

VOL VII

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2026

VOL VII

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial Não-Derivativos 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>	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
<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*  
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos*



Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Dina Maria Martins Ferreira, *Universidade Estadual do Ceará*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México  
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, 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.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – *Higher School of Economics*, Moscow, Russia  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer 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. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia  
Prof.ª Dr.ª Lara 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 Godinez, *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. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México



Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leiníg 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 Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, 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 da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal  
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 M<sup>ª</sup>Graça Pereira, Universidade do Minho, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal

Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal

Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Prof.ª Dr.ª 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)**

E89 Estudos em ciências agrárias e ambientais VII [livro eletrônico] /  
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – 1. ed. – Curitiba, PR:  
Editora Artemis, 2026.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilingue

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-08-6

DOI 10.37572/EdArt\_260626086

1. Ciências agrárias. 2. Ciências ambientais. 3.  
Sustentabilidade. 4. Agricultura. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

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



## PRÓLOGO

As Ciências Agrárias e Ambientais ocupam um papel estratégico na compreensão e no enfrentamento dos desafios contemporâneos relacionados à produção de alimentos, à conservação dos recursos naturais, à sustentabilidade dos sistemas produtivos e à promoção da saúde e do bem-estar das populações. Em um contexto marcado pelas mudanças climáticas, pela crescente demanda por alimentos, pela necessidade de uso racional dos recursos naturais e pela incorporação de novas tecnologias aos processos produtivos, torna-se cada vez mais importante fortalecer a produção e a difusão do conhecimento científico voltado para o desenvolvimento sustentável.

É nesse cenário que se insere o volume **VII de Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**, reunindo contribuições de pesquisadores de diferentes instituições e países que abordam, sob múltiplas perspectivas, temas relevantes para a agricultura, o meio ambiente, a biotecnologia e a produção animal. A diversidade dos estudos aqui apresentados evidencia a natureza interdisciplinar das Ciências Agrárias e Ambientais e sua capacidade de integrar conhecimentos biológicos, tecnológicos, sociais e produtivos em busca de soluções para desafios complexos.

A obra inicia-se com reflexões relacionadas aos recursos naturais, à sustentabilidade e à saúde ambiental. Os trabalhos deste primeiro eixo destacam a importância da agroecologia como alternativa para reduzir os impactos dos pesticidas sobre a saúde humana e o meio ambiente, ao mesmo tempo em que analisam percepções e atitudes ambientais de estudantes, ressaltando o papel da educação na construção de uma consciência ecológica capaz de contribuir para sociedades mais sustentáveis.

Em seguida, o volume direciona seu olhar para a produção vegetal, a inovação e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Os capítulos desta seção abordam estratégias voltadas ao manejo sustentável de cultivos, incluindo o uso de biofertilizantes, a aplicação de insumos orgânicos e inorgânicos, aspectos fisiológicos e bioquímicos de espécies agrícolas e florestais, bem como os desafios e oportunidades associados à Agricultura 4.0. Em conjunto, esses estudos evidenciam a busca por sistemas produtivos mais eficientes, resilientes e alinhados às demandas contemporâneas de sustentabilidade.

O terceiro eixo reúne pesquisas relacionadas à genética, à biotecnologia e ao melhoramento de cultivos, com destaque para estudos envolvendo híbridos de milho azul. Os trabalhos apresentados demonstram a relevância da caracterização físico-química, molecular e genômica para o desenvolvimento de materiais genéticos de interesse agrônomo, contribuindo para avanços no melhoramento vegetal e para a ampliação do conhecimento sobre recursos genéticos de elevado potencial produtivo e nutricional.

Por fim, a obra contempla estudos voltados à produção animal, à nutrição e aos sistemas aquícolas. Os capítulos discutem alternativas sustentáveis para a alimentação e o manejo de animais de produção, bem como estratégias inovadoras aplicadas à aquicultura, envolvendo o uso de probióticos, diferentes fontes de carbono e sistemas biofloc. Essas pesquisas reforçam a importância de práticas produtivas capazes de promover eficiência, saúde animal e sustentabilidade econômica e ambiental.

Ao reunir investigações que transitam entre a sustentabilidade ambiental, a produção agrícola, a inovação tecnológica, a biotecnologia e a produção animal, este volume reafirma o compromisso da comunidade científica com a geração de conhecimento aplicado e socialmente relevante. Mais do que apresentar resultados de pesquisa, os trabalhos aqui reunidos contribuem para o fortalecimento do diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade, oferecendo subsídios para a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis, eficientes e comprometidos com o futuro.

Esperamos que esta obra possa servir de fonte de consulta, reflexão e inspiração para pesquisadores, estudantes, profissionais e demais interessados nas Ciências Agrárias e Ambientais, estimulando novas investigações e contribuindo para o avanço do conhecimento científico na área.

**Eduardo Eugênio Spers**

Esalq/USP

## SUMÁRIO

### RECURSOS NATURAIS, SUSTENTABILIDADE E SAÚDE AMBIENTAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

LA AGROECOLOGÍA COMO SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE SALUD RELACIONADOS CON EL USO DE PESTICIDAS

María José de Dios Duarte

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260861](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260861)

#### **CAPÍTULO 2.....25**

ACTITUDES AMBIENTALES EN ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR AL NOROESTE DE TAMAULIPAS

Catalina Vargas Ramos

Graciela Hernández Moreno

Ma. De la Cruz Galindo Ceja

Alan León González Almaguer

Jorge Alejandro Gallegos de la Cruz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260862](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260862)

### PRODUÇÃO VEGETAL, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

#### **CAPÍTULO 3..... 34**

BIOFERTILIZANTES COMO SUSTITUTO PARCIAL EN LA FERTILIZACION CONVENCIONAL DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL CARIBE COLOMBIANO

Eliecer Miguel Cabrales Herrera

Laura Sofia Osorio Barcenas

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260863](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260863)

#### **CAPÍTULO 4..... 50**

APLICACIONES DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS EN GRANADO (*Punica granatum* L.) 'WONDERFUL': CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN HOJA

Rosa María Yáñez Muñoz

Juan Manuel Soto Parra

Esteban Sánchez Chávez

Ana Lilia Santana Díaz

Laura Raquel Orozco Meléndez

Ramona Pérez Leal  
Nubia Guadalupe Torres Beltrán  
Julio César Oviedo Mireles

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260864](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260864)

**CAPÍTULO 5..... 69**

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BEHAVIOR OF THE OLIVE TREE IN SEMI-ARID AREAS OF ALGERIA

Dhia Gharabi  
Magheni Benchohra  
Ahmed Bellhabib  
Abdelkarim Hassani

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260865](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260865)

**CAPÍTULO 6.....87**

EFFECT OF GIBBERELIC ACID AND SILVER NITRATE ON THE GERMINATION OF *PINUS PSEUDOSTROBUS* LINDL.

Diana Gisselle Calderón Mejías  
Lourdes Georgina Iglesias Andreu  
Laura Yasmin Flores López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260866](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260866)

**CAPÍTULO 7.....97**

DESARROLLO DE HABILIDADES DIGITALES EN LA AGRICULTURA 4.0: OPORTUNIDADES PARA AMÉRICA LATINA

Lourdes Mateos-Espejel

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260867](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260867)

**GENÉTICA, BIOTECNOLOGIA E MELHORAMENTO DE CULTIVOS**

**CAPÍTULO 8..... 113**

CARACTERES FISICOQUÍMICOS Y ANTOCIANINAS EN SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS PARENTALES DEL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL DRÁCULA H 13

José Luis Arellano-Vázquez  
Germán Fernando Gutiérrez-Hernández  
Martín Filiberto García-Mendoza  
Estela Flores-Gómez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260868](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260868)

**CAPÍTULO 9.....122**

IDENTIFICACIÓN FÍSICA Y MOLECULAR DE LAS LÍNEAS Y CRUZAS QUE CONFORMAN AL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL VAMPIRO H10

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Estela Flores-Gómez

Aída Margarita Zamora-Contreras

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260869](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260869)

**CAPÍTULO 10.....129**

GENÓMICA Y POTENCIAL FISIOLÓGICO DE LAS SEMILLAS DE LOS PARENTALES DEL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL VAMPIRO H10

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Estela Flores-Gómez

Aída Margarita Zamora-Contreras

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608610](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608610)

**PRODUÇÃO ANIMAL, NUTRIÇÃO E SISTEMAS AQUÍCOLAS**

**CAPÍTULO 11.....136**

ACEITES ESENCIALES Y ÁCIDOS ORGÁNICOS: ALTERNATIVA A LOS ANTIBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LOS CERDOS

Elmer Bonilla-Valverde

Juan Manuel Romo-Valdez

Jesús José Portillo-Loera

Ana Mireya Romo-Valdez

Laura Francisca Espinoza-Aguirre

Javier Alonso Romo-Rubio

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608611](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608611)

**CAPÍTULO 12.....162**

COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE *Daphnia pulicaria* EN DIFERENTES FUENTES DE CARBONO CON LA INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA *Burkholderia cepacia* COMO PROBIÓTICO

Jorge Castro Mejía

Germán Castro Mejía

María del Carmen Monroy Dosta  
José Antonio Mata Sotres  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608612](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608612)

**CAPÍTULO 13..... 175**

DENSIDAD POBLACIONAL Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE *Daphnia magna* UTILIZANDO CINCO ALIMENTOS INERTES (SALVADO DE TRIGO, LEVADURA, FRIJOL, ARROZ Y RÁBANO) Y DOS MICROALGAS (*Chlorella vulgaris* y *Navicula spp*), EN TINAS DE 120L (20°±2°C) Y 180 L (23°±2°C)

Jorge Castro Mejía  
Germán Castro Mejía  
José Antonio Mata Sotres  
María del Carmen Monroy Dosta  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608613](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608613)

**CAPÍTULO 14..... 190**

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Oreochromis niloticus* EN UN BIOFLOC INCORPORANDO LA BACTERIA *Burkholderia cepacia* Y CUATRO FUENTES DE CARBONO

Germán Castro Mejía  
Jorge Castro Mejía  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
María del Carmen Monroy Dosta  
José Antonio Mata Sotres  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608614](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608614)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....205**

**ÍNDICE REMISSIVO .....206**

# CAPÍTULO 4

## APLICACIONES DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS EN GRANADO (*Punica granatum* L.) 'WONDERFUL': CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN HOJA

Data de submissão: 02/06/2026

Data de aceite: 17/06/2026

### **Rosa María Yáñez Muñoz**

Doctorado en Ciencias en  
Manejo Sustentable de los  
Recursos Naturales en  
Zona Áridas y Semiáridas  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0000-0001-5571-0139>

### **Juan Manuel Soto Parra**

D. Ph. Doctorado en Ciencias en  
Recursos Naturales  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0000-0003-3867-9904>

### **Esteban Sánchez Chávez**

Doctorado en Ciencias Fisiología Vegetal  
Investigador Titular  
Centro de Investigación en Alimentos y  
Desarrollo (CIAD)  
Delicias, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-6845-4290>

### **Ana Lilia Santana Díaz**

Maestría en Ciencias de la  
Productividad Frutícola  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua, Chih., México  
<https://orcid.org/0009-0003-4911-6362>

### **Laura Raquel Orozco Meléndez**

Doctorado en Ciencias Hortofrutícola  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0000-0002-4328-271X>

### **Ramona Pérez Leal**

Doctorado en Ciencias en Horticultura  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0000-0001-7554-1571>

### **Nubia Guadalupe Torres Beltrán**

Doctorado en Ciencias Hortofrutícola  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0009-0006-3943-3219>

### **Julio César Oviedo Mireles**

Doctorado en Ciencias Hortofrutícola  
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Chihuahua. Chih., México  
<https://orcid.org/0000-0001-9798-8067>

**RESUMEN:** El cultivo del granado (*Punica granatum* L.) se caracteriza como un árbol de porte pequeño, que ha tomado gran relevancia en los últimos años, por ser considerado un alimento funcional, debido a sus propiedades, ya que su fruto se caracteriza por ser rico en antioxidantes, minerales y vitaminas. Además,

el cultivo representa una alternativa en condiciones marginales y con baja oferta, también presenta una alta variabilidad, resultando útil para realizar estudios nutricionales. Por su parte, las aplicaciones de fertilizantes orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas, la actividad biológica, la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos, aunque la disponibilidad de nutrientes es más lenta. El estudio se llevó a cabo durante el ciclo 2017, en el municipio de Coyame, Chihuahua, México, en árboles de granado 'Wonderful', con una distancia de plantación de 5.0 x 2.5 m (800 árboles por hectárea), Las fuentes empleadas fueron Humus de lombriz sólido y líquido, Sulfato de Potasio  $K_2SO_4$  (51%  $K_2O$ , S 18%), Sulfato de Calcio  $CaSO_4$  (31.31% Ca, S 17%), AlgaEnzims (Bioestimulante orgánico) y Micorrizas, el diseño experimental consistió en una estructura Taguchi L25 para 6 factores y 5 niveles para cada factor con los que se formaron 25 tratamientos con tres repeticiones, cada repetición consistió de un árbol, observándose que la fertilización con humus sólido, humus líquido y AlgaEnzims complementada con  $CaSO_4$  se considera una buena estrategia de fertilización en granado para sentar las bases para una producción sostenible y presente beneficios al medio ambiente.

**PALABRAS CLAVES:** nutrientes; humus sólido y líquido; sulfato de calcio; sulfato de potasio y bioestimulante.

## 1. INTRODUCCIÓN

Rajaei & Yazdanpanah (2015) caracterizan al granado (*Punica granatum* L.) como un árbol de porte pequeño perteneciente a la familia Lythraceae, que ha tomado gran relevancia en los últimos años, por ser considerado un alimento funcional, debido a sus propiedades, ya que su fruto se caracteriza por ser rico en antioxidantes, minerales y vitaminas. Además, el cultivo representa una alternativa en condiciones marginales y con baja oferta hídrica (Carpio, 2013). Según Martínez et al. (2004) el granado presenta alta variabilidad, resultando útil para realizar estudios nutricionales.

La producción mundial actual de granada no se conoce con precisión, pero previamente se ha estimado en aproximadamente 3 millones t año<sup>-1</sup> con 300,000 ha en producción (Hernández, *et al.*, 2012); el valor total del cultivo se desconoce. El cultivo de la granada variedad 'Wonderful' se produce en muchas regiones y es el estándar de la industria para Estados Unidos e Israel (Holanda y Bar-Ya'akov, 2008). 'Wonderful' es una planta vigorosa con la capacidad de producir grandes rendimientos (Levin, 2006) con fruta grande con un exocarpo y jugo rojo oscuro que sus parámetros se ajustan al mercado para ser comercializados en fresco y jugo concentrado (Stover y Mercure, 2007).

Los nutrientes minerales, tienen funciones esenciales y específicas en el metabolismo de las plantas como activadores de reacciones enzimáticas, osmorreguladores y constituyentes de estructuras orgánicas (Latsague, *et al.*, 2014). Aunque la fertilización mineral en el suelo es la estrategia más utilizada para mejorar la producción y la calidad de los cultivos, este tipo de fertilización a largo plazo no será el

más efectivo para mantener la fertilidad y el equilibrio del suelo (Cucci, *et al.* 2019). Por su parte, las aplicaciones de fertilizantes orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas, la actividad biológica, la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos, aunque la disponibilidad de nutrientes es más lenta (Zaragoza, *et al.* 2011; Márquez, *et al.* 2010; Bastida, *et al.* 2017). A su vez la aplicación de hongos micorrízicos ayuda a mejorar la absorción de nutrientes (Tarango, *et al.*, 2009).

Tanto los métodos de fertilización mineral como los orgánicos se caracterizan por sus ventajas y desventajas, en las que se ha mantenido un animado debate durante mucho tiempo. Actualmente, se prefiere la fertilización orgánica con bajo aporte químico (Cucci, *et al.*, 2019).

La mayoría de los productores de granada aplican fertilizantes inorgánicos al voleo (Glozer y Ferguson, 2008) o fertirrigación (Blumenfeld, *et al.*, 2000). Aunque en los árboles frutales hace un uso generalizado de las aplicaciones de nutrientes foliares para corregir las deficiencias de los mismos, aumentar el rendimiento y corregir o prevenir desordenes fisiológicos, hay poca evidencia publicada de productores de granada que utilicen aplicaciones foliares de nutrientes, excepto las aplicaciones de  $ZnSO_4$  para corregir deficiencias de Zn (Glozer y Ferguson, 2008; Stover y Mercure, 2007).

Sin embargo, estudios sobre el manejo nutricional del granado con fertilizantes orgánicos e inorgánicos son muy limitados a nivel mundial. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la adición de la materia orgánica y fertilizantes inorgánicos sobre el estado nutricional del granado, con el propósito de sentar las bases para una producción y rendimiento sostenido.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. ÁREA EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo 2017, en el municipio de Coyame, Chihuahua, México, en árboles de granado 'Wonderful', plantados en 2016, con una distancia de plantación de 5.0 x 2.5 m (800 árboles por hectárea). El clima de la región es desértico, árido y extremo; con una temperatura máxima de 43°C y una mínima de -15°C. La precipitación pluvial media anual es de 307.3 milímetros, con una humedad relativa de 45% y un promedio de 45 días de lluvia, ubicado a una latitud norte 29°28'™, longitud oeste 105°06'™; con una altitud de 1,220 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Guadalupe, al este con Ojinaga, al sur con Aldama y Ojinaga y al oeste con Aldama y Ahumada. El municipio tiene una distancia aproximada a la capital del estado de 143 kilómetros (INIFAP, 2018). El tipo de suelo que predomina es el Calcisol, las

propiedades físico-químicas fueron las siguientes: pH 7.71, conductividad eléctrica (C.E) 1.70 dS m<sup>-1</sup>, contenido de materia orgánica (M.O.) 0.85%, para los macronutrientes los valores fueron: Nitrógeno (N) 112.50 kg ha<sup>-1</sup>, Fósforo (P) 3.00 mg kg<sup>-1</sup>, Potasio (K) 362.5 mg kg<sup>-1</sup>, Calcio (Ca) 5312.5 mg kg<sup>-1</sup>, Magnesio (Mg) 275.0 mg kg<sup>-1</sup>, y para micronutrientes fueron: Hierro (Fe) 2.32 mg kg<sup>-1</sup>, Manganeso (Mn) 1.60 mg kg<sup>-1</sup>, Cobre (Cu) 0.20 mg kg<sup>-1</sup>.

Las fuentes empleadas fueron: Humus de lombriz sólido, OptiHumus<sup>MR</sup>, (pH 8.12, C.E. 10.18 ds m<sup>-1</sup>, Relación C/N 6.57, composición en porcentajes: M.O. 21.70, C 12.59, N 1.91, P 0.96, K 1.68, Ca 3.52, Mg 1.35, Na 0.27; en mg kg<sup>-1</sup>: Fe 11850.29, Mn 458.80, Zn 173.65, Cu 34.04, B 164.74.); Humus líquido de lombriz, (pH 8.20, C.E. 4.06 ds m<sup>-1</sup>, Relación C/N 3.13, composición en porcentajes: M.O. 0.11, C 0.06, N 0.02, P 0.13, K 0.13, Ca 0.01, Mg 0.004, Sodio (Na) 0.02; en mg kg<sup>-1</sup>: Hierro (Fe) 3.70, Manganeso (Mn) 1.10, Zinc (Zn) 0.11, Cobre (Cu) 0.60, Boro (B) 7.33); Potasio (K) (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Sulfato de Potasio SOP51 Ultrasol SQM, 51.0% K<sub>2</sub>O, S 18.0%, pH en Solución al 10% 5.0, Solubilidad a 20 °C 11,14 g/100ml; Calcio (Ca) (sulfato de calcio Solugyp<sup>MR</sup>, 31.31% CaO, 17.0% S), AlgaEnzims (Potenciador orgánico de uso foliar y al suelo, extracto de algas marinas Palau Bloquim, composición en porcentajes: Acondicionadores inherentes a las algas marinas, 93.84; Materia Orgánica (Material Algáceo) 4.15; Proteína 1.14; fibra cruda 0.43; Cenizas 0.28; Azúcares 0.13%; grasas 0.03; Nitrógeno (N) 1.45, Fósforo (P) 0.075, Potasio (K) 1.48, Calcio (Ca) 0.062, Magnesio (Mg) 0.132, Sodio (Na) 1.36; Hierro (Fe) 0.44, Manganeso (Mn) 0.0072, Zinc (Zn) 0.505, Cobre (Cu) 0.0147, Silicio (Si) 0.0004; Micorrizas (Sehumic-Vam<sup>MR</sup>, *Acualospora scobiculata*, *Gigaspora margarita*, *Glomus fasciculatum*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. geosporum* con 20,000 esporas viables Kg<sup>-1</sup>). La evaluación de la investigación se realizó en base a los parámetros del contenido nutricional foliar macro y micronutrientes.

## 2.2. CONTENIDO NUTRICIONAL FOLIAR

La concentración de nitrógeno total (Nt) se cuantificó por el método micro-kjeldhal (Bremner y Mulvaney, 1982). El N-NO<sub>3</sub><sup>-1</sup> por el método de Brucina y espectrofotometría UV-visible (APHA, 1992), Para los iones de K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn y Zn la muestra se sometió a digestión ácida (Cottenie, 1994) y sus concentraciones fueron obtenidas por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un equipo Perkin Elmer (modelo AAnalyst 100). Para la determinación de P, las muestras se sometieron a digestión ácida (Cottenie, 1994) y recuperación con vanadato-molibdeno de amonio y sus concentraciones se obtuvieron en un espectrofotómetro ultravioleta visible en un equipo modelo Spectronic® Genesys 5. Para la determinación de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, las muestras se sometieron a sequedad y posteriormente se recupera con brucina al

4% (Romiti. N. A. 1951) y sus concentraciones se obtuvieron en un espectrofotómetro ultravioleta visible en un equipo modelo Spectronic® Genesis 5.

### 2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó una estructura Taguchi L25 para 6 factores y 5 niveles para cada factor (Tabla 1) con los que se formaron 25 tratamientos con tres repeticiones, cada repetición consistió de un árbol (Tabla 2).

Tabla 1. Factores y niveles de aplicación estructura Taguchi L25, fertilización orgánica, mineral y micorrizas en granado 2017. Coyame, Chih.

Taguchi L25, 6 repeticiones						
Factores / Niveles						
Concentración X	kg ha <sup>-1</sup>				L	
	HUM_LOMB	LIX_LOMB	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Algas_M	Micorrizas
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	150.0	75.0	25.0	3.0	0.50	1.5
5	750.0	375.0	125.0	15.0	2.50	7.5
10	1500.0	750.0	250.0	30.0	5.00	15.0
20	3000.0	1500.0	500.0	60.0	10.00	30.0
<b>Media Simple</b>	<b>1500.0</b>	<b>750.0</b>	<b>250.0</b>	<b>30.0</b>	<b>5.0</b>	<b>15.0</b>

Elemento

20.14	42.34
-------	-------

Tabla 2. Distribución de los tratamientos acotados por el arreglo Taguchi L25.

Material comercial ha <sup>-1</sup>						
Trat	kg					g
	HUM_LOMB	LIX_LOMB	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Algas	Micorrizas
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	75.0	25.0	3.0	0.5	1.5
3	0.0	375.0	125.0	15.0	2.5	7.5
4	0.0	750.0	250.0	30.0	5.0	15.0
5	0.0	1500.0	500.0	60.0	10.0	30.0
6	150.0	0.0	25.0	15.0	5.0	30.0
7	150.0	75.0	125.0	30.0	10.0	0.0
8	150.0	375.0	250.0	60.0	0.0	1.5
9	150.0	750.0	500.0	0.0	0.5	7.5
10	150.0	1500.0	0.0	3.0	2.5	15.0
11	750.0	0.0	125.0	60.0	0.5	15.0
12	750.0	75.0	250.0	0.0	2.5	30.0
13	750.0	375.0	500.0	3.0	5.0	0.0
14	750.0	750.0	0.0	15.0	10.0	1.5
15	750.0	1500.0	25.0	30.0	0.0	7.5
16	1500.0	0.0	250.0	3.0	10.0	7.5
17	1500.0	75.0	500.0	15.0	0.0	15.0
18	1500.0	375.0	0.0	30.0	0.5	30.0
19	1500.0	750.0	25.0	60.0	2.5	0.0
20	1500.0	1500.0	125.0	0.0	5.0	1.5
21	3000.0	0.0	500.0	30.0	2.5	1.5
22	3000.0	75.0	0.0	60.0	5.0	7.5
23	3000.0	375.0	25.0	0.0	10.0	15.0
24	3000.0	750.0	125.0	3.0	0.0	30.0
25	3000.0	1500.0	250.0	15.0	0.5	0.0
<b>Suma ha</b>	<b>27000.0</b>	<b>13500.0</b>	<b>4500.0</b>	<b>540.0</b>	<b>90.0</b>	<b>270.0</b>

La composta y el humus de lombriz se aplicaron al voleo, mientras que los hongos micorrízicos se distribuyeron en cuatro orificios de 10-15 cm de profundidad alrededor del área de goteo del árbol, concordando con los puntos cardinales, el  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{K}_2\text{SO}_4$  fueron aplicados en banda a una profundidad de 10 cm.

## 2.4. SUPERFICIE DE RESPUESTA

El análisis de superficie de respuesta contempló los siguientes pasos: 1) ajuste del modelo y análisis de varianza para estimar los parámetros. La superficie estimada será típicamente curvada, una colina cuyo pico ocurre en el en el único punto estimado de máxima respuesta, un valle o una superficie en forma de silla (saddle) sin ningún máximo o mínimo; se determina a) si los tipos de efectos son lineales, cuadráticos o de productos cruzados, que tanto del error residual es debida a la falta de ajuste y cuál es la contribución de cada factor en el ajuste estadístico; 2) correlación canónica para investigar la forma de la superficie de respuesta predicha, se calcula si el punto fijo es un máximo, un mínimo o un punto silla (saddle) y cuál factor o factores son las respuestas predichas más sensibles y 3) análisis de cordillera (ridge) para la búsqueda de la óptima respuesta. Los eigenvalores y eigenvectores del análisis canónico caracterizan la forma de la superficie de respuesta; los eigenvalores señalan la dirección de la principal orientación de la superficie, y los signos y magnitudes de los eigenvectores asociados proporcionan la forma de la superficie en esas direcciones. Eigenvalores positivos indican direcciones de la curvatura hacia arriba y eigenvalores negativos indican direcciones de la curvatura hacia abajo. EL eigenvector para el eigenvalor más grande da la dirección de ascenso pronunciado a partir del punto fijo, si es positivo, o descenso pronunciado, si es negativo. Los eigenvectores correspondientes a eigenvalores pequeños o cero señalan direcciones de aplanado relativo. Para determinar si la solución es un máximo o mínimo, se observa el signo de los eigenvalores: Si los eigenvalores son todos negativos la solución es un máximo; si son todos positivos la solución es un mínimo, si tienen signos mezclados es un punto silla (saddle) y si contienen ceros la solución es un área aplanada.

## 2.5. PONDERACIÓN DE FACTORES Y VARIABLES

Dada la estructura factorial Taguchi L25 para la generación de tratamientos, el análisis estadístico se realizó mediante superficie de respuesta lineal y cuadrática completa, ajustando la superficie para determinar los niveles de los factores para respuesta óptima. Dicha técnica se emplea cuando cada factor tiene tres o más niveles; se estima

una superficie de respuesta por regresión con el método de mínimos cuadrados; para ello se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., SAS/STAT Software: Usage and Reference, Version 6, First Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989).

El análisis para cada variable de respuesta incluyó tres etapas: 1) Análisis de la regresión y la contribución de cada factor al ajuste de la regresión; 2) análisis canónico de la superficie de respuesta para determinar la forma de la curva de aquellos factores que tuvieron respuesta significativa lineal, cuadrática e interacción de factores y 3) los valores predichos según se haya seleccionado la respuesta mínima o máxima de acuerdo con el rango original de los datos; se determina así mismo el porcentaje de incremento o decremento de la variable de respuesta y de cada uno de los factores para alcanzar el máximo o mínimo valor requerido.

Entonces, se resume el comportamiento de todas las variables de respuesta (agrupadas o no por categorías) en un cuadro donde se especifican los factores y la media simple para cada uno de ellos, se toman los eigenvalores resultantes expresados como porcentajes de la media, positivos o negativos según sea el caso; la contribución de los eigenvectores se expresa con signos redondeados a partir de 0.25 (es decir se parte del primer cuartil o mayor) tal que  $0.2501 \leq + \leq 0.3749$ ,  $0.3750 \leq + + \leq 0.6249$ ,  $0.6250 \leq + + + \leq 0.8749$ ,  $+ + + + > 0.8750$ , lo mismo sería para el caso de eigenvectores negativos, de esta manera se pondera cuales factores son los que más influyen en esa variable.

Se obtiene la frecuencia de signos para cada eigenvalor y el total para los eigenvalores presentes, este total se multiplican por 0.20 (se seleccionan aquellos factores cuya frecuencia de signos sea mayor al 20% de los signos observados indistintamente positivos o negativos), posteriormente se obtiene el total de signos positivos y negativos, puesto que los eigenvectores positivos son considerablemente mayores a aquellos negativos, se seleccionarán aquellos factores de mayor peso cuya frecuencia de signos (coeficiente de eigenvectores) sea mayor al 0.20, para seleccionar aquellos factores de mayor peso de manera general para todas las variables de respuesta; de los factores seleccionados se obtiene la dosis máxima observada (siempre y cuando hayan sido seleccionados dentro de cada variable de respuesta). Un subsecuente análisis para apoyar la discusión estará conformado por la superficie de respuesta gráfica (lineal, cuadrática e interacción que hayan resultado significativas), de esta manera se calcula si los factores son independientes, presentan sinergismo o antagonismo y con ello se obtendrá el factor o factores más críticos de manera general para el estudio.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. CONTENIDO NUTRICIONAL FOLIAR PARA MACRONUTRIENTES

El análisis nutricional foliar es el método más adecuado para diagnosticar el estado nutricional del cultivo y evaluar la disponibilidad de reservas de la planta (Legaz *et al.*, 1995). El nitrógeno (N) es el elemento mineral que las plantas requieren en grandes cantidades y es considerado el nutriente limitante para el crecimiento y rendimiento de los cultivos (Antal *et al.*, 2010).

En el Cuadro 1 se observa que la media para la variable de Nitrógeno fue de 2.05%, sin embargo, el rango de datos fluctuó de 1.21 a 2.49%, para llegar al nivel máximo del % de N, existe una respuesta significativa del N, incrementando principalmente la aplicación de AlgaEnzims con un 8.5 L ha<sup>-1</sup>, el Humus-líquido a 945.9 L ha<sup>-1</sup>, CaSO<sub>4</sub> a 262.3 Kg ha<sup>-1</sup>, y 15.6 Kg ha<sup>-1</sup> de Micorrizas, así como una interacción de Humus Líquido-AlgaEnzims, aumenta el % de N hasta un 2.49%. así como algunos factores incrementan para alcanzar el máximo de N, otros disminuyen como es el Humus sólido de la media simple de 1500.0 a 676.0 Kg Ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 30 a 18.4 Kg ha<sup>-1</sup>. En otro experimento realizado por Zuoping *et al.* (2014), se encontró respuesta a la aplicación de NPK en combinación con el humus.

Cuadro 1. Contenido nutricional foliar para nitrógeno total en granado tratado con materia orgánica, nutriente y microorganismos promotores del desarrollo vegetal. 2017.

Regresión		Factores kg - L ha <sup>-1</sup>					
		Hum_sol	Hum_liq	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AlgaEnzims	Micorrizas
		0.2160 <sup>v</sup>	0.2899	0.2564	0.2164	0.2152	0.7260
Lineal (L)	0.3092 <sup>v</sup>	C <sup>x</sup>		L			
Cuadrática(C)	0.7951	y	AlgaE				
Productos	0.2848						
Modelo	0.3542						
		R <sup>2</sup> 0.9610		C.V. 5.15			μ 2.05
Análisis canónico de la superficie de respuesta							
Predicho punto fijo							
	36.5885	-8614.369	2167.6413	-7334.672	740.3956	108.3507	9483.9651
Eigenvalores							
	50.40	0.8303	0.0510	-0.2057	0.3423	-0.3854	-0.0013
	36.39	0.3480	0.5653	-0.0467	-0.1290	0.7349	-0.0198
	-11.57	-0.0729	-0.4274	-0.0660	0.7520	0.4898	-0.0472
	-20.27	-0.0700	0.4126	0.7963	0.4047	-0.1618	0.0260
Valores predichos							
Nt %	Error E.						Kg - L ha <sup>-1</sup>

1.21	0.342	1500.0	750.0	250.0	30.0	5.0	15.0
1.27	0.346	1496.0	785.4	241.9	28.9	5.4	15.2
1.33	0.349	1476.9	823.0	238.2	27.9	5.7	15.4
1.41	0.349	1436.9	857.2	237.4	26.8	6.2	15.5
1.51	0.342	1371.7	885.6	238.6	25.7	6.6	15.5
1.63	0.328	1282.6	907.1	241.5	24.5	6.9	15.5
1.76	0.306	1175.3	922.3	245.4	23.3	7.3	15.5
1.91	0.281	1056.8	932.6	250.0	22.0	7.6	15.6
2.08	0.253	932.3	939.3	254.9	20.8	7.9	15.6
2.27	0.229	804.9	943.5	260.0	19.6	8.2	15.6
2.49	0.214	676.0	945.9	262.3	18.4	8.5	15.6

Porcentaje de incremento (+) decremento (-) con respecto a la media simple

+105.8	-54.9	+26.1	+6.1	-38.5	+69.0	+3.8
--------	-------	-------	------	-------	-------	------

<sup>U</sup>Superficie de respuesta máxima, análisis de cordillera (Ridge).  $\mu$  Media general, C.V. Coeficiente de variación, R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación. <sup>V</sup>Probabilidad de F: Pr  $\geq$  0.05 No significativo, Significativo 0.05  $\leq$  Pr  $\leq$  0.01, altamente significativo Pr  $\leq$  0.01. <sup>X</sup>Respuesta (Pr > | t | ) significativa lineal (L), cuadrática (C); <sup>Y</sup>Productos significativos de ese factor con el resto. Fuentes: Hum\_Sol Humus de lombriz sólido (OptiHumus<sup>MR</sup>), pH 8.12, CE 10.16 dS m<sup>-1</sup>, M.O. 21.70%, C 12.59%, relación C/N 6.57, Nt 1.91%, P 0.96%, K 1.68%, Ca 3.52%, Mg 1.35%, Na 0.27%, Cu 34.04 mg L<sup>-1</sup>, Fe 11850.3 mg L<sup>-1</sup>, Mn 458.8 mg L<sup>-1</sup>, Zn 173.7 mg L<sup>-1</sup>, B 164.7 mg L<sup>-1</sup>; Hum\_Liq Humus de Lombriz líquido (OptiHumus<sup>MR</sup>) pH 8.20, CE 4.06 dS m<sup>-1</sup>, M.O. 0.11%, C 0.06%, relación C/N 3.13, Nt 0.02%, P 0.01%, K 0.13%, Ca 0.01%, Mg 0.004%, Na 0.02%, Cu 0.60 mg L<sup>-1</sup>, Fe 3.70 mg L<sup>-1</sup>, Mn 1.10 mg L<sup>-1</sup>, Zn 0.11 mg L<sup>-1</sup>, B 7.33 mg L<sup>-1</sup>; CaSO<sub>4</sub>\_S (SoluGYp) 0.3131 CaO, 0.0072 MgO, 0.0013 SiO<sub>2</sub>, 0.0021 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.0012 K<sub>2</sub>O; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Sulfato de potasio SOP51 Ultrasol SQM, 0-0-51-18, 51% K<sub>2</sub>O; AlgaEnzims, extractos de algas marinas Palau Bloquim, contenido % M.O. 4.15, proteína 1.14, fibra cruda 0.43, cenizas 0.28, azúcares 0.13, grasas 0.03, K 1.48, N 1.45, Na 1.37, Mg 0.132, P 0.075, Ca 0.062, Zn 0.0505, Fe 0.044, Co 0.0275, Cu 0.0147, Mn 0.0072, Si 0.0004; Micorrizas (Sehumic-Vam<sup>MR</sup>, *Acaulospora scobiculata*, *Gigaspora margarita*, *Glomus fasciculatum*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. geosporum* con 20,000 esporas viables kg<sup>-1</sup>). Valores críticos en grises son los eigenectores de mayor peso para ese eigenvalor. <sup>Z</sup>Valores en negrillas corresponden a la media simple para ese factor.

Los factores que mayor impacto tuvieron en la variable de Nitrógeno fueron AlgaEnzims, Humus líquido y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Esto nos indica que los niveles óptimos para obtener un porcentaje máximo en el contenido de N al 2.49%, fueron 676.0 Kg ha<sup>-1</sup> de Humus sólido, 945.9 L ha<sup>-1</sup> de Humus líquido, 262.3 Kg ha<sup>-1</sup> de CaSO<sub>4</sub>, 18.4 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 8.5 L ha<sup>-1</sup> de Alga Enzimas y por último 15.6 Kg ha<sup>-1</sup> de Micorrizas (Cuadro 1), García (2011) observó que en huertos en producción de granado alcanzaron valores promedio de 3,0% N en hojas jóvenes.

En estudios previos se observó que se presenta una correlación lineal positiva entre las concentraciones de N aplicadas y la concentración de N en la hoja en granada (Hasani *et al.*, 2016).

En nuestra investigación, se encontraron diferencias significativas en el análisis nutricional foliar por efecto de aplicación de las diferentes dosis de composta complementada con los fertilizantes inorgánicos y micorrizas, tanto para macronutrientes (N, Mg), como para micronutrientes (Cu, Fe, Mn, y Zn) (cuadros 2 y 3).

En el Cuadro 2 se observa el resumen de los resultados del análisis estadístico. Para las variables de macronutrientes, donde la media para N fue de 2.05%, P 0.169%, K 0.86%, Ca 1.67%, Mg 0.26%, Na 0.0108% y  $\text{NO}_3^-$  2148.9 mg kg<sup>-1</sup>, Otros estudios reportan las siguientes concentraciones N 1.96%, P 0.11%, K 0.73%, Ca 1.54%, Mg 0.30% y Na 0.0096% (Melgarejo *et al.* 2003). Giménez, *et al.* (1998), mostró los siguientes valores en la variedad 'Wonderful' N 1.89%, P 0.16%, K 1.00%, Ca 3.10%, Mg 0.24. En otro estudio en la variedad 'Hicaz Nar' (Korkmaz y Askin, 2015) encontraron los siguientes valores nutricionales N 1.66%, P 0.085%, K 0.82%, Ca 3.25%, Mg 1.10%.

Se observa que la <sup>1</sup>Frecuencia total observada para esa variable, se multiplica por el 20% para seleccionar los factores de mayor peso; <sup>2</sup>Frecuencia total para el conjunto de variables, se seleccionan aquellos variables y factores con un subtotal igual o mayor al 20%, indicándonos con esto que las variables de mayor peso fueron N ≥ 26 y Mg ≥ 29. Los principales factores que influyeron en la variable de N son: AlgaEnzims, Humus líquido, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, así como la interacción de Humus Líquido-AlgaEnzims.

Cuadro 2. Resumen del contenido nutricional foliar para macronutrientes en granado tratado con materia orgánica, nutrientes y microorganismos promotores del desarrollo vegetal. 2017.

	Hum_sol	Hum_líq	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AlgaEnzims	Micorrizas	Eigenectores
Eigenvalores	<b>1500.0</b>	<b>750.0</b>	<b>250.0<sup>T</sup></b>	<b>30.0</b>	<b>5.0</b>	<b>15.0</b>	Total, Frec. +/-
Nitrógeno 2.05 (1.21 – 2.49%)							
50.4 <sup>U</sup>	+++ <sup>W</sup>			+	--		6 4 / 2
36.4	+	++			+++		6 6 / 0
-11.6		--		+++	++		7 5 / 2
-20.3		++	+++	++			7 7 / 0
Frecuencia	4	<b>6</b>	3	<b>6</b>	<b>7</b>	0	<b>26<sup>Y</sup></b> 20 / 4
Kg - L ha <sup>-1</sup>	676.0	945.9	262.3	18.4	8.5	15.6	Selección ≥ 5
Regresión	C	AlgaE	L				
Nitratos μ 2148.9 (4419.7 – 1295.3 mg kg <sup>-1</sup> )							
193.6		+++				++	5 5 / 0
-91.2	+++	--		+	-	++	9 6 / 3
-186.5			++	+	+++		6 6 / 0
Frecuencia	3	<b>5</b>	2	2	<b>4</b>	<b>4</b>	20 17 / 3
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1405.1	617.2	317.8	33.3	6.8	13.8	Selección ≥ 4
Regresión							
Fósforo μ 0.169 (0.279 – 0.156%)							
28.8		+++	++			++	7 7 / 0
-54.3	+++		-		-		5 3 / 2
Frecuencia	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	0	1	<b>2</b>	12 10 / 2
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1500.0	750.0	250.0	30.0	5.0	15.0	Selección ≥ 2

Regresión	C	CaSO <sub>4</sub>		C			
	CaSO <sub>4</sub>	Mico					
Potasio $\mu$ 0.86 ( <b>0.57</b> – 1.06%)							
68.3		--	+++	+	++	8	6 / 2
56.2	+++	+		+	++	7	7 / 0
-54.1		+++	++			+	6 6 / 0
Frecuencia	3	<b>6</b>	<b>5</b>	2	<b>4</b>	1	21 19 / 2
Kg – L ha <sup>-1</sup>	243.9	1142.5	214.1	29.0	5.1	14.2	Selección $\geq$ 4
Regresión	C	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C			
	Hum_líq			AlgaE			
	AlgaE						
Calcio $\mu$ 1.67 ( <b>1.39</b> – <u>3.83</u> %)							
68.3		--	+++	+	++	8	6 / 2
56.2	+++	+		+	++	7	7 / 0
-54.1		+++	++			+	6 6 / 0
Frecuencia	3	<b>6</b>	<b>5</b>	2	<b>4</b>	1	21 19 / 2
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1888.0	557.0	350.5	43.0	8.6	15.8	Selección $\geq$ 4
Regresión	L, C	L	C	L, C	L, C	L	
	CaSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	AlgaE				
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mico					
Magnesio $\mu$ 0.26 ( <b>0.19</b> – 0.33%)							
30.2	++	---				++	7 4 / 3
26.7	--		++	+	++		7 5 / 2
-10.4			--	+++		++	7 5 / 2
-22.7	+	++	++			+++	8 8 / 0
Frecuencia	5	5	<b>6</b>	4	2	<b>7</b>	<b>29</b> 22 / 7
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1673.8	76.0	305.8	36.9	6.1	17.5	Selección $\geq$ 6
Regresión	L, C	L, C	L, C	L, C	L, C	L	
	Hum_líq	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AlgaE			
	CaSO <sub>4</sub>	Mico	AlgaE				
	AlgaE						
Sodio $\mu$ 0.0108 (0.0128 – 0.0082%)							
30.6	+		+	+++	++	7	7 / 0
-28.7	--	+++	++			7	5 / 2
Frecuencia	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	2	0	14 12 / 2
Kg - L ha <sup>-1</sup>	614.4	1286.2	320.6	25.2	4.2	13.8	Selección $\geq$ 3
Regresión							

Resumen							
Subtotal	<u>24</u>	<u>34</u>	<u>27</u>	19	<u>24</u>	15	143 143
Selección	2 / 7	6 / 7	5 / 7	2 / 7	5 / 6	3 / 7	Total, prop.+ / -
Proporción+/-	20 / 4	23 / 11	24 / 3	19 / 0	20 / 4	15 / 0	121 <sup>2</sup> / 22
Promotor %	83.3	67.6	88.9	100.0	83.3	100.0	<b>Selección ≥ 24</b>
Supresor %	16.7	32.4	11.1	0.0	16.7	0.0	
Máximo	<b>1500.0</b>	<b>1286.2</b>	<b>350.5</b>		<b>8.6</b>		

<sup>T</sup>Media simple niveles de los factores; <sup>U</sup>Eigenvalores expresados como porcentaje de la media de la variable respuesta; <sup>V</sup>Rango; <sup>W</sup>Cada signo corresponde a múltiplos de 0.25 redondeado al cuarto más cercano; <sup>Y</sup>Frecuencia total observada para esa variable, se multiplica por el 20% para seleccionar los factores de mayor peso; <sup>Z</sup>Frecuencia total para el conjunto de variables, se seleccionan aquellos variables y factores con un subtotal igual o mayor al 20%. Intervalo nutricional entre paréntesis, negrillas por debajo del rango óptimo, subrayado por encima del rango óptimo, de otra manera suficiente; regresión L lineal, C cuadrática, factores como interacción.

Marathe, *et al.* (2017) mencionan que los incrementos en el contenido de N, P, K y Mg en hoja, disminuyen el contenido de Zn y Mn conforme se incrementaba la dosis de aplicación de fertilizantes de N, P, K para el caso de granado variedad 'Arabi'. En este estudio se observa que el K ayuda que el N se encuentre en nivel optimos en cultivo de granado, por lo contrario (Plesis y Koen, 1984) mencionan que la deficiencia de K incrementa el contenido de N y Mg en las hojas. La relación anatogónica entre K y N está bien establecida, disminuye la toma de N debido a que se incrementa la fertilización con K en naranjo 'Valencia'.

Las concentraciones de N en la hoja que son menores del 2% generalmente se consideran bajo en muchos árboles frutales, incluidos almendros, manzanas, albaricoque, cereza, higo, limón y durazno (Benton-Jones *et al.*, 1991). Concentraciones similares de N en hoja (en el rango de 1.73% a 1.94%) se localizan en Iran, donde existen granados cultivados en campo sin ninguna fertilización (Hasani *et al.*, 2012, 2016) o con un manejo estándar de fertilizantes (Davaranpanah *et al.*, 2017). En uno de las principales áreas de cultivo de granada en Turquía, las concentraciones foliares de N en agosto fueron del 2.2%, siendo valores superiores a los encontrados por (Korkmaz y Askin, 2015).

En trabajos similares (Zaragoza *et al.*, 2011) observaron que la concentración nutrimental foliar, mostró diferencias significativas entre tratamientos para el K y para el Mg, sin diferencias para el resto de los elementos, para el caso de nogal pecanero.

El papel más conocido del magnesio (Mg) en las plantas es su presencia en el centro de la molécula de clorofila y por esto es esencial para la fotosíntesis, también está involucrado en el metabolismo de proteínas (Mengel y Kirkby, 2001). Por lo tanto, en el Cuadro 2 se observa que la media para la variable de Magnesio fue de 0.26%,

sin embargo, el rango de datos fluctuó de 0.19 a 0.33%, para llegar al nivel máximo del % de Mg, existe una respuesta significativa del Mg, incrementando principalmente la aplicación de Micorrizas 17.5 3 Kg ha<sup>-1</sup>, CaSO<sub>4</sub> a 305.8 Kg ha<sup>-1</sup>, así como una interacción de CaSO<sub>4</sub>-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; CaSO<sub>4</sub>-AlgaEnzims, aumenta el % de Mg hasta un 0.33%. así como algunos factores incrementan para alcanzar el máximo de Mg, otros disminuyen como es el Humus líquido de la media simple de 750.0 a 76.0 L ha<sup>-1</sup>. Por su parte, Soto, *et al.* (2016). reportaron que la aplicación de hongos micorrízicos influyó en la producción y en el aumento del contenido de materia orgánica en el suelo.

En otro experimento realizado por Hernández, *et al.* (2014) observaron que el análisis nutricional de Mg, indica para la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de composta más 436 kg ha<sup>-1</sup> de 11-52-00, reflejó una dinámica nutricional mayor a las demás dosis evaluadas, siendo para la dosis de 15 t ha<sup>-1</sup> de composta más 406 kg ha<sup>-1</sup> de 11-52-00, fue la que reflejó la menor concentración en la etapa de crecimiento del fruto y en la apertura del endocarpio en pistacho.

Los micronutrientes son aquellos elementos que los cultivos requieren en bajas cantidades y su concentración en el tejido vegetal es del orden de mg kg<sup>-1</sup>. Hasta el momento, se incluyen al boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y Zinc (Zn) (Torri, *et al.*, 2014).

En el Cuadro 3 se observa el resumen de los resultados del análisis estadístico. Para las variables de micronutrientes, donde la media para Fe fue de 90.7 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 30.5 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 16.4 mg kg<sup>-1</sup>, y Cu 9.9 mg kg<sup>-1</sup>, mientras que en otros estudios el contenido de Fe, Mn y Zn fue de 113.16, 74.35 y 14.07 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente en la variedad 'Ardestani' (Davarpanah, *et al.* 2018), donde el contenido de Fe y Mn se encuentran por arriba de nuestros valores.

Así como Korkmaz y Askin (2015) para Fe 97.92 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 15.0 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 11.18 mg kg<sup>-1</sup>, y Cu 11.42 mg kg<sup>-1</sup>, donde se observó que únicamente el contenido de Fe se encuentra por arriba de lo reportado aquí en este estudio, también Melgarejo, *et al.* (2003) encontró Fe 143.4 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 56.6 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 50.9 mg kg<sup>-1</sup>, y Cu 18.4 mg kg<sup>-1</sup>, estas concentraciones se encuentran por arriba de las concentraciones que se obtuvieron en este estudio. <sup>2</sup>Frecuencia total para el conjunto de variables, se seleccionan aquellos variables y factores con un subtotal igual o mayor al 13%, indicándonos con esto que las variables de mayor peso fueron Fe ≥ 20, Mn ≥ 22, Zn ≥ 19 y Cu ≥ 21. Los principales factores que influyeron en la variable de Fe son: Humus líquido, CaSO<sub>4</sub>, para Mn los factores que inciden son: Humus Sólida, Humus Líquido y CaSO<sub>4</sub>, así como las interacciones de Humus Sólido con Humus líquido, CaSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y AlgaEnzims.

Cuadro 3. Resumen del contenido nutricional foliar para micronutrientes en granado tratado con materia orgánica, nutrientes y microorganismos promotores del desarrollo vegetal. 2017.

Eigenvalores	Hum_sol	Hum_liq	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AlgaEnzims	Micorrizas	Eigenvectores
	<b>1500.0</b>	<b>750.0</b>	<b>250.0<sup>T</sup></b>	<b>30.0</b>	<b>5.0</b>	<b>15.0</b>	Total, Frec. +/-
Fierro 90.7 (107.9 – <u>89.2</u> mg kg <sup>-1</sup> )							
9.9 <sup>U</sup>		+++ <sup>W</sup>	+			++	6 6 / 0
-9.3		--	++	+++		+	8 6 / 2
-16.5	+++		-		--		6 3 / 3
Frecuencia	3	<u>5</u>	<u>4</u>	3	2	3	<u>20</u> <sup>Y</sup> 15 / 5
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1500.0	750.0	250.0	30.0	5.0	15.0	Selección ≥ 4
Regresión							
Manganeso μ 30.5 ( <b>15.3</b> – 32.3 mg kg <sup>-1</sup> )							
39.3	--	+++			+		6 4 / 2
20.8	--	--	++		+	+	8 4 / 4
-17.0	++	+	++	+	+	+	8 8 / 0
Frecuencia	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	1	3	2	<u>22</u> 16 / 6
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1769.2	80.8	188.2	24.6	3.7	13.9	Selección ≥ 4
Regresión							
	Hum_liq	C					
	CaSO <sub>4</sub>	Mico					
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
	AlgaE						
Zinc μ 16.4 ( <b>11.0</b> – <u>34.3</u> mg kg <sup>-1</sup> )							
103.5	+++		+		++		6 6 / 0
64.1	--	+			+++		6 4 / 2
-69.8		++	++	++	-		7 6 / 1
Frecuencia	<u>5</u>	3	3	2	<u>6</u>	0	<u>19</u> 16 / 3
Kg - L ha <sup>-1</sup>	1992.8	872.9	307.2	27.1	9.5	14.8	Selección ≥ 4
Regresión							
	L, C	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	L	L, C	L	
		AlgaE	AlgaE				
Cobre μ 9.9 (8.3 – <u>15.5</u> mg kg <sup>-1</sup> )							
41.1	+++		+		++		6 6 / 0
25.0	--	-	+++		+		7 4 / 3
-28.9		+++	++	++	-		8 7 / 1
Frecuencia	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	2	<u>4</u>	0	<u>21</u> 17 / 4
Kg - L ha <sup>-1</sup>	2059.1	775.8	366.3	30.8	9.0	15.2	Selección ≥ 4
Regresión							
<b>Resumen</b>							
Subtotal	<u>19</u>	<u>18</u>	<u>16</u>	8	<u>15</u>	5	82 82
Selección	3 / 4	3 / 4	3 / 4	0 / 4	5 / 6	0 / 4	Total, prop.+ / -

Proporción+/-	11 / 8	13 / 5	15 / 1	8 / 0	11 / 4	5 / 0	64 <sup>Z</sup> / 18
Promotor %	57.9	72.2	93.8	100.0	73.3	100.0	<b>Selección ≥ 13</b>
Supresor %	42.1	27.8	6.2	0.0	26.7	0.0	
Máximo	<b>2059.1</b>	<b>775.8</b>	<b>366.3</b>		<b>9.5</b>		

<sup>T</sup>Media simple niveles de los factores; <sup>U</sup>Eigenvalores expresados como porcentaje de la media de la variable respuesta; <sup>V</sup>Rango; <sup>W</sup>Cada signo corresponde a múltiplos de 0.25 redondeado al cuarto más cercano; <sup>Y</sup>Frecuencia total observada para esa variable, se multiplica por el 20% para seleccionar los factores de mayor peso; <sup>Z</sup>Frecuencia total para el conjunto de variables, se seleccionan aquellos variables y factores con un subtotal igual o mayor al 20%. Intervalo nutricional entre paréntesis, negrillas por debajo del rango óptimo, subrayado por encima del rango óptimo, de otra manera suficiente; regresión L lineal, C cuadrática, factores como interacción.

para Zn: AlgaEnzims y Humus Sólido y por ultimo para el Cu fue: CaSO<sub>4</sub>, Humus Sólido, Humus líquido y AlgaEnzims. La mayoría de los micronutrientes se encuentran asociados con enzimas que regulan distintos procesos metabólicos, principalmente la respiración (Cu, Fe, Mn, Zn), la fotosíntesis (Cu, Mn) y la síntesis de clorofila (Cu, Fe, Zn). El Mn interviene, además, en el proceso de regulación enzimático y la permeabilidad de las membranas (Torri, *et al.*, 2014).

Si bien el desarrollo y el crecimiento de las plantas está vinculado a las respuestas de factores del medio ambiente también está altamente regulados por complejos y acción coordinada por hormonas endógenas y bioestimulantes, estos poseen la capacidad de incrementar la productividad y calidad a través de su influencia en procesos metabólicos (Rahman *et al*, 2013). Los bioestimulantes son conocidos por mejorar la apariencia y el tamaño de la fruta de granado, además de la calidad del arilo (parte acuosa) (Rahman *et al*, 2013).

El uso de extractos derivados de algas marinas en la agricultura ha tenido un crecimiento importante (Zodape *et al*, 2011). Son considerados como bioestimulantes y no como fertilizantes debido a que su preparación se diluyen con altas cantidades de agua (relaciones de 1:1000) que no permite la adición significativa de nutrientes (Briceño-Domínguez, 2011).

El principio fisiológico en el que estos productos basan su éxito es la rápida recuperación de elementos hormonales y nutricionales de los cultivos acuáticos, propiedades que se transfieren a los cultivos agrícolas mediante su aplicación (Carrera y Canacuán, 2011).

La aplicación foliar de algas marinas en el cultivo de frijol puede significar incrementos que van desde el 30-40% (Zodape *et al*, 2010; Pramanick *et al*, 2013). Por otra parte, en el cultivo de soya se han reportado incrementos de hasta 57% en su rendimiento con aplicaciones foliares de este bioestimulante (Rathore, 2009; Kumar y Sahoo, 2011).

Canales (1999) menciona que las algas marinas se aplican en la agricultura en forma de harina, extractos y polvos solubles. Algunos experimentos que se han realizado en diversos países demuestran la efectividad de las algas marinas en cultivos como: el cacahuete, en el cual incrementó el volumen de semilla, el contenido de proteína; coliflor, el diámetro del florete se incrementó significativamente; en crisantemo, se redujo considerablemente la población de araña roja y de áfidos; en chile pimiento, se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; en maíz y frijol, se obtuvieron incrementos en el rendimiento de 1.5 % y 7.7 %, respectivamente; en pepino cv. 'pepinova', el rendimiento se incrementó más de 40 %, la vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días y se redujo la población de araña roja; y en Tomate, se incrementó la resistencia a heladas. La aplicación de algas marinas como bioestimulantes son una tecnología muy prometedora, los resultados en su aplicación práctica son favorables, además de que son amigables con el ambiente, pues no contaminan ni son residuales.

#### 4. CONCLUSIONES

- Las aportaciones de enmiendas orgánicas (HS, HL y AE), mejoraron el contenido foliar de N, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu.
- El uso de  $\text{CaSO}_4$  influyó principalmente en la concentración nutricional de microelementos Fe, Mn, Zn y Cu.
- La fertilización con humus sólido, humus líquido y AlgaEnzims complementada con  $\text{CaSO}_4$  se considera una buena estrategia de fertilización en granado para sentar las bases para una producción sostenible y presente beneficios al medio ambiente.

#### BIBLIOGRAFÍA

Antal, T.; Mattila, H.; Hakala-Yatkin, M.; Tyystjarvi, T. and Tyystjarvi, E. 2010. Acclimation of photosynthesis to nitrogen deficiency in *Phaseolus vulgaris*. *Planta* 232:887-898.

APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA American Public Health Association.

Bastida F., Torres I.F., Hernández T., García C., The impacts of organic amendments: Do they confer stability against drought on the soil microbial community?, *Soil Biology & Biochemistry*. **2017**, *113*, 173-183, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.06.012>.

Benton Jones Jr, J., Wolf, B., Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro-Publishing, Athens, GA, U.S.A.

Blumenfeld, A., Shaya, F., Hillel, R., 2000. Cultivation of pomegranate. *Options Méditerranéennes Ser. A* 42, 143-147.

Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. Methods of Soil Analysis In: Page, A. L., R. H. Miller, D. R. Keeney (eds). Agronomy No. 9, part 2. 2<sup>nd</sup> edition. ASA Soil Science Society or American Books. Madison. W. I., USA. p. 495-624.

Briceño-Domínguez, R. 2011. Producción y Evaluación de Extractor Líquidos obtenidos a partir de Alga Gigante *Macrocystis Pyrifera* (L.) C. Agardh, como estimulantes del crecimiento vegetativo. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 86pp.

Canales, L. B. 1999. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra latinoamericana. Vol. 17, no. 3, p.271-276.

Carpio, C. 2013. Bases para el manejo integrado del chanchito blanco (*pseudococcus viburni*) en granado (*punica granatum*): evaluación de métodos de seguimiento y control (Tesis para optar al grado de magister) Universidad de Chile, Chile. Recuperado de: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1342/1/T-SENESCYT-00468.pdf>

Carrera, D. y Canacuan A. 2011. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frijol arbustivo, cargabello y calima roja (*Phaseolus vulgaris* L.) en coatacachi-imbabura. Universidad Técnica del Norte Ecuador.

Cottenie, A. 1994. Workshop on Standardization of Analytical Methods for Manure, Soil Plant and Water. Commission European Communities. FAO Soils Bulletin 38/2. pp: 28-33.

Cucci, G., Lacolla, G., Summo, C., & Pasqualone, A. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Sci. Hortic. Amsterdam*, **2019**, *243*, 338-343, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.051>.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J., Khorasani, R., 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Sci. Hortic.* 210, 57–64.

Davarpanah, S; Tehranifar, A; Davarynejad, G; Mehdi A, I; Abadía, J; Khorassani, R. 2017. Effects of Foliar Nano-nitrogen and Urea Fertilizers on the Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) Fruits. *HORTSCIENCE* 52(2):288–294. 2017. doi: 10.21273/HORTSCI11248-16

Davarpanah, S; Tehranifar, A; Abadía, J; Val, J; Davarynejad, G; Aran, M; Khorassanid, R. 2018. Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punicagranatum*cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae* 230 (2018) 86–91.

El-Rahman, A.A., A. Naira, A. Moieza. 2013. Effect of plant biostimulants on fruit cracking and quality attributes of pomegranate cv. Kandhari kabuli. *Academic journals, Scientific Research and essays*. DOI: 0.5897/SRE2013.702.

García Gómez, K. I. 2011. Estimación de la acumulación de biomasa y extracción estacional de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en plantas de granado (*Punica granatum* L.). Tesis Maestría en ciencias agropecuarias: Producción frutícola. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Posgrado. Santiago de Chile p.104.

Giménez, M., Martínez, J., Oltra, M.A., Martínez, J.J., Ferrández, M., 2000. Pomegranate (*Punica granatum* L.) leaf analysis: correlation with harvest. *Options Méditerranéennes Ser. A* 42, 179–185.

Glozer, K., Ferguson, L., 2008. Pomegranate Production in Afghanistan. University of California, Davis. College of Agricultural and Environmental Sciences, pp. 32.

- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G., Fatahi, R., 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 12, 471–480.
- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G., Sheikh Sofla, H., 2016. Effect of foliar and soil application of urea on leaf nutrients concentrations, yield and fruit quality of pomegranate. *J. Plant Nutr.* 39, 749–755.
- Hernández, F., Legua, P., Melgarejo-Sánchez, P., Martínez Font, R., 2012. The pomegranate tree in the world: its problems and uses. *Options Méditerranéennes Ser. A* 103, 11–26.
- Hernández, S. R.; Sánchez, Ch. E.; Guerrero, M. S; Rivas, L. B. A; Anchondo, N. A. 2014. Fertilización orgánica complementada con inorgánica en pistacho: efecto sobre la dinámica nutricional foliar y rendimiento. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* vol.5 no.4 Texcoco jun./ago. 2014.
- Holland, D., Bar-Ya'akov, I., 2008. The pomegranate: new interest in an ancient fruit. *Chron. Hort.* 48 (3), 12–15.
- Korkmaz, N., Askin, M.A., 2015. Effects of calcium and boron foliar application on pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit quality yield, and seasonal changes of leaf mineral nutrition. *Acta Hortic.* 1089, 413–422.
- Kumar, G. y D. Sahoo. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum Aestivum* va. Pusa Gold, *Journal of Applied Phycology* 23(2):251-255.
- Latsague, M., Sáez, P., Mora, M. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el Contenido foliar de carbohidratos, proteínas y pigmentos fotosintéticos en plantas de *Berberidopsis corallina* Hook.f. *Gayana Bot.*, **2014**, 71(1), 37-42, ISSN 0016-5301.
- Levin, G.M., 2006. Pomegranate, first ed. Third Millennium Publishing, Tempe.
- Marathe, R.A., Sharma, J., Murkute, A.A., Babu, K.D., 2017. Response of nutrient supplementation through organics on growth, yield and quality of pomegranate. *Sci. Hortic.* 214, 114–121.
- Martínez, J.; Melgarejo, P.; Fernández, F.; Martínez, R.; Leguía, P. 2004. Comparación de la fenología floral de cuatro clones de granado (*Punica granatum* L.). *Fruticultura Profesional* 141: 33-44.
- Márquez Q. C., Cano-Ríos P., Moreno R. A., Figueroa-Viramontes U., Sánchez C. E., De la Cruz-Lázaro E., Robledo-Torres V. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. *ITEA*, **2010**, 110 (1), 3-17. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.001>.
- Melgarejo, P. & Salazar, D. 2003. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Ediciones MV y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. pp. 194-195.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publisher, ISBN: 978-94-010-1009-2
- Plesis SF, Du, Koen TJ (1984) Effect of nitrogen on fruit size of citrus. In: Proceedings of international society of citriculture, vol I, pp 148–150.
- Pramanick, B., K. Brahmachari, A. Ghosh. 2013. Effect of seaweed asps on growth and yield improvement of green gram. *African Journal of Agricultural Research.* 8(13):1180-1186.
- Rajaei, H & Yazdanpanah, P. 2015. Buds and leaves in pomegranate (*Punica granatum* L.): Phenology in relation to structure and development. *Flora* 214: 61-69.

Romiti, Noemí Amelia. (1951). Determinación de nitratos por el método de la brucina: su aplicación a la determinación de nitratos en aguas de consumo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0670\\_Romiti.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0670_Romiti.pdf)

Soto-Parra, J., Sánchez-Chávez, E., Pérez-Leal, R., Piña-Ramírez, F., Basurto-Sotelo, M., 2016. Alternativas orgánicas para disminuir la aplicación de nitrógeno en nogal pecanero. *Nova Scientia*. 2016, 140-161.

Stover, E., Mercure, E.W., 2007. The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *HortScience* 42 (5), 1088-1092.

Tarango R. S., Moorillón, V. N., Borunda, E. O. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource. Technol.*, 2009, 100(6), 1992-1998, doi: 10.1016/j.biortech.2007.12.078.

Torri, S. I., S. Urricariet, y R. S. Lavado. 2014. Micronutrientes y elementos traza. Pp: X-XX. En: H. E. Echeverría, y F. O. García. *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina.

Zaragoza, L. M. M.; Preciado, R. P.; Figueroa, V. U.; García, H. J. L.; Fortis, H. M.; Segura, C. M. A.; Lagarda, M. A.; Madero, T. E. 2011. Aplicación de composta en la producción del nogal Pecanero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura. Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.17(1), 33-37. spe 1 Chapingo ene. versión On-line ISSN 2007-4034versión impresa ISSN 1027-152X.*

Zodape, S. A., S. Gupta, R. Bhandari, D. Rawat, K. Chaudhary, J. Essartant y J. Chikara. 2011. Folie application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol:70. 215-219.

Zuoping, Z., Y. Sha, L. Fen, J. Puhui, W. Xiaoying, and T. Yan'a. 2014. Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(2):45-55.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**Eduardo Eugênio 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 PENSA 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

Aceites esenciales 136, 137, 140, 142, 143, 144, 150, 151, 153, 158, 160

Ácidos orgánicos 136, 137, 139, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153

Actitudes ambientales 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Actividad antimicrobiana 137, 145, 147, 148

Acuicultura 163, 164, 169, 171, 178, 192, 204

Agricultura 1, 2, 4, 6, 22, 23, 35, 45, 64, 65, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 109, 110, 131, 135

Agricultura sostenible 2, 35

Agroecología 1, 2, 4, 5, 22

Alimento vivo 162, 163, 164, 175, 190, 192

Almidón 113, 115, 116, 119, 135, 192

Antocianinas 113, 114, 115, 117, 119, 120, 122, 123, 131, 135

### B

Bioestimulante 51, 64

Biofloc 162, 173, 175, 190, 191, 192, 200, 201, 202, 203, 204

Biomasa 36, 66, 134, 164, 176, 177, 178, 184, 185, 186, 187, 191, 194

Burkholderia cepacia 162, 163, 165, 166, 175, 176, 178, 190, 191, 193, 194

### C

Características físicas 123, 124, 135

### D

Daphnia magna 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 184, 187, 188, 189

Daphnia pulicaria 162, 163, 169, 171

Desarrollo sustentable 25, 27, 28, 33

Difusión 97, 99, 100, 103, 104, 106, 108, 111

Dureza de grano 113

### E

Educación ambiental 25, 27, 28, 31, 32

### F

Fuentes de carbono 162, 163, 164, 165, 167, 171, 175, 176, 178, 181, 182, 184, 186, 190, 192,

193, 201, 202, 204

## G

Germinación 95, 128, 130, 135

## H

Huella genómica 123, 124, 125, 129, 130, 132

Humus sólido y líquido 51

## I

Identidad genética 122, 130, 132

Innovaciones 97, 99, 100, 101, 103, 104, 106

Integridad intestinal 137, 152

Inteligencia Artificial 97, 100, 102

In vitro culture 87, 88

## L

Larvicultura 176, 187

## M

Macroalga 162, 163, 165, 167, 168, 192

Maíz azul 113, 114, 115, 116, 120, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 135

Microalgas 164, 165, 169, 175, 176, 177, 178, 179, 184, 185, 186

Microbioma intestinal 1, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 143, 150, 170

Morphology 69, 156, 157, 160, 161

## N

Nutrición sostenible 35

Nutrientes 14, 20, 34, 36, 37, 41, 44, 47, 50, 51, 52, 59, 63, 64, 139, 143, 149, 151, 153, 169, 178, 185, 201, 202

## O

Olive tree 69, 70, 71, 85

Oreochromis niloticus 172, 188, 190, 191, 192, 202, 203, 204

Oxidation 87, 159

## P

PCA 69, 71, 84

Physio-biochemical 69, 83, 84

Pinus 87, 88, 94, 95, 96

Plaguicidas 1, 4, 5, 6, 8, 15, 18, 19

Precisión 51, 97, 98, 100, 101, 102, 110, 111, 112

Problemática ambiental 25, 27, 28, 31

Producción de arroz 34, 35

Proteína 15, 53, 58, 65, 113, 115, 116, 118, 139, 140, 144, 145, 146, 177, 185, 191, 192

## R

Rendimiento de arroz 35

Rendimiento productivo 136, 137, 138, 150, 152, 153

## S

Salud 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 35, 36, 37, 122, 123, 137, 138, 139, 142, 146, 150, 151, 152, 153, 202

Salud del suelo 35, 36, 37

Seeds 87, 88, 89, 91, 92, 114, 123, 130

Steppe 69, 80, 84

Suelos de Monteria 35

Sulfato de calcio 51, 53

Sulfato de Potasio 51, 53, 58

## U

Uso de biofertilizantes 35

## Z

Zea mays 113, 114, 120, 122, 123, 128, 130, 135

Zea mays L. 113, 114, 120, 122, 123, 128, 135



**EDITORIA  
ARTEMIS**  
2026