

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

Emma Gloria Ramos Ramírez

Carlos García Pérez

María del Pilar Méndez Castrejón

Juan Alfredo Salazar Montoya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230554

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 12

USO DE ACOLCHADOS PLÁSTICOS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL HUANGLONGBING Y PROMOVER PRECOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN LIMÓN MEXICANO¹

Data de submissão: 10/10/2023

Data de aceite: 03/11/2023

Dr. Mario Orozco Santos

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Laboratorio de Fitopatología
Tecomán, Colima, México
ORCID: 0000-0002-9451-2626

Dr. Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Laboratorio de Biotecnología
Tecomán, Colima, México
ORCID: 0000-0003-1949-1922

M. C. Karina de la Paz García Mariscal

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
ORCID: 0000-0001-6149-3505

M. C. José Concepción García Preciado

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
ORCID: 0000-0001-7413-1829

RESUMEN: El Huanglongbing (HLB) es transmitido por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) y afecta severamente las plantaciones comerciales de lima mexicana (*Citrus aurantifolia*) en la región tropical seca de México. El manejo del HLB se basa en el uso intensivo de prácticas agronómicas, como riego, nutrición, poda, control de maleza, plagas y enfermedades. Durante el periodo 2018 a 2022 se evaluó el efecto de acolchados plásticos de color negro, blanco y aluminio, en comparación con una malla de polipropileno blanca (ground cover) y suelo desnudo (sistema tradicional), sobre la población de *D. citri* y la incidencia-severidad (I-S) de HLB, así como el rendimiento de lima mexicana. Los árboles con todos los tipos de acolchado plástico redujeron la I-S durante los primeros 13 meses del estudio (35 a 40% del follaje afectado) en comparación con el suelo desnudo (74% de la afectación de los árboles). Además, las parcelas con los acolchados tuvieron menos adultos del psílido asiático de los cítricos (1 a 16 insectos/trampa/semana) en comparación con el suelo desnudo (11 a 28

¹ Esta información fue generada con recursos fiscales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del proyecto de investigación: Generación de un paquete tecnológico de limón mexicano variedad lise bajo un escenario de huanglongbing.

adultos). Los tratamientos con acolchado tuvieron un efecto positivo en el rendimiento de fruta. Después de cuatro años, las parcelas con plástico blanco, aluminio, verde y negro produjeron 41.6, 40.1, 39.7 y 34.9 t/ha, respectivamente. El suelo desnudo produjo sólo 26.6 t/ha. El costo de instalar estos acolchados plásticos fue de 526 dólares/ha. Considerando que los plásticos aumentaron los rendimientos en un 50-57% y el precio promedio de la fruta de lima mexicana fue de 600 dólares/t, este sistema de producción es una alternativa viable para los productores para coexistir con el HLB en el trópico seco de México.

PALABRAS CLAVE: Acolchados. *Citrus aurantifolia*. Diaforina. Huanglongbing.

USE OF PLASTIC MULCHES TO REDUCE THE IMPACT OF HUANGLONGBING AND PROMOTE EARLINESS OF PRODUCTION IN MEXICAN LEMON

ABSTRACT: Huanglongbing (HLB) vectored by Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*) severely affects commercial plantations of Mexican lime (*Citrus aurantifolia*) in the dry tropic region of Mexico. Management of Huanglongbing is based on intensive use of agronomic practices such as irrigation, nutrition, pruning, and weed, insect pest, and disease control. During 2018 to 2022, the effect of black, white, aluminum, and green plastic mulches, a white polypropylene mesh (ground cover), and bare soil (traditional system), were evaluated on *D. citri* and incidence-severity (I-S) of Huanglongbing, and Mexican lime yields. Trees with all types of plastic mulch had less I-S during the first 13 months of the study (35 to 40% of affected foliage) compared to bare soil (74% of tree affected). Also, plots with plastic mulches had fewer Asian citrus psyllid adults (one to 16 insects/trap/week) as compared with bare soil (11 to 28 adults). Mulched treatments had a positive effect on fruit production. After 4 years, plots with white, aluminum, green, and black plastic yielded 41.6, 40.1, 39.6, and 34.9 t/ha. Bare soil yielded only 26.6 t/ha. The cost to install plastic mulches was \$526/ha. Because of that, the plastics increased yields by 50-56% and the average price of Mexican lime fruit was about \$600 per t. This production system is an economically profitable alternative to the growers to coexist with Huanglongbing in the dry tropics of Mexico.

KEYWORDS: Mulches. *Citrus aurantifolia*. Diaphorin. Huanglongbing.

1 INTRODUCCIÓN

México es el primer productor de lima mexicana [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] en el mundo. Para el año 2022, se cultivaron 98,924 hectáreas, con una producción de 1,338 millones de toneladas de fruta y un valor de 14,825.3 millones de pesos. En la región tropical seca del Pacífico-Centro (Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca) se cultiva más del 96% de la superficie nacional (Cuadro 1). En el estado de Colima, el cultivo de limón mexicano representa una de las actividades agrícolas más importantes por su capacidad productiva y producción de fruta de excelente calidad (Figura 1, A). En 2022, se reportó una superficie de 20,866 hectáreas con una producción de 297,117 toneladas y un valor de \$ 3,042.1 millones de pesos (SIAP, 2023).

Cuadro 1. Superficie, rendimiento y valor de la producción de limón mexicano en México en el año 2022²

Estado	Superficie (ha)	Producción (t/ha)	Valor de la producción (Millones de \$)
Colima	20,866	297,117	3,042.1
Michoacán	60,867	823,458	10,414.5
Guerrero	6,943	79,480	469.4
Oaxaca	6,772	88,509	621.1
Otros	3,476	49,941	278.2
Total nacional	98,924	1,338,505	14,825.3

² Fuente: SIAP-SADER. 2023.

En las últimas décadas, el cultivo del limón mexicano ha venido enfrentando nuevos retos y amenazas de problemas fitosanitarios que han puesto en riesgo su permanencia como actividad agrícola. En abril del año 2010, se detectó por primera vez el huanglongbing (HLB) afectando plantaciones comerciales de limón mexicano en el estado de Colima (Figura 1, B) (SENASICA, 2010). Esta enfermedad es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y es transmitida por el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama. En tres años, el HLB se dispersó a todas las áreas productoras de la entidad, hasta alcanzar el 100% de árboles enfermos. Se estima que existen 5 millones de árboles en producción afectados en mayor o menor grado por la enfermedad (Orozco-Santos *et al.*, 2016).

Figura 1. Frutos de *Citrus aurantifolia* y síntomas de HLB. A) Fruta de limón mexicano producida en el estado de Colima, México. B) Síntomas de HLB en lámina foliar de limón mexicano. Se observa el moteado clorótico y su patrón de síntomas asimétrico.



El impacto económico más significativo del HLB ha sido la marcada reducción de los volúmenes de fruta en el estado. En el año 2011, se produjeron 472,875 toneladas de fruta de limón mexicano en el estado de Colima. Para los años 2014 y 2015 (cuatro y cinco años con la enfermedad presente, respectivamente), la producción estatal de fruta fue de 166,805 y 185,285 toneladas, lo cual representa alrededor de 300 mil toneladas menos

(SIAP, 2019). El valor de la producción de fruta se estimó en alrededor de \$ 1,500 millones de pesos y durante 2014 se perdieron casi 1.25 millones de jornales (Orozco-Santos *et al.*, 2016). Actualmente, el HLB también está causando afectaciones en limón mexicano en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

La presencia del HLB modifica el comportamiento fisiológico, fenológico, el potencial productivo y como consecuencia la vida productiva de los árboles, lo cual hace necesario modificar su manejo agronómico, enfatizando en el uso más eficiente de los insumos y las prácticas de cultivo (Orozco-Santos *et al.*, 2014). El paquete tecnológico recomienda la integración de los diferentes componentes tales como portainjertos, variedades, densidades de plantación, nutrición integral, manejo integrado fitosanitario, poda, cosecha y postcosecha. Así mismo, es necesario el continuar desarrollando nuevas tecnologías de manejo que permitan reducir los impactos de esta enfermedad e incrementar la productividad del cultivo. El presente folleto proporciona información sobre un sistema de producción con el uso de acolchados plásticos para producir limón mexicano bajo un ambiente endémico de HLB, con el objetivo de reducir la incidencia de HLB, promover la precocidad y mejorar su productividad. Este sistema de producción es factible de usar en todos los estados productores de limón mexicano: Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

2 USO DE ACOLCHADOS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

El uso de acolchados plásticos es una práctica común en cultivos agrícolas, principalmente en hortalizas y más recientemente en frutales. Los beneficios de esta práctica sobre la conservación de humedad, incremento de la temperatura del suelo, control de maleza, repelencia a insectos, aumento de vigor y rendimiento han sido demostrados en cultivos como melón, sandía (Orozco-Santos *et al.*, 1995a; Orozco-Santos *et al.*, 1995b; Farias-Larios y Orozco-Santos, 1997) y papaya (Sakariya *et al.*, 2018). Así mismo, algunas experiencias sobre el uso de acolchados se han reportado en algunas especies de cítricos. Uno de los primeros ensayos con este sistema fue en el estado de Florida, EUA, en el cultivo de naranja. El empleo de acolchado plástico de color aluminio, redujo las poblaciones del psílido asiático y la incidencia de HLB en comparación con el acolchado color blanco y el suelo desnudo. Además, este sistema de acolchado en combinación con riego por goteo y fertirrigación, incrementó la humedad del suelo, redujo la población de la maleza y aumentó la tasa de crecimiento de los árboles (Croxtton y Stansly, 2014). En experiencias con limón mexicano en el trópico seco, se determinó que el acolchado con plástico de color negro sobre bordos en un suelo arcilloso mejoró el rendimiento de fruta en un 10 a 15% en comparación con el suelo desnudo (Manzanilla-Ramírez *et al.*, 2018). El empleo de acolchados en limón mexicano requiere más investigación para conocer sus

beneficios sobre la conservación de humedad, control de maleza, repelencia a *Diaphorina citri*, reducción de la incidencia de HLB, precocidad y productividad.

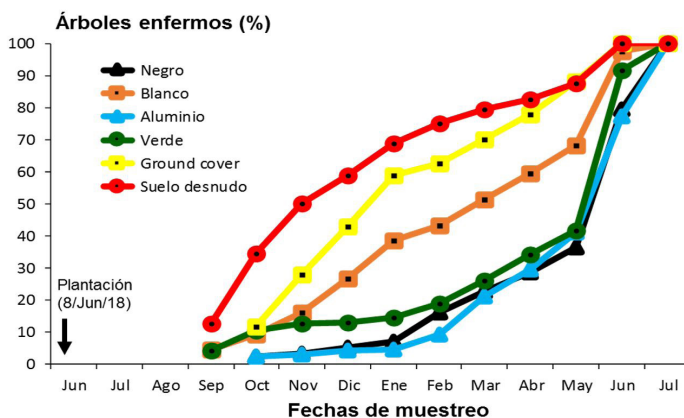
3 FECTO DE ACOLCHADOS EN LIMÓN MEXICANO

En un experimento realizado en limón mexicano sin espinas variedad 'Lise' en los terrenos del Campo Experimental Tecomán localizado en el municipio de Tecomán, Col., se evaluaron los siguientes tratamientos de acolchado: 1) negro/negro (color superior/color inferior), 2) blanco/negro, 3) aluminio/negro, 4) verde/verde, 5) ground cover (malla tejida de polipropileno de color blanco) 6) suelo desnudo como testigo convencional. Se determinó su efecto sobre incidencia y severidad de HLB, población de *D. citri*, temperatura, crecimiento y desarrollo de los árboles, así como su precocidad en producción y rendimiento durante los primeros 16 meses de establecimiento.

3.1 INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE HLB

Los árboles con acolchado tuvieron un menor porcentaje de afectación por HLB a través del tiempo (Figura 2). Los primeros síntomas de HLB se observaron a los tres meses después de la plantación, en las plantas sobre suelo desnudo (12.5% de plantas enfermas). Los plásticos de color aluminio, negro y verde tuvieron menor incidencia de la enfermedad al compararse con el acolchado blanco, ground cover y suelo desnudo.

Figura 2. Incidencia de HLB en diferentes tipos de acolchados y suelo desnudo en limón mexicano variedad 'Lise'.

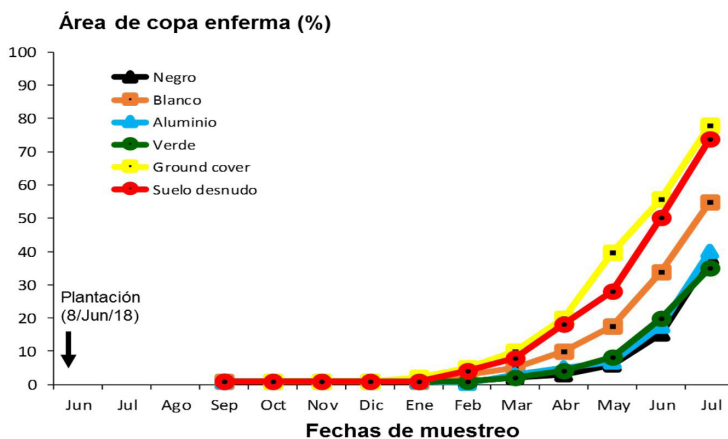


A los seis meses de la plantación, los acolchados de color aluminio, negro y verde registraron un 4, 5 y 13% de árboles enfermos, respectivamente; seguido por el tratamiento blanco y ground cover con 26 y 43% de incidencia. El suelo desnudo presentó la mayor infestación con un 59% de árboles afectados. A los 11 meses, se registró la misma tendencia con los acolchados aluminio, negro y verde con una incidencia alrededor

del 40%, mientras que el color blanco tuvo un 68% y finalmente el ground cover y el suelo desnudo con 88%. A los 12 meses, las parcelas con acolchado aluminio y negro registraron un 77 y 79% de árboles enfermos, seguido por el acolchado verde con 92% y el blanco con 98%. El tratamiento con ground cover y el suelo desnudo tuvieron un 100% de incidencia. Finalmente, a los 13 meses, el total de los árboles de los tratamientos de acolchado aluminio, negro, verde y blanco fueron afectados por HLB.

En la Figura 3 se presenta información del efecto de los tratamientos sobre la severidad del HLB, expresada en porcentaje de copa afectada por la enfermedad. A los 13 meses de la plantación, la parcela con el suelo desnudo y ground cover registraron un 74 y 78% de follaje enfermo, respectivamente. Los árboles desarrollados en acolchado de color blanco tuvieron un 55% de follaje con HLB. Los tratamientos que mostraron menor infestación de la enfermedad fueron aquellos establecidos sobre los acolchados verde, negro y aluminio, los cuales presentaron una severidad promedio entre 35 a 40% de área foliar afectada.

Figura 3. Área de copa enferma por HLB en árboles desarrollados en diferentes tipos de acolchados y suelo desnudo en limón mexicano variedad 'Lise'.



3.2 FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO

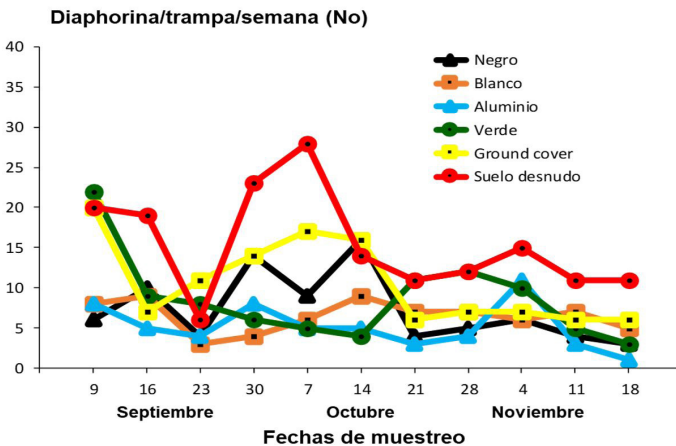
Durante los meses de septiembre a noviembre del 2018 se colocaron trampas de plástico de color amarillo tipo Moericke (Moericke, 1951) con la finalidad de determinar la fluctuación poblacional del psílido asiático (vector del HLB) en cada tratamiento de acolchado y suelo desnudo (Figura 4). Las parcelas con acolchado plástico de color verde, blanco, aluminio y negro tuvieron la tendencia a capturar la menor cantidad de adultos de *D. citri* (de 1 a 15 insectos/trampa/semana) en comparación a las parcelas con ground cover y suelo desnudo (Figura 5).

Figura 4. Trampa de plástico de color amarillo tipo Moericke para la captura de insectos en los tratamientos de acolchados y suelo desnudo en limón mexicano variedad 'Lise'.



En general, durante todo el período evaluado, en la parcela de suelo desnudo se capturó la mayor cantidad de especímenes del psílido asiático de los cítricos (hasta 28 adultos/trampa/semana). La menor incidencia y severidad de HLB en las parcelas establecidas con tratamientos de acolchado, se puede atribuir al efecto repelente que poseen los plásticos hacia el vector *D. citri*, por su capacidad reflejante que afecta su arribo a los árboles de limón mexicano tal y como se corroboró en las trampas amarillas. Resultados de repelencia del plástico de color aluminio han sido evidenciados en el cultivo de naranja por Croxton y Stansly (2014).

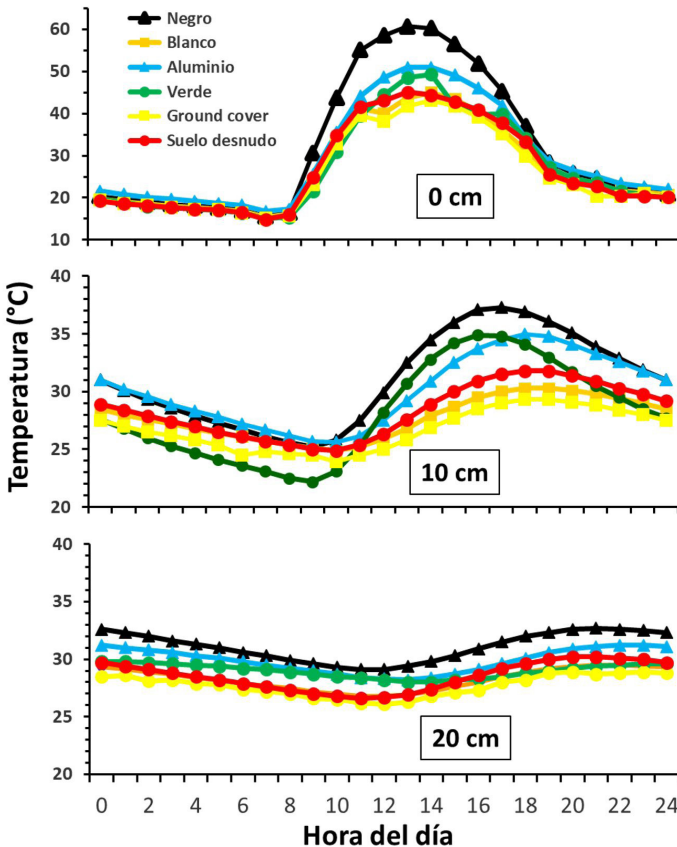
Figura 5. Fluctuación poblacional de insectos en diferentes tipos de acolchado y suelo desnudo en limón mexicano 'Lise'.



3.3 EFECTO DE ACOLCHADOS SOBRE LA TEMPERATURA DEL SUELO

Existe un marcado efecto del tipo de acolchado sobre la temperatura del suelo en diferentes profundidades (Figura 6). El mayor incremento térmico sobre la superficie del suelo (0 cm) se registró entre las 11:00 y 16:00 horas, siendo el plástico color negro el que tuvo los mayores valores (51.9 a 60.7 °C), con una diferencia de hasta 15 °C con relación al suelo desnudo. El plástico color aluminio también incrementó la temperatura del suelo (44.1 a 50.9 °C), seguido por el acolchado verde (39.5 a 49.3 °C). Los tratamientos de plástico blanco, ground cover y suelo desnudo tuvieron un comportamiento similar, registrando 40.1 a 45.0 °C, 39.5 a 49.3 y 41.6 a 45.1 °C, respectivamente. De las 14:00 a 20:00 horas, a los 10 cm de profundidad, el acolchado negro continuó registrando la mayor temperatura con valores de 34.5 a 37.3 °C, mientras que en el suelo desnudo fue de 28.9 a 31.8 °C, siendo una diferencia promedio de 5.5. °C.

Figura 6. Comportamiento de la temperatura del suelo en tres profundidades (0, 10 y 20 cm) en acolchados y suelo desnudo. Temperaturas promedio del mes de enero del 2019.



Los plásticos color aluminio y verde tuvieron incrementos de 2 a 4 °C con relación al suelo desnudo, mientras que el acolchado blanco y el ground cover resultaron inferiores en 1 a 2 °C. A 20 cm de profundidad, las diferencias en temperatura entre acolchados y suelo desnudo fueron menos notables. Los valores promedio del acolchado negro fue de 31.1 °C, seguido por el aluminio (29.9 °C), verde (29.0 °C), desnudo (28.5 °C), blanco (28.3 °C) y ground cover con 27.9 °C.

3.4 EFECTO DE ACOLCHADOS SOBRE EL DESARROLLO DE ÁRBOLES

Existe una marcada influencia del tipo de acolchado sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de limón mexicano. El diámetro del tronco es un parámetro que refleja la vigorosidad de los árboles. A mayor diámetro es mayor el volumen de copa (Cuadro 2). A los 12 meses de la plantación, el mayor crecimiento del tronco se registró en los plásticos de color aluminio, seguido por el acolchado verde, negro, blanco y ground cover (valores de 4.3 a 5.1 cm de diámetro). En suelo desnudo, el crecimiento del tronco fue menor (3.7 cm), que representa un 27% menos que el acolchado de color aluminio. El mayor volumen de copa se tuvo en los árboles sobre acolchado verde con 2.80 m³, seguido por el acolchado aluminio con 2.44 m³.

Cuadro 2. Volumen de copa de árboles de limón mexicano variedad 'Lise' con diferentes tratamientos de acolchado a los doce meses de su plantación².

Tratamientos de acolchado	Diámetro de tronco (cm)	Volumen de copa	
		(m ³ /árbol)	(m ³ /ha)
Negro	4.5 a	2.30 ab	957 ab
Blanco	4.3 ab	2.13 ab	885 ab
Aluminio	5.1 a	2.44 ab	1,015 ab
Verde	4.7 a	2.80 a	1,164 a
Ground cover	4.3 ab	2.02 b	842 b
Suelo desnudo	3.7 b	1.33 c	554 c

²Separación de medias según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. El diámetro de tronco se midió a 10 cm de altura de la unión patrón-injerto.

Los árboles sobre acolchado negro, blanco y ground cover registraron 2.30, 2.13 y 2.02 m³, respectivamente. El suelo desnudo tuvo únicamente 1.33 m³, que equivale a menos de la mitad de la copa que se registró en acolchado verde. Al convertir el volumen de copa por unidad de superficie y considerando la densidad de plantación (416 árboles/ha), los tratamientos de acolchado verde y aluminio tuvieron 1,164 y 1,015 m³, respectivamente. El suelo desnudo registró un volumen de copa de 554 m³/ha, lo cual representa un 52% menos que el acolchado verde.

El efecto del acolchado plástico sobre el incremento de la temperatura del suelo en cultivos agrícolas ha sido documentado en diversos estudios (Orozco-Santos *et al.*, 1995a; Farías-Larios y Orozco-Santos, 1997; Yang *et al.*, 2018). Este efecto térmico, provoca un incremento en el crecimiento de las raíces de los cultivos y de exudados de estas, la acumulación de carbono orgánico en el suelo (Liu *et al.*, 2014), la mineralización de la materia orgánica (Ma *et al.*, 2018) y aumento de la biomasa microbiana, lo cual repercute directamente en la fertilidad de suelo (Yongxin *et al.*, 2019). El incremento de la temperatura del suelo se ha relacionado con el crecimiento de los árboles en naranja (Croxtton y Stansly, 2014), mejora en el rendimiento de limón mexicano (Manzanilla-Ramírez *et al.*, 2018), así como los beneficios evidenciados en el presente trabajo como incremento del volumen de copa de los árboles y producción. En la Figura 7 se observa el vigor de los árboles de limón mexicano variedad 'Lise' desarrollados sobre acolchado color aluminio en comparación con los establecidos en el suelo desnudo a los 12 meses de edad. Los árboles desarrollados sobre acolchado presentan mayor vigor ($2.44 \text{ m}^3/\text{árbol}$) que en suelo desnudo ($1.33 \text{ m}^3/\text{árbol}$).

Figura 7. Desarrollo de árboles de limón mexicano 'Lise' en acolchado color aluminio (A) y suelo desnudo (B) a los 12 meses de edad.



3.5 EFECTO DE ACOLCHADOS SOBRE LA INFESTACIÓN DE MALEZA

Otro de los beneficios del uso de acolchados en los cultivos agrícolas es evitar el desarrollo de la maleza al no dejar pasar la luz fotosintética para que se desarrollen favorablemente. Esto permite una reducción significativa de la aplicación de herbicidas. En el caso de limón mexicano, las hileras de los árboles establecidos sobre acolchado se desarrollan sin el crecimiento de maleza, por lo que no existe competencia por espacio, nutrientes, luz y agua como sucede en el suelo desnudo. En el sistema de producción tradicional, se realizan hasta seis aplicaciones de herbicidas por año, mientras que, en el acolchado, solo se requiere eliminar la maleza que crece en la parte del suelo junto

a los bordos laterales del plástico (hasta 30 cm), ya que esta área no es accesible a los implementos agrícolas (desvaradora o rastra). Se recomienda controlar la maleza entre las calles con el empleo de una desvaradora impulsada por un tractor agrícola (Figura 8). Este método además de ser rápido y eficiente no destruye las raíces superficiales de los árboles, se reduce la erosión al no haber movimiento de suelo y siempre existe cobertura vegetal donde se albergan algunas especies de insectos benéficos.

Figura 8. Control de maleza con desvaradora en el sistema de producción de limón mexicano con acolchados en bordos.



3.6 EFECTO DE ACOLCHADOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRUTA

El uso de acolchados plásticos y ground cover aumentaron el rendimiento de lima mexicana. Durante el segundo año, produjeron de 2.6 a 4.3 t/ha, en cambio el suelo desnudo rindió 1.3 t. Los rendimientos de los acolchados durante el tercero y cuarto año fueron de 15.7-19.1 y de 16.6 a 18.9 t/ha. El sistema tradicional produjo 8.9 y 15.7 t. Al cuarto año, la producción acumulada fue superior en las parcelas con plástico color blanco, aluminio, ground cover, y verde, registrando 41.6, 40.1, 39.9, y 39.7 t/ha. El acolchado negro produjo 34.9 t. Los árboles desarrollados en suelo desnudo produjeron únicamente 26.5 t (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento anual y total acumulado de fruta de árboles de lima mexicana variedad 'lise' desarrollados en diferentes tipos de acolchado plástico y suelo desnudo de los 2 a 4 años de edad.

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)			
	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Acumulado ^a
Negro	2.6	15.7	16.6	34.9 b
Blanco	3.6	19.1	18.9	41.6 a
Aluminio	4.3	17.7	18.1	40.1 a

Verde	2.8	18.8	18.0	39.6 a
Ground cover	2.4	17.6	19.8	39.8 a
Suelo desnudo	1.3	9.6	15.7	26.6 c

4 ESTABLECIMIENTO DE LIMÓN MEXICANO SOBRE ACOLCHADO

4.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

En muchos casos, los terrenos elegidos para establecer una plantación de limón mexicano están ocupados con otro cultivo o con árboles decadentes de esta especie cítrica. Por lo tanto, la preparación del terreno incluye el derribo de árboles a reemplazar, seguido de su eliminación (quema) o sacarlos del terreno. Estos suelos generalmente están compactados y dar uno o dos pasos de arado y rastra para que el terreno quede bien mullido.

4.2 DISTANCIA DE PLANTACIÓN

Las plantaciones en altas densidades generan mayores rendimientos de fruta desde los primeros años de cosecha, por lo que se logra recuperar la inversión inicial en un menor tiempo. Los sistemas de producción con altas densidades de plantación es una alternativa para compensar las pérdidas de producción ocasionadas por el HLB, con lo cual se recupera la productividad de los huertos.

Se recomienda usar distancias de plantación de 8x4 m (312 árboles/ha), 7x5 m (285 árboles/ha), 7x4 m (357 árboles/ha), y 6x4 (416 árboles/ha). Independientemente de la distancia que se elija, las hileras de los árboles deben orientarse de norte a sur con la finalidad de aprovechar mejor la luz del sol. Para un mejor aprovechamiento del suelo en tiempo y espacio, en este sistema de producción de limón mexicano con acolchado se recomienda emplear la distancia de 6x4 m.

4.3 LEVANTAMIENTO DE “CAMAS”

Se requiere levantar bordos con una “bordeadora” para formar las camas (Figura 9). La separación entre discos debe ser mínimo de 1.60 m y procurar que la cama tenga una altura mínima de 30 cm, lo cual se logrará si el terreno tuvo una buena preparación.

Figura 9. Formación de las camas con una bordeadora de discos.



4.4 COLOCACIÓN DE MANGUERAS Y PLÁSTICO

Una vez formadas las camas, es necesario colocar las mangueras sobre las mismas (Figura 10, A). Se recomienda usar mangueras “ciegas” de un diámetro de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ de pulgada. Posteriormente, se procede a la instalación del plástico usando una “acolchadora” y procurando que queden camas no menores a un metro de ancho (Figura 10, B).

Figura 10. Colocación de mangueras (A) y acolchado (B) sobre camas.



4.5 PLANTACIÓN

La plantación se puede realizar en cualquier época del año. Con una “poceadora” se hacen cepas de 30 cm de diámetro y 50 cm de profundidad. Al momento de la plantación, el fondo del pozo se rellena con parte de la tierra removida, de modo que, al depositar el árbol dentro de la cepa, el cuello (unión de la raíz y tallo) quede al nivel

del suelo, para evitar problemas de enfermedades. Una vez que se planten los arbolitos, se instala un gotero por planta, procurando que quede a 10-15 cm de distancia del tallo (Figura 11).

Figura 11. Colocación de goteros en el sistema de producción de limón mexicano con acolchado.



En el mercado, existe una gran variedad de goteros con diferentes gastos de volumen de agua. Algunos son regulables (0 a 70 litros/hora) u otros de gasto fijo. Se debe seleccionar de acuerdo con el tipo de suelo y equipo de riego. De preferencia utilizar goteros regulables. En la Figura 12 se observa una plantación comercial de limón mexicano con acolchado blanco en altas densidades de plantación en el Valle de Apatzingán en el estado de Michoacán. Esta plantación fue establecida en agosto del 2018 en un sistema de altas densidades con 416 árboles/ha (6 x 4 m).

Figura 12. Plantación comercial de limón mexicano sobre acolchado blanco en el Valle de Apatzingán (Foto cortesía de Jaime Bravo).



4.6 VARIEDADES Y PORTAINJERTOS

En este sistema de producción se puede emplear cualquiera de las dos variedades de limón mexicano.

4.6.1 Colimex

Produce árboles vigorosos con desarrollo arbustivo, porte alto y follaje denso. Los brotes y ramillas presentan espinas. Las hojas son pequeñas, lanceoladas de color verde pálido. Florece todo el año, aunque presenta de tres a cinco flujos masivos de floración según la región y manejo agronómico. La fruta es pequeña, de forma elíptica a semiesférica, de cáscara delgada, coriácea, verde claro al tiempo de corte, rica en aceite esencial de alta calidad. Pulpa de color verde claro, jugosa y muy ácida con 3 a 5 semillas. Cuando los frutos se maduran en el árbol se tornan de color amarillo o amarillo-verdoso. Con un sistema de producción bajo acolchado y una densidad de 416 árboles/ha se pueden alcanzar rendimientos de 35 a 40 toneladas a partir del tercer año bajo un ambiente endémico de HLB. Posee un 50% de fruta empacable.

4.6.2 Lise

Esta variedad se caracteriza porque sus brotes y ramillas carecen de espinas. El árbol es vigoroso con desarrollo arbustivo, porte alto y follaje denso. Sus ramas son de crecimiento erecto y marcada dominancia apical, siendo más alargadas que la variedad Colimex. Las hojas son pequeñas, lanceoladas con punta roma de color verde. Florece todo el año, con tres a cinco flujos masivos de floración según la región y el manejo agronómico. Bajo acolchado y un escenario con HLB, tiene rendimientos potenciales de 35-40 toneladas a partir del tercer año con una densidad de 416 árboles/ha y un manejo de poda diferenciado. Por su calidad de fruta, produce rinde hasta un 70% de producto empacable y presenta un buen comportamiento en postcosecha.

La selección del portainjerto o patrón es fundamental, ya que formará el sistema radicular del árbol que realizará las funciones de anclaje, absorción de agua y nutrientes. Además, es el responsable de la adaptación a condiciones adversas del suelo. Los portainjertos recomendados son Macrofila y Volkameriana.

4.6.3 Portainjerto Macrofila (*Citrus macrophylla* Wester)

Este patrón se adapta bien a diferentes tipos de suelo y es tolerante a concentraciones de sales relativamente altas. Le proporciona a los árboles de limón mexicano un porte vigoroso, precocidad y alta productividad (Figura 13). Es tolerante a la

enfermedad conocida como gomosis; sin embargo, es altamente susceptible al Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC). Este portainjerto presenta un sistema radical profundo que le permite tolerar intervalos de riego amplios.

Figura 13. Árbol de limón mexicano variedad 'Lise' de un año sobre portainjerto Macrofila mostrando un excelente vigor y precocidad en producción en un sistema con acolchado.



4.6.4 Portainjerto Volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasq.)

Este portainjerto posee una buena compatibilidad con el limón mexicano. Forma árboles con buen desarrollo de tronco y copa, los cuales entran precozmente en producción. Presenta tolerancia a la gomosis y al VTC. Se adapta bien en suelos calcáreos, aunque en condiciones de saturación de humedad puede presentar clorosis en el follaje.

5 BENEFICIOS DEL ACOLCHADO EN LIMÓN MEXICANO

5.1 VIGOR

Las plantas desarrolladas sobre acolchados presentan un mayor desarrollo que las establecidas en suelo desnudo, lo que se traduce en un incremento de hasta un 83% en el volumen de copa productiva por árbol y por unidad de superficie con el plástico color aluminio.

5.2 HLB

El uso de acolchados en limón mexicano reduce la incidencia y severidad del HLB, lo cual se atribuye al efecto repelente de los plásticos de color aluminio, verde, negro y

blanco sobre el insecto vector *D. citri*. A los 12 meses de la plantación, los tratamientos con acolchado aluminio, verde y negro registraron alrededor de un 40% de árboles enfermos, en cambio el suelo desnudo presentó un 100% de incidencia.

5.3 MALEZA

Los acolchados (negro, aluminio, verde y blanco) reducen la infestación de malas hierbas en comparación al suelo desnudo. En este último tratamiento se realizaron seis aplicaciones de herbicida a lo largo de la hilera de árboles. El tratamiento de ground cover no resultó eficiente para el control de maleza.

5.4 TEMPERATURA

Los tratamientos de acolchado negro, aluminio y verde incrementan la temperatura del suelo (0 a 20 cm de profundidad) comparado con el suelo desnudo.

5.5 PRECOCIDAD

Los árboles sobre acolchados inician a “ensayar” a partir del onceavo mes de edad, logrando producir en el plástico aluminio más de una tonelada en los primeros 15 meses de la plantación.

5.6 RENDIMIENTO

Los tratamientos de acolchado tienen un efecto positivo en el incremento en rendimiento de fruta. Del mes 11 al 16, se cosecharon 1,334, 905, 836 y 610 kg/ha en las parcelas con plástico de color aluminio, verde, negro y blanco, respectivamente. El suelo desnudo rindió 54 kg/ha. Después de cuatro años, las parcelas con plástico blanco, aluminio, verde y negro produjeron 41.6, 40.1, 39.7 y 34.9 t/ha, respectivamente.

El mayor desarrollo y crecimiento de los árboles, su precocidad y productividad en las parcelas establecidas sobre los acolchados de color aluminio, verde y negro se atribuye a diferentes factores. Uno de ellos, es el incremento de la temperatura del suelo en estos tratamientos con los beneficios señalados en fertilidad y desarrollo de raíces. Así mismo, la conservación de la humedad, menor competencia con la maleza y la menor severidad de HLB influyeron en los beneficios de los acolchados.

6 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACOLCHADOS PARA LIMÓN MEXICANO

Los plásticos para usarse en limón mexicano deben de fabricarse con aditivos, resinas, pigmentos y estabilizadores de calidad para soportar la radiación solar y los

rayos UV con la finalidad de que el acolchado dure al menos los dos primeros años de la plantación. Su calibre debe ser no menor a las 150 micras de espesor.

Los acolchados plásticos recomendados para limón mexicano deben ser aquellos de tonalidad oscura, principalmente los de color aluminio, negro y verde. El ancho de los plásticos debe de ser de no menos de 1.80 metros.

7 COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción de una plantación nueva de limón mexicano bajo el sistema convencional de suelo desnudo durante el primer año es de \$ 58,300/ha, que incluye preparación y limpieza del terreno, plantas certificadas (416 plantas/ha), establecimiento, riegos, nutrición, poda, control de plagas, enfermedades y maleza. Durante los primeros 16 meses, la producción de fruta es prácticamente nula (54 kg/ha). En el sistema de producción con acolchado plástico, el costo del primer año se incrementa a \$ 67,608/ha por el valor del plástico, bordeado y su colocación (\$ 9,308/ha). Sin embargo, por la precocidad e incremento en la producción de fruta de los árboles desarrollados en acolchado aluminio, negro y verde, se cosechan de 836 a 1,334 kg/ha, con lo cual se obtiene un ingreso neto de \$ 9,698 a \$ 15,474 (28 a 44 cajas a un precio promedio 7 a 14 \$/kg y menos el costo de corte por caja), quedando una utilidad neta de \$ 8, 578 a \$ 13,714/ha. Con esta utilidad, a los 16 meses de edad de la plantación, se recupera la inversión del costo del plástico y su establecimiento. En los dos o tres años posteriores, se continuarán conservando los beneficios del sistema de acolchado: mayor volumen de copa productiva y rendimiento de fruta, menor uso de agua de riego y reducción de costos por aplicación de herbicidas. Después de cuatro o cinco años, el plástico debe removerse para evitar que se contamine el suelo.

8 CONCLUSIONES

El uso de acolchados plásticos en lima mexicana demostró excelentes beneficios en comparación al sistema tradicional de suelo desnudo. Los más importantes fueron: reducción de la población de *D. citri*, así como de la incidencia y severidad de Huanglongbing, y un incremento significativo en el rendimiento de fruta. La adopción de esa tecnología representa una mayor rentabilidad para los productores de lima mexicana. Los costos del uso de acolchado plástico son de 526 dólares/ha (costo del plástico, formación de bordos, e instalación). Al segundo año, el acolchado aluminio y blanco produjeron 4.3 y 3.6 t/ha y el suelo desnudo únicamente 1.3 t. El valor promedio de la fruta fue de \$600 dólares/t, lográndose una rápida recuperación de la inversión

del costo del acolchado con este sistema de producción. Al cuarto año, se incrementó en 50-56% el rendimiento en los colores aluminio y blanco. Este sistema de producción representa una alternativa viable para convivir con el HLB bajo condiciones endémicas de la enfermedad en la región del trópico seco de México.

LITERATURA CONSULTADA

Croxtton, S.D. and Stansly, P.A. 2014. Metalized polyethylene mulch to repel Asian citrus psyllid, slow spread of huanglongbing and improve growth of new citrus plantings. *Pest Management Science* 70(2):318-23.

Fariás-Larios, J., and Orozco-Santos, M. 1997. Effect of polyethylene mulch colour and aphid populations, soil temperature, and yield of watermelon under tropical conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25:369-374.

Liu, J., Bu, L., and Zhu, L. 2014. Optimizing plant density and plastic film mulch to increase maize productivity and water - Use efficiency in semiarid areas. *Agronomy Journal* 106(4):1138-1146.

Ma, D., Chen, L., Qu, H., Wang, Y., Misselbrook, T., Jiang, R. 2018. Impacts of plastic film mulching on crop yields, soil water, nitrate, and organic carbon in Northwestern China: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*. Vol. 202. p. 166-173.

Manzanilla-Ramírez, M.A., Velázquez-Monreal, J.J., Bermúdez-Guzmán, M.J., García-Mariscal, K.P., Orozco-Santos, M. y Robles-González, M.M. 2018. Manejo integral del cultivo de limón mexicano en un escenario de alta incidencia de HLB. Folleto para productores No. 20. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 26 p.

Moericke, V. 1951. Eine Farballe zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen insbesondere der pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz). *Nachrichtenbl Deutsch Pflanzenschutz* 3:23-24.

Orozco-Santos, M., Perez-Zamora, O, and Lopez-Arriaga, O. 1995a. Effect of transparent mulch on insect populations, virus diseases, soil temperature, and yield of cantaloup in a tropical region. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23: 199-204.

Orozco-Santos, M., Pérez-Zamora, O. and López-Arriaga, O. 1995b. Floating row cover and transparent mulch to reduce insect populations, virus diseases and increase yield in cantaloup. *Florida Entomologist* 78(3):493-501.

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., Fariás-Larios, J., Nieto-Ángel, D., Mijangos-Hernández, E., Sánchez-de la Torre, J.A. y Varela-Fuentes, S. 2014. El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.

Orozco-Santos, M., Robles-González, M.M., Velázquez-Monreal, J.J., Manzanilla-Ramírez, M.A., Carrillo-Medrano, S.H., Bermúdez-Guzmán, M.J., García-mariscal, K.P. y García-Preciado, J.C. 2016. Situación actual y perspectivas de la investigación en limón mexicano. Memoria Técnica-Científica del XII Simposio Internacional Citricola 2016. CONASIPROLIM. INIFAP. Tecomán, Colima, México. p. 111-124.

Sakariya, K.K., Satasiya, R.M., Satasiya, V.D. and Sapariya, P.S. 2018. Performance of Plastic Mulch on Papaya Crop. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(3):3243-3251.

SENASICA 2010. Oficio B00.01,01,01.03.-02788. Circular No. 056. 16 de abril de 2010. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2023. Consultado: 28 de septiembre de 2023. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>

Yang, J., Mao, X., Wang, K., and Yang W. 2018. The coupled impact of plastic film mulching and deficit irrigation on soil water/heat transfer and water use efficiency of spring wheat in Northwest China. Agricultural Water Management. Vol. 201. p. 232-245.

Yongxin, L., Ye, G., Kuzyakov, Y., Liu, D., Fan, J., and Ding, W. 2019. Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. Soil Biology and Biochemistry. Vol. 134. p.187-196.

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