à toxidez, salinidade, inibição da absorção de determinado nutriente pela presença excessiva de outro nutriente, ou mesmo crescimento excessivo das hastes (PAULETTI; MENARIM, 2004). Neste sentido, a utilização indiscriminada de fertilizações ainda é muito presente nos cultivos de batata no Brasil, refletindo nos custos de produção e na qualidade do produto.

O nitrogênio está entre os nutrientes que limitam a produção das plantas. Sua manutenção em níveis adequados promove o vigor, qualidade visual, otimiza a fotossíntese e favorece a utilização da umidade do solo de forma mais significativa durante a formação da cultura (BOMFIM-SILVA et al., 2015). Em geral, as hortaliças são exigentes em nitrogênio, sendo um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas,

depois do potássio, o que proporciona maior resposta na produção. Pauletti e Menarim (2004) constataram que em adubações excessivas de potássio, ocorre maior absorção e acúmulo desse nutriente pela planta, reduzindo o potencial osmótico e aumentando a absorção de água, o que causa diluição do amido devido ao aumento da umidade dos tubérculos.

O tamanho do tubérculo semente utilizado tem grande relevância no plantio, por permitir a determinação da densidade de tubérculos por hectare. Alves, Ferreira e Nick (2017) observaram que, quanto maior o tamanho do tubérculo-semente e o número (57,12 brotos tubérculo<sup>-1</sup>) de brotos produzidos, maior será o número de hastes, que favorecerá em maiores acúmulos de nutrientes nos tubérculos.

Além das fertilizações e massas de tubérculos sementes na produção de batata, é notório observar que após colhidas, todas as plantas estão sujeitas às alterações de qualidade promovidas pelo meio, seja, temperatura ou umidade e características inerentes à cultura, como processo de brotação e aparecimento de doenças. Por isso, é importante compreender o comportamento das características físico-químicas em função de fertilizações, manejo de água na irrigação e do tempo de armazenamento, de forma a criar alternativas para adequado manejo e planejamentos desses processos, bem como para evitar prejuízos econômicos devido à perda de qualidade dos tubérculos (SUCHORONCZEK et al., 2016).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar as mudanças físico-químicas na batata cv. Orchestra in natura em relação à fertilização e à massa de tubérculos sementes utilizadas no plantio, em dois regimes hídricos distintos, após diferentes períodos de armazenamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### DESCRIÇÃO DO LOCAL E CLIMA DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21 ° 15'22" S, 48 ° 18'58" W, 595 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical, com precipitação anual de 1.424 mm, concentrada no verão, e temperatura média anual de 21,7 °C, com verão quente e inverno ameno (MAGALHÃES et al., 2021).

### MANEJO DA CULTURA E DESENHO EXPERIMENTAL EM CAMPO

Os tubérculos de batata cv. Orchestra foram produzidos em condição experimental de campo em parcelas de 2,25 m x 5,40 m no delineamento de blocos ao acaso e parcelas subdivididas, com 6 repetições. Nas parcelas foram aleatorizadas 3 fertilizações, enquanto nas subparcelas foram avaliados dois tamanhos de tubérculos sementes e para as subsubparcelas foram avaliados quatro tempos de armazenamento. Os tratamentos foram constituídos de:

Os 3 tipos de fertilizações utilizados foram: F1 – adubação convencional, F2 – fertirrigação de acordo com a marcha de absorção da cultura, F3 – fertirrigação parcelada em três vezes;

Foram utilizados 2 níveis de massas de tubérculos sementes: TS1 < 50 g (valor médio: 40,52 g) e TS2 > 50 g (valor médio: 120,26 g);

Já para o tempo de armazenamento e análise foram utilizados os seguintes tempos: Dias após colheita (DAC) – DAC: 1º dia, DAC: 4º dia, DAC: 7º dia e DAC: 10º dia.

Aplicou-se em duas áreas os seguintes regimes hídricos distintos: RH1 – 50% e RH2 – 100% da evapotranspiração de cultura (ETc).

De acordo com a análise de solo, no plantio segundo recomendações de Raji et al. (1997) foram aplicadas 2 t ha<sup>-1</sup> do formulado NPK (6-30-15) em todos os tratamentos, juntamente com os tubérculos sementes em aplicação única no plantio.

A adubação de cobertura foi realizada aos 35 dias após o plantio (DAP) com 0,50 t ha<sup>-1</sup> de 12-6-12 (60 kg ha<sup>-1</sup> de N; 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) para a fertilização F1 (aplicação única). Para a fertirrigação de acordo com a marcha de absorção da cultura (F2) aplicou-se 0,399 t ha<sup>-1</sup> de Calcinit -Yara, Porto Alegre-RS, Brasil (fonte de N 15,5% e Ca 19%) (61,85 kg ha<sup>-1</sup> de N) e 0,122 t ha<sup>-1</sup> de Krista SOP - Yara, Porto Alegre-RS, Brasil (fonte de K 51% e S 18%) (57,12 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Já para a fertirrigação parcelada 3 vezes (F3) foi aplicada 0,399 t ha<sup>-1</sup> de Calcinit (61,85 kg ha<sup>-1</sup> de N) e 0,122 t ha<sup>-1</sup> de Krista SOP (57,12 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) de acordo com o calendário de adubação, conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Calendário de fertirrigação durante condução de batata cv. Orchestra. Jaboticabal, UNESP, 2019.

Fase da cultura	DAP	Fertirrigação (Marcha de absorção)		Fertirrigação Parcelada (3x)	
		Calcinit <sup>a</sup> (%)	Krista SOP <sup>b</sup> (%)	Calcinit (%)	Krista SOP (%)
	7	0	0	0	0
Crescimento Vegetativo	14	2,40	1,68	0	0
	21	4,39	4,07	0	0
	28	6,40	6,10	21,16	24,00
Tuberização	35	8,00	11,87	0	0
	42	11,20	15,60	42,72	58,00
	49	20,40	30,52	0	0
Enchimento de tubérculos	56	11,60	11,87	0	0
	63	10,80	6,11	36,11	18,00
	70	9,20	5,08	0	0
	77	7,60	4,06	0	0
	84	6,40	3,05	0	0
Maturação	87	1,60	0	0	0
N (kg ha <sup>-1</sup> )	-	61,85	-	61,85	-
K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	-	-	57,12	-	57,12

**NOTA:** <sup>a</sup> Calcinit (fonte de N 15,5% e Ca 19%); <sup>b</sup> Krista SOP (fonte de K 51% e S 18%). DAP= Dias após plantio.

Além da adubação de plantio e de cobertura, ocorreram também quatro aplicações foliares de Cálcio e Cobre (Cálcio e Cobre; Base fértil, Cravinhos-SP, Brasil), fonte de Ca 5% (57,5 g L<sup>-1</sup>), S 1,5% (17,25 g L<sup>-1</sup>) e Cu 3% (34,5 g L<sup>-1</sup>) na dose de 1 L ha<sup>-1</sup>.

O controle químico das plantas daninhas foi realizado com a aplicação de Metribuzim (Sencor<sup>®</sup>; Bayer, Parque Industrial de Belford Roxo-RJ, Brasil) (0,75-1,5 L

ha<sup>-1</sup>) em pré-emergência e Paraquat (Gramoxone<sup>®</sup>; Syngenta, São Paulo-SP, Brasil) (0,5 L ha<sup>-1</sup>) em pós-emergência. O controle de pragas e doenças foi feito de forma preventiva, com base nas variações climáticas e observações em campo, com produtos registrados para a cultura da batata.

Durante a condução do experimento, a temperatura média, mínima e máxima do ar durante o experimento foi de 20,6 °C, 14,0 °C e 28,1 °C, respectivamente, e radiação solar média de 15,27 MJ m<sup>-2</sup>. A temperatura média manteve-se na faixa de 10 a 22 °C, considerada adequada para o desenvolvimento da batateira. Temperaturas muito altas favorecem o crescimento dos rebentos e reduzem a produção (HELDWEIN; STRECK; BISOGNIN, 2009).

Os dados meteorológicos foram obtidos na estação agroclimatológica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal, localizada 500 m distante ao experimento, e utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). A reposição do consumo de água pela cultura foi determinada pela evapotranspiração da cultura, calculada como o produto da ET<sub>o</sub> e pelos coeficientes da cultura, de acordo com os estágios de desenvolvimento da cultura [I = inicial (0,45-0,55) de 0 a 9 dias de duração; II = vegetativo (0,45-0,55) de 10 a 29 dias; III = estolonização / tuberização (0,75-0,85) de 30 a 49 dias; IV = crescimento dos tubérculos (1,00-1,10) de 50 a 70 dias de duração, e V = maturação (0,65-0,75) com duração do estágio fenológico de 71 a 89 dias após o plantio (Marouelli & Guimarães, 2006).

As linhas de plantio foram irrigadas por sistema de gotejamento com emissores espaçados 0,30 m, vazão 1,6 L h<sup>-1</sup>; 1,3 kgf cm<sup>-2</sup> de pressão, e coeficiente de uniformidade de Christiansen de 89,8%, determinado em campo, o que pode ser considerada como excelente uniformidade para a irrigação por gotejamento.

Para as plantas submetidas ao regime hídrico 100% ET<sub>c</sub> foi aplicada lâmina total de 190,3 mm (164,4 mm de irrigação e 25,9 mm de precipitação) e para as plantas submetidas ao regime 50% ET<sub>c</sub> foi aplicado 74,8 mm (74,6 mm advindo da irrigação e 0,2 mm da precipitação) durante mesmo período de condução da cultura de batata em campo.

## COLHEITA E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Ao final dos ciclos de cultivo, aos 75 DAP nos tratamentos sob regime hídrico de 50% ET<sub>c</sub> e aos 89 DAP nos tratamentos sob regime hídrico de 100% ET<sub>c</sub>, as plantas foram dessecadas com o herbicida Paraquat (Gramoxone<sup>®</sup>; Syngenta, São Paulo-SP, Brasil) (2 L ha<sup>-1</sup>) e os tubérculos colhidos após 14 dias, com 18 plantas por fileira, selecionando 12 plantas da linha central.

Após a colheita, os tubérculos passaram por lavagem com água destilada, solução de detergente a 1%, secagem com papel toalha e em seguida foram acondicionados em bancadas a temperatura ambiente durante período de 10 dias no mês de agosto de 2018. Foram realizadas quatro avaliações da qualidade físico-química das batatas em temperatura ambiente 20,8 °C ± 1,7 °C (1°, 4°, 7° e 10° dias após colheita).

Para o monitoramento da variação de temperatura e umidade após a colheita dos tubérculos foi instalado um termo-higrômetro digital de temperatura externa e interna com sensor e relógio (Incoterm, modelo AK28).

A determinação do pH foi realizada em 10 g da amostra de batata de cada parcela e diluídas em 100 mL de água destilada com leitura direta do pH, em medidor de pH digital (Digimed, modelo DM-2) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A firmeza foi determinada em 2 tubérculos com casca de cada unidade experimental, utilizando-se penetrômetro analógico de Dupla Escala para Frutas (AKSO, modelo FT327) com profundidade de penetração de 20 mm e 1 ponteiro em aço inoxidável  $\varnothing$  11 mm (FERNANDES et al., 2010).

O teor de matéria seca foi determinado pelo método gravimétrico a 65 °C em estufa com circulação de ar (marca Salab, modelo SL – 102/1540) até peso constante utilizando peso inicial de tubérculos frescos de 200 g (CIP, 2018). Os teores de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) foram determinados seguindo metodologia da AOAC (1992), em que os tubérculos foram cortados transversalmente e prensados para se obter gotas de sumo celular por parcela, que foram colocadas no prisma do refratômetro (ATTO Instruments, modelo WYT-4).

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância foi realizada separadamente para cada regime hídrico admitindo-se distribuição normal dos dados e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando o *software* Agroestat versão 1.0.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período em armazenamento ocorreu variação de temperatura e umidade que influenciaram diretamente na qualidade físico-química de tubérculos de segunda geração de batata cv. Orchestra.

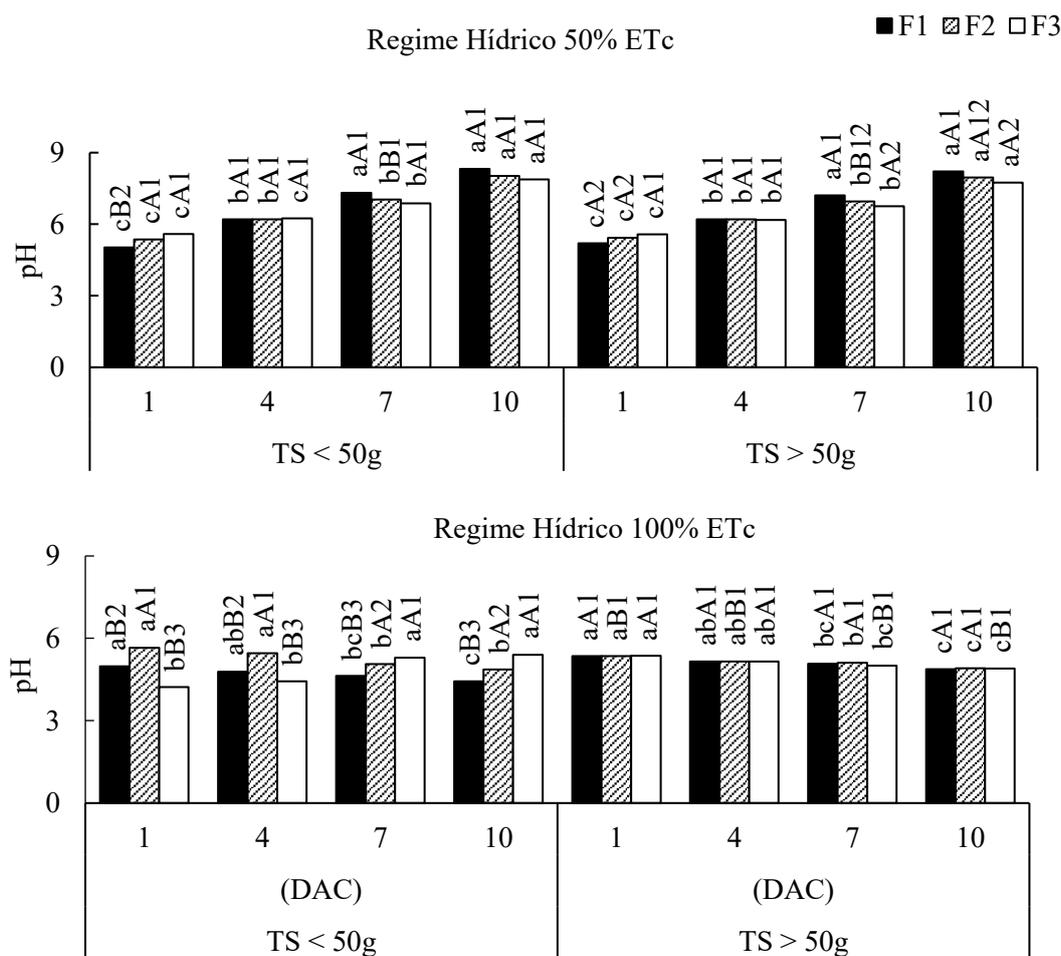
Para tubérculos submetidos à regime 50% ETc ocorreu variação da temperatura de 19,1 °C a 22,6 °C com umidade entre 14% e 41%. Já para os tubérculos submetidos ao regime hídrico 100% ETc a temperatura variou de 20,1°C a 26,9°C e umidade de 36% a 49%.

Houve efeito significativo da interação fertilizações x massas de tubérculos sementes x período de armazenamento para pH ( $p < 0,01$ ), sólidos solúveis ( $p < 0,05$ ), matéria seca ( $p < 0,05$ ) e firmeza da batata ( $p < 0,01$ ) cv. Orchestra sob efeito de regime hídrico 50% ETc e 100% ETc ( $p < 0,01$ ).

Viana et al. (2020) em experimento com a batata cv. Orchestra obtiveram maiores produtividades de tubérculos para a fertilização seguindo a marcha de absorção da cultura (48,18 t ha<sup>-1</sup>) e massas de tubérculos sementes > 50 g (48,6 t ha<sup>-1</sup>) em regime hídrico de 100% ETc, e elevados rendimentos de tubérculos de batata sob regime hídrico 50% ETc foi obtida para fertilizações: adubação convencional, fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura e fertirrigação parcelada 3 vezes em cobertura (23,96; 27,54 e 25,37 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e massas de tubérculos sementes > 50 g (29,55 t ha<sup>-1</sup>).

Tubérculos submetidos a regime hídrico 50% ETc apresentaram valores iniciais de pH entre 5,03 a 5,59 e para tubérculos submetidos a regime hídrico 100% ETc o pH se manteve entre 4,23 a 5,66. Elevados pH (>6,2) para tubérculos sob regime hídrico 100% ETc pode ser explicado pelo fato da exposição dos tubérculos ao ambiente ocasionar alta atividade respiratória e, portanto, maior consumo de ácidos orgânicos.

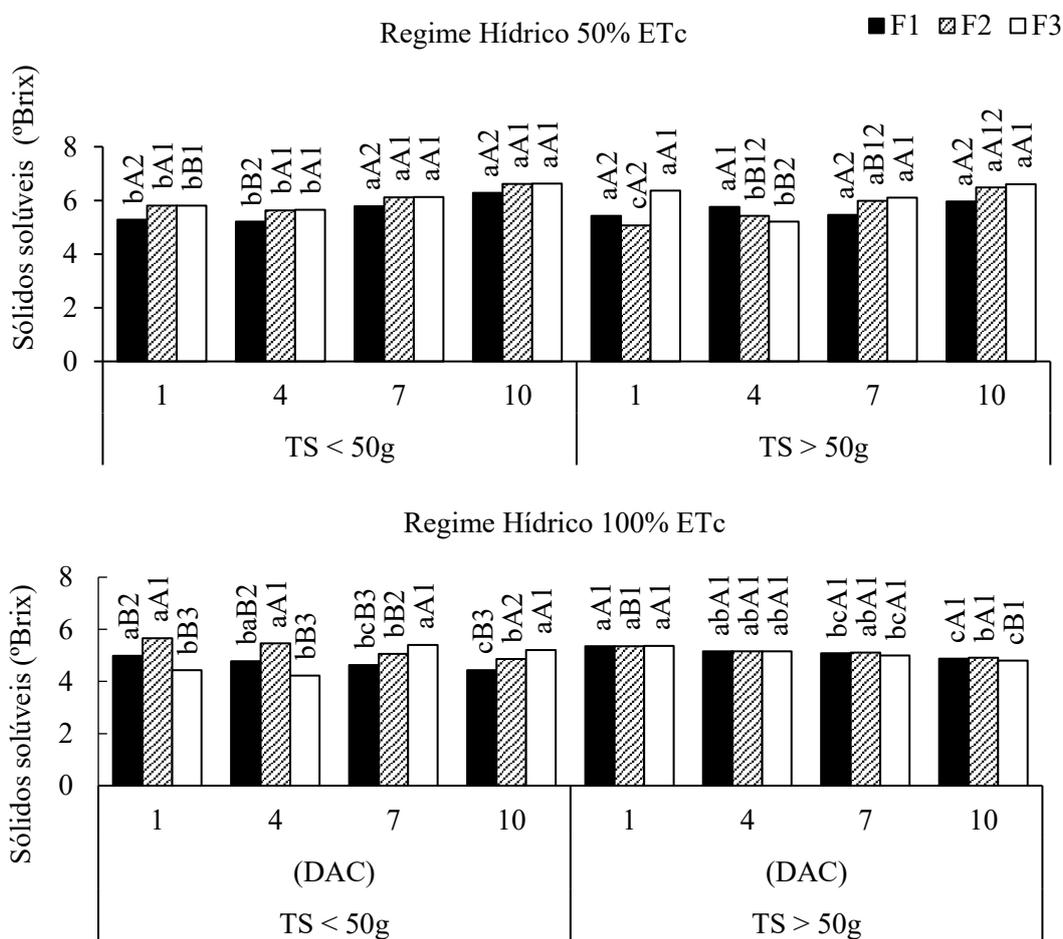
Como citado anteriormente, esse comportamento também está relacionado à maior taxa respiratória dos tubérculos expostos ao meio ambiente, em relação a condição hídrica no qual foram cultivados. De maneira geral, as amostras exibiram uma variação de pH de 4,23 a 8,21 (Figura 1), sugerindo que muitos dos tubérculos, após vários períodos de armazenamento em temperatura ambiente, encontravam-se em estado inadequado de conservação e maturação, uma vez que os valores ótimos para a atividade das enzimas que degradam o amido são mais baixos, com pH variando entre 4,7 e 5,5 (FELTRAN; LEMOS; VIEITES, 2004).



**Figura 1.** Valores médios de pH em tubérculos de batata cv. Orchestra sob influência de fertilizações, massas de tubérculos sementes e dias após a colheita.

**NOTA:** DAC – Dias após colheita. F1: Adubação convencional, F2: Fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura, F3: Fertirrigação parcelada 3 vezes. TS: Tubérculo semente. RH: Regime hídrico. ETC: Evapotranspiração da cultura. Médias seguidas de letra minúscula nas colunas compara mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) em diferentes épocas de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) e mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2). Médias seguidas de letras maiúsculas entre colunas compara o mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) na mesma época (DAC1, DAC2 ou DAC3) em diferentes massas de tubérculos sementes (TS1 e TS2). Médias seguidas de mesmo número entre colunas compara diferentes tratamentos (F1, F2 ou F3) na mesma época de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) na mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2).

A imposição dos tratamentos, fertirrigações, massas de tubérculos sementes e tempo de prateleira para cada regime hídrico teve influência direta sob os teores de sólidos solúveis para tubérculos de batata cv. Orchestra durante o período de avaliação, o que foi observado pela significância dos valores de °Brix.



**Figura 2.** Valores médios de sólidos solúveis em tubérculos de batata cv. Orchestra sob influência de fertilizações, massas de tubérculos sementes e dias após a colheita.

**NOTA:** DAC – Dias após colheita. F1: Adubação convencional, F2: Fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura, F3: Fertirrigação parcelada 3 vezes. TS: Tubérculo semente. RH: Regime hídrico. ETC: Evapotranspiração da cultura. Médias seguidas de letra minúscula nas colunas compara mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) em diferentes épocas de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) e mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2). Médias seguidas de letras maiúsculas entre colunas compara o mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) na mesma época (DAC1, DAC2 ou DAC3) em diferentes massas de tubérculos sementes (TS1 e TS2). Médias seguidas de mesmo número entre colunas compara diferentes tratamentos (F1, F2 ou F3) na mesma época de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) na mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2).

Os dados de sólidos solúveis (°Brix) referentes a todos os tratamentos apresentaram valores de 4,43° a 6,63°Brix (Figura 2). Valores semelhantes foram

encontrados por Cardoso et al. (2017) (4,20 a 4,25°Brix) e Virmond et al. (2014) (4,0°Brix), avaliando batata cv. Ágata após colheita.

Estudos comprovam que, sob condições de armazenamento em altas temperaturas, há aumento na degradação do amido culminando no acúmulo de açúcares solúveis fato este observado para as avaliações no 7º e 10º dia após colheita no regime hídrico 50% ETc para TS<50 g e TS>50 g, já para tubérculos sob regime hídrico 100% ETc nas avaliações ao 7º e 10º dia após colheita para fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura nos TS<50 g, encontraram-se maiores valores de 5,4 e 5,2° Brix, respectivamente. Chapper et al. (2012) em seus estudos também observaram aumentos nos teores de sólidos solúveis (4,6 a 8,5 °Brix) na cultivar Atlantic armazenada sob refrigeração 2 °C ± 1 °C em comparação com a condição ambiente de 21,3 ± 3°C.

Sanches et al. (2009) afirmam que tubérculos de batata, quando armazenados em condição ambiente, apresentam atividade metabólica, resultando na degradação de polissacarídeos em açúcares e diminuição de massa que é provocada pela respiração e transpiração. Apesar da batata do presente estudo apresentar elevado teor de água, acima de 80% (EMBRAPA, 2017) ocorreu pouca variação de sólidos solúveis (°brix) nos períodos de armazenamento avaliados.

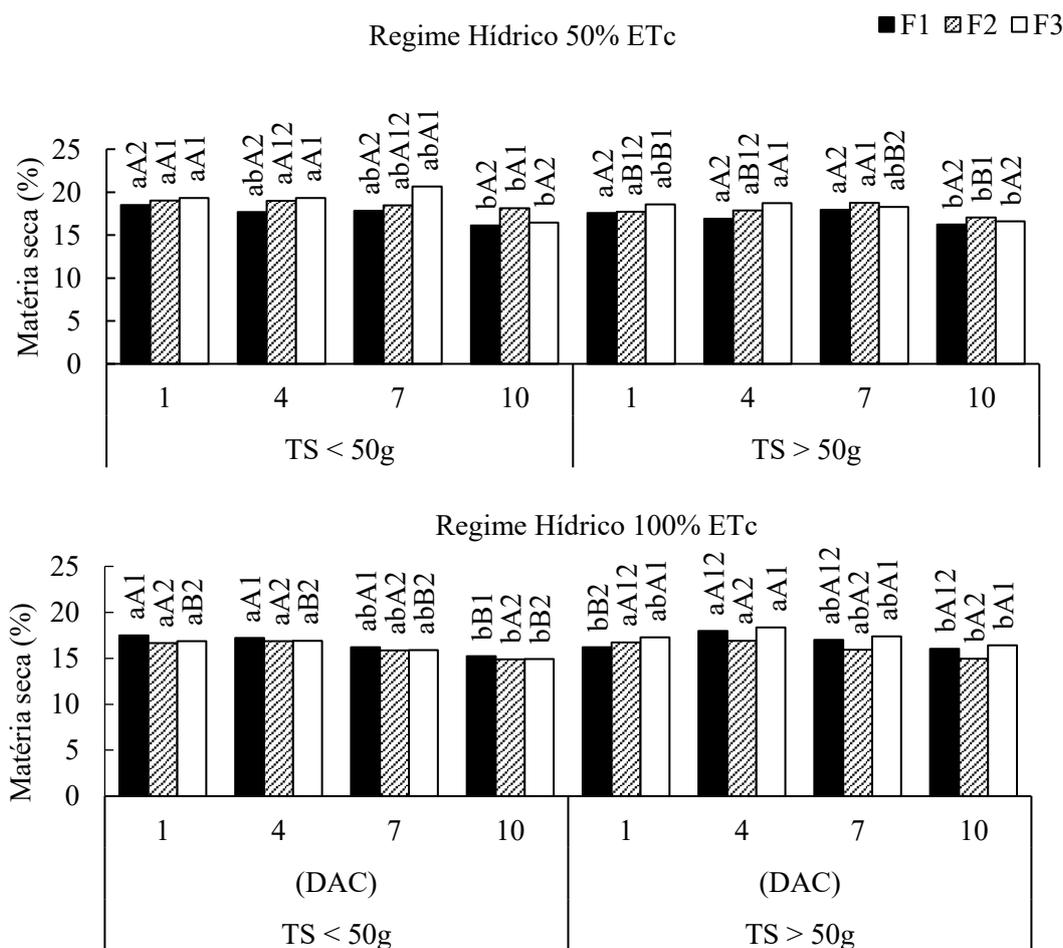
Pineli et al. (2006) constataram que batatas cv. Monalisa, armazenadas a 15 °C, apresentaram pouca variação no teor de sólidos solúveis (9,8 a 10,2 °Brix) nos seis primeiros dias de armazenamento, com posterior decréscimo ao final do período de avaliação, corroborando com os resultados deste presente estudo, em que tubérculos de batata sob regime hídrico 100% ETc, TS<50 g, e fertilizações F1, F2 e F3 não apresentaram diferença estatística no teor de sólidos solúveis.

O conteúdo de matéria seca para batata define diretamente sua forma de uso, seja na forma de cozimento ou fritura. Para tubérculos de batata cv. Orchestra com relação as fertilizações e pesos de tubérculos sementes, notou-se teor de matéria seca variando de 16,13% a 20,67% para tubérculos submetidos a regime hídrico 50% ETc e de 14,89% a 18,36% para tubérculos sob influência do regime hídrico 100% ETc (Figura 3).

Os tubérculos de batata cv. Orchestra armazenadas sob condição ambiente apresentaram teor de matéria seca variando de 16,24 a 20,67% (Figura 3), semelhantes aos tubérculos de batata Ágata (20 a 22%) e Mondial (16 a 20%) (Pereira et al., 2008). Essas informações são importantes pois esses tubérculos são mais firmes durante o cozimento, sendo indicados para a preparação de pratos assados em que é essencial a manutenção de sua forma.

Os tubérculos armazenados em condição ambiente, dependente dos regimes hídricos e massas de tubérculos sementes apresentaram declínio de firmeza com o tempo de prateleira (Figura 4).

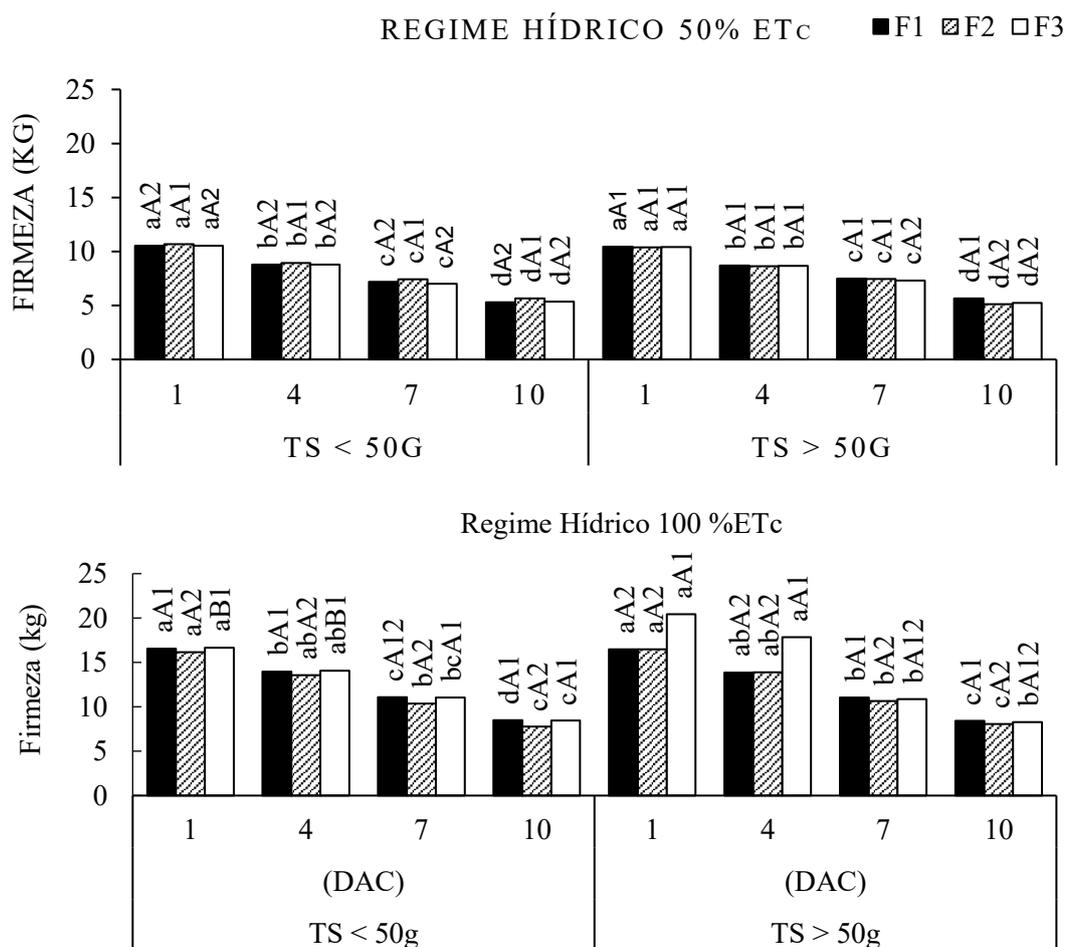
Batata cv. Orchestra sob regime hídrico 50% ETc apresentou variação de 10,63 a 5,28 kg cm<sup>-2</sup> e de 10,45 a 5,13 kg cm<sup>-2</sup>, para TS<50 g e TS>50g, respectivamente. Esse declínio de firmeza durante as quatro avaliações realizadas (1º, 4º 7º e 10º dia após colheita) foi observado iniciando no 1º dia após a colheita (DAC) com firmeza de 10,45; 10,38 e 10,41 kg e ao 10º DAC com 5,65; 5,13 e 5,25 kg, correspondendo respectivamente aos tratamentos F1, F2 e F3, sob TS>50 g.



**Figura 3.** Valores médios de matéria seca (%) em tubérculos de batata cv. Orchestra sob influência de fertilizações, massas de tubérculos sementes e dias após a colheita.

**NOTA:** DAC – Dias após colheita. F1: Adubação convencional, F2: Fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura, F3: Fertirrigação parcelada 3 vezes. TS: Tubérculo semente. RH: Regime hídrico. ETC: Evapotranspiração da cultura. Médias seguidas de letra minúscula nas colunas compara mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) em diferentes épocas de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) e mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2). Médias seguidas de letras maiúsculas entre colunas compara o mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) na mesma época (DAC1, DAC2 ou DAC3) em diferentes massas de tubérculos sementes (TS1 e TS2). Médias seguidas de mesmo número entre colunas compara diferentes tratamentos (F1, F2 ou F3) na mesma época de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) na mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2).

A maior firmeza inicial (ao 1º DAC) para batatas sob regime hídrico 100% ETC é observada em tubérculos sementes maiores que 50 g para o tratamento F3, diferindo (p-valor<0,01) para o mesmo tratamento dentro da mesma época de avaliação para tubérculos menores que 50 g (Figura 4).



**Figura 4.** Valores médios de firmeza em tubérculos de batata Orchestra sob influência de fertilizações, massas de tubérculos sementes e dias após a colheita.

**NOTA:** DAC – Dias após colheita. F1: Adubação convencional, F2: Fertirrigação seguindo a marcha de absorção da cultura, F3: Fertirrigação parcelada 3 vezes. TS: Tubérculo semente. RH: Regime hídrico. ETc: Evapotranspiração da cultura. Médias seguidas de letra minúscula nas colunas compara mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) em diferentes épocas de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) e mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2). Médias seguidas de letras maiúsculas entre colunas compara o mesmo tratamento (F1, F2 ou F3) na mesma época (DAC1, DAC2 ou DAC3) em diferentes massas de tubérculos sementes (TS1 e TS2). Médias seguidas de mesmo número entre colunas compara diferentes tratamentos (F1, F2 ou F3) na mesma época de avaliação (DAC1, DAC2, DAC3 ou DAC4) na mesma massa de tubérculos sementes (TS1 ou TS2).

Por ser um tubérculo destinado diretamente ao cozimento, a batata cv. Orchestra apresentou elevado teor de água após a colheita, e com o passar dos períodos de armazenamento esse conteúdo de água foi diminuindo pelo processo de respiração dos próprios tubérculos como também pelo processo de brotação, reduzindo assim sua firmeza.

A firmeza de batata cv. Orchestra foi influenciada pelo regime hídrico 50% ETc e 100% ETc individualmente, sendo que essa característica também interessa aos processadores na indústria, pois confere maior rendimento na retirada da película e no corte da polpa (Cardoso et al., 2017).

A resistência ao esmagamento do produto em prateleira é influenciada diretamente pela quantidade de água presente no produto inicial e final, tornando-se inviável para o armazenamento prolongado. Durante o armazenamento de frutas e hortaliças, a resistência ao esmagamento diminui devido a processos metabólicos associados ao amadurecimento e senescência, além da perda de água que é causada principalmente pelo processo de respiração.

Como a conversão do amido em açúcares é reversível (Bervald et al., 2010), as variações na firmeza ocorridas nos tubérculos sob temperatura ambiente podem estar relacionadas a variações no metabolismo de carboidratos, em que a degradação do amido ocasiona redução na firmeza, e a liberação excedente de açúcares ocasiona a conversão desses a amido novamente, aumentando a firmeza.

Suchoronczek et al. (2016) também encontraram o mesmo comportamento de redução de firmeza para as cultivares Ágata (60 N para 35 aos 42 dias de armazenamento) e Atlantic (52 N para 42 N aos 42 dias de armazenamento) constatando que com o atraso na data de colheita e/ou aumento no período de armazenamento ocorre redução da firmeza dos tubérculos.

## CONCLUSÃO

Com a restrição hídrica de 50% ETC, tubérculos de batatas reduzem seu tempo de prateleira sob condição ambiente.

Conclui-se que o regime hídrico 100% ETC confere melhor qualidade físico-química para batata cv. Orchestra, para as características pH, °Brix e firmeza, no 10° período de armazenamento sob temperatura ambiente.

Fertilização seguindo a marcha de absorção da cultura por meio da irrigação por gotejamento proporciona menor vida de prateleira de tubérculos, e em alguns casos como nas características °Brix, matéria seca firmeza os tratamentos F2 e F3 apresentaram o mesmo comportamento.

Tubérculos sementes com massa inferior e superior a 50 g garantem mais rápida taxa de deterioração da batata cv. Orchestra em condição ambiente.

# Characterization of the physicochemical quality of potato cv. Orchestra under different fertilizations, masses of seeded tubers, and storage periods

## ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the physicochemical quality of potato cv. Orchestra under different fertilizations, masses of tubers, seeds, and storage periods. The tubers were produced under experimental field conditions in subdivided plots. In the plots, three fertilizations were randomized. In the subplots, two sizes of seed tubers were evaluated. In the subplots, four storage periods were assessed under two distinct water regimes, 50% and 100% of the crop's evapotranspiration (ETc). After the harvests, evaluations of the physicochemical quality of the tubers were carried out for the storage periods 1, 4, 7, and 10 days after exposure of the tubers at room temperature. Tubers submitted to the 50% ETc water regime presented initial pH values between 5.03 and 5.59; for the 100% ETc water regime, the pH of the tubers remained between 4.23 and 5.66. The imposition of treatments, fertilizations, seed tuber masses, and storage period for each water regime directly influenced the increase in soluble solids contents. The dry matter content for potatoes under the 50% ETc water regime ranged from 16.1% to 20.7%, and for the 100% ETc water regime from 14.9% to 18.4%. A decrease in the firmness of tubers, regardless of fertilization, masses of tubers, seeds, and water regimes was observed, with the storage period at room temperature of  $20.8 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . It is inferred that the 100% ETc water regime confers better physicochemical quality for potato cv. Orchestra, for the characteristics pH, brix, and firmness, at 10° day on the shelf at room temperature. Fertilization following the absorption march of the crop provides a shorter shelf life for tubers. In some cases, as in the characteristics °Brix, dry matter, and firmness, the fertigation treatments following the absorption march and fertigation divided into three times presented the same behavior. Tubers seeds with a mass of less than and greater than 50 g ensure faster deterioration of the potato cv. Orchestra, when subjected to a water regime of 100% ETc.

**KEY-WORDS:** *Solanum tuberosum*; physical-chemical quality; post-harvest.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a instituição fomento CAPES – 001 pela concessão da bolsa que auxiliou na implantação do presente trabalho. Agradecemos ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho pela disponibilização do laboratório do Departamento de Produção Vegetal e pelos auxílios da técnica de laboratório.

## REFERÊNCIAS

- ABBA - Associação Brasileira da Batata. 2016. **Batata Show**. Disponível em: : <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wpcontent/uploads/2016/06/Edicao42.pdf>> Acesso em 18 de fevereiro de 2019.
- ALVES, F.M.; FERREIRA, M.G.; NICK, C. **Batata do plantio a colheita**. Viçosa, BR: UFV. 221p, 2017.
- ARES G; MARTÍNEZ I; LAREO C; LEMA P. Failure criteria based on consumers' rejection to determine the sensory shelf life of minimally processed lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, 49:255-259, 2008.
- ALLEN, RG; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing cropwater requirements**. Rome: FAO. 328p. (Irrigation and Drainage Papers, 56), 1998.
- ABBA - Associação Brasileira da Batata. 2020. **Batata show**. Disponível em:< <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wp-content/uploads/2021/04/RBS-59-1.pdf>> Acesso em 25 de agosto de 2021.
- AOAC - Association of official agricultural chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**, 12 ed. Whashington: AOAC, 1992.
- BERVALD, C.M.P.; BACARIN, M.A.; DEUNER, S.; TREVIZOL, F.C. Variação do teor de carboidratos em genótipos de batata armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia** 69 (2): 477-483, 2010.
- BOMFIM-SILVA, E.M.; CLÁUDIO, A.A.; LEMES, C.S.; ESPÍRITO SANTO, E.S.; PACHECO, A.B. Nitrogênio na produção, índice de clorofila e uso de água no cultivo de rúcula. **Enciclopédia Biosfera** 11: 1386-1396, 2015.
- CIP -CENTRO INTERNACIONAL DA LA PAPA. 2018. **La b en cifras: producción, utilización, consumo y alimentación**. Disponível em:< <http://www.cipotato.org>> Acesso em 23 de março de 2021.
- CHAPPER, M.; BACARIN, M.A.; PEREIRA, A.S.; LOPES, N.F. Atividade amidolítica e de invertase ácida solúvel em tubérculos de batata armazenados sob duas condições de temperatura. **Horticultura Brasileira** 22: 597-601, 2011.

CARDOSO, A.D.; ALVARENGA, M.A.R.; DUTRA, F.V.; MELO, T.L.; VIANA, A.E.S. Características físico-químicas de batata em função de doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias** 40(3): 567-575, 2017.

CAMARGO, F.P.; FREDO, C.E.; BUENO, C.R.F.; BAPTISELLA, C.D.S. 2021. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo**, Ano Agrícola 2020/21, Fevereiro de 2021. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14908>> Acesso em 25 de agosto de 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, BR: EMBRAPA, 615p, 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2017. **A cultura da batata**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/composicao-nutricional>> Acesso 11 de março de 2022.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; MORENO, L.D.A; EVANGELISTA, R.M. Qualidade de tubérculos frescos de cultivares de batata em função da nutrição fosfatada. **Bragantia** 74: 102-109, 2015.

FERNANDES, A.M; SORATTO, R.P.; EVANGELISTA, R.M; NARDIM, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Hortic. Bras.** 28 (3), 2010.

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

HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; BISOGNIN, D.A. **Batata**. In: MONTEIRO, JEBA (ed). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, BR: Instituto Adolfo Lutz, 159p, 2008.

ITIS - Integrated Taxonomic Information System. **Glycine max (L.)** Merr. 2016. Disponível em:<[http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=26716](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=26716)> Acesso em 23 de junho de 2021.

LOVATTO, M.T.; BISOGNIN, D.A.; TREPTOW, R.O.; STORCK, L.; GNOCATO, F.S.; MORIN JUNIOR, G. Processamento mínimo de tubérculos de batata de baixo valor comercial. **Horticultura Brasileira** 30: 258-265, 2012.

LEÓN, H.M.C. **Aspectos nutricionais da batateira para produção de tubérculos-semente em ambiente protegido**. 111 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MAROUELLI, W.A.; GUIMARÃES, T.G. **Irrigação na cultura da batata**. Publicação técnica. ABBA - Associação Brasileira da Batata. Itapetininga-SP. 66p, 2006.

MAGALHÃES, Y.R.; COELHO, A.P.; FERNANDES, C.; DALRI, A.B. Irrigação por gotejamento subsuperficial em cultivares de cana-de-açúcar impactam a agregação do solo? **Revista Irriga**, 1(3): 431-445, 2021.

PAULETTI, V., MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria** 5: 15-20, 2004.

PEREIRA, A.D.S.; SILVA, A.C.F.; CASTRO, C.M.; MEDEIROS, C.A.B.; HIRANO, E.; NAZARENO, N.R.X.; BERTONCINI, O.; MELO, P.E.; SOUZA, Z.S. Catálogo de cultivares de batata. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 39p. (Documentos, 247). 2008.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; ALMEIDA, G.C.; SANTOS, J.Z.; ONUKI, A.C.A.; NASCIMENTO, A.B.G. Caracterização química e física de batatas ágata e monalisa minimamente processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 26(1): 127-134, 2006.

RAIJ, B.V; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.Á.; FURLANI, A.M.C. **Boletim 100**: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, BR: Instituto Agrônômico de Campinas. 173p, 1997.

SANCHES, J.; CIA, P.; ANTONIALI, S.; AZEVEDO FILHO, J.A.; ROSSI, F. Comportamento pós-colheita de batatas armazenadas sob condições ambiente. **Horticultura Brasileira** 27: S1823-S1829, 2009.

SUCHORONCZEK, A.; JADOSKI, S.O.; BOTELHO, R.V.; SANTOS, J.; CAMACHO, A.R. Efeito de épocas de colheita e tempo de armazenamento de tubérculos de batata sobre características de qualidade pós colheita. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agriculture Science** 9: 45-53, 2016.

VIANA, J.S.; PALARETTI, L.F.; FARIA, R.T.; DELGADO, Y.V.; DALRI, A.B.; BARBOSA, J.A. Potato production affected by fertilization methods, masses of seed tubers and water regimes. **Horticultura Brasileira** 38: 166–174, 2020.

VIRMOND, E.P.; KAWAKAMI, J.; VONCIK, K.S.; CÓRDOVA, K.R.V.; SLAMPO, P.J. Características físico-químicas de cultivares de batata sob cultivo orgânico. **Ambiência Guarapuava** 10: 31-43, 2014.

**Recebido:** 21 abr. 2022.

**Aprovado:** 09 mai. 2023.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v13n3.15424

**Como citar:**

VIANA, J. S.; PALARETTI, L. F.; FARIA, R. T. Caracterização da qualidade físico-química de batata cv. Orchestra sob diferentes fertilizações, massas de tubérculos sementes e períodos de armazenamento. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 13 n. 3, p. 36-52, jul./set. 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

**Jonathan Santos Viana**

Departamento de Engenharia e Ciências Exatas - DECEX. Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n - Jaboticabal/SP, CEP 14884-900.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

