

EFEITOS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS NO INÍCIO DO INVERNO RECORRENTES NO FIM DA PRIMAVERA NOS PARÂMETROS FOTOSSINTÉTICOS DE OLIVEIRAS 'KORONEIKI'

TIAGO MAIA SOUZA¹; JONATAN EGEWARTH²; MARIANA POLL MORAES³;
JOÃO ANTÔNIO PARAGINSKI⁴; VALMOR JOÃO BIANCHI⁵

¹Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – dragonballtiago@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – egewarthjonatan@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – maripollmoraes@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – joaoantonioaparaginski@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – valmorjb@yahoo.com

1. INTRODUÇÃO

A olivicultura no Brasil vem demonstrando alto potencial, sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o maior produtor de azeite do país. As oliveiras (*Olea europaea* L.) das cultivares 'Koroneiki' e 'Arbequina' são as mais cultivadas neste estado, no qual a mesorregião Sudeste se destaca (AMBROSINI et al., 2022). Embora seja uma região promissora para a cultura, apresenta solos hidromórficos pouco profundos (CUNHA; SILVEIRA, 1996) que, juntamente com períodos de baixa pluviosidade, podem potencializar restrições hídricas no solo. Com as mudanças climáticas da atualidade, os períodos de chuva podem se tornar mais irregulares, podendo ocorrer em baixa intensidade em distintas estações do ano. Estes dois fatores combinados podem condicionar às plantas períodos de estresse por déficit hídrico, afetando negativamente sua fisiologia (BRITO et al., 2019).

Devido à importância da olivicultura no RS, é essencial compreender o impacto de restrições hídricas recorrentes nas respostas fisiológicas das oliveiras 'Koroneiki'. No entanto, a investigação sobre este tema é atualmente limitada, tornando-o uma área crítica de estudo. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar as respostas e os efeitos da restrição hídrica e recuperação em oliveiras da cultivar 'Koroneiki' sobre parâmetros fotossintéticos no início do inverno e de forma recorrente no fim da primavera. Os resultados deste estudo fornecerão informações sobre as respostas das plantas ao déficit hídrico e ajudarão no desenvolvimento de estratégias para mitigar os danos causados pelas restrições hídricas no futuro.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em casa de vegetação localizada no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas – Brasil/RS, de 15 de junho de 2022 a 11 de julho de 2022 (início do inverno) e de 14 de novembro a 4 de dezembro de 2022 (fim da primavera). Para este experimento, foram utilizadas oliveiras com vinte meses de idade e 1,2 metros de altura que cresciam em sacos plásticos (3,7 litros) contendo uma mistura de solo, areia e esterco bovino na proporção de 2:1:1 respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, bifatorial (2X5), sendo dois níveis do fator condição hídrica [controle (capacidade de vaso) e restrição hídrica], e cinco níveis do fator tempo (0, 6 e 12 dias de estresse, e 7 e 14 dias de recuperação). Anteriormente ao experimento e durante a recuperação, todas as plantas foram mantidas em capacidade de vaso, sendo o conteúdo

volumétrico de água no substrato (CVAS - %) aferido diariamente por meio do dispositivo TDR – Time Domain Reflectometer.

Os parâmetros de avaliação incluíram condutância estomática (g_s – mol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de transpiração foliar (E – mmol H₂O m⁻² s⁻¹), rendimento quântico efetivo do transporte de elétrons do fotossistema II ($\Delta F/F_m$), taxa do transporte não cíclico de elétrons através do fotossistema II (ETR – μ mol m⁻² s⁻¹), temperatura foliar (T_f – °C) e radiação solar (Q_{amb} – μ mol m⁻² s⁻¹), avaliados usando um dispositivo porômetro/fluorômetro (LI-600, LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) entre 9h30 e 10h00. O experimento foi conduzido em duas estações (início do inverno e fim da primavera) avaliadas de forma independente. A análise ANOVA foi realizada seguida do Teste de Tukey ($P \leq 0,05$) com o software estatístico Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2019). Para o gráfico, foi utilizado o software Origin 2019b 64Bit.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações realizadas no início do inverno, houve interação entre os fatores para as variáveis condutância estomática (g_s) e conteúdo volumétrico de água no substrato (CVAS) apenas (Tabela 1). Para transpiração foliar (E), rendimento quântico efetivo do transporte de elétrons do fotossistema II ($\Delta F/F_m$), taxa de transporte não cíclico de elétrons através do fotossistema II (ETR), temperatura foliar (T_f) e radiação solar (Q_{amb}) houve diferença apenas para o fator tempo (Tabela 2).

Tabela 1: Condutância estomática, temperatura foliar e conteúdo volumétrico de água no substrato de oliveiras cv. 'Koroneiki' (*Olea europaea* L.) em diferentes períodos de restrição hídrica do solo e capacidade de vaso em duas estações do ano distintas

Var.	Cond. hídrica	Tempo (dias durante o início do inverno)					CV (%)
		0	6	12	7 (reidrat.)	14 (reidrat.)	
g_s	Cont.	0,40 ± 0,01 Aa	0,39 ± 0,02 Aa	0,37 ± 0,01 Aa	0,40 ± 0,01 Aa	0,39 ± 0,04 Aa	10,70
	R. híd.	0,45 ± 0,03 Aa	0,23 ± 0,02 Bb	0,23 ± 0,02 Bb	0,39 ± 0,03 Aa	0,41 ± 0,03 Aa	2,67
CVAS	Cont.	42,33 ± 0,97Aa	41,67 ± 1,08Aa	41,77 ± 1,18Aa	42,47 ± 1,05 Aa	42,30 ± 1,22Aa	21,23
	R. híd.	41,47 ± 0,27Aa	25,43 ± 1,14Bb	17,80 ± 0,51Cb	41,10 ± 0,15 Aa	42,37 ± 1,30Aa	3,35
Var.	Cond. hídrica	Tempo (dias durante o fim da primavera)					CV (%)
		0	6	12	7 (reidrat.)	14 (reidrat.)	
T_f	Cont.	23,19 ± 0,19Ca	28,90 ± 0,71Ab	29,75 ± 0,10Ab	27,15 ± 0,16 Ba	25,95 ± 0,35Ba	2,20
	R. híd.	22,77 ± 0,20Ca	31,37 ± 0,39Aa	31,96 ± 0,55Aa	27,33 ± 0,05 Ba	26,35 ± 0,09Ba	
CVAS	Cont.	43,27 ± 1,29Aa	41,63 ± 0,53Aa	41,83 ± 0,49Aa	42,23 ± 0,92 Aa	43,77 ± 1,39Aa	7,13
	R. híd.	41,70 ± 3,32Aa	0,57 ± 0,37 Bb	0,47 ± 0,17 Bb	42,73 ± 1,60 Aa	43,57 ± 1,07Aa	

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$); Cond. hídrica – Condição hídrica; Cont. – Controle; CV – Coeficiente de variação; CVAS – Conteúdo volumétrico de água no substrato (%); g_s – condutância estomática; R. híd. – Restrição hídrica; Reidrat. – Reidratação (recuperação); T_f – temperatura foliar; Var. – variáveis.

Durante o início do inverno, observou-se que as plantas de oliveira submetidas à restrição hídrica reduziram aproximadamente 40% e 60% de seu CVAS aos seis e 12 dias, respectivamente. Em relação a g_s , plantas em restrição hídrica reduziram seus valores à metade aos seis dias, mantendo-os equivalentes até os 12 dias de restrição hídrica, recuperando os valores aos sete e 14 dias de

recuperação. Para E , ETR e Tf , observou-se serem diretamente proporcionais a $Qamb$ durante o inverno. De acordo com BRITO et al. (2019), estes resultados podem ter sido obtidos possivelmente pelas temperaturas terem sido mais amenas.

Tabela 2: Parâmetros fotossintéticos em oliveiras cv. 'Koroneiki' (*Olea europaea* L.) em diferentes dias em duas estações do ano distintas

Var.	Tempo (dias durante o início do inverno)					CV (%)
	0	6	12	7 (reidratação)	14 (reidratação)	
E	5,09 ± 0,13 A	1,73 ± 0,15 C	1,02 ± 0,08 D	2,73 ± 0,04 B	2,78 ± 0,11 B	8,47
$\Delta F/Fm'$	0,71 ± 0,01 B	0,72 ± 0,01 B	0,75 ± 0,01 A	0,71 ± 0,01 B	0,78 ± 0,00 A	2,67
ETR	137,89 ± 9,23 A	37,04 ± 1,36 BC	26,69 ± 2,83 C	56,69 ± 5,78 B	37,60 ± 3,36 BC	21,23
Tf	23,69 ± 0,25 A	16,43 ± 0,16 D	15,16 ± 0,15 E	18,50 ± 0,43 C	21,08 ± 0,13 B	3,35
$Qamb$	488,25 ± 33,07A	129,42 ± 4,98BC	88,58 ± 9,09 C	199,33 ± 21,26B	119,83 ± 10,82C	21,84

Var.	Tempo (dias durante o fim da primavera)					CV (%)
	0	6	12	7 (reidratação)	14 (reidratação)	
$Qamb$	355,33±47,46AB	483,17 ± 72,49 A	380,00±33,96A	198,50 ± 8,95BC	166,00 ± 12,81C	32,98

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha diferem pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$); CV – Coeficiente de variação; $\Delta F/Fm'$ – rendimento quântico efetivo do transporte de elétrons do fotossistema II; E – transpiração foliar; ETR – taxa de transporte não cíclico de elétrons através do fotossistema II; $Qamb$ – radiação solar; Tf – temperatura foliar; Var. – variáveis.

Nas avaliações realizadas no final da primavera, houve interação entre os fatores para as variáveis g_s , E , $\Delta F/Fm'$, ETR (Figura 1), Tf e $CVAS$ (Tabela 1). Para $Qamb$ houve diferença apenas para o fator tempo (Tabela 2).

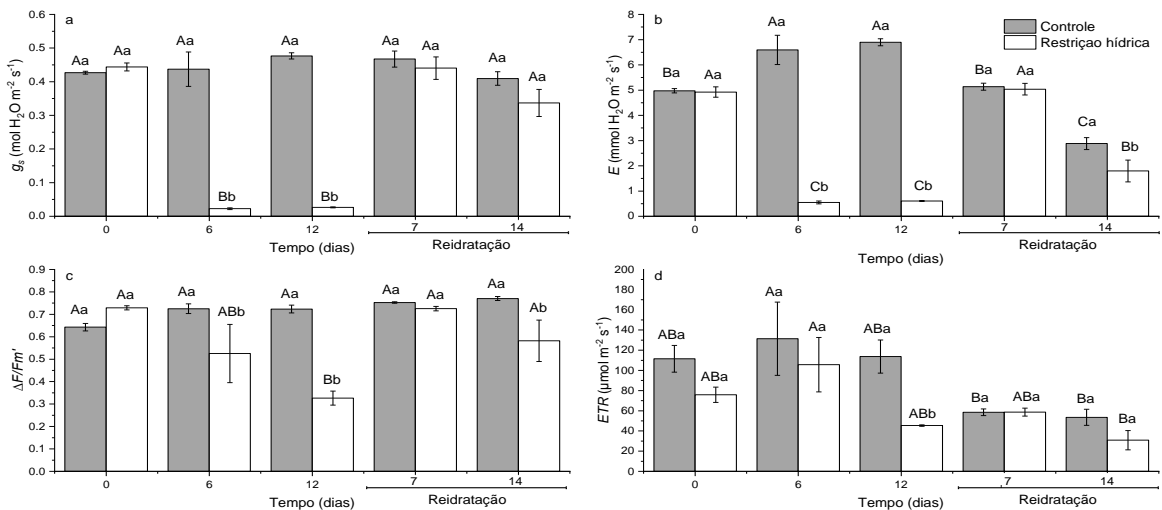


Figura 1: Condutância estomática (a), taxa de transpiração foliar (b), rendimento quântico efetivo do transporte de elétrons do fotossistema II (c) e taxa de transporte não cíclico de elétrons através do fotossistema II (d) de oliveiras cv. 'Koroneiki' (*Olea europaea* L.) submetidas a diferentes dias de restrição hídrica do solo durante o final da primavera. As barras de erro representam o erro padrão ($n=3$). Colunas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre plantas sob a mesma condição hídrica em tempos diferentes, enquanto letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre plantas no mesmo tempo em condições hídricas diferentes. Diferenças significativas foram baseadas na ANOVA, seguida pelo Teste de Tukey em $P \leq 0,05$.

Observa-se que g_s e $\Delta F/Fm'$ nas plantas controle permanecem constantes durante todo período de avaliação, enquanto E e ETR mostram-se afetadas pela radiação solar e temperatura. Em plantas sob restrição hídrica, g_s e E são

drasticamente afetadas durante os seis e 12 dias de estresse, reduzindo seus valores. Entretanto, as plantas que passaram por restrição hídrica voltam a demonstrar valores semelhantes aos obtidos em plantas controle durante a reidratação, exceto para E no último dia de recuperação. De acordo com PARRI et al. (2023), a cultivar italiana 'Giaraffa', apresentando redução de g_s no início da restrição hídrica, além de outras respostas positivas, mostrou-se mais tolerante à seca em relação a outras duas cultivares.

Com a taxa de transpiração reduzida durante os dias de restrição hídrica, as temperaturas foliares das plantas sob estresse mostraram-se aproximadamente 2°C maiores que das plantas controle, voltando a equiparar seus valores aos das plantas controle durante os dias de recuperação. Desta maneira, além da importância da redução de g_s e E como resposta fisiológica positiva contra a perda de água em oliveiras sob restrição hídrica, aponta-se sua relação com a regulação da temperatura foliar. Em relação a $\Delta F/Fm'$ de plantas sob restrição hídrica, observa-se uma redução gradual ao longo dos dois dias de avaliação durante o estresse, apresentando valores inferiores aos de plantas controle aos seis e 12 dias de restrição hídrica e aos 14 dias de recuperação. Por outro lado, a ETR em plantas sob restrição hídrica foi inferior à de plantas controle apenas aos 12 dias de restrição hídrica, demonstrando ser, em 'Koroneiki', um parâmetro mais relacionado à radiação solar. Pode-se inferir, portanto, que durante o fim da primavera os parâmetros E , $\Delta F/Fm'$, ETR e Tf são mais afetados pela restrição hídrica do solo se comparados aos obtidos para esta condição hídrica durante o início do inverno.

4. CONCLUSÕES

Durante períodos com maior radiação solar e temperaturas mais elevadas, parâmetros como g_s , E , $\Delta F/Fm'$, ETR e Tf são mais afetados na cultivar 'Koroneiki' pela restrição hídrica do solo se comparados a períodos desta condição com radiação solar menor e em temperaturas mais amenas, embora a g_s , assim como o conteúdo de água no substrato, tenha sido afetada nas duas estações do ano avaliadas. Conclui-se, também, que a oliveira 'Koroneiki', para os referidos parâmetros e nas condições avaliadas, apresenta adequada recuperação após o déficit hídrico, tanto no início do inverno quanto no final da primavera.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSINI, Larissa Bueno et al. **Cadastro olivícola do Rio Grande do Sul 2022**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2022. 28 p. (Circular: divulgação técnica, 13).

BRITO, C. et al. Drought Stress Effects and Olive Tree Acclimation under a Changing Climate. **Plants**, v. 8, n. 232, p. 1–20, 2019.

CUNHA, N.G.; SILVEIRA, R.J.C. Estudo dos solos do município de Pelotas. EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPEl, 1996. 50 p.: il. (Documentos CPACT; 12/96).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects Split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

PARRI, S. et al. Morpho-Physiological Responses of Three Italian Olive Tree (*Olea europaea* L.) Cultivars to Drought Stress. **Horticulturae**, v. 9, n. 830, p. 1–19, 2023.