

Danos de geada em oliveiras jovens cv. Arbequina e Koroneiki tratadas com L-prolina, ácido salicílico ou bioestimulante

Eduardo Cesar Brugnara¹ e Rafael Roveri Sabião²

Resumo – Oliveiras jovens podem ser perdidas por danos de geada em climas subtropicais, especialmente em áreas com altitude elevada, onde o potencial de produção é maior. Assim, este trabalho teve por objetivo identificar tratamentos químicos que reduzam os danos de geada em plantas jovens, e comparar os cultivares Arbequina e Koroneiki quanto a sua resistência à geada. Foram realizados dois experimentos de campo em Chapecó, Santa Catarina: com plantas de oliveira do cultivar Koroneiki em 2021; e com 'Arbequina' e 'Koroneiki' em 2022. Três dias antes da geada prevista as plantas cultivadas em vasos foram aspergidas com L-prolina 10g L⁻¹, o composto One.A Pro 15mL L⁻¹, ácido salicílico 28mg L⁻¹ e um controle (água). A temperatura do ar atingiu -6,6 e -1,2°C, em 2021 e 2022, respectivamente, levando as plantas, em 2021, a queima de brotações, fissuras no tronco, brotação intensa próxima ao colo (tronco) e morte, com aumento de extravasamento de eletrólitos celulares (EEC) nas folhas, inclusive em 2022. As aspersões não preveniram significativamente os danos, enquanto em 2022 a 'Arbequina' apresentou EEC significativamente menor. Conclui-se que 'Arbequina' tem menor EEC por geada e que as aspersões testadas não melhoram a capacidade das oliveiras de suportar o estresse por congelamento.

Termos para indexação: *Olea europaea*; Frio; Prolina; Ácido salicílico.

Frost damage in young olive trees cv. Arbequina and Koroneiki treated with L-proline, salicylic acid or biostimulant

Abstract – In subtropical climates, young olive trees can be lost due to damages by frost, especially in high altitudes, where the production potential is greater. Thus, this work aimed to identify chemical treatments that reduce frost damages in young plants, and test the cultivars Arbequina and Koroneiki for resistance to frost. Two field experiments were carried out in Chapecó, Santa Catarina, Brazil: with 'Koroneiki' plants in 2021; and with 'Arbequina' and 'Koroneiki' in 2022. Three days before the forecasted frost, potted plants were sprayed with L-proline 10g L⁻¹, the compound One.A Pro 15mL L⁻¹, salicylic acid 28mg L⁻¹ and a control (water). Air temperature reached -6.6 and -1.2°C, in 2021 and 2022, respectively, leading the plants, in 2021, to shoot burn, cracks in the trunk, intense sprouting close to the collar (trunk) and death, with increased cellular electrolytes leakage (CEL) in leaves, including in 2022. Spraying did not significantly prevent damage, while in 2022 'Arbequina' showed significantly lower CEL. It is concluded that 'Arbequina' has lower CEL after a frost and that the tested sprays did not improve the ability of olive trees to withstand the freezing stress.

Index terms: *Olea europaea*; Freezing; Proline; Salicylic acid.

Introdução

As oliveiras (*Olea europaea* L.) são sensíveis a geadas. O dano causado pela geada acontece pelo congelamento do líquido intercelular, que causa extravasamento e a desidratação das células (SNYDER & DE MELO-ABREU, 2005). Os danos observados na Califórnia em evento de frio em 1990, que reduziu a temperatura do ar a menos de -6°C, foram queima de ápices de brotações, descoloração de folhas, lenho e casca, clorose, queima e queda de folhas, fendidas na casca do tronco e ramos, defor-

mação das folhas novas e danos às gemas reprodutivas (DENNEY et al., 1993).

Em plantas jovens um dos principais danos é a fissura da casca do tronco. Ocorre pelo congelamento da água no xilema, provocando sua expansão, que não é suportada pela casca, a qual sofre fissuras longitudinais. O mesmo congelamento pode ocorrer no floema. Quando o câmbio das oliveiras não é afetado, ocorre a cicatrização (DENNEY et al., 1993).

Quando submetidas a temperaturas baixas (<5°C), ocorrem alterações fisiológicas que tornam as oliveiras mais

resistentes ao frio (BONGI & PALLIOTTI, 1994; SNYDER & DE MELO-ABREU, 2005). Mas essa resistência é perdida gradualmente com a elevação da temperatura acima de 16°C (NAVARRO GARCÍA et al., 2012). Ao mesmo tempo ocorrem diferenças entre genótipos na resistência ao frio e temperatura letal para os tecidos (GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005; SAADATI et al., 2019).

Em Santa Catarina, em altitudes maiores que 650 metros, há risco elevado de ocorrência de geadas mais severas que -1°C no abrigo meteorológico, o que poderia levar plantas à morte

Recebido em 03/04/2023. Aceito para publicação em 25/09/2023.

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf). C.P. 791, 89801-970, Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7545, e-mail: eduardobrugnara@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Cepaf, e-mail: rafaelsabiao@epagri.sc.gov.br.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1610>

no primeiro ano de campo. Ao mesmo tempo, as áreas com disponibilidade mínima de horas de frio para florescimento situam-se em cotas mais elevadas (PANDOLFO et al., 2021). Assim, o cultivo sempre estará sujeito a perdas de plantas, especialmente as jovens, como relatado por Gallotti & Da Croce (2012), principalmente no cultivar 'Koroneiki'.

Pesquisadores vêm estudando a relação da tolerância das plantas ao frio com seu conteúdo de prolina, um aminoácido naturalmente produzido pelas plantas que as protege contra os efeitos dos agentes ambientais estressantes, melhorando a recuperação após o estresse (HAYAT et al., 2012). O fornecimento de prolina exógena em meio de cultura aumentou a tolerância de explantes de *Solanum tuberosum* ao congelamento a 0°C (VAN SWAAIJ et al., 1985). A aspersão de prolina a 75-150ppm aumentou em até 50% o conteúdo de prolina nas folhas de oliveiras (EL-SAYED et al., 2013). Um efeito semelhante pode ser obtido com a aspersão de ácido salicílico que, além de aumentar os níveis de prolina, pode reduzir o extravasamento de eletrólitos nas folhas e a peroxidação de lipídeos resultantes do dano do frio nas células (HASHEMPOUR et al., 2014; NAZAR et al., 2015). Porém, são escassas as informações sobre seu uso a campo na superação de estresses por geadas.

Assim, este trabalho teve por objetivo identificar tratamentos químicos que, aspergidos nas plantas, reduzam os danos de geada em oliveiras jovens, bem como comparar os cultivares Arbequina e Koroneiki quanto a sua resistência à geada.

Material e métodos

Local

Dois experimentos foram realizados no município de Chapecó nos anos de 2021 e 2022. Chapecó se situa em região de clima Cfa (de Köppen), com temperatura média do mês mais frio de 14,1°C, média anual de 18,9°C, média das temperaturas mínimas absolutas do mês mais frio de -4,5°C e umidade relativa do ar média anual de 73% (WREGG

et al., 2012). O local do experimento está localizado a -27°05'23" latitude sul, -52°38'26" longitude oeste, numa altitude de 644m, distante 570m da estação meteorológica A895 do Instituto Nacional de Meteorologia. No local do experimento foram tomadas medidas de temperatura do ar com um sensor HL-1D (Rotronic, Suíça) instalado a 1,5m de altura, protegido por um abrigo construído com duas caixas de papelão ondulado com orifícios de 15mm não coincidentes entre as caixas. Um termômetro de mercúrio de máximas e mínimas também foi instalado na altura do colo das plantas, desprotegido.

Material vegetal

Em ambos os experimentos foram utilizadas mudas de oliveira de aproximadamente 25 meses dos cultivares 'Koroneiki' e 'Arbequina', obtidas por enraizamento de estacas herbáceas em maio de 2019 e junho de 2020 e cultivadas em recipientes de 1,3L contendo substrato orgânico. Em setembro de cada um dos referidos anos foram transplantadas em recipientes de 3L contendo substrato orgânico fertilizado com 3g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada (15% N, 9% P₂O₅, 12% K₂O). Foram despontadas 30cm acima do colo para formação de ramos laterais e os brotos abaixo de 20cm foram eliminados. A partir de abril de cada ano, as mudas permaneceram a céu aberto, a 665m de altitude, sob irrigação para sofrerem os efeitos da temperatura típica do local (ambiente padrão).

1º Experimento

Em julho de 2021, 54 plantas de 'Koroneiki' enraizadas em 2019 foram separadas em nove grupos com diâmetro do tronco homogêneo, que constituíram blocos casualizados com uma planta por parcela. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos por aspersão:

- Testemunha – aspersão de água destilada + adjuvante Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D-3 (três dias antes da geada) e repetida em D+1 (1 dia depois da geada);
- Prolina – aspersão de L-prolina 10g L⁻¹ + adjuvante Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em

D-3 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D+1;

- One.A Pro – aspersão de 15mL L⁻¹ One.A Pro® + Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D-3 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D+1;

- AS – solução de ácido salicílico 28mg L⁻¹ + Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em 26/07 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D+1;

- Prolina Repetida – aspersão de L-prolina 10g L⁻¹ + adjuvante Gotamax® 0,5mL L⁻¹ em D-3 e D+1;

- One.A Pro repetida – aspersão de 15mL L⁻¹ One.A Pro® + Gotamax 0,5mL L⁻¹ em D-3 e D+1.

O One.A Pro® (De Sangosse Agroquímica Ltda.), segundo informações de rótulo, é um fertilizante foliar que contém cloreto de cálcio (10,7% p/p Ca solúvel em água) e L-aminoácidos (0,4% de carbono orgânico total), indicado para uso em situações de estresse, em aplicações prévias e posteriores, com dose máxima de 15mL L⁻¹. Gotamax® é um agente de molhamento.

Foram aspergidos 10 mL de solução por planta. A temperatura do ar era de 22° com UR de 48% em 26/07 (18 horas sem chuva após a aplicação) e 13°C com UR de 45% em 30/07 (INMET, 2022). As plantas foram mantidas a céu aberto a 665m de elevação até o dia anterior à geada prevista, cuja temperatura do ar, medida na estação meteorológica, é apresentada na Figura 1. No dia 28/07, às 10h, as plantas foram dispostas em uma área de várzea, com declividade insignificante, 21 metros a menos de altitude, com drenagem de ar frio deficiente. Foram colocadas com os recipientes em covas espaçadas em 1 x 0,5m de tamanho suficiente para cobri-los, de forma a minimizar o congelamento de raízes. As temperaturas registradas na várzea são apresentadas na Figura 1. No abrigo registrou-se -6,6°C e no nível do solo a temperatura mínima aferida por termômetro foi de -8,5°C. Em 29/07 foram coletadas folhas para avaliação do extravasamento de eletrólitos, nos tratamentos Testemunha, Prolina, One.A Pro e AS, já que nos outros a repetição da aplicação foi posterior. No dia seguinte as mudas foram levadas para uma estufa agrícola com irrigação, não tendo mais sofrido temperaturas negativas. Foram fertilizadas com 0,6g de ureia e

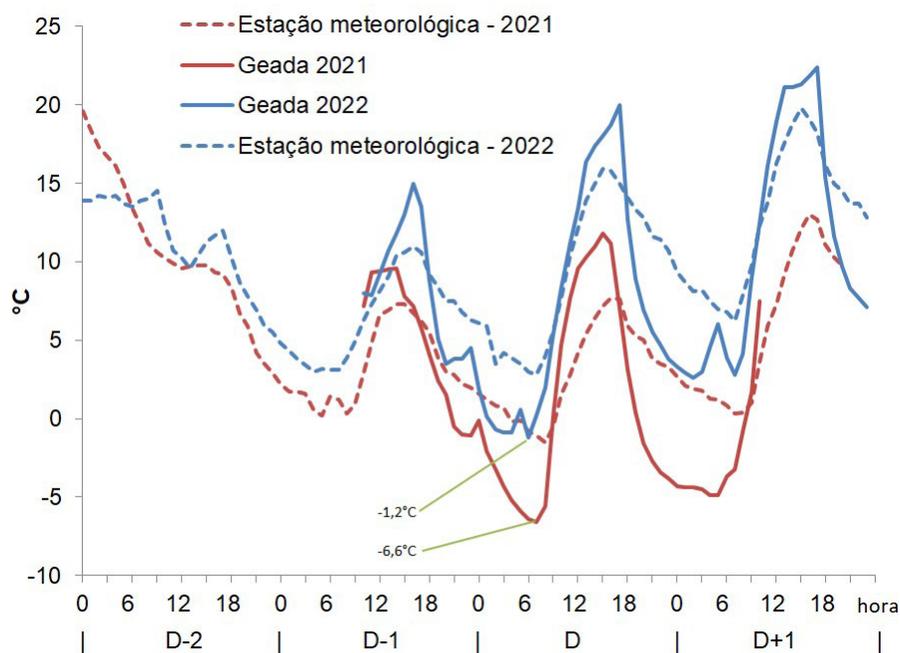


Figura 1. Temperaturas horárias do ar registradas na estação meteorológica automática A895 de Chapecó, SC, Brasil (679m de altitude) (INMET, 2022) e no local de exposição das plantas a geadas de 2021 (29/jul) e 2022 (19/ago) (D), de dois dias antes (D-2) ao dia seguinte (D+1) *Figure 1. Hourly air temperatures recorded in the automatic weather station A895 in Chapecó, SC, Brazil (679m elevation) (INMET, 2022) and in the place trees were exposed to the frosts in 2021 (Jul 29) and 2022 (Aug 19) (D), from two days before (D-2) until de next day (D+1)*

0,3g de cloreto de potássio por semana.

Na sequência foram realizadas avaliações morfológicas. Foi determinado o comprimento relativo das fissuras no tronco (comprimento total de fissuras em relação ao comprimento do tronco); grau de seca de ramos (por notas de 0 a 100% atribuídas por três avaliadores) 14 dias após a geada; massa seca das brotações emitidas após a geada; porcentagem da massa seca das brotações emitidas nos ramos laterais (não no tronco), e mortalidade, avaliadas 60 dias após a geada.

2º Experimento

Um experimento fatorial em blocos casualizados foi realizado com dois cultivares (Koroneiki e Arbequina) combinados com os mesmos tratamentos do 1º Experimento. Em 27/07, às 9h, foram aspergidos os tratamentos. As mudas foram transferidas para a várzea em 29/07, onde permaneceram até 01/08. Como não houve geada, as mudas foram levadas de volta ao ambiente padrão. Com a previsão de nova geada, o processo foi repetido a partir de 16/08 (aspersão de tratamentos), exposição

das mudas na várzea de 18/08 a 22/08. A temperatura mínima do ar registrada em 19/08 foi -1,2°C (Figura 1). Em 22/08 foram coletadas folhas para avaliação do extravasamento de eletrólitos e, depois disso, as mudas foram levadas para uma estufa agrícola para as mesmas avaliações realizadas no 1º Experimento. As avaliações finais foram realizadas em D+90.

Determinação do extravasamento de eletrólitos celulares (EEC)

Foi realizada uma amostragem de quatro folhas maduras por planta, das quais foram obtidos quatro discos de limbo, do centro de cada folha, com 5mm de diâmetro. Os discos foram colocados em tubos contendo 25mL de água destilada e mantidos sob agitação leve por 16h. Então foi realizada uma leitura da condutividade elétrica da solução (CE_1). Os tubos contendo os discos foram autoclavados por 20 minutos a 120°C, resfriados e agitados novamente por 1h, seguindo nova medição de condutividade elétrica (CE_2). Pela divisão de CE_1 por CE_2 , multiplicada por 100, obtve-se o EEC (SAADATI et al., 2019).

Foram aplicadas análises de variância com $\alpha=0,05$ aos dados de comprimento das fissuras, seca de ramos, massa seca das brotações emitidas e porcentagem da massa seca das brotações emitidas nos ramos laterais, enquanto a mortalidade foi submetida ao teste de Kruskal Wallis, utilizando-se o software R 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022).

Resultados e discussão

O extravasamento de eletrólitos celulares (EEC) apresentou pouca variação entre os tratamentos (baixo CV). O EEC médio variou de 31,16% a 32,77% em 2021, quando a geada foi mais severa, e de 24,14% a 25% em 2022 (Tabelas 1 e 2). As médias de EEC observadas em 2022 são semelhantes às obtidas por Poury et al. (2022) nos mesmos cultivares na ausência de estresse térmico. Pode-se considerar então que a geada de 2021 foi danosa. O EEC no cultivar Zard aumentou cerca de 60% quando submetido a -5°C por 10h (HASHEMPOUR et al., 2014), um dano maior que o observado em 2021, mesmo porque a exposição ao frio controlado naquele experimento foi mais prolongada. Em Chapecó, as diferenças de EEC observadas entre os tratamentos aspergidos não foram estatisticamente significativas. Porém, em 2022 o cultivar 'Arbequina' apresentou média significativamente menor que o 'Koroneiki', independentemente do tratamento aspergido.

Saadati et al. (2019) verificaram diferenças de genótipos de oliveira quanto ao conteúdo de carboidratos em folhas e casca, de prolina em folhas e no conteúdo de água, características que afetam a resistência ao frio. O cultivar Koroneiki apresentou valores intermediários entre os sete cultivares testados pelos pesquisadores. Na Espanha, 10 cultivares foram avaliados após uma geada natural, dentre os quais 'Arbequina' se destacou pela alta capacidade de rebrote após decepta e menor porcentagem de ramos danificados (GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005). Na Califórnia, EUA, uma geada provocou danos maiores em 'Koroneiki' do que em 'Arbequina' (DENNEY et al., 1993). O menor EEC da 'Arbequina' vai ao encontro dessas observações de campo

reportadas na literatura (DENNEY et al., 1993; GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005; SAADATI et al. 2019).

No experimento de 2021 foram observados danos visuais da geada em todos os tratamentos. As médias de seca de ramos observadas variaram de 40 a 56% da copa (Tabela 1). Houve morte de plantas em todos os tratamentos, o que equivale a 100% de seca de ramos. Para cada centímetro de comprimento dos troncos ocorreu em média 0,56 a 0,8cm de fissuras visíveis. Em 2022 os danos foram menos severos, de forma que não houve morte de plantas e fissuras visíveis nos troncos. Esta menor severidade é compreensível, tendo em vista que a temperatura mínima foi 5,4°C mais alta que a registrada no experimento de 2021. Não foi possível avaliar a seca de ramos de forma visual, pois não era perceptível.

A massa seca de brotações crescidas após a geada (Tabela 2) e a partição da massa seca entre brotações oriundas dos ramos e do tronco não foram afetadas significativamente. Por outro lado, notou-se que em 2021, diferentemente de 2022, a brotação foi mais concentrada no tronco do que nos ramos, refletindo os danos maiores aos ramos e ao tronco (Tabelas 1 e 2) com perda de dominância apical.

Em oliveiras 'Arbequina' e 'Koroneiki' submetidas a estresse salino, a aspersão de L-prolina (50-200mg L⁻¹) não afetou significativamente o extravasamento de eletrólitos (POURI et al., 2022). Em Hashempour et al. (2014), o ácido salicílico 138mg L⁻¹, aplicado via irrigação e foliar simultaneamente no quinto e sexto dia antes do estresse (-5°C por 10h), reduziu substancialmente o EEC de oliveiras 'Zard'. É possível que, além da dose e do modo de aplicação diferentes, a aplicação realizada em Chapecó três dias antes das geadas tenha sido muito tardia, não levando a planta a responder ao tratamento a tempo. Entretanto, aplicações muito distantes do evento de frio previsto podem ser inviáveis, dada a menor confiabilidade das previsões de tempo e a ocorrência de precipitações pluviais associadas às frentes frias, cujas massas de ar frio que as seguem são as responsáveis pela geada.

Segundo o seu fabricante (DE SANGOSSE, 2023), o ONE.A Pro[®] contém o

Tabela 1. Resposta (médias) de oliveiras 'Koroneiki' a diferentes tratamentos químicos por aspersão antes e após a geada de 29/07/2021, em Chapecó, SC, Brasil

Table 1. 'Koroneiki' olive response (means) to different chemical treatments sprayed before and after the frost in 07/29/2021, in Chapecó, SC, Brazil

Aspersões	EEC	MSB	MSB ramos laterais	Fissuras no tronco	Morte de ramos	Morte de plantas
	(%)	(g)	(%)	(cm cm ⁻¹)	---- (%) ----	---- (%) ----
Testemunha	32,77 ^{ns}	13,58 ^{ns}	35,54 ^{ns}	0,80 ^{ns}	56,30 ^{ns}	33 ^{ns}
AS	31,16	20,02	46,56	0,42	40,19	22
One.A Pro	31,72	19,79	37,70	0,74	53,81	11
Prolina	32,13	17,07	22,93	0,72	52,15	11
Prolina repetida	NA	15,72	26,51	0,64	55,00	22
One.A Pro repetida	NA	16,46	35,25	0,56	53,56	22
C.V. (%)	4,97	28,44	97,58	44,03	60,29	198,17

EEC = extravasamento de eletrólitos; MSB = massa seca de brotos; NA = não avaliado. ^{ns} As diferenças entre médias não são significativas (Teste Kruskal Wallis para morte de plantas e análise de variância para as demais, $\alpha=0,05$).

EEC = electrolyte leakage; MSB = shoot dry matter; NA = not evaluated. ^{ns} differences between means are not significant (Kruskal Wallis test for tree deaths and analysis of variance for the other variables, $\alpha=0,05$).

Tabela 2. Resposta (médias) de oliveiras 'Arbequina' e 'Koroneiki' a diferentes tratamentos químicos por aspersão antes e após a geada de 19/08/2022, em Chapecó, SC, Brasil

Table 2. 'Arbequina' and 'Koroneiki' olive tree response (means) to different chemical treatments sprayed before and after the frost in 08/19/2022, in Chapecó, SC, Brazil

Aspersões	Extravasamento de eletrólitos	Massa seca dos brotos	Massa seca dos brotos de ramos laterais
	(%)	-- (g) --	(%)
Testemunha	24,14 ^{ns}	20,72 ^{ns}	95,20 ^{ns}
AS	25,00	19,48	96,18
One.A Pro	24,43	20,13	97,46
Prolina	24,16	21,11	95,92
Prolina repetida	NA	17,30	95,65
One.A Pro repetida	NA	19,57	98,63
Cultivares			
Arbequina	23,56 ^{**}	19,50 ^{ns}	99,10 ^{ns}
Koroneiki	25,14	19,94	93,47
C.V. (%)	10,12	34,31	7,23

^{ns} As diferenças entre médias não são significativas (análise variância, $p>0,05$). NA = não avaliado. ^{**} diferença entre cultivares é significativa ($p<0,01$). Não houve interação significativa entre cultivares e aspersões.

^{ns} differences between means are not significant (Analysis of variance, $\alpha=0,05$). NA = not evaluated.

^{**} Difference between cultivars is significant ($p<0,01$). There was no significant interaction between cultivars and sprays.

aminoácido L-Prolina, importante durante o estresse osmótico por congelamento, e fornece “energia necessária para recuperação”. Apesar de ser indicado para culturas perenes como citros e videiras, não apresenta recomendação para oliveiras. Em teste de concentrações aspergidas em oliveiras, Brugnara et al. (2022) observaram incremento do teor de prolina nas folhas três dias após a aplicação de ONE.A Pro até 15ml L⁻¹. Porém, a exemplo do tratamento Prolina, o One.A Pro não apresentou efeito significativo nas variáveis analisadas em ambos os experimentos aqui relatados (Tabelas 1 e 2).

Frente aos relatos da literatura de efeito positivo dos compostos aqui testados, é prudente considerar que modificações da dosagem e do momento de aplicação, bem como o aumento do número de plantas por parcela e de repetições (dias com ocorrências de geada), poderiam trazer resultados diferentes dos obtidos nestes experimentos, já que os coeficientes de variação (Tabelas 1 e 2) foram elevados. Até que novos resultados sejam apresentados, sugere-se a não utilização dos tratamentos aqui testados como atenuadores de estresse térmico em oliveiras.

Conclusões

- Nas condições de geada leve ocorrida em Chapecó em 19 de agosto de 2022, as oliveiras ‘Arbequina’ têm menor extravasamento de eletrólitos celulares nas folhas do que as ‘Koroneiki’.

- Aspersões de compostos químicos da forma testada não melhoram a capacidade das oliveiras de suportar o estresse da geada.

Referências

BONGI, G.; PALLIOTTI, A. Olive. In: SCHAFFER B.; ANDERSEN, P.C. (Eds). **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops: Temperate Crops**. Boca Ratón: CRC press, 1994. p.165-188.

BRUGNARA, E.C.; KLOCK, A.L.S.; SABIÃO, R.R. Concentração de prolina em folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) aspergidas com L-prolina e fertilizante foliar. In: FRUSUL - SIMPÓSIO DE FRUTICULTURA DA REGIÃO SUL, 3, 2022, On-line. **Anais**[...]. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/>

FRUSUL/article/view/16231/12248. Acesso em: 05 abr. 2023.

DENNEY, J.O.; MARTIN, G.C.; KAMMERECK, R.; KETCHIE, D.O.; CONNELL, J.H.; KRUEGER, W.H. OSGOOD, J.W.; SIBBETT, G.S.; NOUR, G.A. Freeze damage and cold hardness in olive: findings from the 1990 freeze. **California Agriculture**, v.47, n.1, special section, p.1-12, 1993. Disponível em: <https://calag.ucanr.edu/Archive/?article=ca.v047n01ps1>. Acesso em: 12 jun. 2019.

EL-SAYED, O.M.; EL-GAMMAL, A.S.M. SALAMA. Effect of ascorbic acid, proline and jasmonic acid foliar spraying on fruit set and yield of Manzanillo olive trees under salt stress. **Scientia horticultrae**, v.176, p.32-37, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.031>.

DE SANGOSSE. **ONE.A PRO** – fertilizante foliar. Apresenta informações sobre o fertilizante foliar ONE.A.PRO. 2023. Disponível em: <https://www.desangosse.com.br/nutricao-e-fisiologia/onea-pro->. Acesso em: 22 mar. 2023.

GALLOTTI, G.J.M.; DA CROCE, D.M. Observação do comportamento agrônomo de cultivares de oliveira no Planalto Norte catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.25, n.2, p.49-52, 2012.

GÓMEZ-DEL-CAMPO, M.; BARRANCO, D. Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars. **Plant Genetic Resources**, v.3, n.3, p.385-390, 2005. Doi: <https://doi.org/10.1079/PGR200592>.

HASHEMPOUR, A.; GHASEMNEZHAD, M.; GHAVINI, R.F.; SOHANI, M.M. The Physiological and Biochemical Responses to Freezing Stress of Olive Plants Treated with Salicylic Acid. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.61, n.4, p.443-450, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1134/S1021443714040098>.

HAYAT, S; ALYEMENI, M.N.; WANI, A.S.; PICHTEL, J.; AHMAD, A. Role of proline under changing environments - A review. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, n.11, p.1456-1466, 2012. Doi: <https://doi.org/10.4161/psb.21949>.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Tabelas de dados das estações**. Disponibiliza consulta a dados registrados nas estações meteorológicas. 2022. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

NAVARRO GARCÍA, C.; MESQUITA, H.A.; ALVARENGA, A.A. Limitações de clima, solo e planejamento do plantio para o cultivo da oliveira. In: OLIVEIRA, A.F. de (ed.). **Oliveira**

no Brasil. Tecnologias de produção. Belo Horizonte: Epamig, 2012. p.349-383.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N.A.; SAREER, O. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. **South African Journal of Botany**, v.98, p.84-94, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.02.005>.

PANDOLFO, C.; BRUGNARA, E. C.; RICCE, W. S.; VIANNA, L. F. N.; LEITE, G. B. Risco climático para oliveira em Santa Catarina. **Agrometeoros**, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2021. Doi: <https://doi.org/10.31062/agrom.v29.e026930>.

POURY, N.; SEIFI, E.; ALIZADEH, M. Effects of Salinity and Proline On Growth and Physiological Characteristics of Three Olive Cultivars. **Gesunde Pflanzen**, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00778-0>. R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SAADATI, S.; BANINASAB, B.; MOBILI, M.; GHOLAMI, M. Measurements of freezing tolerance and their relationship with some biochemical and physiological parameters in seven olive cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.41, n.51, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2843-8>.

SNYDER, R.L.; DE MELO-ABREU, J.P. **Frost protection: fundamentals, practice and economics**. Romae: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 112p. v.1. Disponível em: http://home.isa.utl.pt/~jpabreu/Docs/FROST_Volume1.pdf. Acesso em: 12 jul. 2019.

VAN SWAAIJ, A.C.; JACOBSEN, E.; FEENSTRA, W.J. Effect of cold hardening, wilting and exogenously applied proline on leaf proline content and frost tolerance of several genotypes of Solanum. **Physiologia plantarum**, v.64, n.2, p.230-236, 1985. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1985.tb02341.x>.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA. I.R.; GARRASTAZU, M.C.; HERTER, F.G.; CARAMORI, P.H.; MATZENAUER, R.; RADIN. B.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; PRESTES, S.D.; CUNHA, G.R.; MALUF, J.R.T. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110041-atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.