

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-701-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.014212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste segundo volume, estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas sobre culturas hortícolas, grandes culturas como cana-de-açúcar e soja, pastagens e outros temas correlacionados a produção agrícola.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

HORTICULTURA DO MARANHÃO PORTUGUÊS NOS SÉCULOS XVII E XIX: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA DOCUMENTAL A PARTIR DAS OBRAS DOS MISSIONÁRIOS CRISTÓVÃO DE LISBOA E FRANCISCO DE NOSSA SENHORA DOS PRAZERES

Jairo Fernando Pereira Linhares
Maria Ivanilde de Araujo Rodrigues
Angela de Cassia Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129111>

CAPÍTULO 2..... 15

A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIREÇÃO AO CERRADO NO ESTADO DE GOIÁS – BRASIL

João Baptista Chieppe Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129112>

CAPÍTULO 3..... 26

REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE FIABILIDAD EN ACTIVOS DEL SECTOR AZUCARERO

Jose Miguel Salavert Fernández
Rubén Darío Ramos Ciprián

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129113>

CAPÍTULO 4..... 41

MUDANÇAS NAS DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E AL NO SOLO, RELAÇÕES CLIMÁTICAS E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Dagles Ferreira Lopes
João Pedro de Barros Reicao Cordido
Josimar Nogueira Batista
Luciana Aparecida Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129114>

CAPÍTULO 5..... 53

AS TECNOLOGIAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Fabrcio Simone Zera
Leticia Serpa dos Santos
Alice Deléo Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129115>

CAPÍTULO 6..... 66

MEJORA DEL MANTENIMIENTO EN EL PROCESADO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA DOCUMENTACIÓN. CASO DE ESTUDIO EN REPÚBLICA DOMINICANA

Rubén Darío Ramos Ciprián

Jose Miguel Salavert Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129116>

CAPÍTULO 7..... 80

ÍNDICE SPAD PARA MONITORAMENTO DA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DA BRAQUIÁRIA SUBMETIDA AO ESTRESSE HÍDRICO

Natália Fernandes Rodrigues
Germana de Oliveira Carvalho
Silvio Roberto de Lucena Tavares
Guilherme Kangussu Donagemma
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129117>

CAPÍTULO 8..... 87

TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SOB EFEITO DE FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIAS DE SIDERURGIA

Germana de Oliveira Carvalho
Natália Fernandes Rodrigues
Silvio Roberto de Lucena Tavares
Guilherme Kangussu Donagemma
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129118>

CAPÍTULO 9..... 92

PRODUÇÃO DE MASSA SECA, VOLUME RADICULAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE FÓSFORO EM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*)

Elizeu Luiz Brachtvogel
Andre Luis Sodré Fernandes
Luis Lessi dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129119>

CAPÍTULO 10..... 109

DOSES DE ÁCIDO HÚMICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CEBOLA

Regina Maria Quintão Lana
Mara Lúcia Martins Magela
Luciana Nunes Gontijo
José Magno Queiroz Luz
Reginaldo de Camargo
Lírian França Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291110>

CAPÍTULO 11..... 118

SELEÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA ORQUÍDEA *Cymbidium* sp.

Lílian Estrela Borges Baldotto

Júlia Brandão Gontijo
Gracielle Vidal Silva Andrade
Marihus Altoé Baldotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291111>

CAPÍTULO 12..... 132

ANÁLISE DA PERDA DE BANANA NOS ESTABELECIMENTOS COMERCIALIZADORES DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP

Teresa Cristina Castilho Gorayeb
Maria Vitória Cecchetti Gottardi Costa
Adriano Luis Simonato
Nelson Renato Lima
Renato Coelho Uliana
Thamiris Antiqueira Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291112>

CAPÍTULO 13..... 145

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CANOLA NAS CONDIÇÕES DE PONTA PORÃ – MS

Darian Ian Bresolin Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291113>

CAPÍTULO 14..... 148

INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Graciela Beatris Lopes
Thayná Cristina Stofel Andrade
Camila Gianlupi
Tathiana Elisa Masetto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291114>

CAPÍTULO 15..... 157

ESCALADA DA SOJA GM E DO GLIFOSATO, NO BRASIL, ENTRE 2011 E 2018

Cleiva Schaurich Mativi
Pierre Girardi
Sofia Inés Niveiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291115>

CAPÍTULO 16..... 171

CRESCIMENTO, BIOMASSA, EXTRAÇÃO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA

Valdevan Rosendo dos Santos
Leonardo Correia Costa
Antonio Márcio Souza Rocha
Cícero Gomes dos Santos
Márcio Aurélio Lins dos Santos
Flávio Henrique Silveira Rabêlo
Renato de Mello Prado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291116>

CAPÍTULO 17..... 194

QUANTITATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STABILITY OF A LONG AND THIN GRAIN RICE GENOTYPE FOR RICE-GROWING REGION OF MICHOACAN, MEXICO

Juan Carlos Álvarez Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291117>

CAPÍTULO 18..... 209

ANÁLISE DE SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO SERRANA E DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Vanessa Battistella

Lucas André Riggo Piton

Luana Dalacorte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291118>

CAPÍTULO 19..... 217

OLIVEIRA, A ANTIGA ARTE DE NÃO MORRER DE FOME NEM DE SEDE: ESTUDOS NO BAIXO ALENTEJO

Maria Isabel Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291119>

SOBRE OS ORGANIZADORES 225

ÍNDICE REMISSIVO..... 226

OLIVEIRA, A ANTIGA ARTE DE NÃO MORRER DE FOME NEM DE SEDE: ESTUDOS NO BAIXO ALENTEJO

Data de aceite: 01/11/2021

Maria Isabel Ferreira

Instituto Superior de Agronomia (ISA),
Universidade de Lisboa (ULisboa)
Lisboa, Portugal, DCEB e LEAF

RESUMO: O fecho dos estomas como reação à carência hídrica constitui uma ferramenta de controlo das perdas de água, contribuindo para a parcimónia no consumo e sobrevivência da planta. Porém, tem como consequências não só a redução das trocas por fotossíntese e consequente produção de foto-assimilados, como a redução do necessário arrefecimento evaporativo das folhas. Trata-se de uma difícil equação em ambientes adversos como os de muitas regiões de clima mediterrânico ou semiárido com algumas respostas de ordem anatómica a nível foliar. Ensaio em vários olivais na região de Beja sugerem que outra estratégia para gerir a escassez de água, como a do aumento dos recursos hídricos pelas oliveiras, é importante neste contexto edafo-climático, muito contribuindo para que sobrevivam e produzam. Trata-se da expansão e dinâmica do sistema radicular, em que os resultados experimentais são consistentes em três diferentes aspetos que ilustram esta capacidade. Primeiro, o seguimento da absorção radicular durante três anos, por meio da análise da dinâmica da água no solo sugere uma colonização do solo extensa no plano horizontal. Segundo, os resultados da medição de fluxo de seiva em raízes, em direções opostas,

usando métodos independentes, sugerem não só a exploração extensa também no plano vertical, nos dois casos para além da evidência obtida por observação visual direta, como o papel da redistribuição hidráulica como estratégia de gestão. Em terceiro lugar, estimativas do balanço hídrico do solo a partir do teor de água no solo, em confronto com as medições do uso da água, sugerem uma extensão do sistema radicular acima do que é frequentemente considerado em modelação. Este facto é corroborado pelo valor dos parâmetros das funções de stress obtidas, que se afastam dos sugeridos em alguns manuais. Consumo moderado, redução moderada da condutância estomática sobretudo em comportamento iso-hídrico são outras características que contribuem para o sucesso.

PALAVRAS-CHAVE: *Olea europaea*, Mediterrâneo, sobrevivência, sistema radicular, modelação.

ABSTRACT: Stomatal closure contributes to reduce water use improving plant survival capacities. Notwithstanding, this is at the cost of a reduction in photosynthesis and in leaf temperature control. During dry, hot Mediterranean summer seasons, some solutions at leaf level for this difficult compromise are related with reducing radiation interception and increasing sensible heat diffusion, for instance by developing small leaf size, high leaf reflectance and adapted positions towards sunlight. Another order of survival strategies concerns the increase of water uptake at root level. Several experiments were performed to study the roots behaviour in a rainfed olive orchard under the harsh summer

conditions of South East Portugal (Alentejo region). These experimental studies provided evidence on how the size and dynamics of the root system contribute in different aspects to cope with summer water scarcity. The results are consistent in three aspects that illustrate this capacity in olive trees. First, the follow-up of root water uptake during three summers suggested the uniform colonization of the inter-row space in horizontal direction. Second, sap flow measured in roots in opposite directions, with two independent methods, provided evidence of deep root exploitation, at lower levels than visual direct observation indicated. These results also illustrated the qualitative and quantitative importance of hydraulic redistribution. Third, water balance estimates from soil water content, compared with plant water use measured by micrometeorological approaches such as eddy covariance, also suggest that root system exploits deeper layers than the ones usually considered in modelling. This cultivar and stand displayed a reduced water use and an earlier but moderate reduction in stomatal conductance. These facts are consistent with the need to adapt the parameters considered in current manuals for irrigation scheduling, for the stress coefficient function.

KEYWORDS: *Olea europaea*, Mediterranean, survival, root system, modelling.

INTRODUÇÃO

Como em qualquer balanço, quando a oferta e a procura não se igualam, há uma variação de armazenamento no volume de controlo. Nas plantas, este princípio aplica-se ao seu próprio balanço de água, com entradas pela absorção de água, sobretudo pelas raízes, e saídas, sobretudo pelas folhas. Em condições adversas, como as que ocorrem quando a disponibilidade de água pela absorção radicular não coincide com a sua utilização pela transpiração (clima mediterrânico), há variação de armazenamento de água nos órgãos das plantas. Esta variação corresponde em geral a pequenos volumes de água face aos mobilizados diariamente, e tem expressão sobretudo à escala horária, num ritmo circadiano, não mobilizando quantidades importantes à escala sazonal, como os registos de variação do diâmetro do tronco sugerem (Ferreira et al., 2012b e dados não publicados). Consequentemente, e pese embora a importância estratégica, a meio do dia, da mobilização das reservas internas da planta, na escala temporal do estio, estas sobrevivem e produzem gerindo um equilíbrio que se pode conseguir pela redução do consumo e/ou pelo aumento da absorção de água.

Se, nas perdas de água, a parte aérea é protagonista, estando esta componente do balanço razoavelmente bem estudada pela acessibilidade da parte visível da planta e atmosfera envolvente, já a absorção está insuficientemente estudada, sobretudo em plantas como as oliveiras, em parte devido ao seu profundo sistema radicular, a metade escondida (“hidden half”).

Neste contexto, iniciaram-se em 2010, alguns estudos em olivais do Alentejo, numa das zonas de Portugal em que a carência hídrica tem sido mais crítica, no âmbito de um projeto que visava compreender estratégias de sobrevivência em olival, em especial o papel do sistema radicular (WUSSIAME). Esses estudos, englobando outras vertentes,

deram particular importância ao papel da redistribuição hidráulica (RH).

Pela primeira vez a nível mundial, foram aplicados métodos de medição de fluxo de seiva em raízes de oliveiras, capazes de avaliar a RH, isto é, com sensores que permitissem medir fluxos em sentidos opostos. Por uma questão de verificação independente, utilizaram-se dois métodos totalmente diferentes, um dos quais foi desenvolvido especificamente e publicado no âmbito deste estudo (Ferreira et al., 2018).

Com base nos resultados deste e de outros projetos anteriores, está em curso um outro projeto que, mediante ensaios complementares e um trabalho de síntese e de modelação, tem permitido dar mais alguns passos na compreensão da RH e suas implicações. Pretende-se fazer um balanço destes trabalhos na perspetiva da compreensão do funcionamento do olival em condições hídricas adversas. Os resultados aqui referidos já foram publicados por temas individualizados, mas é inovadora a síntese que permite fazer uma análise conjunta sobre a importância da absorção radicular nas condições estudadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

As experiências foram realizadas de 2010 a 2012, em olivais localizados no Alentejo (Portugal), região de Beja: um em regime intensivo ('Arbequina'), com 7 anos (2011), índice de área foliar entre 1,0 e 1,3, em função do crescimento e podas, cerca de 17% de percentagem de cobertura, regado por gota-a-gota, e um tradicional, de sequeiro ('Cobrançosa'), com 21 anos, índice de área foliar semelhante ao olival de regadio (ca. 1 em 2010), cerca de 37% de percentagem de cobertura (Häusler et al., 2014). No olival regado, um ciclo de stress foi induzido em 2011, por 6 semanas, tendo a evapotranspiração (ET) e a transpiração (T) sido medidas (Conceição et al., 2017) e tendo a ET relativa, para a estimativa do coeficiente de stress, sido avaliada através de sensores de fluxo de seiva, o que permitiu estabelecer uma função de stress (Ferreira et al., 2012b).

Para a análise da dinâmica da absorção radicular usaram-se (1) medições do teor de água no solo feitas com sonda de neutrões em tubos dispostos na parcela regada (Ferreira et al., 2012b) e na parcela de sequeiro (Conceição et al., 2018) e, por outro lado, usaram-se (2) medições do fluxo de seiva em raízes, para cujo efeito se instalaram sensores pelo método da deformação do campo de temperaturas (*Heat Field Deformation Method* HFDM, Nadezhdina et al., 2014) e pelo método de impulsos de calor compensado (*Calibrated Average Gradient*, CAG, Green et al., 1997; Green et al., 2003, Testi and Villalobos, 2009) com uma modificação específica descrita no anexo técnico de Ferreira et al. (2018).

Os resultados resultantes da aplicação destes métodos independentes de medição dos fluxos em raízes no olival de sequeiro foram apresentados em publicações específicas, além das acima referidas, ainda em Ferreira et al. (2013) para o HFDM, e Ferreira et al. (2012a) para o método CAG modificado, restringindo-se o presente artigo a uma análise integradora na perspetiva acima descrita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamos aqui da expansão e dinâmica do sistema radicular, analisada direta e indiretamente, em que os resultados experimentais são consistentes em três diferentes aspetos que ilustram esta capacidade e que se descrevem como A, B e C.

Em primeiro lugar (A), o seguimento da absorção radicular durante três anos, por meio da análise da dinâmica da água no solo sugere uma colonização do solo extensa no plano horizontal. Em diferentes anos de observação com características muito diferentes em termos de balanço hídrico foram atingidos valores mínimos de teor de água no solo semelhantes (camada 0 – 1,2 m) no olival de sequeiro. Pensamos que tal se deve ao facto de as árvores estarem a explorar, com maior ou menor intensidade, camadas inferiores após esgotamento das que estão acima de 1,2 m. Por outro lado, observando a água disponível, na média ($n = 4$) das oito profundidades, e três distâncias à árvore, verificamos que não há diferenças significativas de absorção radicular entre as três localizações no plano horizontal, o que sugere uma exploração extensa e relativamente uniforme na direção horizontal.

Por outro lado, pela observação direta das raízes no olival de sequeiro (trincheiras), concluímos também que estas colonizam o solo com uma distribuição horizontal homogénea nos horizontes *solum* (Ap and Bt), com abundantes raízes largas, médias e finas (< 1 mm), o que é consistente com a análise da absorção radicular. Raízes largas estavam ausentes abaixo do *solum* (horizonte Ck, 0,7- 3,0 m) onde apareciam apenas raízes finas e muito finas. A conjugação destas observações permite deduzir o importante papel das raízes finas na exploração de um alargado volume de solo.

Em segundo lugar (B), os resultados da medição de fluxo de seiva em raízes, em direções opostas, por dois métodos independentes acima referidos, sugerem também a exploração extensa no plano vertical, nos dois casos para além da evidência obtida por observação visual direta, o que está relacionado e se explica em parte pelo outro aspeto observado: a redistribuição hidráulica como estratégia de gestão.

Como já descrito (Ferreira et al., 2012a, 2013; Nadezhdina et al., 2014) observou-se em olival um efeito “elevador”: enquanto a meio do dia, a água sobe sempre das raízes profundas para a parte aérea, durante toda a noite e no início e final do dia, parte da água absorvida pelas raízes profundas dirige-se para as raízes superficiais e destas para o solo, na direção contrária ao “normal”, por um mecanismo em que o fluxo de água se dá no sentido do potencial total de água mais baixo, segundo a lei de Darcy.

A meio do dia, quando o potencial mais baixo está na atmosfera, as pequenas quantidades de água que o solo recebeu poderão alimentar a mobilização de nutrientes das raízes superficiais para a parte aérea, no sentido habitual. Assim que recomeçaram as chuvas, no Outono, esta dinâmica foi alterada rapidamente, havendo movimentação de água através das raízes superficiais para as raízes profundas, mesmo antes que houvesse

tempo para chegar água por infiltração e posterior movimento no solo para essas camadas mais profundas.

De uma forma geral, foram exploradas outras hipóteses interpretativas para as observações, como: absorção foliar de água durante a noite, redistribuição horizontal no solo. Porém, pela análise da dinâmica de água no solo, da humidade atmosférica e de outros dados, estas hipóteses foram descartadas. A interpretação da redistribuição vertical é reforçada pelo facto de, mesmo na estreita faixa onde o teor de água no solo era medido, haver diferenças significativas do teor em água entre o solo superficial (0,2 m) e medianamente profundo (1,20 m).

Em termos qualitativos os dois métodos forneceram um quadro consistente. Porém com o método CAG modificado foi possível uma quantificação. Os fluxos em sentido inverso ocorreram em 30% das noites de Verão e corresponderam em média a 2,6% do fluxo total diário, aumentando desde 1% no início do estio até cerca de 5% no final (Ferreira et al., 2018), o que será uma estimativa conservativa, já que muitas raízes superficiais são relativamente finas, não permitindo a instalação de sensores, sendo assim esta apreciação quantitativa eventualmente subestimada.

Em terceiro lugar (C), as estimativas do balanço hídrico do solo a partir do teor de água no solo, em confronto com as medições do uso da água, sugerem também uma extensão do sistema radicular acima do que é frequentemente considerado. Restringindo-nos à comparação de consumos em relação às dotações de rega, registaram-se no olival intensivo (Junho até Agosto) valores de transpiração variando entre 2 e 4 mm/dia (2010, 2011) e 1 e 2 mm/dia (2012), enquanto as dotações de rega médias foram de 1,3; 1,4 e 1,7 mm/dia (2010, 2011, 2012, respetivamente). Verificámos que a água aplicada foi genericamente inferior ao consumo, mesmo considerando apenas a componente transpiratória. Saliente-se, por exemplo, que a reserva de água no solo na zona aparentemente explorada pelas raízes no olival regado (até onde foram feitas observações diretas), mesmo em anos normalmente chuvosos (2010 e 2011) não pareceu ser suficiente para justificar a diferença entre uso da água e dotações de rega, sugerindo que as plantas exploram camadas mais profundas.

Este facto é corroborado pelo valor dos parâmetros das funções de stress (K_s versus défice de água no solo) obtidas, que se afastam dos sugeridos em alguns manuais. Concretamente, ao comparar a função de stress obtida experimentalmente (Ferreira et al., 2012b) com as que são obtidas por simulação (Ferreira, 2017), conclui-se que o ajustamento das curvas obtidas por modelação, às observadas experimentalmente, só é possível usando parâmetros do solo e sistema radicular muito díspares dos que seriam sugeridos pela consulta dos valores normalmente atribuídos à profundidade radicular e ao défice permissível nesta cultura.

Concretizando, e continuando a referir o modelo proposto em Allen et al. (1998) para a função de stress, para o défice permissível (p) obteve-se 0,05 enquanto nos manuais se

recomenda o valor de 0,7. Por outro lado, ao testar os valores da reserva útil (RU) no solo que possibilitam uma aderência do modelo às observações experimentais, também para o olival regado analisado, encontra-se um valor de 350 mm para RU, o que pressupõe uma profundidade radicular e uma colonização no plano horizontal bem acima das expectativas, considerando a anisotropia aparente e o tipo de solo e sistema de rega.

A curva de Ks observada também sugere que a transpiração é pouco afetada pelo stress hídrico, quando se usa a função de stress com base nos valores do potencial foliar de madrugada (potencial de base). A redução na transpiração foi de cerca de 20% para um valor do potencial de base de -1,2 MPa, enquanto nas outras espécies usadas para comparação (pessegueiro e vinha, cf Ferreira, 2017) as reduções foram de cerca de 80%, para idênticos valores do estado hídrico das plantas, quantificado dessa forma.

Os valores relativamente baixos do coeficiente cultural basal (Kcb), de cerca de 0,4 (Conceição et al., 2017) significam um consumo moderado, mas não é neste aspeto que a oliveira parece distinguir-se de outras árvores fruteiras em que se têm observado valores próximos de 0,5 (e.g. para pessegueiro, Paço et al., 2004). Concluímos assim que parece ser no aumento da absorção de água que esta espécie é particularmente notável.

Um consumo moderado, uma redução moderada da condutância estomática sobretudo em condições de comportamento iso-hídrico, além de características anatómicas das folhas, pequenas e refletoras, para respetivamente aumentar a dissipação convectiva e diminuir a absorção de radiação, são outros aspetos que contribuem para a conhecida resiliência da oliveira face ao stress hídrico.

CONCLUSÕES

As oliveiras observadas apresentam um consumo de água baixo mas parece ser a estratégia de aumento dos recursos hídricos proporcionados pela anatomia e funcionamento das raízes que permite distinguir esta espécie, neste contexto edafo-climático, muito contribuindo para que estas árvores sobrevivam e produzam, como foi demonstrado em várias vertentes. Os resultados são consistentes no sentido de uma colonização muito profunda e muito alargada horizontalmente, mesmo em olival regado.

Compreendida a dinâmica e importância da RH, afigura-se que os cobertos em que ocorre RH, que são sobretudo os de sequeiro, podem apresentar vulnerabilidade a um decréscimo da disponibilidade ao nível freático, por práticas de rega que comprometam a qualidade/quantidade da água dos aquíferos ou por outros usos em competição com a agricultura. Já que, compreensivelmente, pomares tradicionais têm sido substituídos por pomares regados, de maior produtividade mas eventual maior vulnerabilidade à escassez de água, tais cenários devem ser analisados num quadro de alterações climáticas com perspetivas de limitadas disponibilidades hídricas no futuro.

AGRADECIMENTOS

A Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) cofinanciou as experiências a que este estudo reporta, através da bolsa SFRH/BD/66967/2009 (Nuno Conceição) e do Projeto WUSSIAAME (PTDC/AACAMB/10063) - *Uso da água, estratégias de sobrevivência hídrica e impacto de agroquímicos nos recursos hídricos em ecossistemas agrícolas mediterrânicos* e finalmente do Projeto WAtER Saving in Agriculture (WASA, ERANETMED / FCT): *Technological developments for the sustainable management of limited water resources in the Mediterranean area*, num dos seus objetivos, o de completar os estudos com ensaios complementares e a análise secundária de séries de dados próprios e outros (meta-análise). Os ensaios a que esta síntese reporta foram desenvolvidos em colaboração com vários colegas e estudantes em graduação e em pós-graduação, coautores das publicações referidas.

REFERÊNCIAS

Conceição N, Tezza L, Lourenço S, Häusler M, Boteta L, Pacheco CA, Ferreira MI. 2018. Importance of very fine roots in deep soil layers for the survival of rainfed olive trees. *Acta Hort.* 1199, 57-62. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1199.9, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.9>

Conceição N, Tezza L, Häusler M, Lourenço S, Pacheco CA, Ferreira MI. 2017a. Three years of monitoring evapotranspiration components and crop and stress coefficients in a deficit irrigated intensive olive orchard. *Agricultural Water Management*, 191: 138-152; <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.05.011>

Conceição N, Häusler M, Lourenço S, Pacheco CA, Tezza L, Ferreira MI. 2017b. Evapotranspiration measured in a traditional rainfed and an irrigated intensive olive orchard during a year of hydrological drought. *Acta Hort.* 1150: 281-288. DOI:10.17660/ActaHortic.2017.1150.39

Ferreira MI, Conceição N, Pacheco CA, Green S. 2012a. O que fazem as oliveiras de noite ou redistribuição hidráulica num olival de sequeiro no Alentejo. *Actas do VI Simpósio Nacional de Olivicultura (Mirandela, 15-17 Novembro 2012)*, pp 67-76. Url:<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5719/1/REP-I.Ferreira-Actas%20Portuguesas%20de%20Horticultura%20n.%2021.pdf>

Ferreira MI, Conceição N, Pacheco CA, Häusler M 2012b. Análise de indicadores de desconforto hídrico durante ciclos de stress num olival intensivo no Alentejo. *Actas do VI Simpósio Nacional de Olivicultura (Mirandela, 15-17 Novembro 2012)*, pp 207-216. Url: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5722/1/REP-T.A.Paco2-Actas%20Portuguesas%20de%20Horticultura%20n.%2021.pdf>

Ferreira MI, Conceição N, David TS, Nadezhdina N. 2013. Role of lignotuber versus roots in the water supply of rainfed olives. *Acta Hort.* 991:181-188. http://www.actahort.org/books/991/991_22.htm

Ferreira MI. 2017. Stress Coefficients for Soil Water Balance Combined with Water Stress Indicators for Irrigation Scheduling of Woody Crops. *Horticulturae* 2017, 3(2), 38; <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020038>

Ferreira MI, Green S, Conceição N et al. 2018. Assessing hydraulic redistribution with the compensated average gradient heat-pulse method on rain-fed olive trees. *Plant and Soil* 425: 21. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3585-x>

Green SR, Clothier BE, McLeod DJ. 1997. The response of sap flow in apple roots to localised irrigation. *Agric. Water Manage.* 33: 63–78.

Green SR, Clothier BE, Jardine BJ. 2003. Theory and practical application of heat pulse to measure sap flow. *Agronomy Journal* 95: 1371-1379.

Häusler M, Ferreira MI, Conceição N. 2014. Assessment of Vegetation Parameters in Olive Trees in the Region of Alentejo. 2013. A Comparison of Direct and Indirect Methods. VII Int. Symp. on Irrigation of Horticultural Crops. Geisenheim, July 2012. *Acta Hortic.* 1038: 407–414. http://www.actahort.org/books/1038/1038_49.htm.

Nadezhdina N, Ferreira MI, Conceição N, Pacheco C, Häusler M, David T. 2014. Water uptake and hydraulic redistribution under a seasonal climate: long-term study in a rainfed olive orchard. *Ecohydrology*. <http://dx.doi.org/10.1002/eco.1545>.

Paço TA, Conceição N, Ferreira MI. 2004. Measurements and estimates of peach orchard evapotranspiration in Mediterranean conditions, *Acta Hortic.* 664 (2004) 505–512.

Testi L and Villalobos L. 2009. New approach for measuring low sap velocities in trees. *Agric. and Forest Meteor.* 149(3-4): 730-734.

Este artigo foi publicado nas Atas Portuguesas de Horticultura, 31 (2020): 51-57, <https://aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2020/04/Actas-VIII-Simp%C3%B3sio-Nacional-de-Olivicultura.pdf> e é reproduzido com autorização da APH.

SOBRE OS ORGANIZADORES

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É membro do corpo docente dos cursos de Ciências Biológicas e Administração da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professor substituto na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção 43, 55, 59, 60, 62, 81, 85, 90, 91, 92, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 112, 117, 123, 148, 150, 151, 152, 155, 171, 173, 176, 183, 188, 217, 218, 219, 220, 221, 222

Aclimatização 118, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 128

Adução verde 171, 178, 187, 191, 192, 193

Agropecuária 17, 18, 64, 65, 86, 128, 129, 156, 168, 169, 189, 190, 216, 225

Agrotóxicos 64, 157, 159, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170

Análises 41, 44, 48, 51, 64, 82, 86, 89, 95, 122, 123, 126, 137, 176, 209, 210, 212, 215

B

Bactérias 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131

Bactérias diazotróficas 118, 119, 120, 123, 125, 126, 127, 128

Banana 6, 127, 132, 133, 134, 136, 137, 141, 142

Brasil 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 25, 46, 52, 56, 57, 58, 61, 63, 86, 88, 93, 106, 109, 110, 111, 117, 120, 122, 123, 128, 132, 134, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 171, 173, 184, 191, 210, 211

C

Campo 8, 28, 31, 44, 67, 69, 78, 80, 82, 83, 87, 89, 94, 106, 117, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 207, 208, 209, 210, 219, 225

Cana-de-açúcar 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 86, 159, 162, 163, 164, 167

Caña de azúcar 26, 27, 28, 29, 66, 67, 68, 69, 70

Canola 145, 146, 147, 159

Cerrado 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 91, 107, 124, 127, 149, 168, 186, 193

Ciclagem de nutriente 171

Colheita 21, 23, 46, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 109, 112, 141, 146, 149, 150, 175, 177, 180

Corretivo do solo 87

Crescimento 16, 17, 18, 21, 22, 23, 52, 56, 58, 59, 60, 81, 85, 87, 93, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 150, 157, 158, 162, 166, 171, 173, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 188, 190, 191, 192, 219

Cultivares 44, 53, 55, 60, 61, 106, 145, 146, 168, 182

D

Déficit hídrico 60, 80, 81, 86, 87, 88, 90, 91

Desperdício 132, 133, 135, 136, 141, 143

E

Estresse hídrico 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91

Etnobotânica histórica 1, 9

F

Fertilidade 18, 24, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 52, 93, 105, 108, 110, 171, 172, 173, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 209, 210, 216

Fitomassa 171, 190, 192

G

Genetic materials 194

Genotypes 192, 194, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206

Gramínea 81, 82, 85, 87, 88, 91, 97, 98, 100, 102, 105, 179

H

Horticultura 1, 2, 6, 8, 117, 142, 214, 224

L

Levantamento 8, 16, 19, 21, 24, 25, 41, 44, 59, 63, 132, 137

M

Manejo 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 64, 65, 66, 88, 93, 94, 105, 110, 111, 141, 145, 146, 149, 160, 167, 173, 178, 185, 190, 192, 208, 210, 216, 225

Matocompetição 53, 55

Meio ambiente 15, 106, 119, 121, 126, 157, 161, 169

Monitoramento 80

Mudas 43, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 65, 118, 119, 120, 124, 126, 127, 153

N

Nutrição 52, 86, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 143, 192

P

Pastagens 15, 17, 88, 91, 93, 94, 105, 107, 108

Pasto 87, 108

Pesquisa documental 1, 3

Plantas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 43, 44, 47, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 64,

65, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 146, 160, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 218, 221, 222

Plantas utilitárias 1, 3, 8

Producción 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 206, 207, 208

Produtividade 17, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 88, 93, 105, 107, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 145, 150, 155, 159, 161, 167, 168, 176, 190, 211, 222

Produtor 16, 22, 56, 57, 58, 59, 63, 80, 134, 142, 148, 149, 153, 166, 209, 210, 211, 212, 215

R

Recomendação 52, 82, 93, 209, 210, 215, 216

Rice 91, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 204, 205, 206, 207, 208

S

Seletividade 53, 61, 62, 64

Sementes 4, 43, 61, 94, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 175, 189

Silicato 87, 88

Soja 15, 16, 17, 24, 56, 58, 59, 108, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 214

Solo 18, 23, 26, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 59, 62, 67, 72, 78, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 99, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 124, 125, 127, 128, 147, 161, 167, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222

SPAD 80, 81, 82, 83, 84, 85

Substâncias húmicas 109, 110, 112, 113, 116, 117

Supermercado 133, 138, 139

Sustentabilidade 25, 56, 126, 133, 143, 172, 173, 189, 210

T

Tolerância 53, 55, 61, 62, 87, 88, 91, 187

Transgênicos 157, 161

Transporte 4, 9, 40, 55, 57, 62, 67, 88, 92, 95, 102, 103, 104, 105, 108, 133

V

Vigor 60, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2021