

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS  
2021

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS  
2021

2021 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2021 Os autores  
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



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*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
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*  
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*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*  
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*  
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*  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Emilias 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. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*  
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.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*  
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*  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, *Universidade Federal do Amazonas*  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA  
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*  
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. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*  
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. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*  
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*  
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*  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu*, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
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> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-50-7

DOI 10.37572/EdArt\_211221507

1. Biociência. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina. 4. Bioética.  
I. Simões, Manuel.

CDD 574

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

## PREFÁCIO

A biotecnologia baseia-se em conhecimentos multidisciplinares fortemente associados às ciências naturais e exatas, e às ciências aplicadas. As ciências biológicas e o seu enquadramento na biotecnologia têm aplicações em grandes áreas de importância socioeconómica, principalmente na medicina humana e animal, ambiente, agronomia e na indústria. Os processos biotecnológicos são caracterizados por usarem células procariotas ou eucariotas, partes das mesmas ou análogos moleculares - com o objetivo de se obterem produtos e serviços. Avanços significativos na biotecnologia surgiram das sinergias estabelecidas entre engenheiros, cientistas e reguladores para transformar descobertas científicas em novos processos e produtos, com impacto socioeconómico. A elevada dinâmica académica e industrial no desenvolvimento de conhecimento em ciências biológicas e biotecnologia é revelador da sua importância. Contudo, a necessidade de atualização dos avanços científicos, em conjugação com a transformação desse novo conhecimento em conteúdo curricular técnico-científico relevante são desafios para um eficaz processo formativo de recursos humanos altamente qualificados. O enquadramento ético e regulamentar de novos processos e produtos é igualmente desafiante.

Este livro foi dividido em quatro partes: a primeira parte reúne capítulos (1 a 6) relacionados com as biociências e a biotecnologia na área biomédica. A segunda parte concentra capítulos (7 a 11) na área do ambiente. A terceira parte é composta pelos capítulos 12 a 14 que se enquadram em aspetos da bioprospeção. A quarta parte contém os capítulos 15 e 16 que abordam aspetos do ensino/aprendizagem em biotecnologia e da bioética, respetivamente. Neste contexto, pretende com este livro contribuir para que estudantes e professores do ensino superior, ligados às biociências e à biotecnologia, quer a nível de graduação quer de pós-graduação, possam ter uma perspetiva de avanços na área. Este livro pode ser também útil a profissionais ligados a setores nos quais as biociências e a biotecnologia têm um papel de relevo, bem como para professores do ensino pré-académico.

**Manuel Simões**

## SUMÁRIO

### BIOMEDICINA

#### **CAPÍTULO 1.....1**

A DESCOBERTA DA INSULINA CELEBRA 100 ANOS

Maria Teresa Rangel-Figueiredo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215071](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215071)

#### **CAPÍTULO 2..... 16**

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE SUSPENSIONES DE NANOTUBOS DE CARBONO CON APLICACIONES BIOMÉDICAS

Arisbel Cerpa-Naranjo

Begoña Ibañez Martínez

Isabel Lado Touriño

Mariana P. Arce


Javier Pérez Piñeiro

Niurka Barrios Bermúdez

María Luisa Rojas Cervantes

Rodrigo Moreno Botella

Sebastián Cerdán García-Esteller

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215072](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215072)

#### **CAPÍTULO 3.....28**

PREMOLARES HUMANOS: ESTUDIO DE FOSITAS INYECTADAS CON COLORANTE Y SU RELACION CON ESTRUCTURAS DENTINALES

Marcela Zaffaroni

Santiago Cueto

Alicia Kohli

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215073](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215073)

#### **CAPÍTULO 4..... 40**

EFFECT OF *Zinnia peruviana* ROOT EXTRACT ON THE PRODUCTION OF MICROBIAL BIOFILMS

Ana Mariel Mohamed

Diego Alberto Cifuentes

Sara Elena Satorres

Claudia Maricel Mattana

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215074](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215074)

**CAPÍTULO 5..... 50**

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TERAPÉUTICO DE TETRATIOMOLIBDATO DE AMONIO EN LA ENDOMETRIOSIS EXPERIMENTAL

Rocío Ayelem Conforti

María Belén Delsouc

Marilina Casais

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215075](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215075)

**CAPÍTULO 6..... 61**

LAS CARDIOPATÍAS, EL EJERCICIO Y SU INTERRELACIÓN AMBIENTAL: REVISION DE LITERATURA

Pedro Jorge Cortes Morales

Eduarda Eugenia Dias de Jesus

Fabricio Faitarone Brasilino

Luis Fernando Rosa

Maria Caroline Marcomini Tezolin

Luana de Andrade Mazia

Gilmar Sidnei Erzinger

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215076](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215076)

**AMBIENTE**

**CAPÍTULO 7..... 74**

MICROFAUNA EM CÓRREGOS DE CABECEIRA DO CERRADO CENTRAL DO BRASIL

Claudia Padovesi-Fonseca

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215077](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215077)

**CAPÍTULO 8..... 85**

ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO, O PROCESSO SELETIVO E O DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO CAMPUS DE PORTO NACIONAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Brenda Thais Kalife de Assunção

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215078](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215078)



**CAPÍTULO 9..... 95**

TRATAMIENTO BIOLÓGICO EM EFLUENTES DE ÁGUA PARA USINAGEM DE OLIVEIRA

Mariela Beatriz Maldonado

Emiliano Gabriel Fonarsin

Leonel Lisanti

Ariel Marquez

Walter Pirán

Noemi Graciela Maldonado

Pablo Enrique Martín

Daniela Adriana Barrera

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2112215079](https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215079)

**CAPÍTULO 10..... 110**

PRODUCCIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU USO EN SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Jairo Vanegas Gordillo

Daniela Forero Gutiérrez

Paola Navarro Munoz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150710](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150710)

**CAPÍTULO 11..... 132**

USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PRODUCIDAS POR TRATAMIENTO HIDROTHERMAL Y RADIACIÓN POR MICROONDAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CAPTURA DE CARBONO Y AUMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS

Jairo Vanegas Gordillo

Laura Milena Bejarano

Paola Alexandra Aguilar Díaz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150711](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150711)

**BIOPROSPEÇÃO**

**CAPÍTULO 12..... 154**

DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE EXTRAPOLISACÁRIDO DE BACTERIAS PROVENIENTES DE RESIDUOS OLIVÍCOLAS

Fodda Assad Robledo

María Alejandra Soloaga

Patricia Alejandra Córdoba

María Celeste Rosso  
María de los Ángeles Spano Cruz  
Verónica Alejandra Galleguillo  
Gema Blanca Reynoso

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150712](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150712)

**CAPÍTULO 13.....163**

SESQUITERPENOIDES DE PLANTAS NATIVAS DEL NOROESTE ARGENTINO CON ACCION INSECTICIDA

Susana Beatriz Popich

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150713](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150713)

**CAPÍTULO 14.....177**

DORMANT RUPTURE AND HORMONES LEVELS IN *Jatropha curcas* L. AND *Jatropha macrocarpa* GRISEB SEED

Nancy Elisabeth Tavecchio  
Lihué Olmedo Sosa  
Ana Edit Vigliocco  
Oscar Terenti  
Erika Ayelen Escudero  
Hilda Pedranzani

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150714](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150714)

**ENSINO E ÉTICA EM BIOTECNOLOGIA**

**CAPÍTULO 15.....190**

DESAFIOS NO ENSINO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS BIOFILMES

Manuel Simões  
Lúcia Chaves Simões  
Conceição Fernandes  
Maria José Saavedra

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150715](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150715)

**CAPÍTULO 16.....199**

BIOÉTICA EN LA FORMACIÓN EN MEDICINA

Julia Susana Elbaba

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_21122150716](https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150716)

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>206</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>207</b>

# CAPÍTULO 13

## SESQUITERPENOIDES DE PLANTAS NATIVAS DEL NOROESTE ARGENTINO CON ACCION INSECTICIDA<sup>1</sup>

Data de submissão: 10/09/2021

Data de aceite: 28/09/2021

**Susana Beatriz Popich**

Instituto de Montaña y Ambientes Áridos  
(IAMRA)

Universidad Nacional de Chilecito

Chilecito. La Rioja. Argentina

<https://orcid.org/0000-0002-4786-5285>

**RESUMEN:** Los vegetales desarrollaron estrategias de defensa hacia el entorno como la protección química mediante la elaboración de metabolitos secundarios con un amplio rango de actividades. Entre ellos los sesquiterpenoides tales como las lactonas sesquiterpénicas, poseen significativa actividad biológica sobre diferentes organismos. La Familia Asteraceae y dentro de ella la tribu Vernoniae se caracteriza por la presencia de estos metabolitos altamente oxigenados con efectos tóxicos, letales y subletales que las posicionan como compuestos de interés para el control de artrópodos de importancia sanitaria y agrícola. En este trabajo se realiza una breve revisión de

los efectos que estos metabolitos secundarios pueden ejercer y sus potenciales utilidades.

**PALABRAS CLAVE:** Sesquiterpenoides. Vernoniae. Toxicidad. Efectos subletales. Insectos.

### SESQUITERPENOIDS FROM NATIVE PLANTS TO NORTHWESTERN ARGENTINA WITH INSECTICIDAL ACTION

**ABSTRACT:** Plants developed different strategies to defend themselves against the environment such as chemical protection through elaborating secondary metabolites with a wide range of activities. Among them, sesquiterpenoids such as sesquiterpene lactones have significant biological activity over different organisms. The family Asteraceae and within it the Vernoniae tribe is characterised by the presence of these highly oxygenated metabolites. Their toxic, lethal and sub lethal effects rank these compounds as interest for the control of insects of health and agricultural importance. In this work, a brief review of the effects that these metabolites can exert and their potential utilities will be made.

**KEYWORDS:** Sesquiterpenoids. Vernoniae. Toxicity. Sub-lethal effects. Insects.

### 1 LOS METABOLITOS SECUNDARIOS

Durante el proceso evolutivo los seres vivos desarrollaron alternativas para protegerse de predadores; una de ellas es la

<sup>1</sup> Esta publicación ha sido costeadada a través del subsidio ESTIMULO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Chilecito (SECyT-UNDeC).

producción de agentes químicos con diferentes mecanismos de acción, estas sustancias pueden actuar como venenos, repelentes o sustancias tóxicas para otros organismos (Pérez Contreras, 1999).

Los vegetales, como todo ser vivo, desarrollaron estrategias para evitar ser “dañados”. Ellas sugieren la adaptación, tolerancia y la resistencia al consumo por parte de herbívoros. Cuando se habla de Resistencia se incluye la protección química o defensa química de las plantas. Esta “destreza” está relacionada con la capacidad de muchas de ellas de sintetizar biocompuestos llamados “metabolitos secundarios”.

Los metabolitos secundarios no intervienen en los procesos metabólicos primarios, sino que son sustancias vinculadas a la defensa de las plantas respecto de su entorno, con un amplio rango de actividades que pueden ejercer por medio de su estructura original o ser precursores de otros compuestos (Rattan, 2010).

Entre los tipos de metabolitos secundarios se pueden citar:

- 1.1. Compuestos reductores de la digestibilidad: Son hidratos de carbono, galacturonanos y galactanos estructurales presentes en las paredes celulares vegetales. Estos productos para ser digeridos, requieren de la presencia de organismos simbióticos que produzcan enzimas capaces de degradarlos (Granados-Sánchez et al., 2008).
- 1.2. Los alcaloides: Ejercen diversos efectos en animales tales como inhibición de la síntesis de DNA y RNA, de la mitosis e incluso pueden actuar como supresores o activadores de la sinapsis (García Ávalos y Perez-Urria Carril, 2009).
- 1.3. Aminoácidos No Proteicos: Son metabolitos con estructuras muy similares a los aminoácidos formadores de proteínas y pueden conformar proteínas defectuosas (Ramos et al., 1998).
- 1.4. Proteínas tóxicas: Son proteínas que las plantas almacenan generalmente en las semillas. Son reservas de nitrógeno y potentes venenos para los animales.
- 1.5. Glicosidos cianogénicos: Son moléculas que se sintetizan cuando algunos tejidos de ciertas plantas se ven dañados.
- 1.6. Glicosinolatos: La toxicidad de estas sustancias en animales se debe a que son compuestos similares a los glicosidos cianogénicos.
- 1.7. Terpenoides: Son los metabolitos que poseen mayor actividad biológica. Son compuestos orgánicos cíclicos insaturados. Algunos resultan fundamentales para las plantas como el ácido giberélico; otros son tóxicos para algunos animales. Algunos de ellos tienen acciones defensivas hacia insectos como el caso de los piretroides, otros son inhibidores de la respiración celular y

algunos actúan como reguladores del crecimiento. Este conocimiento previo, permitió profundizar los estudios sobre el uso de los metabolitos secundarios como compuestos que ejerzan acciones sobre insectos utilizándolos como posibles controladores o repelentes (Pascacio-Villafán et al., 2016).

## 2 INVESTIGACIONES DE COMPUESTOS BOTÁNICOS COMO CONTROLADORES DE INSECTOS

En los años 30 ya se registraron investigaciones sobre el tema. Metzger y Grant (1932) evaluaron la actividad de 390 plantas como repelentes de *Popillia japónica* Newman, coleóptero plaga de importancia agrícola para durazneros y manzanos.

Eger (1937), observó la respuesta cuantificada de larvas de lepidópteros al adicionar a sus dietas habituales sustancias de origen vegetal y evaluó diferentes grados de aceptación. En los años 60, los estudios cobraron mayor importancia. Particularmente a partir de los trabajos de Pradhan (mencionado por Ascher, 1969) quién descubrió la actividad del extracto del neem (*Azadirachta indica*) en el tratamiento contra langostas (*Schistocerca gregaria*). En el decenio siguiente se produjo un gran progreso respecto de estudios de sustancias denominadas juvenoides y su acción en la disrupción del desarrollo de insectos (Sehnal et al., 1976). En este sentido el descubrimiento de las propiedades del juvocineme II en la albahaca, *Ocimum basilicum* (Bowers y Nishida, 1980) condujo a la síntesis de una segunda generación de productos hormonales comerciales, como el piriproxifen y el fenoxicarb, conocidos como IGR o reguladores de crecimiento (Bowers, 1993).

Las nuevas tecnologías irrumpieron el campo de los productos botánicos con la microencapsulación. En 2005 se constató la eficacia de los aceites esenciales volátiles encapsulados como pesticidas, repelentes, ovicidas, larvicidas y agentes antivirales. Linder et al. (2005). En 2009 se ensayó el uso de microcápsulas poliméricas conteniendo IGR, para ser utilizadas como insecticidas en el control de insectos chupadores (Herrero, 2009). En 2012 se desarrollaron microencapsulados asociados a un sinergista, a partir de tres familias diferentes de biocidas (nicotinoides, piretroides y carbamatos) utilizadas para el control de insectos plagas voladoras (Alonso y Luz, 2012).

En el año 2016, se planteó el control con nanoformulaciones. Se probó en insectos de granos almacenados y fue una alternativa elemental debido a la necesidad de inocuidad de los alimentos que provenían de granos. En este caso, Soujanya et al. (2016) en una completa revisión, aluden a la efectividad de los productos botánicos en las nanoformulaciones y apuntan a la tecnología de la microencapsulación de extractos de

plantas, los aceites esenciales y/o sus compuestos puros, en el control insectos plagas en lugares de almacenamiento de granos.

En 2018, Brasil incurre en el uso de nanopartículas de aceites esenciales de frutas de *Zanthoxylum riedelianum* en pruebas de repelencia y de oviposición. Son Pereira et al. (2018) quienes proponen el manejo del hemíptero *Bemisia tabaci* mediante ésta tecnología.

### 3 LA FAMILIA ASTERACEAE COMO PRODUCTORA DE METABOLITOS SECUNDARIOS

La familia Asteraceae es la más diversa de las Angiospermas y una de las más modernas evolutivamente. Comprende más de 1.700 géneros y entre 24.000 a 30.000 especies distribuidas por todo el mundo exceptuando la Antártida (Katinas et al. 2007). Las asteráceas son valiosas porque se emplean con fines muy diversos tales como alimento, como fuente de aceites comestibles, como plantas ornamentales e incluso son malezas de algunos cultivos (Rivas, 2007). Como característica destacable, la familia Asteraceae posee una estructura altamente diferenciada denominada *capítulo*, que se comporta como una flor con funciones de atracción hacia los vectores de polinización.

En Argentina representa la familia vegetal más numerosa con 227 géneros y cerca de 1400 especies. Dos grupos de sustancias son marcadores quimiotaxonómicos de asteráceas: las lactonas sesquiterpénicas (LS) y los compuestos poliacetilénicos (CP) (Del Vitto y Petenatti, 2009). A las primeras se las conoce también como sesquiterpenolidos o sesquiterpenoides; son compuestos que poseen 15 átomos de carbono y un grupo funcional del tipo  $\gamma$ -lactona (Ruiz-Reyes y Suarez, 2015). Los compuestos poliacetilénicos se distinguen por su rigidez en las cadenas, lo que los hace viables para nanotecnología molecular. Tanto las LS como los CP conforman un extenso grupo de metabolitos con diversos efectos biológicos sobre diferentes organismos.

### 4 LA TRIBU VERNONIEAE Y SUS PARTICULARIDADES QUÍMICAS

La tribu Vernoniae pertenece a la familia Asteraceae. En cuanto a la química de la tribu, Robinson et al. (1980) en su trabajo "*Chemosystematic notes on the Asteraceae. III. Natural subdivisions of the Vernoniae*" mencionaron como característica principal, la presencia LS del tipo germacranólidos e hirsutinólidos. Estos autores separaron los géneros del viejo y nuevo mundo usando estos compuestos como referencia y además aludieron a la presencia de LS altamente oxigenadas de sabor amargo, que producen un gran número de efectos sobre múltiples sistemas biológicos.

Particularmente las LS constituyen un grupo de terpenoides que deriva de la unión de tres fragmentos de isopreno y algunos productos de transposición.

Una de las principales características es su rol de protección sobre la planta a la acción de patógenos, de insectos herbívoros y de mamíferos (Picman, 1986). Las LS han sido aisladas de diferentes fuentes, tales como de Hepaticae (Asakawa, 1995), de Cupresaceae (pinos y cipreses) (Neerman, 2003) y de las Asteraceae. Rodríguez et al. (1976) mencionaron para la tribu Vernonieae el porcentaje LS en peso seco; este puede variar entre 0,001% y el 5 % dependiendo de la especie.

## 5 LOS SESQUITERPENOIDES COMO SUSTANCIAS CON BIOACTIVIDAD

Son interesantes las investigaciones realizadas sobre efectos de las LS en diversos organismos. Amat (1983) probó las propiedades citotóxicas de dos especies de la tribu: *Vernonia amygdalina* y de *V. hymenolepis*. Determinó como compuestos responsables de los efectos a dos LS: vernodalina y vernomygdina; la primera presente en *V. amygdalina* y segunda en la especie *V. hymenolepis*. Swee et al. (2010), mencionaron a *V. amygdalina* como especie medicinal usada en África para tratamiento de la malaria, pero también aducen a la cualidad antibacteriana, antiplasmodial, antifúngica y antidiabética.

En 1974 Burnett et al., alegaron que lepidópteros pertenecientes al género *Spodoptera* alimentados con LS adicionadas a la dieta a dosis variables (entre 0,125 y 0,500 % de LS en peso de dieta) redujeron significativamente el crecimiento de larvas y pupas. Mabry y Gill (1977) en estudios de ingesta suplementadas con LS sobre insectos y mamíferos, observaron para los primeros un incremento de la duración del ciclo de vida, reducción de pesos larvales, pupales y malformaciones en adultos. Para mamíferos comprobaron una marcada reducción de peso corporal y complicaciones en la digestibilidad del alimento.

Respecto de las propiedades insecticidas y repelentes de las LS, Adeniy et al. (2010), mencionan resultados logrados con cuatro extractos etanólicos de Vernonias, (entre las que figura *V. amygdalina*) para el control de *Acanthoscelides obtectus*, un coleóptero plaga de granos almacenados. Estos autores indican haber logrado una mortalidad superior al 33% a la dosis más alta utilizada (4% peso/volumen). Otro estudio interesante fue el de Arivoli et al (2011) sobre *Vernonia cinerea* cuyas hojas y semillas son utilizadas como antihelmínticas en India (DOMAP: Database of Medicinal and Aromatic Plants in Rajasthan; 2016). En su estudio se constató el efecto larvicida sobre *Culex quinquefasciatus* utilizando extractos de hojas de *V. cinérea*. Lo llamativo del estudio fue el proceso de liofilización de los extractos crudos (de acetato de etilo, de



cloroformo, de acetona y de metanol), que fueron preparados utilizando DMSO (dimetil-sulfóxido) como diluyente.

Varios autores (Swee et al., 2010; Toyang y Verpoorte, 2013 Qing He et al., 2014) indicaron además, a las LS con efectos larvicidas sobre *Culex pipiens*, *Plasmodium falciparum* y *Aedes albopictus* como también acciones repelentes sobre otros dípteros hematófagos. Se menciona además, el efecto alelopático de LS (Popa et al., 2008) y efectos citotóxicos (Jimenez-Usuga et al., 2016), genotóxicos y antiproliferativos en células tumorales y cancerígenas (Wu et al., 2017). Pero las LS aisladas de la tribu Vernoniae ejercen su acción como repelente, insecticidas, de inhibición del crecimiento y del desarrollo sobre insectos de diferentes órdenes. Borkosky, et al. (2009), estudia los efectos de LS sobre *Biomphalaria peregrina* molusco directamente involucrado en la transmisión de la esquistosomiasis. Una completa revisión sobre diferentes actividades biológicas sobre insectos la realizó Isman (2017) and research on botanical insecticides has surged since 2000 according to a recent bibliographic analysis of scientific literature. Thousands of papers have now been published documenting the bioactivities of botanicals such as neem (from *Azadirachta indica*) y da un paso más desde los laboratorios hacia a la fabricación de compuestos para uso farmacológico.

## 6 BIOENSAYOS SOBRE INSECTOS

Los ensayos biológicos sobre insectos, son herramientas de diagnóstico adecuadas para determinar el efecto de agentes químicos sobre éstos organismos. Se realizan bajo condiciones experimentales específicas y controladas. Los efectos que producen pueden ser de inhibición o de alteración de algún proceso metabólico (Lewis y Van Emdem, 1986). Se evalúan: mortalidad, inhibición del crecimiento, estadios larvales supernumerarios, cambios morfológicos, fisiológicos o histológicos y fertilidad entre otros (Mareggiani, 2001).

### 6.1 BIOENSAYOS DE TOXICIDAD

La toxicidad, es la capacidad que tiene una sustancia para ejercer un efecto nocivo sobre un organismo (Rattan, 2010). El resultado dependerá de las propiedades químicas del compuesto, de su concentración, de la duración y frecuencia de exposición al tóxico y sus efectos en el ciclo de vida normal del organismo (Ponsankar et al., 2016). Se define como un ensayo de toxicidad, a la determinación del efecto de un material o mezcla de materiales, sobre un grupo de organismos seleccionados bajo condiciones definidas. En base a lo expresado, se considera importante mencionar algunos conceptos:

### 6.1.1 Toxicidad aguda:

Son los efectos adversos (letales o subletales), inducidos sobre los organismos en prueba durante un periodo de exposición del material de ensayo. Usualmente se evalúan durante un tiempo T de pocos días.

### 6.1.2 Toxicidad crónica:

Son los efectos tóxicos que ocurren más allá del tiempo de exposición es decir a largo plazo. Están relacionados con cambios en el metabolismo, en el crecimiento o en la capacidad de supervivencia del organismo prueba (Scroggins, 1999).

### 6.1.3 Ensayos de Topicación o de Contacto:

Pueden ser de dos tipos:

#### 6.1.3.1 Por inmersión completa:

El sistema biológico es sumergido en una solución prueba a diferentes concentraciones por breves segundos y se observan los efectos producidos sobre el sistema.

#### 6.1.3.2 Sobre una parte del cuerpo:

Una parte del sistema o un estado (huevo, larva, pupa), se expone al tóxico durante un tiempo determinado y se observan los efectos.

Se evalúan los resultados por porcentaje de mortalidad y se procede a la determinación de las Dosis Letales 50 y 90 ( $DL_{50}$  y  $DL_{90}$ ) (Ferrero et al., 2001). Como  $DL_{50}$ , la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) la define como: la dosis calculada estadísticamente de un agente químico o físico (puede ser radiación) que se espera que mate al 50% de los organismos de una población, bajo condiciones determinadas. La  $DL_{90}$ , la IUPAC la define como la dosis calculada estadísticamente, de un agente químico o físico (puede ser radiación) que se espera que mate al 90% de los organismos de una población bajo condiciones definidas (Repetto et al., 1995).

### 6.1.4 Ensayos de Exposición a vapores

El sistema biológico se expone a vapores tóxicos en un recipiente herméticamente cerrado. Las sustancias se acumulan en los tejidos grasos de artrópodos (cuerpos grasos) que actúan como órganos de detoxificación. En este caso se evalúa la Concentración

Letal 50 (CL<sub>50</sub>) que se define como la concentración del tóxico que mata el 50 % de la población en estudio (Juárez y Villagra de Gamundi, 2007).

### 6.1.5 Ensayos de ingesta obligada

Estos bioensayos consisten en someter al sistema biológico a la ingesta obligada de los productos a los cuales se quiere evaluar sobre un soporte de dieta artificial o natural (Huerta et al., 2008). Se determinan efectos diversos entre los que figuran: mortalidad, variación del crecimiento, malformaciones en cualquiera de los estados, efectos sobre la puesta (fecundación) y efectos sobre la fertilidad de los huevos (Canelón et al. 2009).

#### 6.1.5.1 Evaluación de los Índices Nutricionales:

Son ensayos que pueden incluirse en los de Ingesta obligada. Son una herramienta que permite valorar el efecto del tóxico sobre el metabolismo primario del insecto, y un método para evaluar el consumo y posterior utilización del alimento. Para ello se establece un período de medición (t) donde se desarrolla la experiencia de cálculo de los Índices Nutricionales. Ese período puede ser todo el ciclo de vida del modelo, un estado del ciclo (larva, pupa ó adulto) o un período arbitrario de tiempo definido por el investigador. Según Waldbauer (1968), tres datos son importantes para determinar la utilización del alimento ingerido por un modelo biológico:

- a. Conocer el gasto de energía que requiere comer el alimento suministrado
- b. Saber la cantidad del alimento comido que es digerido
- c. De esa cantidad de alimento digerido, cuanto es asimilado

Estos tres parámetros son fundamentales para establecer cuánto alimento comió el modelo (ingesta), la digestibilidad de ese alimento ingerido (aprovechamiento de un alimento) y la eficiencia en convertir el alimento ingerido en masa corporal. Los índices nutricionales según Álvarez Colom et al., (2007) aplicados a dos especies de lepidópteros *Spodoptera cosmiodes* y *S. frugiperda* fueron:

Índice de Crecimiento:  $GR = (A-B)/t$

Índice de Consumición:  $CR = D/t$

Índice de Eficiencia en la Conversión de Dieta Ingerida en masa:  $ECDI=(A-B)/D$

A = peso final de la larva al concluir el experimento

B = peso inicial de la larva

t = tiempo de duración del experimento

D = peso de dieta consumida

La adquisición de nutrientes y el balance energético son factores fundamentales para la supervivencia y reproducción de los insectos. La incorporación de potenciales sustancias insecticidas de origen vegetal en las dietas, pretende alterar estos factores en el desarrollo de los insectos (Rosetti et al., 2017).

Imagen 1 : Diferencia de tamaño en larvas de *Spodoptera frugiperda* del mismo estadio (4to estadio larval). La larva superior corresponde a una larva control. La inferior larva tratada con lactonas sesquiterpénicas adicionadas a su dieta.

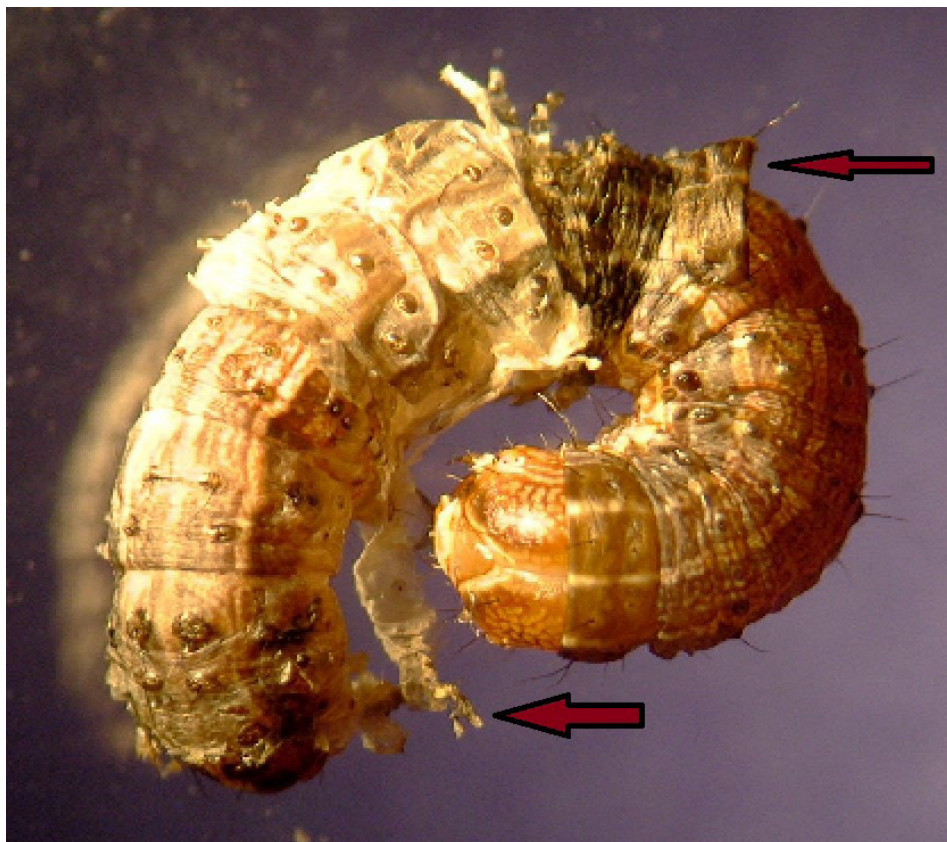


#### 6.1.5.2 Efectos letales y subletales:

Son los que se producen por debajo del nivel que causa la muerte y como resultado de la exposición a una determinada concentración del agente tóxico (Díaz Báez et al., 2004). Se evalúan cambios de comportamiento, disminución en la oviposición, irregularidades en la emergencia de larvas, cambios en el metabolismo, disminución de crecimiento, cambios en el peso, alargamiento del ciclo de vida y otras anomalías evidentes (Martínez et al., 2008).

Este tipo de daños secundarios en insectos, contribuyen a disminuir las poblaciones de insectos plaga a lo largo del tiempo. Son efectos considerados como alternativos en los planes de “Manejo Integrado de Plagas” (MIP).

Imagen 2: Efectos subletales en una larva del 3<sup>er</sup> estadio de *Spodoptera frugiperda* mostrando exuvias sucesivas que no pueden ser eliminadas, producto de la ingesta obligada de dieta adicionada con lactonas sesquiterpénicas de *Vernonanthura squamulosa* (Vernonieae).



#### 6.1.5.3 Efectos sobre la fecundidad y fertilidad:

Los parámetros reproductivos de algunas de las especies de insectos, son fundamentales para estructurar procesos de cría y diseñar ensayos con el fin de optimizar técnicas de control (Amate et al., 2000). Estas cuantificaciones están directamente vinculados con el tipo de alimentación larval y del adulto (Martínez et al., 2019). Los huevos de los lepidópteros y de los insectos son centrolecíticos, esto significa que el vitelo (mezcla de nutrientes) se dispone internamente en el centro del mismo rodeando al núcleo. En las fases tempranas de desarrollo, inmediatamente después de la fecundación, las células comienzan a dividirse sin presentar citocinesis. Por lo tanto, una gran cantidad de núcleos migran hacia la periferia estableciendo *la banda germinal*; en ella la actividad mitótica es muy alta (Alfaro, 1998).

#### 6.1.5.4 Efectos sobre la organomorfia:

El modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos puede variar de acuerdo a la especie de insecto bajo estudio. Pueden actuar como repelentes, antialimentarios, reguladores del crecimiento e insecticidas. Sin embargo, a pesar de las numerosas investigaciones sobre su actividad, en la mayoría de los casos no se han identificado los sistemas o tejido blanco sobre los cuales actúan. Tampoco se conocen con certeza, los mecanismos de acción involucrados.

### BIBLIOGRAFÍA

Adeniy, S., Orjiekw, C., Ehiagbonare J., Arimah, B. (2010). Preliminary Phytochemical Analysis and Insecticidal Activity of Ethanolic Extracts of Four Tropical Plants (*Vernonia amygdalina*, *Sida acuta*, *Ocimum gratissimum* and *Telfaria occidentalis*) against Beans Weevil (*Acanthoscelides obtectus*). *International Journal of Physical Sciences* 5(6): 753–762. <http://www.academicjournals.org/IJPS>

Alfaro, D. C. (1998). *Estados inmaduros de insectos de las órdenes Coleoptera, Diptera y Lepidoptera: manual de reconocimiento*. Nro. 27. CATIE.

Alonso, A., Luz, M. (2012). *Microencapsulación de biocidas*. <http://hdl.handle.net/10810/6944>

Alvarez Colom, O., Neske, A., Popich, S., Bardón, A. (2007). *Toxic effects of annonaceous acetogenins from *Annona cherimolia* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)*. *Journal of Pest Science*, 80(1): 63-67.

Aly, M., Badran, R. (1996). *Mosquito Control with Extracts from Plants of the Egyptian Eastern Desert*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 3(4): 3–8.

Amat, A.G. (1983). *Taxones de Compuestas Bonaerenses Críticos Para La Investigación Farmacológica*. *Acta Farm. Bonaerense*, 2(1): 23–36.

Amat, A.G. (1983). *Taxones de Compuestas Bonaerenses Críticos Para La Investigación Farmacológica*. *Acta Farm. Bonaerense*, 2(1): 23–36.

Amate, J., Cabello, P., Barranco, Y. T. (2000). *Biología en condiciones controladas de especies de noctuidos plaga (Lepidoptera: Noctuidae)*. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 26: 193-201.

Arivoli, S., Tennyson, S., Martin J.J. (2011). *Larvicidal Efficacy of *Vernonia Cinerea* (L.) (Asteraceae) Leaf Extracts against the Filarial Vector *Culex Quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae)*. *Journal of Biopesticides* 4(1): 37–42.

Asakawa, Y. (1995). *Chemical Constituents of the Bryophytes*. In *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*. Herz, W., Kirby, G., Moore, R., Steglich, W., Tamm, Ch. (Eds) Springer. Viena. Pp. 1–562

Ascher, K.R.S. (1969). *Insect Pest Control by Chemosterilization and Other Advanced Methods (Antifeedants, Microbial Pesticides, Etc.)*. In *Act. Congr. Intern. Antiparasitaires* Milán, Italia. Pp. 291–294.

Borkosky, S., Ponce de León, S., Juárez, G., Gonzalez Sierra, M., Bardón, A. (2009). *Molluscicidal Sesquiterpene Lactones from Species of the Tribe Vernonieae (Compositae)*. *Chemistry & Biodiversity* 6(4): 513–519.

- Bowers, W.S. (1993). *Phytochemical Contributions to Pest Management*. In *Pest Management: Biologically Based Technologies* P. 257.
- Bowers, W.S., Nishida, R. (1980). *Juvocimenes: Potent Juvenile Hormone Mimics from Sweet Basil*. *Science* 209: 1030-1032.
- Burnett Jr, W., Jones, S., Mabry, T., Padolina, W. (1974). *Sesquiterpene Lactones — Insect Feeding Deterrents in Vernonia*. *Biochem. Sys. Ecol.*, 2: 25-29.
- Canelon, D.J., Suarez, A.I., Compagnone, R.S., Trejo, E. (2009) *Actividad antialimentaria de Senefelderopsis chiribiquetensis sobre Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae)*. *Ciencia [online]*.17(3): 197-204.
- Del Vitto, L., Petenatti, E. (2009). *Asteraceas de Importancia Económica y Ambiental. Primera Parte. Sinopsis Morfológica y Taxonómica, Importancia Ecológica y Plantas de Interés Industrial*. *Multequina* 18: 67-115. <https://www.academia.edu/16776429>.
- Díaz Baez, M.C., Pica Granados, Y., Ronco, A., Sobrero, C., Bulus Rossini, G., Feola G., Forget, G., Sánchez Bain, A. (2004). *Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Estandarización Intercalibración, Resultados y Aplicaciones*. Ed. Castillo Morales G., ed. 1ª ed. Mexico. Pp 189.
- DOMAP: *Database of Medicinal and Aromatic Plants in Rajasthan*. (2016). DOMAP: [bioinfo.bisr.res.in/project/domap/contact.php](http://bioinfo.bisr.res.in/project/domap/contact.php).
- Eger, H. (1937). *Über Den Geschmacksinn von Schmetterlingsraupen*. *Biol. Zbl.* 57: 293-308.
- Ferrero, A., Carriac, M., Ggutierrez, M., Laumann, R., Cervellini, P. (2001). *Evaluación en laboratorio de un aceite mineral y extractos crudos vegetales en huevos y adultos de Cydia pomonella L. (Lepidoptera: Tortricidae), (gusano del manzano)*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 27: 121-128.
- García Ávalos, A., Perez- Urría Carril, E. (2009). *Metabolismo Secundario de Plantas*. *Reduca. Biología. Serie Fisiología Vegetal*, 2(3): 119-145.
- Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P., Barrera-Escorcía, H. (2008). *Ecología de La Herbivoría*. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 14(1): 51-63.
- Herrero, P. M. (2009). *Formación y funcionamiento de las microcápsulas poliméricas Inesfly: estudio de microscopía óptica y electrónica*. *Rev. Tec. Sater. Ind. Pint. Tint.*, 18: 1-13.
- Huerta, A., Chiffelle, I., Lizana, D., Araya, J.E. (2008). *Actividad insecticida de extractos del fruto de Melia azedarach en distintos estados de madurez sobre Drosophila melanogaster*. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 34: 425-432.
- Isman, Murray B. (2017) *Bridging the Gap: Moving Botanical Insecticides from the Laboratory to the Farm*. *Industrial Crops and Products* 110: 10-14. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669017304739>.
- Jimenez-Usuga, N del S., Malafronte, N., Cotugno, R. (2016). *New Sesquiterpene Lactones from Ambrosia Cumanensis Kunth*. *Fitoterapia* 113: 170-174. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X16301770>.
- Juárez, J., Villagra de Gamundi, A. (2007). *Bioensayos preliminares para evaluar la toxicidad del lindano sobre Simocephalus vetulus (OF Muller, 1776) (Crustacea: Cladocera)*. *Revista peruana de Biología*, 14(1): 65-67.

- Katinas, L., Gutiérrez, D, Grossi, M., Crisci, J. (2007). *Panorama de La Familia Asteraceae (= Compositae) En La Republica Argentina*. Bol. Soc. Argent. Bot. 42(1-2): 113-129.
- Lewis, A. C., y Van Emden, H. F. (1986). *Assays for insect feeding*. In *Insect-plant interactions*. Springer, New York, NY. Pp. 95-119.
- Linder, Ch., Markus, A., Schuster, D., Strongin, P. (2005) *Formulaciones que contienen aceites esenciales microencapsulados*. ES2344416T3.
- Mabry, T.J., Gill, J.T.( 1977). *Antifeedant Sesquiterpene Lactones in the Compositae*. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. Host Plant Resistance to Pest. Paul A. Hendin (Ed.). Pp 1-449.
- Mareggiani G. (2001). *Manejo de Insectos Plaga Mediante Sustancias Semioquímicas de Origen Vegetal*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 60: 22-30.
- Martínez, C., Soria, C.A., León, R. (2019). *Morfología comparativa del corión del huevo de Symmetrischema tangolias (Gyen 1913) y Tecia solanivora (Povolny 1973), polillas del cultivo de Solanum tuberosum*. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas: REMCB, 40(1): 11-22.
- Martínez, L.C., Valencia, C., Aldana, R.C. (2008). *Efecto letal y subletal causado por un extracto cítrico sobre Demotisca neivai (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Palmas, 29: 39-46. <https://www.researchgate.net/publication/236612179>.
- Metzger, F.W, Grant, D.H. (1932). *Repellency to the Japanese Beetle of Extracts Made from Plants Immune to Attack*. USDA. Tech.Bull. 299. Eger, H. (1937). *Über Den Geschmacksinn von Schmetterlingsraupen*. Biol. Zbl. 57: 293-308.
- Pascacio-Villafán, C., Williams, T., Birke, A., Aluja, M.( 2016). *Nutritional and nonnutritional food Components modulate phenotypic variation but not physiological trade-offs in an Insect*. Sci. Rep. 6: 1-11.
- Pereira, K.D., Quintela, E.D., Da Silva, D.J., Do Nascimento, V.A., Da Rocha, D.V., Silva, J.F, Forim, M.R., Silva, F.G., Casal, C.D. (2018). *Characterization of Nanospheres Containing Zanthoxylum riedelianum Fruit Essential Oil and Their Insecticidal and Deterrent Activities against Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Molecules 23( 8): 2052-2061.
- Pérez Contreras, T. (1999). *La Especialización En Los Insectos Fitófagos: Una Regla Más Que Una Excepción*. Evolución y Filogenia de Arthropoda. Ecología Evolutiva: 26: 559-576.
- Picman, A.K. (1986). *Biological Activities of Sesquiterpene Lactones*. Biochem. Sys. Ecol. 14: 255-281.
- Ponsankar, A., Vasantha-Srinivasan, P., Senthil-Nathan, S., Thanigaivel, A., Edwin, E.S., Selin-Rani, S., Paik, C.H. (2016). *Target and non-target toxicity of botanical insecticide derived from Couroupita guianensis L. flower against generalist herbivore, Spodoptera litura Fab. and an earthworm, Eisenia foetida Savigny*. Ecotoxicology and environmental safety, 133: 260-270
- Popa, V.I., Dumitru, M., Volf, I., Anghel, N. (2008). *Lignin and Polyphenols as Allelochemicals*. Industrial Crops and Products 7(2): 144-149.
- Qing He, Xin Chao Liu, Rui Qi Sun, Zhi Wei Deng, Shu Shan Du, Zhi Long Liu, (2014). *Mosquito Larvicidal Constituents from the Ethanol Extract of Inula racemosa Hook. f. Roots against Aedes albopictus*. Journal of Chemistry Article ID 738796. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/738796>
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez, F., Mantecón, A.R. (1998). *Los Compuestos Secundarios de Las Plantas En La Nutrición de Los Herbívoros*. Archivos de Zootecnia 47(180): 596-620.



- Rattan, R. (2010). *Mechanism of Action of Insecticidal Secondary Metabolites of Plant Origin*. Crop Protection 29: 913–920.
- Repetto, M., Sanz, P., Jurado, C., López-Artíguez, M., Menéndez, M., De la Peña, E. (1995). *Glosario de términos toxicológicos*. copyright c.
- Rivas, A.L. (2007). *Claves para identificar malezas asociadas con diversos cultivos en el Estado Monagas, Venezuela I. Monocotiledóneas*. Revista Científica UDO Agrícola, 7(1): 79-90.
- Robinson, H., Bohlmann, F., King, R.N. (1980). *Chemosystematic Notes on the Asteraceae. III. Natural Subdivisions of the Vernoniae*. Phytologia 46: 421–436.
- Rodriguez, E.G., Towers, H.N., Mitchell, J.C. (1976). *Review. Biological Activities of Sesquiterpene Lactones*. Phytochemistry 15: 1573–1580.
- Rossetti, M.R., Defagó, M.T., Carpinella, M.C., Palacios, S.M., Valladares, G. (2017). *Biological activity of extracts of Melia azedarach on larvae of Spodoptera eridania (Lepidoptera: Noctuidae)*. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 67(1-2): 115-125.
- Ruiz-Reyes, E., Suarez, M. (2015). *Lactonas Sesquiterpénicas. Diversidad Estructural y Sus Actividades Biológicas*. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 46(1): 9–24.
- Scroggins, R. P. (1999). *Guidance Document on Application and Interpretation of Single-species Tests in Environmental Toxicology*, Report EPS 1/RM/34. Environmental Technology Centre, Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- Sehnal F., Metwally M. M., Gelbič I. (1976). *Reactions of Immature Stages of Noctuid Moths to Juvenoids*. Journal of Applied Entomology 81: 85–102.
- Soujanya, P.L., Sekhar, J.C., Kumar, P. (2016). *J. Food Sci Technol* 53: 2169-2184. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2161-0>.
- Swee K.Y., Wan Y.H., Boon K.B. (2010). *Vernonia amygdalina, an Ethnoveterinary and Ethnomedical Used Green Vegetable with Multiple Bio-Activities*. Journal of Medicinal Plants Research 4(25): 2787–2812.
- Toyang, N.J., Verpoorte, R. (2013). *A Review of the Medicinal Potentials of Plants of the Genus Vernonia (Asteraceae)*. Journal of Ethnopharmacology 146(3): 681–723. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887411300069X>.
- Waldbauer, G. P. (1968). *The consumption and utilization of food by insects*. In Advances in insect physiology. Academic Press. Vol. 5: 229-288.
- Wu, Jie-Wei, Chun-Ping Tang, Yao-Yao Cai, (2017) *Cytotoxic Germacrane-Type Sesquiterpene Lactones from the Whole Plant of Inula Cappa*. Chinese Chemical Letters 28(5): 927–930. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001841716303989>.

## 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; N° orcid: 0000-0002-3355-4398

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acetonic root extract 41  
Aguas de maquinado de aceitunas 96, 99  
Aplicaciones biomédicas 16, 17, 21  
Áreas preservadas 74

### B

Biochar 110, 111, 113, 114, 115, 116, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153  
Biodiversidade aquática 74  
Bioética 199, 200, 201, 204, 205  
Biofilme 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196  
Biopelículas 41, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161  
Biorremediación 96, 98, 102, 105, 106, 107, 108

### C

Captura de carbono 112, 116, 132, 133, 134, 136, 145, 146, 147, 148, 151, 153  
Carbono orgánico 110, 111, 115, 116, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 137, 142, 143, 144, 145, 150  
Caries 28, 29, 30, 36, 37, 38, 39  
Ciência e tecnologia multidisciplinar 190  
Cobre 19, 50, 51, 52, 122, 153  
Competencias 199, 200, 202, 203, 204, 205

### D

Destinação 85, 87, 89, 90  
Diabetes mellitus 1, 2, 3, 6, 11, 12, 13, 14, 15  
Dormancy 177, 178, 179, 180, 183, 185, 186, 187, 188, 189

### E

Efectos subletales 163, 172  
Efluentes 96, 97, 98, 100, 102, 106, 107, 193  
Ejercicio físico 62, 63, 66, 68, 70  
Endometriosis 50, 51, 53, 58, 59, 60  
Enfermedad cardiovascular 62, 63

Enmienda orgánica 110, 111, 125, 126, 129  
Enmiendas orgánicas 110, 111, 132, 133  
Enterobacter cloacae 155, 156, 157, 159, 160, 161  
Esmalte 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37  
Espécies endêmicas 74, 75, 76, 78, 82  
Estradiol 51, 52, 54, 55, 57, 59  
Extrapolisacáridos 154, 155, 156

## F

Factores de caries 29  
Falta de gestão 85

## G

Glicemia 1, 2, 5, 9, 12

## H

Hidrochar 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150  
Hormona 1, 10, 11, 12, 51

## I

Incorporación de efluentes 96  
Insectos 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175  
Insulina 1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13

## J

Jatropha 48, 177, 178, 180, 184, 185, 186, 187, 188, 189

## M

Medicina 1, 4, 11, 13, 18, 28, 61, 62, 66, 67, 72, 175, 199, 200, 201, 204, 205  
Medio ambiente 62, 63, 64, 66, 69, 97  
Microbial biofilms 41, 42, 49  
Microbiologia aplicada 190  
Microondas 132, 133, 134, 135, 141, 144, 150  
Microorganismos nativos 96, 99, 102, 103, 104, 106, 107

## N

Nanotubos de carbono 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

## P

Per capita 85, 86, 89, 91

Percepção 199, 200, 203, 204

Permeabilidade dentinal 29, 37

Phytohormones 178, 187

Pirolisis 110, 111, 113, 119, 120, 124, 125, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 144, 150, 151, 153

Potencial zeta 17, 19, 21, 22, 24

Productividade 110, 111, 112, 117, 128, 129

## R

Reología 17

Resíduo sólido 85, 88, 89, 91

Resíduos olivícolas 155, 156, 160, 161, 162

Resíduos orgánicos 89, 110, 111, 113, 117, 118, 125, 132, 133, 134, 148, 149, 150

Resistência antimicrobiana 190

## S

Savana 74, 75, 77

Savana brasileira 74

Seeds 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Sesquiterpenoides 163, 166, 167

Suero fetal bovino 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25

## T

Tetratiomolibdato de amonio 50, 51, 52

Tipos de esmalte 29

Toxicidad 41, 163, 164, 168, 169, 174

Tratamiento hidrotermal 132, 133

## V

Vernonieae 163, 166, 167, 168, 172, 173, 176

## Z

Zinnia peruviana 40, 41, 43, 44, 46, 48, 49