

VOL X

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS  
(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2023

VOL X

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS  
(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2023

2023 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2023 Os autores  
Copyright da Edição © 2023 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. Eduardo Eugênio Spers                                    |
| <b>Imagem da Capa</b>    | Shutterstock   |
| <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.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> 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)

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo X / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-05-5

DOI 10.37572/EdArt\_301123055

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade.  
I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



## APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume X traz 14 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Produtividade e eficiência na produção vegetal* e *Sustentabilidade e reaproveitamento produtivo*.

Desejo a todos uma ótima leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO VEGETAL

#### **CAPÍTULO 1.....1**

HIDROGELES DE QUITOSANO Y POLIACRILAMIDA SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS Y EL CRECIMIENTO DE *Lupinus exaltatus*

Néstor Gutiérrez Pérez

Elizabeth García Gallegos

Oscar Gumersindo Vázquez Cuecuecha

Elizabeth Hernández Acosta

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230551](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230551)

#### **CAPÍTULO 2.....10**

FERTILIZANTE DE LENTA LIBERACIÓN COMPLEMENTARIO AL FERTIRRIEGO Y SU EFECTO EN PRODUCCIÓN DE LIMA MEXICANA

José C. García-Preciado

Silvia H. Carrillo Medrano

Miguel A. Manzanilla Ramírez

María Guzmán Martínez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230552](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230552)

#### **CAPÍTULO 3.....17**

COLORIMETRIC CHARACTERISATION OF TROPICAL WOODS

José Amador Honorato-Salazar

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230553](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230553)

#### **CAPÍTULO 4.....26**

PANORAMA AGROECONÓMICO DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN AMÉRICA

Emma Gloria Ramos Ramírez

Carlos García Pérez

María del Pilar Méndez Castrejón

Juan Alfredo Salazar Montoya

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230554](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230554)

**CAPÍTULO 5..... 38**

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SEMILLAS DE GENOTIPOS 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\\_3011230555](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230555)

**CAPÍTULO 6..... 44**

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE MALEZAS TOLERANTES AL GLIFOSATO

David Antonio Moreno Medina

Carmen Yazmin Rojas Cardona

Alma Cuellar Sánchez

Victor Becerra Ruiz

Esteban Montiel Palacios

José Luis Gadea Pacheco

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230556](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230556)

**CAPÍTULO 7..... 53**

ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM* SPP.) EN MÉXICO

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Francisco Javier Delgado Virgen

Jeovani Francisco Cervantes Preciado

Mario Orozco Santos

Claudia Yared Michel López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230557](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230557)

**CAPÍTULO 8..... 88**

APERTURAS Y ESTRATEGIAS COMO MÉTODO EN LA ENSEÑANZA AGROPECUARIA

Rafael Menendez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230558](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230558)



**CAPÍTULO 9.....92**

COMPOSTAJE-VERMICOMPOSTAJE, APROVECHAMIENTO SECUENCIAL DE RESIDUOS VINÍCOLAS: PRIMEROS RESULTADOS

Manuela Andrés Abellán  
Marta Isabel Picazo Córdoba  
Consolación Wic Baena  
Manuela Rubio García  
Rocío Ballesteros González  
Francisco Ramón López Serrano  
Francisco Antonio García Morote  
Eva María Rubio Caballero  
Soledad Ramírez Guijarro  
José Manuel Flores López-Pintor  
Carlos García Izquierdo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011230559](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230559)

**CAPÍTULO 10..... 100**

BIOPROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE FECAS CANINAS

Ian Homer Bannister  
María Teresa Varnero  
Fabian Abarza Villalobos

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112305510](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305510)

**CAPÍTULO 11..... 114**

AS BEBIDAS DE LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA AO LEITE: BEBIDAS DE GRÃO-DE-BICO E DE TREMOÇO COM DIGESTIBILIDADE MELHORADA E POTENCIAL BIOACTIVO PARA A SAÚDE HUMANA

Carla Margarida Duarte  
Joana Mota Guerreiro  
Ricardo Manuel Assunção  
Carla Martins  
Ana Cristina Ribeiro  
Ana Isabel Lima  
Anabela Raymundo  
Maria Cristiana Nunes  
Ricardo Boavida Ferreira

Isabel de Sousa

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112305511](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305511)

**CAPÍTULO 12 .....142**

USO DE ACOLCHADOS PLÁSTICOS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL HUANGLONGBING Y PROMOVER PRECOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN LIMÓN MEXICANO

Mario Orozco Santos

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Karina de la Paz García Mariscal

José Concepción García Preciado

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112305512](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305512)

**CAPÍTULO 13 .....162**

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MIXED PIGS FOR SUSTAINABILITY IN THE LEGAL AMAZON, BRAZIL

Leandro Macedo Miranda

Thiago Machado da Silva Acioly

Diego Carvalho Viana

Valene da Silva Amarante

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112305513](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305513)

**CAPÍTULO 14 .....172**

MICROORGANISMOS E RESÍDUO AGROINDUSTRIAL VISANDO INCREMENTOS NA FERTILIDADE DE UM SOLO DEGRADADO

Jéssica Alves de Oliveira

Diego Gonçalves Feitosa

Flávia Mendes dos Santos Lourenço

Katia Luciene Maltoni

Ana Maria Rodrigues Cassiolato

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112305514](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305514)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....183**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 184**

# CAPÍTULO 1

## HIDROGELES DE QUITOSANO Y POLIACRILAMIDA SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS Y EL CRECIMIENTO DE *Lupinus exaltatus*<sup>1</sup>

Data de submissão: 10/11/2023

Data de aceite: 24/11/2023

**Néstor Gutiérrez Pérez**

Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Centro de Investigación en  
Genética y Ambiente  
Tlaxcala, México  
<https://orcid.org/0009-0004-0014-348X>

**Elizabeth García Gallegos<sup>2</sup>**

Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Centro de Investigación en  
Genética y Ambiente  
Tlaxcala, México  
<https://orcid.org/0000-0001-6430-2866>

**Oscar Gumersindo Vázquez Cuecuecha**

Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Centro de Investigación en  
Genética y Ambiente  
Tlaxcala, México  
<https://orcid.org/0000-0001-7482-5521>

**Elizabeth Hernández Acosta**

Universidad Autónoma Chapingo  
Departamento de Suelos  
Texcoco Estado de México, México  
<https://orcid.org/0000-0002-1409-1623>

<sup>1</sup> El origen del trabajo deriva de proyecto de investigación a nivel maestría y fue parte de él presentado en la XII Reunión Nacional de Investigación Forestal, de las Reuniones Científicas 2023 del INIFAP-México.

<sup>2</sup> Autor de correspondencia: [egarciag@uatx.mx](mailto:egarciag@uatx.mx)

**RESUMEN:** Una alternativa para rehabilitar suelos degradados es el uso de hidrogeles, lo que permite mantener la humedad en el suelo. El objetivo del trabajo consistió en evaluar un hidrogel a base de quitosano y uno comercial de poliácridamida sobre las propiedades del suelo y variables de crecimiento de la leguminosa *Lupinus exaltatus*. Se realizó la preparación del hidrogel de quitosano y posteriormente junto con el de poliácridamida se verificó que el hidrogel de quitosano absorbió 117 % de agua y el de poliácridamida 144 %. Posteriormente, se estableció un diseño experimental en bloques al azar con un arreglo factorial 2 × 4, dos tipos de hidrogel (quitosano y poliácridamida) y cuatro dosis (0, 1.5, 3 y 4.5 g kg<sup>-1</sup>) y la leguminosa *L. exaltatus*. A los 90 días se trasplantó la planta de acuerdo con el diseño experimental, al término, a los 161 días, se determinaron las propiedades físicas, químicas y biológicas en suelo y en planta se evaluó la supervivencia, altura de planta, volumen radical, número de nódulos y biomasa seca. Los resultados mostraron que la densidad aparente disminuyó y por consecuencia aumentó la porosidad a una dosis de quitosano de 3 g kg<sup>-1</sup>, el pH se mantuvo como moderadamente ácido, la materia orgánica tuvo un valor mayor con 4.5 g kg<sup>-1</sup>, así mismo la actividad microbiana, dada su condición orgánica de este hidrogel. El N total no tuvo una variación en los diferentes tratamientos, no así en fósforo. Al evaluar las variables de crecimiento de *L. exaltatus* si bien no existieron diferencias significativas entre

tipo de hidrogel y dosis, se puede mencionar que el empleo de quitosano en dosis de 3 y 4.5 g kg<sup>-1</sup> favoreció el establecimiento de esta leguminosa, lo que permite que este hidrogel sea empleado en prácticas de rehabilitación de suelos degradados.

**PALABRAS CLAVE:** Polímero natural. Polímero sintético. Quitina. Leguminosas. Conservación del suelo.

## CHITOSAN AND POLYACRYLAMIDE HYDROGELS ON EDAPHIC PROPERTIES AND THE GROWTH OF *LUPINUS EXALTATUS*

**ABSTRACT:** An alternative to rehabilitate degraded soils is the use of hydrogels, which allows maintaining soil moisture. The objective of this work was to evaluate a chitosan-based hydrogel and a commercial polyacrylamide hydrogel on soil properties and growth variables of the legume *Lupinus exaltatus*. The chitosan hydrogel was prepared and then, together with the polyacrylamide hydrogel, it was verified that the chitosan hydrogel absorbed 117 % of water and the polyacrylamide hydrogel 144 %. Subsequently, a randomized block experimental design was established with a 2 × 4 factorial arrangement, two types of hydrogel (chitosan and polyacrylamide) and four doses (0, 1.5, 3 and 4.5 g kg<sup>-1</sup>) and the legume *L. exaltatus*. At 90 days, the plant was transplanted according to the experimental design, and at the end, at 161 days, the physical, chemical and biological properties were determined in soil and in plant survival, plant height, root volume, number of nodules and dry biomass were evaluated. The results showed that bulk density decreased and consequently porosity increased at a chitosan dose of 3 g kg<sup>-1</sup>, pH remained moderately acidic, organic matter had a higher value at 4.5 g kg<sup>-1</sup>, as well as microbial activity, given the organic condition of this hydrogel. Total N did not vary in the different treatments, but phosphorus did not. When evaluating the growth variables of *L. exaltatus*, although there were no significant differences between hydrogel type and dose, it can be mentioned that the use of chitosan in doses of 3 and 4.5 g kg<sup>-1</sup> favored the establishment of this legume, which allows this hydrogel to be used in rehabilitation practices of degraded soils.

**KEYWORDS:** Natural polymer. Synthetic polymer. Chitin. Legumes. Soil conservation.

### 1 INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural no renovable que proporciona diversos servicios ecosistémicos; sin embargo, el crecimiento de la población, el cambio de uso de suelo, la explotación no sostenible, la erosión, el cambio climático y la contaminación han ocasionado que este recurso se degrade y ha traído como consecuencia la pérdida de la cubierta vegetal, materia orgánica, cambios en el pH, compactación, lixiviación de nutrientes y reducción de la actividad microbiana del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020). Por lo que es de suma importancia buscar la rehabilitación del suelo para su mejor aprovechamiento y de esta manera poder destinarse a otros usos (Delgado-Baquerizo et al., 2013).

La rehabilitación de los suelos degradados consiste en restablecer sus principales funciones al mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para lograrlo se pueden implementar diferentes estrategias, tales como el uso de biopolímeros (Pillai et al., 2009). Los hidrogeles son una alternativa efectiva para la conservación de los recursos hídricos y del suelo, debido a que mejoran la liberación y retención de agua, logran una mayor productividad y proporcionan resistencia a las especies vegetales bajo condiciones de estrés hídrico (Barón-Cortes et al., 2007).

Uno de estos biopolímeros utilizados para elaborar hidrogel es el derivado de la quitina, segundo biopolímero natural más abundante después de la celulosa, que se le encuentra como uno de los principales componentes del caparazón de crustáceos, también contenido en la pluma de la pata, en las paredes celulares de los hongos y en el exoesqueleto de algunos insectos. El quitosano es un compuesto químico resultante de la desacetilación de la quitina, recientemente, esta sustancia ha recibido mucha atención, particularmente en aplicaciones agrícolas, debido a que potencializa el crecimiento radicular de las plantas, como agente antimicrobiano en el suelo, mejora propiedades del suelo, actúa como un gel controlador del deterioro de los productos post cosecha durante su almacenamiento y exportación, así como en la elaboración de cubiertas de fertilizantes para su liberación controlada (Bauer y Villegas, 2022).

Particularmente en las plantas El-Saied (2016) refiere que los hidrogeles son apropiados para aumentar el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas, tal es el caso de las leguminosas, las cuales aunado a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico permiten recuperar por un lado, la fertilidad del suelo y por otro lado, realizar una mayor absorción y liberación controlada de agua, lo que ha permitido aplicarlos para resolver diferentes problemas en el área agrícola y forestal (Clemente et al., 2004).

Por lo que, el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el efecto de la aplicación de hidrogeles a base de quitosano y poliácridamida sobre las propiedades edáficas y el crecimiento de la leguminosa *Lupinus exaltatus*.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

El quitosano a utilizar HUNAB® presentó un grado de desacetilación del 94.8 %, fue disuelto en 3 % m/v con ácido acético al 2 % v/v y se reticuló con glutaraldehído al 12.5 %. Al final del procedimiento, tuvo un 117 % de hinchamiento, lo que le confiere ser considerado un hidrogel superabsorbente. Por otro lado, el hidrogel Hidro-Gel® de poliácridamida presentó un 144 % de hinchamiento.

En campo se estableció un diseño experimental en bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 2 x 4, el primer factor fueron dos tipos de hidrogel (quitosano y poliácridamida) y el segundo factor la dosis de hidrogel (0, 1.5, 3 y 4.5 g kg<sup>-1</sup> de suelo), lo que dio un total de 8 tratamientos con 3 repeticiones. Se establecieron 6 bloques, 24 unidades experimentales por bloque con un total de 144 plantas. La planta indicadora fue la leguminosa *L. exaltatus*, esta planta tiene las características de adaptarse a suelos con baja fertilidad.

El establecimiento del experimento consistió en desinfectar las semillas con agua oxigenada al 30% e hipoclorito de sodio al 5 %, para luego escarificar de forma mecánica. Se empleó un sustrato compuesto por corteza de pino, aserrín y agrolita en una proporción de 2:1:1 (p/p/p) para la germinación. Posterior, a los 90 días de crecimiento en condiciones controladas, las plántulas se trasplantaron, siguiendo el diseño experimental. El suelo previo a establecer los tratamientos presentó un pH de 4.9, materia orgánica de 1.35 %, densidad aparente de 1.38 g cm<sup>-3</sup>, porosidad del 44.9 %, humedad gravimétrica de 6.10 % y una textura arenosa.

A los 161 días de haber establecido el experimento se recolectaron 47 muestras simples de la zona rizosférica de *L. exaltatus* para secar a temperatura ambiente a la sombra por 24 h y tamizar por un tamiz con abertura de 2 mm de diámetro. Se determinó, densidad aparente, humedad gravimétrica, pH, materia orgánica, N total, fósforo extractable, todo de acuerdo con lo que indica la NOM-021-SEMARNAT-2000 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2002). La actividad microbiana por el método incubación en medio cerrado (CO<sub>2</sub>) como señala Anderson (1982). En planta se evaluó la supervivencia de la planta, altura de planta, longitud de la raíz, conteo de nódulos en la raíz y biomasa seca.

A los datos se les verificaron los supuestos homogeneidad de varianzas (Levene) y normalidad (Shapiro-Wilks) para someterlos a un análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias Tukey a un valor de significancia ( $p < 0.05$ ). Para analizar los datos se empleó un modelo lineal de efectos mixtos;  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$ , donde,  $Y_{ijk}$  = variable respuesta,  $\mu$  = media,  $\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo bloque y  $\epsilon_{ijk}$  = error experimental. Todo lo anterior a través del programa estadístico InfoStat versión libre 2020.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de las propiedades edáficas y variables de planta se muestran en el cuadro 1, se observan diferencias estadísticamente significativas en la

humedad gravimétrica por tipo de hidrogel y por dosis probadas de cada hidrogel, por dosis la densidad aparente, pH y materia orgánica del suelo. En cuanto a la leguminosa *L. exaltatus*, las variables determinadas no presentaron diferencias significativas por tipo de hidrogel y dosis.

Cuadro 1. Valores de significancia en las propiedades edáficas y *L. exaltatus* a los 161 días.

| Parámetros edáficos   | Significancia (valor p) |        |
|---|-------------------------|--------|
|   | Hidrogel                | Dosis  |
| Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )   | 0.4123                  | 0.0001 |
| Humedad gravimétrica (%)  | 0.0083                  | 0.0001 |
| pH  | 0.4137                  | 0.0001 |
| Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )                                   | 0.1854                  | 0.2424 |
| Materia orgánica (%)  | 0.2306                  | 0.0001 |
| Actividad microbiana (mg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> 24 h <sup>-1</sup> ) | 0.6948                  | 0.6010 |
| <b>Variables de la planta</b>   |                         |        |
| Supervivencia (%)   | 0.4961                  | 0.4523 |
| Altura de planta (cm)   | 0.4464                  | 0.7539 |
| Volumen radical (cm <sup>3</sup> )  | 0.9639                  | 0.1865 |
| No. nódulos   | 0.2160                  | 0.5853 |
| Biomasa seca (g)  | 0.7896                  | 0.2626 |

Con el hidrogel de quitosano el valor de la densidad aparente (Cuadro 2) disminuyó en el tratamiento con 3.0 g kg<sup>-1</sup>, respecto al testigo, así mismo con el hidrogel de poliacrilamida, pero su valor aumento al incrementarse la dosis de este. La NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2000) para suelos volcánicos menciona que la densidad aparente debe ser menor a 1 g cm<sup>-3</sup>, por lo que aún los valores indican una compactación que se refleja en una menor porosidad del suelo. En cuanto a la humedad esta aumentó con la aplicación de los hidrogeles a una dosis de 4.5 g kg<sup>-1</sup>. Los hidrogeles pueden modificar las propiedades edáficas, debido a que tienen la característica de absorber varias veces su peso en agua. Rivas-García et al. (2021) mencionan que un hidrogel es un complemento para los suelos arenosos, debido a su alta capacidad de retener humedad. Además, influyen en la porosidad, estructura del suelo y la infiltración, cambios que pueden ser permanentes o temporales, todo va a depender de las situaciones en las cuales se utilicen los hidrogeles (El-Saied et al., 2016).

Cuadro 2. Análisis de varianza de las propiedades edáficas y *L. exaltatus*.

| Parámetros edáficos   | Quitosano              |                        |                        | Poliacrilamida         |                        |                        | Testigo |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
|   | 1.5 g kg <sup>-1</sup> | 3.0 g kg <sup>-1</sup> | 4.5 g kg <sup>-1</sup> | 1.5 g kg <sup>-1</sup> | 3.0 g kg <sup>-1</sup> | 4.5 g kg <sup>-1</sup> |         |
| Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )   | 1.39 b                 | 1.34 b                 | 1.35 b                 | 1.39 b                 | 1.42 b                 | 1.41 b                 | 1.46 a  |
| Humedad (%)   | 8.30 b                 | 12.77 a                | 12.75 b                | 7.34 b                 | 8.09 b                 | 12.75 a                | 6.42 b  |
| pH  | 4.88 b                 | 5.01 b                 | 5.40 a                 | 4.78 b                 | 4.95 b                 | 4.97 a                 | 4.70 b  |
| CE (dS m <sup>-1</sup> )  | 0.02 a                 | 0.02 a                 | 0.02 a                 | 0.02 a                 | 0.02 a                 | 0.02 a                 | 0.02 a  |
| Materia orgánica (%)  | 1.68 b                 | 1.76 b                 | 2.20 a                 | 1.46 b                 | 1.61 b                 | 2.0 a                  | 1.38 b  |
| Actividad microbiana (mg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> 24 h <sup>-1</sup> ) | 18.82 b                | 13.50 b                | 33.0 a                 | 17.20 b                | 30.0 a                 | 16.0 b                 | 16.47 b |
| N total (%)   | 0.12'                  | 0.10                   | 0.11                   | 0.08                   | 0.11                   | 0.09                   | 0.09    |
| Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )  | 6.89'                  | 8.31                   | 7.66                   | 7.31                   | 7.46                   | 6.71                   | 7.35    |

Medias con la misma letra por fila son iguales ( $p > 0.05$ ). 'Valores de muestras compuestas.

El pH fue significativamente mayor con el tratamiento 4.5 g kg<sup>-1</sup> de hidrogeles en comparación con el testigo, clasificándose como moderadamente ácido (5-1-6.5) de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2000). La conductividad eléctrica no presentó incremento o disminución para cualquiera de las dosis de hidrogel de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2000) para valores < 1 dS m<sup>-1</sup>, lo que indica que el suelo tuvo efectos despreciables de salinidad. Katime et al. (2004) mencionan que un suelo con hidrogel reduce el contenido de sales. El contenido de materia orgánica fue también mayor en el tratamiento de 4.5 g kg<sup>-1</sup> de quitosano y de poliacrilamida, sin embargo, al comparar el valor con el que establece la normatividad mexicana para suelos volcánicos, este fue considerado pobre (<4.0%). En cuanto a la actividad microbiana esta fue mayor con el hidrogel de quitosano en una concentración de 4.5 g kg<sup>-1</sup>; mientras que, para el hidrogel de poliacrilamida presento mayor actividad con la concentración de 3 g kg<sup>-1</sup>, disminuyendo a mayor dosis de hidrogel (Cuadro 2).

Respecto al contenido de N total, éste tuvo un ligero incremento con respecto al testigo en los tratamientos con quitosano y poliacrilamida, pero los valores se encuentran dentro de la clase baja para suelos volcánicos (<0.30%), en cuanto al fósforo disponible, este al igual que el nitrógeno con el hidrogel elaborado a base de quitosano y poliacrilamida presentó un aumento, pero con base a lo que establece la norma mexicana



(SEMARNAT, 2000), los valores son bajos (<15 mg kg<sup>-1</sup>). Ramos-González et al. (2009) refieren que es recomendable mezclar a los hidrogeles con abonos orgánicos, ya que a la vez que proporcionan una reserva de agua para las primeras fases de adaptación en el establecimiento de plantas para reforestación, permiten con el abono obtener los nutrimentos necesarios para el crecimiento de la planta.

Si bien no hubo diferencias por tipo de hidrogel y dosis en las variables de *L. exaltatus* (Cuadro 3), es importante hacer notar que el porcentaje de supervivencia a una dosis de 4.5 g kg<sup>-1</sup> de quitosano disminuyó con respecto al testigo y lo mismo, pero con 1.5 g kg<sup>-1</sup> del hidrogel de poliácridamida. Los hidrogeles superabsorbentes, como es el caso, para aplicaciones agrícolas o forestales antes de emplearlos se recomienda evaluar su comportamiento, ya que pueden ocasionar problemas tanto al suelo como a la planta (Bauer y Villegas et al., 2022).

Cuadro 3. Variables de crecimiento en los diferentes tratamientos a los 161 días.

| Parámetros edáficos                | Quitosano              |                        |                        | Poliácridamida         |                        |                        | Testigo |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
|                                    | 1.5 g kg <sup>-1</sup> | 3.0 g kg <sup>-1</sup> | 4.5 g kg <sup>-1</sup> | 1.5 g kg <sup>-1</sup> | 3.0 g kg <sup>-1</sup> | 4.5 g kg <sup>-1</sup> |         |
| Supervivencia (%)                  | 1.73 a                 | 1.04 a                 | 0.69 a                 | 0.69 a                 | 1.38 a                 | 1.38 a                 | 2.19 a  |
| Altura de planta (cm)              | 54.47 a                | 51.38 a                | 51.38 a                | 40.38 a                | 45 a                   | 57.33 a                | 52.9 a  |
| No. nódulos                        | 79 a                   | 113 a                  | 124 a                  | 55 a                   | 52 a                   | 78 a                   | 75 a    |
| Volumen radical (cm <sup>3</sup> ) | 80.39 a                | 58.43 a                | 100 a                  | 45.50 a                | 30 a                   | 99.17 a                | 81.83 a |
| Biomasa seca (g)                   | 63.04 a                | 42.10 a                | 65.60 a                | 45.73 a                | 22.04 a                | 76.71 a                | 66.32 a |

Medias con la misma letra por fila son iguales (p>0.05).

La altura de planta, volumen radical, número de nódulos y biomasa seca mostraron que con el hidrogel de quitosano existió un incremento, respecto al hidrogel de poliácridamida y al testigo (Cuadro 3). Parvathy et al. (2014) mencionan que los hidrogeles a base de almidón de yuca incrementan la porosidad del suelo y con ello permiten que las raíces de las plantas tengan más oxigenación y por la tanto exista un mayor crecimiento, lo que sin duda repercute en un incremento de la actividad biológica. Al mezclar hidrogel con suelo se aprovecha mejor el agua de lluvia, al perderse menor cantidad de agua por filtración, suficiente para mejorar la actividad biológica del suelo, con el biopolímero de quitosano se favorece el crecimiento de microorganismos benéficos, tal como las bacterias promotoras del crecimiento y hongos endomicorrízicos arbusculares (Laréz Velásquez et al., 2019).

## 4 CONCLUSIONES

Con el hidrogel de quitosano se disminuyó la densidad aparente, lo que mejora las condiciones de aireación en el suelo, además se tuvo un aumento en la humedad, el pH, la materia orgánica, la actividad microbiana y en el contenido de nitrógeno y fósforo, lo que se reflejó en las variables de crecimiento de las plantas de *L. exaltatus*. El utilizar un hidrogel a base de un biopolímero se aprovecha su condición fertilizante, lo que promoverá una mayor adaptación de las plantas, además de tener un uso más eficiente del agua. Por lo que el hidrogel a base de quitosano es una opción viable para los trabajos de rehabilitación de suelos degradados y reforestación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, J. P. E. (1982). Soil respiration. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties* (2ª ed., pp. 831-871). Soil Science Society of America, Madison.

Barón Cortés, A., Barrera Ramírez, I. X., Boada Eslava, L. F., & Rodríguez Niño, G. (2007). Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3), 35-44. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a04.pdf>

Bauer, J. L., Villegas, L. F., & Zucchetti, A. (2022). Aplicaciones del quitosano en la agricultura, la industria y la salud. *South Florida Journal Environmental Animal Science*, 2(2), 37-45. <https://doi.org/10.53499/sfjeasv2n2-001>

Clemente, A. S., Werner, C., Máguas, C., Cabral, M. S., Martins-Loução, M. A., & Correia, O. (2004). Restoration of a limestone quarry: effect of soil amendments on the establishment of native mediterranean sclerophyllous shrubs. *Restoration Ecology*, 12(1), 20–28. <https://doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.00256.x>

Delgado-Baquerizo, M., Maestre, F. T., & Gallardo, A. (2013). Biological soil crusts increase the resistance of soil nitrogen dynamics to changes in temperatures in a semi-arid ecosystem. *Plant and Soil*, 366, 35–47. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1404-3>

El-Saied, H., El-Hady, O. A., Basta, A. H., El-Dewiny, C. Y., & Abo-Sedera, S. A. (2016). Bio-chemical properties of sandy calcareous soil treated with rice straw-based hydrogels. *Journal Saudi Society Agriculture Sciences*, 15(2), 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.11.004>

Katime, A. I. A., Katime, T. D., & Katime, T. O. (2004). *Los materiales inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones*. Monografía. Universidad del País Vasco, Servicio Editorial = Euskal Herriko Unibertsitateko, Argitalpen Zerbitzua, DL2004, Bilbao, España. 335 p.

Lárez Velásquez, C., Chirinos, A., Rojas Avelizapa, L. (2019). Nuevos retos en agricultura para los biopolímeros de quitina y quitosano. 1. Efectos beneficiosos para los cultivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20(3), 118-136. <https://reviberpol.org/2019/05/01/nuevos-retos-en-agricultura-para-los-biopolimeros-de-quitina-y-quitosano-1-efectos-beneficiosos-para-los-cultivos/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Degradación del suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

Parvathy, P. C., Jyothi, A. N., John, K. S., & Sreekumar, J. (2014). Cassava starch based superabsorbent polymer as soil conditioner: Impact on soil physico-chemical and biological properties and plant growth. *CLEAN-Soil, Air, Water*, 42(11), 1610–1617. <https://doi.org/10.1002/clen.201300143>

Pillai, C. K., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*, 34(7), 641–678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>

Ramos-González, R., Velázquez-Manzano, K., de la Rosa-Loera, P., Valdés-Flores, M. A., & Segura-Ceniceros, E. P. (2009). Atrapamiento de sustancias húmicas en hidrogeles de gelatina con aplicación en agricultura. *Revista Electrónica Ciencia Cierta*, 20(5), 14-16. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/CCPDF/CC20.pdf>

Rivas-García, T., González-Gómez, L. G., Boicet-Fabré, T., Jiménez-Arteaga, M. C., Falcón-Rodríguez, A. B., & Terrero-Soler, J. C. (2021). Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-9. e796. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.796>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). *Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis*. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acolchados 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 158, 159

Adaptability 162, 163, 167

Ajedrez 88

América 8, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 65, 68, 69

Animal production 162

Animal protein 162

Antocianinas 38, 39, 40, 43

Aprehender 88, 89

Aprovechamiento 2, 26, 27, 33, 34, 92, 102, 153

### B

Bacterias 7, 53, 54, 55, 59, 63, 66, 73, 79, 81, 83, 102, 174, 178, 181

Bebidas não lácteas 116

Bioaccessibilidade 116, 119, 120, 125, 127, 128, 129, 133, 134

Bioactividade 116, 124, 132

### C

Calibre 11, 14, 159

Caña de azúcar 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

CIELab system 17, 18, 19, 20, 24

Cinza de biomassa de cana-de-açúcar 172, 173, 181

Citrus aurantifolia 11, 16, 142, 143, 144, 160

Colour 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 160

Compost 93, 94, 96, 98, 99, 106, 111, 113

Conservación del suelo 2

### D

Diaforina 143

Digestibilidade 114, 115, 116, 117, 119, 127, 129, 130, 135, 136

Digestión anaeróbica 100, 101, 103, 112

## E

Energía 28, 100, 101, 126

Enfermedades 12, 13, 15, 33, 35, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 81, 82, 83, 84, 85, 100, 101, 142, 155, 159

Excretas de perro 101

Exportación 3, 26, 27, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37

## F

Frutos 10, 11, 13, 14, 15, 29, 31, 32, 144, 156, 173

## G

Glifosato oxidoreductasa 45

Glomus clarum 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180

Guanábana 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37

## H

Heartwood 17, 18, 20, 22, 24

Herbicida 44, 45, 158

Hongos 3, 7, 53, 54, 55, 58, 62, 65, 69, 78, 79, 83

Huanglongbing 10, 11, 16, 142, 143, 144, 159, 160

## I

Integrar 88, 89, 90

## L

Leguminosas 2, 3, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136

## M

Maíz azul 38, 39, 40, 42

Mecanismo de resistencia 44, 45

Micorriza arbuscular 172

Morphometry 162, 168, 170

## P

Plantas 3, 4, 7, 8, 11, 14, 35, 44, 45, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 71, 72, 73, 76, 79, 81, 82, 83, 95,

115, 133, 146, 150, 157, 159, 172, 173, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 182

Polímero natural 2

Polímero sintético 2

Problemas 3, 7, 10, 44, 78, 88, 89, 95, 100, 101, 110, 111, 113, 117, 144, 155

Producción 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 89, 91, 92, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 145, 146, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 159, 160, 170

## Q

Quitina 2, 3, 8

## R

Raspajo 93, 94, 95, 96, 98

Resíduos 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 113, 116, 134, 172

## S

Sapwood 17, 19, 20, 22, 23, 24

Solubilização de fosfato 172

Soluciones 88, 101

Subproductos agroindustriales 93

## T

Tamaño de semilla 39

## V

Valor comercial 11, 14, 30

Vermicompost 93, 94, 96, 99

Virus 53, 54, 55, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 157, 160

## Z

Zea mays 39, 43, 182