

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



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.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a 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.^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/ 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.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.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 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)

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

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

CAPÍTULO 3..... 17

COLORIMETRIC CHARACTERISATION OF TROPICAL WOODS

José Amador Honorato-Salazar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230553

CAPÍTULO 4..... 26

PANORAMA AGROECNÓMICO 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

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

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

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

CAPÍTULO 8..... 88

APERTURAS Y ESTRATEGIAS COMO MÉTODO EN LA ENSEÑANZA AGROPECUARIA

Rafael Menendez

 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

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

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

CAPÍTULO 12142

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

CAPÍTULO 13162

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

CAPÍTULO 14172

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

SOBRE O ORGANIZADOR.....183

ÍNDICE REMISSIVO 184

CAPÍTULO 2

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

Data de submissão: 11/11/2023

Data de aceite: 24/11/2023

José C. García-Preciado

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
<http://orcid.org/0000-0001-7413-1829>

Silvia H. Carrillo Medrano

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
<http://orcid.org/0000-0002-5498-2906>

Miguel A. Manzanilla Ramírez

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
<http://orcid.org/0000-0003-1236-2271>

María Guzmán Martínez

Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Matemáticas Chilpancingo
Guerrero, México
<http://orcid.org/0000-0001-9035-2699>

RESUMEN: El uso eficiente de los fertilizantes es una actividad relevante para incrementar

productividad y rentabilidad en cítricos. Producciones de lima mexicana tienen problemas de bajos rendimientos. En gran medida por la pérdida de la fertilidad del suelo, ocasionando desbalances de nutrientes en planta, igualmente un manejo nutricional deficiente ante un ambiente endémico de Huanglongbing. Para lograr mayor eficiencia en el manejo nutricional, se planteó evaluar el efecto en producción de lima mexicana con la aplicación de fertilizante de lenta liberación (FLL), complementario a un programa de nutrición vía fertirriego. El estudio se realizó en una plantación de tres años de establecimiento, ubicada en el municipio de Tecomán, Colima, México. Se evaluaron cinco tratamientos de fertilización, el primero consistió en la aplicación de fertirriego. El segundo empleó fertirriego más la adición de FLL, en dosis de 500 g planta⁻¹. El tratamiento tres fue fertirriego más 667 g planta⁻¹ de FLL. Tratamiento cuatro, fue fertirriego más FLL 833 g planta⁻¹. Por último, un tratamiento que no recibió ningún tipo de fertilización al suelo. Como variables de respuesta se registraron el número de frutos cosechados por árbol, peso de frutos cosechados y el peso promedio por fruto, durante cinco cosechas. Se realizó una comparación de medias del total de cosechas mediante la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) y ANOVA. El tratamiento que no recibió ningún tipo de fertilización fue menos productivo y diferente al que solo empleo fertirriego. Tratamientos que recibieron FLL adicional al fertirriego, fueron

los más productivos al igual que obtuvieron mayor tamaño de frutos. El tratamiento con fertirriego más 667 g planta⁻¹ de FLL, generó mayor producción, tamaño y homogeneidad de frutos.

PALABRAS CLAVE: Calibre. Frutos. Valor comercial.

SLOW RELEASE FERTILIZER COMPLEMENTARY TO FERTIRIGATION AND ITS EFFECT ON MEXICAN LIME PRODUCTION

ABSTRACT: The efficient use of fertilizers is a relevant activity to increase productivity and profitability in citrus. Mexican lime productions have problems of low yields. Largely due to the loss of soil fertility, causing nutrient imbalances in the plant, as well as poor nutritional management in an endemic environment of Huanglongbing. To achieve greater efficiency in nutritional management, it was proposed to evaluate the effect on Mexican lime production with the application of slow release fertilizer (FLL), complementary to a nutrition program via fertigation. The study was carried out in a three-year-old plantation, located in the municipality of Tecomán, Colima, Mexico. Five fertilization treatments were evaluated, the first consisted of the application of fertigation. The second used fertigation plus the addition of FLL, at a dose of 500 g plant⁻¹. Treatment three was fertigation plus 667 g plant⁻¹ of FLL. Treatment four was fertigation plus FLL 833 g plant⁻¹. Finally, a treatment that did not receive any type of soil fertilization. As response variables, the number of fruits harvested per tree, weight of fruits harvested and the average weight per fruit, during five harvests, were recorded. A comparison of means of the total harvests was carried out using the Tukey test ($\alpha=0.05$) and ANOVA. The treatment that did not receive any type of fertilization was less productive and different from that which only used fertigation. Treatments that received additional FLL to fertigation were the most productive and obtained larger fruit sizes. The treatment with fertigation plus 667 g plant⁻¹ of FLL generated greater production, size and homogeneity of fruits.

KEYWORDS: Caliber. Fruits. Commercial value.

1 INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de los fertilizantes es un elemento relevante para el incremento del rendimiento y la rentabilidad, más aún ante el aumento de precios de tales insumos. Una forma eficaz de reducir costos y mejorar el rendimiento en cítricos es el uso de fertilizaciones equilibradas (Srivastava and Malhotra, 2014). En lima mexicana [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle] el bajo rendimiento se debe a desbalances nutrimentales en las plantas (Maldonado *et al.*, 2001), consecuencia de manejo deficiente y los efectos del Huanglongbing (Robles *et al.*, 2017; Robles *et al.*, 2018). Se ha demostrado que con nutrición y riego eficiente las plantas infectadas con Huanglongbing muestran menores síntomas de severidad foliar y generan mejores rendimientos (Gómez *et al.*, 2013; Robles *et al.*, 2017). Ahora, el reto es lograr mayor eficiencia y precisión en el uso y manejo de los insumos para la nutrición de lima mexicana. Uno de los aspectos a considerar es

la eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF), la cual es de 50% para productos nitrogenados, en potásicos 40%, mientras que para los micronutrientes 10% (Mortvet, 1999; Baligar *et al.*, 2001). La ERF se presenta y modifica debido a diversos factores, desde la selección del producto a utilizar, su manejo, momento de aplicación, interacción con otros insumos, con el agua, el suelo, el clima y desde luego con la planta. Para lograr mayor ERF en un sistema de producción, es importante considerar las características o elementos de “sitio”. Es decir, particularidades del cultivo, terreno o sitio donde se realiza la producción. Por ejemplo: demanda de elementos minerales del cultivo (Salmiaton y Firoozeh, 2015), la profundidad de suelo, topografía, física-química de suelo, climatología predominante, tipo de riego, disponibilidad, volumen y calidad de agua. Al tomar en cuenta la condición de sitio y su interacción con el cultivo, la efectividad de los insumos nutricionales tiende a incrementarse, debido a una mejor toma de decisiones. A pesar de ello, en un sistema de producción en suelo y a cielo abierto, dicha efectividad no se obtiene por completo, ya que intervienen e interactúan factores bióticos y abióticos de los cuales no se tiene control absoluto. Una alternativa para incrementar la ERF, es el uso de fertilizantes de lenta liberación (García-Preciado *et al.*, 2019) o de eficiencia mejorada. Dicha tecnología se basa en la utilización de partículas de arcilla, polímeros, sílice y materiales basados en carbono (Guo *et al.*, 2018); los cuales actúan como recubrimiento físico del compuesto mineral, para liberarlo en porciones lentas o controladas. Con dichos elementos, se planteó como objetivo evaluar el efecto en producción de lima mexicana, con la aplicación de fertilizante de lenta liberación complementario a un programa de nutrición vía fertirriego.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en una plantación de lima mexicana variedad Colimex en portainjerto *Macrophylla* (*C. macrophylla*) de 36 meses de establecida. La distancia de plantación fue de 8 x 4 metros en marco real. La ubicación del estudio es en terrenos del Campo Experimental Tecomán del INIFAP, en Colima, México. El suelo es franco-arcilloso, con materia orgánica $\leq 2.5\%$ y altos contenidos de carbonatos de calcio ($\geq 20\%$). Respecto al manejo agronómico: establecimiento, riego y combate a plagas y enfermedades se empleó el paquete tecnológico sugerido por INIFAP (Orozco *et al.*, 2014). Para promover la emisión y formación de ramificaciones, así como para generar una forma esférica o arbolada, se realizaron cuatro podas durante los primeros 24 meses y a partir de estas una poda anual. La fertilización se efectuó de manera quincenal a través del riego, la cual se calculó en base a la demanda del cultivo, utilizando la extracción de nutrientes por

tonelada de fruta para lima mexicana (Maldonado *et al.*, 2001). Con dicha información se estimó una demanda para producción, generación y mantenimiento de órganos en planta completa de 12.0 Mg ha⁻¹, utilizando la propuesta de García-Preciado *et al.* (2019); menos el suministro del suelo utilizando los resultados del análisis del mismo. Por cada nutrimento se llevó a cabo la determinación en unidades de elemento mineral por planta al año. Para N, P, K, Ca, Mg y S fueron: 0.28, 0.06, 0.28, 0.06, 0.01 y 0.01 kg planta⁻¹ año⁻¹ respectivamente, más 1×10^{-4} de microelementos, todos ellos racionados quincenalmente. Los fertilizantes comerciales utilizados fueron: fosfonitrato y nitrato de calcio como fuentes nitrógeno y calcio. Como fuente de P se empleó fosfato monopotásico, sulfato de potasio como K, sulfato de magnesio como Mg, los microelementos fueron sulfato ferroso y un mix de microelementos. Se evaluaron cinco tratamientos, el primero consistió en la aplicación solo del fertirriego, el cual fue antes descrito (T1). El segundo tratamiento (T2) empleó el fertirriego del T1, más la adición inyectada bajo el área de la copa del árbol con fertilizante de lenta liberación (FLL), en dosis de 500 g planta⁻¹ (150 kg ha⁻¹ aproximadamente). El FLL utilizado fue Jumbo Tabs®, de acuerdo a las especificaciones técnicas consiste en la proporción: 11-11-18-1% de N-P-K-Mg respectivamente con un tiempo de liberación de cuatro meses. El tratamiento tres (T3) fue el fertirriego más 667 g planta⁻¹ de FLL (200 kg ha⁻¹ aproximadamente). El tratamiento cuatro (T4) utilizó fertirriego y adicionalmente el FLL en dosis de 833 g planta⁻¹ (250 kg ha⁻¹ aproximadamente). Por último, un tratamiento que no recibió ningún tipo de fertilización al suelo, pero se le realizó riego y combate a plagas y enfermedades (T5). El diseño fue bloques completos al azar con 15 réplicas por tratamiento, donde la unidad experimental fue un árbol. Las variables evaluadas fueron: número de frutos cosechados por árbol, peso de frutos cosechados por árbol y variable de calidad el peso promedio por fruto, esto fue durante cinco cosechas. Para obtener el efecto de los tratamientos se realizó una comparación de medias del total de cosechas empleando la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) y el ANOVA, para lo cual se utilizó la herramienta estadística: R-Studio (R Core Team, 2018).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el número de frutos por cosecha (NFC), se obtuvo que los tratamientos que recibieron FLL en dosis de 500 y 667 g planta⁻¹ (T2 y T3 respectivamente), obtuvieron valores altos respecto al resto (Cuadro 1). El tratamiento que no recibió fertilización al suelo (T5) fue diferente estadísticamente al T3 en NFC. Respecto al peso de frutos cosechados por árbol (PFA), fue directamente proporcional al NFC ($R^2>0.9$). T3 fue el sobresaliente en producción, y todos los tratamientos que recibieron algún tipo de

nutrición fueron diferentes estadísticamente al T5. El FLL complementario al fertirriego vs solo el fertirriego en lima mexicana, se obtuvo mayor crecimiento de plantas, así como más frutos y de mayor tamaño con la incorporación de FLL (García-Preciado, 2021). El T4 que recibió 833 g planta⁻¹ de FFL, fue menor en producción respecto al T2 y T3, posiblemente a que la planta solo tomó los nutrientes necesarios utilizando las dosis consideradas de estos últimos. Además, la dosis considerada del T4 posiblemente generó alguna interacción antagónica de algún elemento(s) en el suelo del sitio. Castro et al., 2006, mencionan que la planta solo toma los nutrientes de acuerdo a su eficiencia fisiológica y del fertilizante, por tanto, las eficiencias de recuperación del FLL disminuyen con el aumento de la dosis aplicada. Bajo la condición particular de la evaluación, el adicionar dosis >833 g planta⁻¹ de FFL complementario al fertirriego no será necesario. Respecto al peso promedio de frutos (PPF), se observó que aumentó considerablemente con la aplicación de FLL. Dicha variable obtuvo menor correlación con el NFC y PFA, por lo cual es importante considerarla en pruebas de fertilización, paralela al registro de producción. Con ello es posible obtener un referente del tamaño de los frutos (“calibre”) como una variable de calidad. Respecto al análisis de varianza, T1 y T3 obtuvieron la menor dispersión en NFC entre las distintas cosechas (Cuadro 1). Para el PFA menores dispersiones de generaron en T1, T3 y T5, siendo este último el de menor producción. Las menores variaciones entre tamaños de fruto se obtuvieron en T2 y T3, al igual que un buen comportamiento en la productividad. Sin embargo, el uso del FLL aumentó costos de insumos para la nutrición del cultivo. Una alternativa para emplear el FLL complementario al fertirriego, es aplicar dicho insumo para periodos donde la fruta se comercialice a mejor precio. Al tratarse de un producto de liberación de cuatro meses, la aplicación del FLL podrá ser seis a cinco meses previos al periodo que se pretenda cosechar los frutos de alto valor comercial (Figura 1).

Cuadro 1. Comparación lineal de la producción y calidad de fruta de lima mexicana en tratamientos de fertirriego y fertilizante de lenta liberación.

Tratamientos	NFC			PFA (g)			PPF (g)		
Fertirriego (T1)	7.16	bc	±1.27	277.33	b	±48.98	32.50	ab	±2.04
Fertirriego + FLL 500 g planta ⁻¹ (T2)	11.80	ab	±2.60	414.07	ab	±72.97	33.10	a	±1.97
Fertirriego + FLL 667 g planta ⁻¹ (T3)	11.47	a	±1.86	434.83	a	±70.24	36.22	a	±1.86

Fertirriego + FLL 833 g planta ⁻¹ (T4)	9.93	ab	±2.01	380.04	ab	±77.41	33.47	a	±2.07
Riego + combate de plagas y enfermedades (T5)	3.63	c	±0.96	145.00	c	±40.24	23.60	b	±3.54

NFC= número de frutos por corte; PFA= peso de frutos por árbol; PPF= peso promedio por fruto; ± =error estándar. Tukey $\alpha=0.05$ (n= 75).

4 CONCLUSIÓN

Tratamientos que recibieron fertilizante de lenta liberación obtuvieron mayor producción y calidad de frutos en lima mexicana. Respecto a la variabilidad en producción durante la evaluación, esta fue menor en T1, T3 y T5, siendo este último el que obtuvo menor producción y tamaño de frutos. El tratamiento de fertirriego más 667 g planta⁻¹ de FLL (T3), generó mayor producción y tamaño al igual que homogeneidad en los frutos.

Figura 1. Cosecha de frutos por árbol de lima mexicana en mes de septiembre. T1= Aplicación solo fertirriego; T3= fertirriego + FLL.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baligar, V. C., N. K. Fageria y Z. I. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32(7-8): 921-950.
2. Castro-Luna, I., Gavi-Reyes, F., Peña-Cabriales, J. J., Núñez-Escobar, R., & Etchevers-Barra, J. D. (2006). Eficiencia de recuperación de N y K de tres fertilizantes de lenta liberación. Terra Latinoamericana, 24(2), 277-282.

3. García-Preciado, J. C., Carrillo-Medrano, S. H., Robles-González, M. M., Guzmán-Martínez, M., y Chávez-Cernas, O. A. (2019). Respuesta de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) a dos tipos de fertilización en un sistema de producción en contenedores. *Agro productividad* 12 (12): 47-53. doi.org/10.32854/agrop.vi0.1511.
4. García-Preciado José C. (2021). Fertilizante de lenta liberación para mejorar la nutrición de cítricos en suelo. *DeRiego* 18 (113): 74-75.
5. Gómez-Jaimes Rafael; Velázquez-Monreal José Joaquín; Hernández-Fuentes L. Martín; López-Arroyo J. Isabel y Urias-López Mario Alfonso. 2013. La fertilización y su impacto en la severidad de síntomas inducidos por HLB en limón persa. (Presidencia), *Simposio Internacional sobre HLB en Cítricos Ácidos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Memoria Científica No. 1. ISBN: 978-607-37-0224-9. Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima.
6. Guo Huiyuan; White Jason C.; Wang Zhenyu; Xing Baoshan. 2018. Nano-enabled fertilizers to control the release and use efficiency of nutrients. *Current Opinion in Environmental Science & Health* (2018), doi: 10.1016/j.coesh.2018.07.009.
7. Maldonado T.R., Etchevers B. J.D., Alcántar G. G., Rodríguez A. J. y Colinas L. M.T. (2001). Estado nutricional del limón mexicano en suelos calcimorficos. *Terra Latinoamericana* 19: 163-174.
8. Mortvedt, J. J. 1994. Needs for controlled-availability micronutrient fertilizers. *Fert. Res.* 38: 213-221.
9. Orozco-Santos, M., Robles-González, M.M., Velázquez-Monreal, J.J., Manzanilla-Ramírez, M.A., Bermúdez-Guzmán, M.J., Carrillo-Medrano, S.H., Medina-Urrutia, V.M., Hernández-Fuentes, L.M., Gómez-Jaimes, R., Manzo-Sánchez, G., Farías-Larios, J., Nieto-Ángel, D., Mijangos-Hernández, E., Sánchez-de la Torre, J.A., y Varela-Fuentes, S. 2014. El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Ciudad de México, México: Prometeo Editores. 449 p.
10. R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
11. Robles-González, M. Manuel, Velázquez-Monreal, José Joaquín, Manzanilla-Ramírez, Miguel Ángel, Orozco-Santos, Mario, Medina-Urrutia, Víctor Manuel, López-Arroyo, J. Isabel, & Flores-Virgen, Rigoberto. (2013). Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1), 15-31. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.005>
12. Robles-González M. M., Orozco-Santos M., Manzanilla-Ramírez M. A., Velázquez-Monreal1 J.J., Carrillo-Medrano S. H. (2017). Efecto del HLB sobre el rendimiento de limón mexicano en Colima, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.8 Núm.5. pp. 1101-1111.
13. Robles-González M. M., Orozco-Santos M., Manzanilla-Ramírez M. A., Velázquez-Monreal1 J.J., Medina-Urrutia V.M., Sanches-Stuchi E. (2018). Experiencias con huanglongbing en limón Mexicano en el Estado de Colima, México. *Citrus Research & Technology*. 39, e1039: 1-12 pp.
14. Salmiaton Ali and Firoozeh Danafar. 2015. Controlled-Release Fertilizers: Advances and Challenges *Life Science Journal*; 12 (11). 33-45.
15. Srivastava, A.K and S.K. Malhotra (2014). Nutrient management in fruit crops: Issues and strategies. *Indian Journal of Fertilisers*, 10:72-88.

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