

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023

VOL III

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

VOL III

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Manuel Simões
<b>Imagem da Capa</b>	Vivilweb/123RF
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointner Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*  
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia  
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades: vol. III / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-10-9

DOI 10.37572/EdArt\_301123109

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina.  
I.Simões, Manuel.

CDD 574

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## PREFÁCIO

O volume III da edição “Estudos em Biociências e Biotecnologia: Desafios, Avanços e Possibilidades” disponibiliza ao leitor um conteúdo essencialmente focado no estudo de plantas e interfaces para dar resposta a desafios científicos e sociais específicos. O desenvolvimento de conhecimento científico e de tecnologia para a produção sustentável de plantas, bem como o seu processamento e valorização é fundamental para a transição para uma bioeconomia e para a resposta a objetivos de desenvolvimento sustentável, estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas. O livro está organizado em 12 capítulos que focam essencialmente a investigação molecular de plantas, estudos de fisiologia, fitopatologia, cultivo e processamento, e novas aplicações de plantas e das suas moléculas (produtos fitoquímicos).

Manuel Simões

<https://orcid.org/0000-0002-3355-4398>

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y GENÉTICA DEL AGUACATE CRIOLLO EN NUEVO LEÓN, MÉXICO

María Genoveva Álvarez Ojeda

Víctor Pecina Quintero

Efraín Acosta Díaz

Isidro Humberto Almeyda León

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231091](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231091)

### **CAPÍTULO 2..... 12**

ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA ASOCIADA CON EL INTERCAMBIO GASEOSO DE NUEVE MORFOTIPOS DEL CULTIVO DE *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon - MASHUA

Chacón Campana Máximo Américo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231092](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231092)

### **CAPÍTULO 3..... 38**

LOCALIZACIÓN DE ANTOCIANINAS Y DUREZA DEL ENDOSPERMO EN GERMOPLASMA DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231093](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231093)

### **CAPÍTULO 4..... 44**

PARDEAMIENTO Y PORCENTAJE DE BROTAÇÃO EN TUBÉRCULOS DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) INFECTADOS POR *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Margarita Díaz Valasis

Víctor Manuel Parga Torres

María Genoveva Álvarez Ojeda

Ángel Ismael Narváez Rodríguez

Isidro Humberto Almeyda León

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231094](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231094)

**CAPÍTULO 5..... 54**

ATAQUE DE *Frankliniella williamsi* HOOD (*Thysanoptera*: Thripidae) EN CULTIVARES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN TABASCO, MÉXICO

Dante Sumano López

Mario Rodríguez Cuevas

Víctor Hugo Arias López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231095](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231095)

**CAPÍTULO 6.....62**

DISEÑO BOX-BEHNKEN USANDO EL CRITERIO DE DESEABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS POR *Aspergillus niger* ITV 02 A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DESLIGNIFICADO

Marin I. Infanzón-Rodríguez

Daniel A. Zavala-Ortiz

Javier Gómez-Rodríguez

Maria Guadalupe Aguilar-Uscanga

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231096](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231096)

**CAPÍTULO 7.....76**

IDENTIFICACIÓN DE *MELOIDOGYNE JAVANICA* NEMATODO AGALLADOR EN BEGONIA CULTIVAR COCKTAIL

Ramón Rodríguez Blanco

José Israel Rodríguez Barrón

Elia Cruz Crespo

Fabiola Cinco García

Miguel Díaz Heredia

Kennedy Antonio Cortez Isiordia

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231097](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231097)

**CAPÍTULO 8..... 84**

XANTONAS COMO AGENTES TERAPÉUTICOS PARA ENFERMEDADES INFLAMATORIAS DE LA PIEL

Mario E. Cancino-Díaz

Gabriel Betanzos-Cabrera

Juan C. Cancino-Díaz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231098](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231098)



**CAPÍTULO 9..... 96**

RESISTÊNCIA BACTERIANA E COMPOSTOS NATURAIS: APLICAÇÃO DESTE CONCEITO NA APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

Maria José Saavedra

Manuel Simões

Conceição Fernandes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231099](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231099)

**CAPÍTULO 10..... 106**

CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN DEL MANGLAR ENTRE 2009-2017 EN EL SISTEMA LAGUNAR DE CHACAHUA-PASTORÍA, OAXACA

Cristian Tovilla Hernández

Rita Lorena Salas Roblero

Erika María Villatoro Arreola

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112310910](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310910)

**CAPÍTULO 11.....133**

INFLUENCIA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO Y EN LA FORMACIÓN DE ACEITE EN EL CULTIVO DEL OLIVO

Javier Hidalgo Moya

Juan Carlos Hidalgo Moya

Ana Leyva Bollero

María del Carmen Jiménez Muñoz

Daniel Pérez Mohedano

Victorino Vega Macías

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112310911](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310911)

**CAPÍTULO 12 ..... 141**

DESHIDRATACIÓN DE CHILE HABANERO PARTE I: EXPERIMENTACIÓN Y MODELADO

Carlos Orozco-Alvarez

Gisela Palma-Orozco

Jonathan Alcántara-Melgar

Sergio García-Salas

Enrique Hernández-Sánchez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112310912](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310912)

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 150**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 151**

# CAPÍTULO 11

## INFLUENCIA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO Y EN LA FORMACIÓN DE ACEITE EN EL CULTIVO DEL OLIVO<sup>1</sup>

Data de submissão: 27/09/2023

Data de aceite: 12/10/2023

**Victorino Vega Macías**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**Javier Hidalgo Moya**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**Juan Carlos Hidalgo Moya**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**Ana Leyva Bollero**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**María del Carmen Jiménez Muñoz**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**Daniel Pérez Mohedano**

IFAPA Centro Alameda del Obispo  
Apdo. 3092, 14080  
Córdoba, España

**RESUMEN:** España es el país con mayor superficie de olivar, con casi 2,8 millones de ha (ESYRCE, 2022), de las cuales, aproximadamente  $\frac{3}{4}$  partes no reciben ningún tipo de aporte de agua mediante riego. En el olivar de secano, la climatología, y de forma muy especial la pluviometría, está íntimamente relacionada con el crecimiento de las aceitunas. Es sabido que cuando se retrasan las primeras lluvias otoñales, los rendimientos grasos de la campaña se ven afectados negativamente. Se ha estudiado la influencia del estrés hídrico prolongado en un olivar de la variedad cv Manzanilla de Sevilla, durante el año 2016, donde las lluvias de otoño se produjeron de forma tardía. La plantación, con un solo tronco, presentó una densidad de 408 ol/ha y un volumen de copa de 11.000 m<sup>3</sup>/ha. Se encuentra ubicada en la provincia de Córdoba, donde se han estudiado tres estrategias de riego en función del potencial hídrico en hoja (ETcmax, RDC1, RDC2), junta a otra de secano. El dispositivo experimental diseñado es en bloque al azar, con 4 repeticiones por tratamiento y parcelas elementales de 16 olivos, con control en los 4 centrales y doble línea guarda. No existen diferencias entre tratamientos en los volúmenes de copa

<sup>1</sup> Agradecimientos a los Proyectos: "Experimentación, Cooperación y Transferencia de Tecnología en Olivar" (PR.TRA.TRA2019.10), cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020 y "Experimentación y Transferencia en el Olivar @IfapaOlivar" (PR.TRA.TRA2023.03) cofinanciado al 85% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER, dentro del Programa Operativo de Andalucía 2021-2027.

de partida, iniciando el ensayo en condiciones similares. El crecimiento del fruto se ve afectado claramente por el estrés hídrico, de manera que cuando éste es severo y se mantiene en el tiempo, el crecimiento del fruto llega incluso a detenerse. Igualmente, la lipogénesis se ve notablemente afectada, provocando importantes descensos en el rendimiento graso obtenido en recolección.

**PALABRAS CLAVE:** Riego. Deficitario. Olivar. Aceituna. Aceite.

## INFLUENCE OF WATER STRESS ON FRUIT GROWTH AND OIL FORMATION IN OLIVE TREE

**ABSTRACT:** Spain is the country with the largest area of olive groves, with almost 2.8 million hectares (ESYRCE, 2022), where approximately 75% is in rainfed conditions. Climatic factors, mainly rainfall, is closely related to the growth of the olive fruits. When the first autumn rains are delayed, the fat yield of the fruits can be affected by water stress. This influence has been studied in an olive grove of the variety cv Manzanilla of Seville, during the year 2016, where the autumn rains occurred later than a normal year. The orchard has a density of 408 ol/ha and a canopy volume of 11,000 m<sup>3</sup>/ha. It is located in the province of Córdoba, where three irrigation strategies have been studied depending on the leaf water potential (ET<sub>cmax</sub>, RDC1, RDC2), together a rainfed treatment. The experimental device designed is a randomized block, with 4 repetitions per treatment and elementary plots of 16 olive trees, with control in the 4 central plots and a double guard line. There are no differences between treatments in the starting canopy volumes at the beginning of the trial. Fruit growth is clearly affected by water stress, so when this is severe and persists over time, fruit growth even stops. Likewise, the oil formation is notably affected, causing significant decreases in the fat yield obtained during harvesting.

**KEYWORDS:** Irrigation. Deficit irrigation. Olive tree. Olive fruit. Olive oil.

### 1 INTRODUCCIÓN

Andalucía es una región que se encuentra al sur de España, y posee más de 1,68 millones de hectáreas, de las cuales el 62% se encuentran en secano (ESYRCE, 2022). La pluviometría media oscila entre 350 y 550 mm, y aunque los suelos en general son profundos y con alta capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, los olivares de secano suelen padecer estrés hídrico en momentos de su ciclo, principalmente en verano y comienzos del otoño, aunque es un árbol muy bien adaptado al clima mediterráneo, con verano largos, calurosos y sin lluvia.

Los factores climáticos, y en especial el estrés hídrico afectan directamente a la formación del aceite. En ensayos previos (Pastor et al, 1999; Hidalgo et al, 2011) hemos observado que el rendimiento graso se reduce notablemente cuando los olivos están sometidos a un estrés hídrico severo y prolongado en el tiempo. La cuantía de las lluvias y su reparto a lo largo del año tienen una gran repercusión sobre los procesos que ocurren a lo largo del ciclo del olivo, tales como la lipogénesis o formación de aceite.

La acumulación de aceite comienza inmediatamente después del endurecimiento del hueso (Beltrán et al, 2017), produciéndose la lipogénesis en tres fases diferenciadas. Una vez los frutos están recién formados hasta el endurecimiento del hueso, los lípidos de tipo estructural se forman lentamente (fase de biosíntesis lenta). Tras el endurecimiento del hueso, se inicia una síntesis activa de diglicéridos y triglicéridos que sufre una notable aceleración durante los meses de agosto y septiembre, para alcanzar su máximo a final de septiembre o inicio de octubre (García Martos y Mancha, 1992), coincidiendo con el cambio de pigmentación del fruto (fase de biosíntesis acelerada). Por último, la velocidad de formación de aceite desciende de manera progresiva hasta la semana 28-30 después de plena floración (primeros a mediados de diciembre). A partir de ahí, la formación de aceite es muy lenta, siendo la pendiente de la curva casi nula (fase estacionaria o de ralentización). El riego es una práctica de cultivo que permite evitar el estrés hídrico y favorece que esos procesos se puedan realizar con éxito.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados obtenidos mostrados en este trabajo corresponden al primer año de un ensayo de campo de larga duración con aporte de diferentes estrategias de riego en función del estado hídrico de los olivos.

El experimento se desarrolló en un olivar adulto de la variedad Manzanilla de Sevilla, con un marco de plantación de 7 x 3,5 m (408 ol/ha), ubicado en la finca La Reina de Santa Cruz, perteneciente al término municipal de Córdoba (España). El olivar había sido previamente regado en los años anteriores, presentando unas grandes producciones anuales. El ensayo se inició en 2016, con un volumen de copa inicial elevado, 11.000 m<sup>3</sup>/ha y sin diferencias entre los tratamientos, que son los siguientes:

- ETcmax: Riego con aporte variable según el balance de agua (Etc -Pef) sin considerar el agua almacenada en el suelo, con el objetivo de asegurar que no existe estrés hídrico en posibles situaciones puntuales de falta de agua de riego (averías, fallos en la programación, etc).
- RDC1 (riego deficitario controlado 1), para mantener un potencial hídrico a mediodía entre -4 y -5 MPa.
- RDC2: (riego deficitario controlado 2), para mantener un potencial hídrico a mediodía superior a -6 MPa.
- Secano.

El dispositivo experimental diseñado es en bloque al azar, con 4 repeticiones por tratamiento y parcelas elementales de 4 olivos con doble línea guarda (16 olivos por parcela elemental).

El control de potencial hídrico se realizó cada dos semanas. Los resultados obtenidos en cada medida, junto con los cálculos de balance de agua, fueron utilizados para programar el riego de cada tratamiento, acción comandada en campo con un programador Agronic 2000. Cada tratamiento dispone una instalación de riego independiente, incluyendo un contador volumétrico para contrastar el cumplimiento de la programación quincenal del riego. La instalación dispuso de 4 goteros autocompensantes, con un caudal unitario de 2,3 l/h.

Coincidiendo con las medidas de potencial hídrico y la programación del riego, se tomaron muestras de fruto para ver la evolución del peso, así como el rendimiento graso y la humedad, medidos mediante RMN. Cada muestra corresponde a 20 frutos de cada árbol controlado, tomadas de las 4 orientaciones y siempre por los mismos operarios.

En el momento de la recolección, cada olivo fue cosechado de forma independiente, controlando el peso total de la aceituna, derribada sobre mantos con un vibrador de tronco. Se tomó una muestra de unos 2 kg por cada árbol para el posterior análisis de rendimiento graso y humedad individualizado mediante técnica NIR (OliveScan, Foss). Así mismo se controló el tamaño medio de fruto de cada muestra (peso de 100 frutos por árbol).

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El riego se inició en el mes de junio, dado que las precipitaciones de abril y mayo (**Tabla 1**) fueron superiores a la evapotranspiración del cultivo (ETc). Las primeras lluvias otoñales fueron tardías (12 de octubre), lo que supone un periodo de 5 meses sin lluvias (13 de mayo a 12 de octubre). La evapotranspiración del cultivo (ETc) en ese intervalo de tiempo fue de 517 mm.

Tabla 1. Balance Hídrico mensual expresado (mm).

Mes	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	oct15-sep16	Jun-sep16
ETc	66	43	36	34	41	55	62	81	118	133	121	95	71	<b>885</b>	<b>467</b>
Pef	75	56	14	54	40	29	94	82	9	0	0	0	82	<b>453</b>	<b>9</b>
(Etc-Pef)	-9	-13	22	-20	1	24	-32	-1	109	133	121	95	-9	<b>432</b>	<b>458</b>

En el tratamiento ETcmax se aplicaron 514 mm (**Tabla 2**), cubriendo las necesidades hídricas del cultivo. En todo momento el potencial hídrico a mediodía se mantiene en torno

a los -3MPa (**Figura 1**), lo que confirma que los olivos no sufrieron estrés hídrico en todo el ciclo.

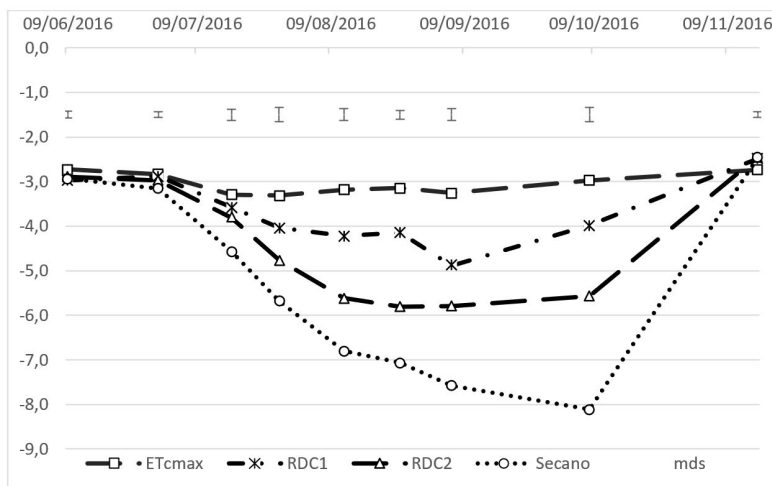
Tabla 2. Cantidades de riego aportadas por tratamiento. Año 2016.

Tratamiento	Riego (mm)
Etcmx	514
RDC1	166
RDC2	108
Secano	0

El aporte de agua de riego en el tratamiento Riego Deficitario 1 (RDC1) fue de 166 mm, el 32% de la aplicada en el tratamiento control (ETcmx). Con esa dosis de riego se ha cumplido el objetivo de mantener el potencial hídrico a mediodía por superior a los -5MPa (Figura 1), según el protocolo con el que se diseñó el ensayo.

Para el tratamiento deficitario 2 (RDC2), con potencial hídrico a mediodía superior a los -6MPa, se han aplicado 108 mm, el 21% de la aplicada en el control. Por último, el secano ha permanecido durante la mayoría de la campaña en situación de estrés hídrico severo, llegando a superar los -8 MPa.

Figura 1. Evolución del potencial hídrico a medio día solar de los diferentes tratamientos.



El número de frutos por árbol en la recolección del año en estudio es similar para todos tratamientos (**Tabla 3**), favorecido por la homogeneidad existente en la parcela donde se ubicó el ensayo (mismo volumen de copa de partida) y una floración y cuajado de frutos ocurrida con en un estado hídrico óptimo (**Figura 1**), favorecido por las condiciones climáticas con lluvias importantes en primavera que han servido para mantener la disponibilidad de agua en el suelo.

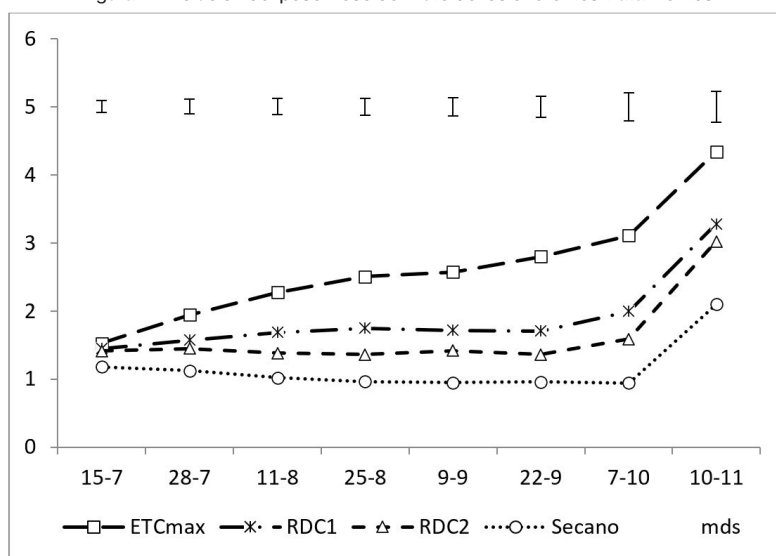
Tabla 3. Peso medio del fruto, número de frutos por árbol, producción de aceituna y aceite y rendimientos grasos expresados sobre fruto (RGH) y sobre materia seca (RGS) de los diferentes tratamientos. Año 2016.

Tratamiento	Riego (mm)	Peso fruto (g)	Núm frutos por árbol	Producción (kg/ol)	Aceite (kg/ol)	RGH (%)	RGS (%)
ETCmax	514	4,22 a	16105 a	65,4 a	9,13 a	14,0 a	40,2 a
RDC1	166	3,59 b	15938 a	54,2 b	7,14 b	13,2 b	38,0 b
RDC2	108	3,06 c	15656 a	46,5 bc	5,79 c	12,5 c	36,4 c
Secano	0	2,59 d	17010 a	42,5 c	4,30 d	10,0 d	29,5 d

Las letras corresponden a diferencias significativas en el test mínima diferencia significativa con alfa igual a 0,05.

Los tres tratamientos regados presentan similar peso en la medida de 15 de julio (**Figura 2**), mientras que el secano, ya en situación de estrés hídrico con un potencial inferior a  $-4,5\text{MPa}$ , presenta un menor peso. A partir de final de julio, el crecimiento de fruto también se reduce el tratamiento RDC2, con un potencial de  $-4,8\text{MPa}$ . A mitad de agosto el crecimiento del tratamiento RDC1 sigue los pasos de los anteriores, reduciéndose el peso de sus frutos en relación a los del control bien regado (ETCmax). El crecimiento del fruto llega a ser nulo cuando el déficit hídrico es severo y así se mantiene durante el mes de septiembre para los tratamientos de secano y los de riego deficitario. Con las lluvias de otoño, los frutos estresados incrementan el peso. La pendiente de la curva de crecimiento del fruto tras la recuperación es similar en todos los tratamientos, incluido el control (ETCmax) que no ha estado en situación de estrés hídrico, por lo que el peso final de los frutos de secano, RDC1 y RDC2 es diferente.

Figura 2. Evolución del peso fresco del fruto de los diferentes tratamientos.



Las barras corresponden con la desviación típica.

En el momento de la recolección (21 de noviembre) el tratamiento control tiene un peso medio de fruto de 4,22g frente a 2,59g en el secano. El RDC1 presenta un valor de 3,59g, mientras que en el RDC2 es de 3,06g, existiendo diferencias significativas entre ellos. Teniendo en cuenta, que el número de frutos por árbol es similar, esta diferencia en el peso del fruto explica claramente las diferencias en la producción final de aceituna y de aceite de los tratamientos (**Tabla 3**).

El retraso en las lluvias junto con un aporte insuficiente de agua de riego son los responsables de un menor tamaño final de los frutos. Además, la lipogénesis también se ha visto afectada, ya que el rendimiento graso, tanto expresado en húmedo (RGH) como sobre materia seca (RGS) de los tratamientos deficitarios y, en mayor medida el secano, es más bajo. Si se considera el rendimiento sobre materia seca (**Tabla 3**) hay 11 puntos de diferencia entre el secano y control (ETcmax), existiendo diferencias significativas entre todos los tratamientos. Estas se mantienen cuando el rendimiento graso se expresa como porcentaje de aceite sobre el peso fresco del fruto (cuatro puntos de diferencia entre riego máximo y secano).

## 4 CONCLUSIONES

Tras este primer año de estudio, con unas condiciones de partida muy parecidas para todos los tratamientos, se puede ver que el estrés hídrico influye negativamente sobre los procesos de formación de aceite. Así mismo el crecimiento del fruto se ve afectado claramente por el estrés hídrico, de manera que cuando éste es severo y se mantiene en el tiempo, el crecimiento del fruto llega incluso a detenerse. En líneas generales, un aumento de la dosis de riego se traduce en un incremento de la producción, ya que con el riego se evitan situaciones de estrés hídrico prolongadas. Es muy importante aportar agua de riego suficiente para garantizar la formación de aceite en el otoño. Las lluvias de otoño son imprescindibles para una buena formación de aceite cuando los olivos se encuentran en secano. Pero también son muy importantes para el regadío de olivar, puesto que en la mayoría de los casos el riego no es suficiente para cubrir las necesidades del cultivo. Si estas lluvias de otoño se retrasan demasiado, la formación de aceite y el contenido final del mismo pueden verse afectados negativamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beltrán, G.; Uceda, M.; Hermoso, M.; Frías, L., 2017. Capítulo 6, Maduración. Pg: 187-210. En D.Barranco, R. Fernández Escobar y L.Rallo (eds). El Cultivo del olivo. 7ª Edición. Mundiprensa, Madrid.

ESYRCE. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos. Análisis de los Regadíos en España, 2022. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España.



García Martos, J.M.; Mancha, M., 1992. Evolución de la biosíntesis de lípidos durante la maduración de las variedades de aceituna "Picual" y "Gordal". *Grasas y aceites*, 43 (5): 277-280.

Hidalgo, J.; Hidalgo, J.C.; Pastor, M. 2011. Capítulo 5. Riego de olivar: Capítulo 5. Riego de olivar. Cálculo de necesidades, riego deficitario e influencia del riego en la calidad del aceite, pg:101-124. En: *AD OLEUM HABENDUM*. 2011. I.S.B.N.: 978-84-6150549-4.

Pastor M.; Castro J.; Mariscal M.J.; Vega V.; Orgaz F.; Fereres E.; Hidalgo J. 1999. Respuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. *Investigación Agraria*, nº 3, Vol 14, 1999, pp 393-404. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**Manuel Simões** é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; Nº orcid: 0000-0002-3355-4398

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aceite 1, 12, 38, 40, 44, 54, 62, 76, 80, 84, 96, 106, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 141  
Aceituna 134, 136, 138, 139, 140  
Acné 84, 85, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95  
Aguacate criollo 1, 2, 3, 4, 9, 10  
Aleurona 38, 39, 40, 41, 42, 43  
Anatomía *Tropaeolum tuberosum* 12  
Antibióticos 88, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105  
Aplicabilidade 96, 103, 105

### B

Bactérias 78, 84, 88, 89, 92, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 105  
Begonia 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82  
Bioetanol 63, 64, 65, 68, 73, 74  
Box-Behnken 62, 63, 66, 72, 75  
Brotación 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52

### C

Caracterización morfológica y genética 1, 2  
Celulasas 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 72, 73, 74  
Chile habanero 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149  
Compostos-bioativos 96  
Conservación 65, 107, 131, 132, 145  
Cultivares 9, 10, 11, 54, 78

### D

Daños 54, 56, 78  
Deficitario 134, 135, 137, 138, 140  
Dermatitis atópica 84, 85, 86, 87, 88, 93  
Diferencias finitas 142, 145

### E

Ecofisiología 12, 35, 36  
Educação 96

Endospermo 38, 39, 40, 41, 42, 43

## I

Inflamación 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93

Invernadero 64, 76, 79, 82, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

## M

Manglares 106, 107, 110, 118, 119, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Modelado 141, 142, 144, 145, 147, 148, 149

Monitoreo 106, 107, 108, 109, 112, 116, 120, 122, 126, 131, 132

Mortalidad 107, 109, 113, 114, 116, 118, 119, 122, 125, 126, 129

## N

Nematodo del nudo de la raíz 77

## O

Olivar 133, 134, 135, 139, 140

Optimización 62, 63, 65, 66, 70, 72

## P

Papa 13, 32, 33, 35, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53

Pardeamiento 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52

Patrones perineales 76, 77, 80, 81

Pericarpio 38, 39, 40, 41, 42, 142

Piel 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 144, 145, 146, 147, 148

Psoriasis 84, 85, 90, 91, 92, 93

Punta morada 44, 45, 46, 52, 53

## R

Regeneración 107, 114, 116, 119, 120, 122, 126, 129

Resistência 44, 57, 77, 89, 92, 96, 97, 98, 99, 103, 147, 148

Riego 3, 46, 108, 127, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

## S

Secado 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

## T

Trips 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61

*Tropaeolum tuberosum* 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 32, 33, 34, 36, 37

## X

Xantonas 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

## Z

*Zea mays* 39