

Fenologia e demanda térmica de cultivares de oliveira em clima subtropical úmido: ciclo 2023/24 em Rancho Queimado, SC

Phenology and thermal demand of olive cultivars in a humid subtropical climate: 2023/24 cycle in Rancho Queimado, SC

Fenología y demanda térmica de cultivares de olivo en clima subtropical húmedo: ciclo 2023/24 en Rancho Queimado, SC

Aline Dapont Goedel

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0000-0002-6196-591X

Roque Junior Sartori Bellinaso

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0000-0003-0419-5194

Michelle Barbosa Teixeira Loss

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0009-0001-6515-9528

Fernanda Wilkens Costa

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0009-0006-0567-1892

João Guilherme Dalanhhol Gonçalves

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0009-0009-7289-3868

Aparecido Lima da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0000-0001-6282-8725

Tiago Olivoto

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0000-0002-0241-9636

Alberto Fontanella Brighenti

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

 0000-0002-6498-8826

Resumo: A olivicultura tem avançado para regiões não tradicionais, como o sul do Brasil, onde a variabilidade microclimática de Santa Catarina favorece a adaptação dos cultivares. Este estudo avaliou a floração de cinco cultivares de oliveira (Arbequina, Arbosana, Grappolo, Koroneiki e Picual) em Rancho Queimado, SC, no ciclo 2023/24, considerando a duração das fases fenológicas e as exigências térmicas e de frio. 'Arbequina' destacou-se pela maior precocidade, iniciando a floração em julho, enquanto a plena floração ocorreu entre setembro e início de outubro para a maioria dos cultivares. 'Picual' apresentou menor acúmulo térmico para completar a floração, indicando boa adaptação local. 'Arbequina' também mostrou menor exigência de frio. A temperatura média foi de 15°C, com alta umidade relativa e precipitação durante todo o período. Os resultados evidenciam diferenças relevantes entre cultivares, auxiliando na escolha de materiais mais adaptados à olivicultura catarinense.

Palavras-chave: *Olea europaea* L.; Temperatura basal; Soma térmica; Florescimento.

Abstract: Olive growing has expanded into non-traditional regions, such as southern Brazil, where the microclimatic variability of Santa Catarina favors cultivar adaptation. This study evaluated the flowering of five olive cultivars (Arbequina, Arbosana, Grappolo, Koroneiki, and Picual) in Rancho Queimado, Santa Catarina, during the 2023/24 cycle, considering the duration of phenological stages and thermal and chilling requirements. 'Arbequina' stood out for its greater earliness, beginning flowering in July, while full flowering occurred between September and early October for most cultivars. 'Picual' required lower thermal accumulation to complete flowering, indicating good local adaptation. 'Arbequina' also showed lower chilling requirements. The average temperature was 15°C, with high relative humidity and precipitation throughout the period. The results highlight relevant differences among cultivars, supporting the selection of materials better adapted to olive growing in Santa Catarina.

Keywords: *Olea europaea* L.; Threshold temperature; Thermal sum; Blooming.

Resumen: La olivicultura ha avanzado hacia regiones no tradicionales, como el sur de Brasil, donde la variabilidad microclimática de Santa Catarina favorece la adaptación de los cultivares. Este estudio evaluó la floración de cinco cultivares de olivo (Arbequina, Arbosana, Grappolo, Koroneiki y Picual) en Rancho Queimado (SC), en el ciclo 2023/24, considerando la duración de las fases fenológicas y las exigencias térmicas y de frío. 'Arbequina' se destacó por su mayor precocidad, iniciando la floración en julio, mientras que la plena floración ocurrió entre septiembre y principios de octubre para la mayoría de los cultivares. 'Picual' presentó una menor acumulación térmica para completar la floración, indicando una buena adaptación local. 'Arbequina' también mostró una menor exigencia de frío. La temperatura media fue de 15°C, con alta humedad relativa y precipitación durante todo el período. Los resultados evidencian diferencias relevantes entre cultivares, ayudando en la elección de materiales más adaptados a la olivicultura catarinense.

Palabras clave: *Olea europaea* L.; Temperatura basal; Suma térmica; Floración.

A demanda crescente por produtos da olivicultura tem impulsionado a expansão do cultivo para regiões não tradicionais, como a América do Sul. No Brasil, embora ainda dependente de importações, a área cultivada aproxima-se de 10 mil hectares, com perspectiva de expansão e obtenção de azeites de qualidade compatível com padrões internacionais. O estado de Santa Catarina possui potencial de desenvolvimento da olivicultura, pois apresenta expressiva diversidade microclimática – Litoral, Planalto Serrano e Grande Oeste – com bom desempenho de cultivares como Arbequina, Arbosana e Koroneiki, especialmente em regiões de temperaturas amenas e chuvas bem distribuídas (Da Croce *et al.*, 2016).

Nesta esteira, o estudo da fenologia e da demanda térmica é essencial para avaliar a adaptação dos cultivares, uma vez que temperatura e precipitação influenciam diretamente o desenvolvimento vegetal e a duração dos estádios fenológicos (Restrepo-Díaz *et al.*, 2010). Ademais, as condições de floração são determinantes para o planejamento do manejo e da colheita (Martins *et al.*, 2019). Contudo, apesar do avanço da olivicultura no país, ainda há poucos estudos sobre a adaptação fenológica dos cultivares em Santa Catarina, especialmente no clima característico da Serra Catarinense, reforçando a necessidade de pesquisas nessa região.

O estudo foi conduzido durante o ciclo produtivo 2023/24 em olivais comerciais da Quinta do Vienzo, em Rancho Queimado, Santa Catarina, Brasil (27°38'43"S; 49°05'53"W; 760 m). O clima da região é temperado úmido (Cfb), com temperaturas moderadas, verões amenos, invernos frios e precipitação bem distribuída ao longo do ano. O solo é classificado como Cambissolo Húmico. Foram avaliadas dez plantas por cultivar dos cultivares Arbequina, Arbosana, Grappolo, Koroneiki e Picual, com pomares implantados entre 2018 e 2020.

A fenologia foi monitorada semanalmente durante o período de floração por meio de avaliações visuais em toda a copa das plantas, considerando os quatro quadrantes. O progresso fenológico foi determinado com base na escala BBCH, conforme descrito por Sanz-Cortés *et al.* (2002), abrangendo os estádios de emergência das inflorescências (51 e 55) e de floração (61, 65 e 69), desde o intumescimento das gemas até o final da floração e início da frutificação.

Os dados meteorológicos de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa foram obtidos na estação da Epagri em Rancho Queimado, com registros horários. A demanda térmica foi estimada pelo acúmulo de graus-dia, calculado conforme a metodologia proposta por Ometto (1981), adotando-se temperaturas basais de 10°C e 40°C. O acúmulo teve início no solstício de inverno de 2023 e estendeu-se até o estádio 69.

As exigências de frio foram estimadas pelo número de horas com temperaturas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e pelo cálculo de unidades de frio, conforme o modelo proposto por De Melo-Abreu *et al.* (2004), acumuladas entre 1° de abril e o estádio 51. A análise dos dados foi realizada através de estatística descritiva.

O cultivar Arbequina atingiu mais cedo o estádio de intumescimento das gemas das inflorescências (BBCH 51), seguido por 'Picual' e, posteriormente, pelos cvs. Koroneiki, Grappolo e Arbosana (Tabela 1). 'Arbequina' também foi o primeiro a alcançar a plena expansão das inflorescências (estádio 55). A plena floração (estádio 65) ocorreu de forma coincidente entre os cvs. Arbequina, Grappolo, Koroneiki e Picual, sendo fato relevante em função da ocorrência de autoincompatibilidade em alguns cultivares de oliveira (Sánchez-Estrada; Cuevas, 2018).

Tabela 1 – Datas de registro dos principais estádios fenológicos relacionados ao desenvolvimento das inflorescências e floração, mensurados a partir do solstício de inverno (21 de junho de 2023) para cinco cultivares de oliveira, em Rancho Queimado, Santa Catarina, ciclo 2023/24

Estádio fenológico	Arbequina	Arbosana	Grappolo	Koroneiki	Picual
51 – Intumescimento das gemas	19 Jul $\pm 3^*$	8 Ago ± 3	4 Ago ± 4	2 Ago ± 9	29 Jul ± 4
55 – Expansão das inflorescências	11 Ago ± 7	2 Set ± 15	29 Ago ± 3	16 Set ± 11	27 Ago ± 4
61 – Início do florescimento	16 Set ± 12	3 Out ± 10	18 Set ± 4	25 Set ± 13	18 Set ± 3
65 – Plena floração	23 Set ± 10	–	24 Set ± 4	1º Out ± 12	23 Set ± 3
69 – Fim do florescimento	24 Out ± 3	–	10 Out ± 7	23 Out ± 4	28 Out ± 2

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: * Valores posteriores ao símbolo $\pm$ correspondem ao desvio padrão.

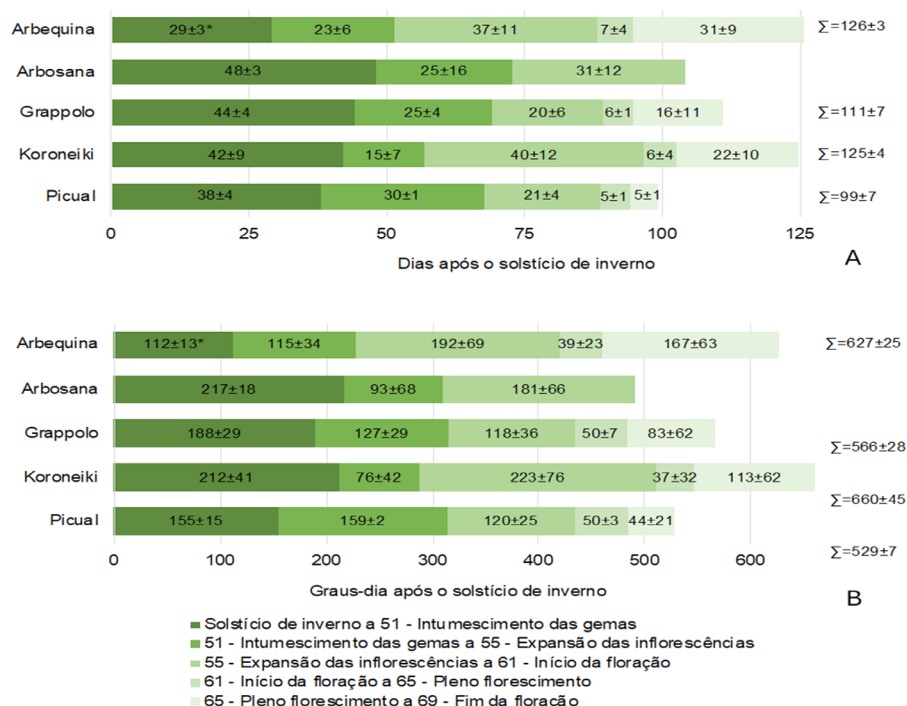
A duração do desenvolvimento das inflorescências e da floração foi maior para 'Arbequina' e 'Koroneiki', que atingiram o estádio 69 em períodos semelhantes (Figura 1A), enquanto 'Picual' completou a floração em menos de 100 dias. 'Arbequina' antecipou a ocorrência de todos os estádios fenológicos, com período de floração de aproximadamente 38 dias, seguido por 'Koroneiki', com 26 dias. Diferenças em relação a estudos no oeste de Santa Catarina indicam influência das condições ambientais e da variabilidade climática sobre a duração das fases fenológicas (Brugnara; Sabião, 2022).

O avanço das fases fenológicas é influenciado principalmente pela temperatura do ar, que determina o acúmulo de unidades térmicas (Martins *et al.*, 2019). 'Arbequina' e 'Picual' apresentaram menor demanda térmica para o intumescimento das gemas (estádio 51) e início do ciclo reprodutivo (Figura 1B), porém diferiram quanto à soma térmica total ao final da floração, com 627 (± 27) e 529 (± 7), respectivamente. 'Arbequina' e 'Koroneiki' apresentaram os maiores acúmulos térmicos, sendo que 'Arbequina' demandou maior soma térmica para atingir a plena floração (estádio 65).

'Arbequina' apresentou menor acúmulo de horas e unidades de frio por iniciar mais precocemente a fase reprodutiva em Rancho Queimado (Tabela 2), enquanto 'Koroneiki' e 'Picual' apresentaram exigências semelhantes. Os cultivares mais tardios acumularam, em média, 157 horas e 617 unidades de frio. Em comparação com áreas de cultivo tradicional, o menor acúmulo de horas de frio observado pode ter sido compensado pelas unidades de frio até o estádio 51, embora a insuficiência de frio possa comprometer a formação floral e a produtividade em zonas marginais (Engelen *et al.*, 2023).

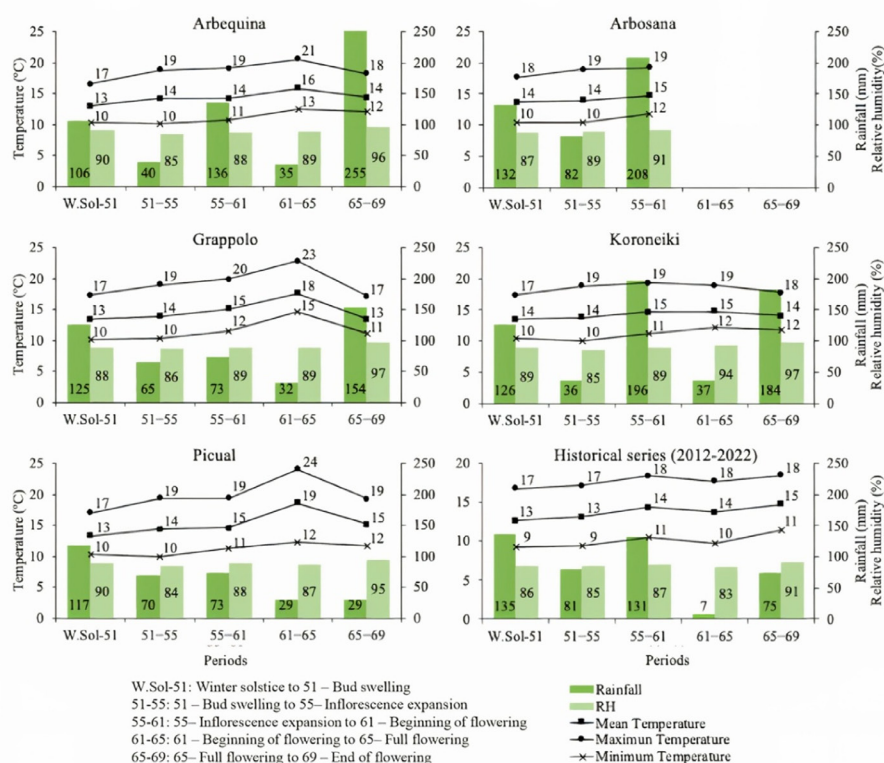
Durante o monitoramento, a temperatura média do ar manteve-se próxima a 15°C (Figura 2), com picos de temperatura máxima variando conforme o cultivar e o estádio fenológico. Para 'Arbequina', 'Grappolo' e 'Picual', os maiores valores ocorreram entre os estádios 61 e 65, enquanto, para 'Koroneiki', concentraram-se entre os estádios 55 e 61. Ao final da floração (estádio 69), observou-se redução térmica para todos os cultivares, com tendência de elevação das temperaturas em relação à série histórica (2012–2022).

Figura 1 – Duração cronológica (A) e somatório de Graus-dia (B) dos principais estádios fenológicos relacionados ao desenvolvimento das inflorescências e floração, mensurados a partir do solstício de inverno (21 de junho de 2023) para cinco cultivares de oliveira em Rancho Queimado, Santa Catarina, ciclo 2023/24



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 2 – Parâmetros climatológicos entre os principais estádios fenológicos relacionados ao desenvolvimento das inflorescências e floração, mensurados a partir do solstício de inverno (21 de junho de 2023) para cinco cultivares de oliveira, em Rancho Queimado, Santa Catarina, ciclo 2023/24



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 2 – Somatório de horas de frio e unidades de frio entre 1º de abril de 2023 e a data de registro do estágio fenológico 51 (início do intumescimento das inflorescências) para cinco cultivares de oliveiras em Rancho Queimado, Santa Catarina, ciclo 2023/24

Parâmetro	Arbequina	Arbosana	Grappolo	Koroneiki	Picual
Data do estágio 51 – Intumescimento das gemas	19 Jul ± 3*	8 Ago ± 3	4 Ago ± 4	2 Ago ± 9	29 Jul ± 4
Horas de frio	134 ± 27	157 ± 38	157 ± 1	149 ± 0	149 ± 30
Unidades de frio	539 ± 10	617 ± 13	617 ± 0	596 ± 0	595 ± 14

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: * Valores posteriores ao símbolo ± correspondem ao desvio padrão.

A umidade relativa do ar manteve-se acima de 80% durante todo o ciclo, superando 95% entre os estádios 65 e 69, enquanto a precipitação pluviométrica ocorreu de forma contínua e em volumes superiores aos registrados em regiões de cultivo tradicional (Restrepo-Díaz *et al.*, 2010). Entre o período de expansão das inflorescências e o final da floração de ‘Arbequina’ e ‘Koroneiki’ houve acúmulo de mais de 450mm de precipitação, valores superiores à média histórica local. Esse padrão climático, intensificado pela atuação do El Niño – Oscilação do Sul em 2023, resultou em temperaturas elevadas e precipitações entre 350 e 400% acima da média histórica, favorecendo a ocorrência de doenças e interferindo na polinização (Rodrigues *et al.*, 2023).

No ciclo 2023/24 em Rancho Queimado, ‘Arbequina’ apresentou maior precocidade e menor exigência de frio, enquanto ‘Picual’ demandou menor soma térmica para completar a floração. ‘Arbequina’ e ‘Koroneiki’ apresentaram maior duração do período reprodutivo, e a plena floração coincidiu entre a maioria dos cultivares avaliados. Estudos de longo prazo são necessários para confirmar a adaptação fenológica dos cultivares às condições subtropicais úmidas e sua relação com a variabilidade climática.

REFERÊNCIAS

- BRUGNARA, E. C.; SABIÃO, R. R. Olive reproductive phenology in a warm and humid region of Santa Catarina, Brazil. **Agrociencia Uruguay**, Montevideu, v. 26, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31285/agro.26.898>.
- DA CROCE, D. M.; BRUGNARA, E. C.; DE OLIVEIRA, V. P.; DIAS, C. R. Avaliação da produção e do rendimento de azeite das oliveiras ‘Arbequina’, ‘Arbosana’ e ‘Koroneiki’ em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 54-57, 2016. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v29i1.91>.
- DE MELO-ABREU, J. P.; BARRANCO, D.; CORDEIRO, A. M.; TOUS, J.; ROGADO, B. M.; VILLALOBOS, F. J. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 125, n. 1-2, p. 117-127, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.02.009>.
- ENGELN, C.; WECHSLER, T.; BAKHSHIAN, O.; SMOLY, I.; FLAKS, I.; FRIEDLANDER, T.; BEM-ARI, G.; SAMACH, A. Studying Parameters Affecting Accumulation of Chilling Units Required for Olive Winter Flower Induction. **Plants**, Basileia, v. 12, n. 8, p. 1714, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12081714>.
- MARTINS, F. B.; FERREIRA, M. D. C.; SILVA, L. F. D. O. D.; RAMALHO, V. R. M.; GONÇALVES, E. D. Temperatura do ar no desenvolvimento reprodutivo de cultivares de oliveira. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 179-190, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863340022>.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.
- RESTREPO-DÍAZ, H.; MELGAR, J. C.; LOMBARDINI, L. Ecophysiology of horticultural crops: an overview. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 28, n. 1, p. 71-79, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v28n1/v28n1a09.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2026.

RODRIGUES, M. L. G.; DE LIMA, M.; MARTINS, M.; CRUZ, G. El Niño e suas lições. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 36, n. 3, p. 7-11, 2023. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1795>.

SÁNCHEZ-ESTRADA, A.; CUEVAS, J. 'Arbequina' olive is self-incompatible. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 230, p. 50-55, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.018>.

SANZ-CORTÉS, F.; MARTINEZ-CALVO, J.; BADENES, M. L.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H.; LLÁCER, G.; MEIER, U. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). **Annals of applied biology**, Chichester, v. 140, n. 2, p. 151-157, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00167.x>.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Breve currículo dos autores:

Aline Dapont Goedel

Mestra em Ciências pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Participa de projetos de pesquisa junto ao Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho, Fitotecnia. Engenheira-agrônoma e Extensionista Rural na Epagri, SC. E-mail: alinedapont@epagri.sc.gov.br

Roque Junior Sartori Bellinaso

Mestre em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Engenheiro-agrônomo. Analista em Educação na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), atuando na área de Fruticultura junto ao Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho, Fitotecnia.
E-mail: roque.bellinaso@ufsc.br

Michelle Barbosa Teixeira Loss

Mestre em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ (2010). Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho.
E-mail: michellebte2@gmail.com

Fernanda Wilkens Costa

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista PIBIC no Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho, Fitotecnia. E-mail: fernandawcosta@hotmail.com

João Guilherme Dalanhhol Gonçalves

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foi bolsista PIBIC no Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho, Fitotecnia. E-mail: joaogdgoncalves@gmail.com

Aparecido Lima da Silva

Doutor em Sciences Biologiques "Viticulture e Enologie" - Universite de Bordeaux II (1995). Pós-doutor em Viticulture e Arboriculture pela AgroMontpellier (2004/05). Professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) até 2018, onde continua participando de atividades de ensino, pesquisa e extensão. E-mail: aparecido.silva@ufsc.br

Tiago Olivoto

Doutor em Agronomia com ênfase em Melhoramento Genético Vegetal e Experimentação Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (2020). Professor adjunto A2 no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Catarina, onde coordena o Programa de Melhoramento Genético de Linhaça do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Experimentação e Melhoramento Vegetal. E-mail: tiago.olivoto@ufsc.br

Alberto Fontanella Brighenti

Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (2014). Atuou como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) entre 2014 e 2019. Professor adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Catarina, atuando principalmente nos temas de fruticultura de clima temperado e viticultura em regiões de altitude elevada. E-mail: alberto.brighenti@ufsc.br

Contribuição de autoria - Credit:

Aline Dapont Goedel: Conceituação, Curadoria dos Dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Software, Validação, Escrita- Primeira Redação, Escrita- Revisão e Edição;

Roque Junior Sartori Bellinaso: Conceituação, curadoria dos dados, administração do projeto, escrita- primeira redação, escrita- revisão e edição;

Michelle Barbosa Teixeira Loss: Conceituação, curadoria dos dados, investigação;

Fernanda Wilkens Costa: Conceituação, curadoria dos dados, investigação;

João Guilherme Dalanhof Gonçalves: Curadoria dos dados, investigação;

Aparecido Lima da Silva; Conceituação, curadoria dos dados, investigação;

Tiago Olivoto: Conceituação, análise formal, metodologia, software, validação;

Alberto Fontanella Brighenti: Conceituação, curadoria dos dados, administração do projeto, recursos, análise formal, investigação, metodologia, software, supervisão, validação, escrita- primeira redação, escrita- revisão e edição;

Financiamento: Não se aplica;

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho;

Licença de uso: De acordo com as regras da revista CCBY 4.0;

Preprints: Não se aplica;

Aprovação do comitê de ética na investigação: Não se aplica;

Consentimento para o uso de imagens: Não se aplica;

Disponibilidade dos dados de investigação e outros materiais: Os autores podem ceder os dados por solicitação direta;

Acordo com a revisão aberta: Não se aplica;

Agradecimentos: Os autores agradecem à Quinta do Vienzo que gentilmente cedeu o espaço para a realização deste estudo.