

Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México Volumen I

Ignacio Orona Castillo
Ernesto González Gaona
Roberto Sánchez Lucio
Alain Buendía García
Compiladores



2026

Ignacio Orona Castillo
Ernesto González Gaona
Roberto Sánchez Lucio
Alain Buendía García
Compiladores

**Tópicos de investigación agropecuaria con
enfoque sustentable en México**
Volumen I



Pantanal Editora

2026

Copyright© Pantanal Editora

Editor Jefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Ejecutivos: Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diseño: El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: Canva.com. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

Consejo editorial

Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Institución

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Consejo Científico Técnico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Hoja de catálogo

Catalogación en la publicación
Elaborado por la Bibliotecaria Janaina Ramos – CRB-8/9166

T674

Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México - Volumen I / Organización Ignacio Orona Castillo, Ernesto González Gaona, Roberto Sánchez Lucio, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2026.
181p. ; il.

Otro organizador: Alain Buendía Garcia.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-74-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756747>

1. Agricultura orgânica. 2. Sustentabilidade. 3. Produção alimentaria. I. Castillo, Ignacio Orona (Organización). II. Gaona, Ernesto González (Organización). III. Lucio, Roberto Sanchez (Organización). IV. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura orgânica



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Presentación

El contenido de ésta obra, titulada: Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México en su primer Volumen, presenta algunas estrategias de manejo sustentable para la producción de alimentos en México, producto de resultados de investigación de un grupo de investigadores-especialistas en la temática, que pertenecen a prestigiadas instituciones de México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto Tecnológico de Torreón, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Durango y la Universidad Politécnica Región Laguna cuya contribución busca ofrecer un mejor futuro, mediante el análisis de técnicas de cultivo que conservan los recursos del medio ambiente, con un enfoque de producción sostenible y de impacto positivo en la economía y en la sociedad.

La agricultura orgánica es una forma de obtener alimentos libres de residuos como fertilizantes y plaguicidas en general. Busca la sustentabilidad mediante el manejo integral del agua y del suelo, considerando su permanencia para garantizar alimentos sanos y abundantes a una sociedad en constante crecimiento.

El objetivo es ofrecer alternativas y experiencias para mejorar la calidad y cantidad de alimentos en beneficio de la población y ello se refleje en mejores ingresos y bienestar del productor.

Los compiladores

Índice

Presentación	4
Introducción	6
Capítulo 1	7
Evaluación de Soluciones Nutritivas en el Desarrollo y la Producción de Forraje Verde Hidropónico	7
Capítulo 2	18
Rendimiento y Calidad Fitoquímica de Frutos de Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) Por Efecto del Estiércol Solarizado y la Inoculación con <i>Azospirillum brasilense</i>	18
Capítulo 3	40
La producción de café por productores del Grupo Terruño Nayarita en México	40
Capítulo 4	55
Perfil Fitoquímico en Chiles Tratados con Fertilización orgánica	55
Capítulo 5	68
Dinámica de Nitratos en la Producción de Lechuga en Acuaponía	68
Capítulo 6	81
Orégano mexicano, propagación y sus propiedades fitoquímicas: una revisión	81
Capítulo 7	94
Efectos de la Fertilización Orgánica e Inorgánica en el cultivo de Chile Jalapeño <i>Capsicum annuum</i> L. var. Autlan en las Características Físico-Químico-Biológicas del Suelo	94
Capítulo 8	116
Biofertilizantes como Alternativa de Producción en dos Genotipos de Maíz Forrajero	116
Capítulo 9	131
Respuesta del cultivo de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) a sustratos orgánicos formulados con diferentes proporciones de Vermicompost: Arena	131
Capítulo 10	145
Uso de Enmiendas Orgánicas en la Agricultura: Una Revisión Sistemática Sobre sus Efectos en el Crecimiento, Rendimiento y Calidad de los Cultivos	145
Capítulo 11	171
Aprovechamiento de Candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.) para la Formulación de un Tratamiento Dermatológico	171
Índice	180
Los organizadores	181

INTRODUCCIÓN



El cultivo de la tierra surge como una necesidad para la permanencia del hombre en la tierra; la recolección de plantas y frutos la antecedió una vez que el *Homo sapiens* se hizo sedentario. Sin embargo; a través de los siglos, la combinación de recursos utilizados en la producción de alimentos agropecuarios ha ido cambiando, motivado por el crecimiento demográfico como por el uso de insumos de origen químico en la agricultura.

Los sistemas de riego han dado respuesta al mejor aprovechamiento del recurso ante la cada vez mayor escasez en cantidad y calidad del agua, y nuevos tipos de agricultura protegida e intensiva han prosperado a fin de satisfacer la demanda de insumos a la industria agroalimentaria que abastece el consumo alimenticio de una población en constante crecimiento, surgiendo así el uso de semillas transgénicas resistentes a sequía, plagas y enfermedades.

Como una respuesta a la producción de alimentos libres de residuos tóxicos y en armonía con la naturaleza surge la agricultura orgánica, que busca proteger el medio ambiente y la salud humana, por lo cual, el propósito de este libro, es mostrar avances de investigación logrados en distintos temas como son: el uso de estiércoles y vermicompostas, uso de bacterias promotoras de crecimiento, biofertilizantes, control biológico de plagas y sustratos en los cultivos de tomate, café, algodónero, chile jalapeño, maíz forrajero, nogal pecanero, y la producción de café.



Efectos de la Fertilización Orgánica e Inorgánica en el cultivo de Chile Jalapeño *Capsicum annuum* L. var. Autlan en las Características Físico-Químico-Biológicas del Suelo

Effects of Organic and Inorganic Fertilization in the Cultivation of Jalapeño Pepper *Capsicum annuum* L. var. Autlan in the Physical-Chemical-Biological Characteristics of the Soil

Recibida em: 12/12/2025

Aprobado em: 04/02/2026

 10.46420/9786585756747cap7

J. Guadalupe Luna-Ortega^{1‡} 

Oscar Alan Segura-Echevarría¹ 

David Antonio Zúñiga-Gracia¹ 

María Gabriela Cervantes-Vázquez² 

Jorge Alberto Ramos-Hernández¹ 

Mario García-Carrillo³ 

Tomás Juan Álvaro Cervantes-Vázquez² 



¹ Universidad Politécnica de la Región Laguna. Ejido Santa Teresa S/N, San Pedro de las Colonias, Coahuila.

² Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km. 35, ejido Venecia. C.P. 35111. Gómez Palacio, Durango, México.

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio. Narro. Unidad Laguna. Carretera a Santa Fé y Periférico s/n, Col Valle Verde. Torreón, Coahuila.

‡ Autor para correspondencia: lupe_lunao@yahoo.com.mx

RESUMEN

México cuenta con las condiciones agroclimáticas para la producción comercial de chile. El chile jalapeño es originario de este país y perteneciente al género *Capsicum* y a la especie *annuum*, y es considerada la especie más célebre y difundida en el mundo. México reporta cada año un sin número de hectáreas de cultivo de chile, donde el tipo jalapeño ocupa el primer lugar. Para lograr una nutrición adecuada y sustentable para este cultivo, como posible solución se han estudiado las ventajas que ofrecen los distintos abonos orgánicos, que influyen sobre la fertilidad de los suelos mejorando sus propiedades. En el presente estudio se evaluaron los efectos de diferentes abonos orgánicos y un fertilizante químico sobre el cultivo de chile jalapeño, así como sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Los fertilizantes utilizados, fueron: Estiércol solarizado 20 ton/ha⁻¹, tratamiento control testigo, estiércol solarizado 40 ton/ha⁻¹, tratamiento químico (MAP) 100 kg/ha⁻¹, lombricomposta 20 ton/ha⁻¹, lombricomposta 40 ton/ha⁻¹. Los resultados mostraron que los tratamientos a base de lombricomposta con 20 y 40 ton/ha⁻¹ presentaron diferencias significativas con respecto a los tratamientos a base de estiércol y químico considerando el rendimiento, calidad de fruto, contenido de materia orgánica, humedad, conductividad eléctrica, contenido de nitratos, así como del contenido de fosforo soluble.

Palabras clave: Estiércol, lombricomposta, *Capsicum*

SUMMARY

Mexico has the agro-climatic conditions for the commercial production of chili. The jalapeño chili being native to this country and belonging to the genus *Capsicum* and the species *annuum*, considered the most famous and widespread species in the world. Every year, Mexico reports countless hectares of chili cultivation, where the jalapeño type occupies first place. To achieve adequate and sustainable nutrition for this crop, as a possible solution, the advantages offered by different organic fertilizers have been studied, which influence the fertility of the soil by improving its properties. In the present study, the effects of different organic fertilizers and a chemical fertilizer on the jalapeño pepper crop were evaluated, as well as their physicochemical and microbiological characteristics. The fertilizers used, as well as their concentrations, were as follows: Solarized manure 20 ton/ha⁻¹, control treatment, solarized manure 40 ton/ha⁻¹, chemical treatment (MAP) 100 kg/ha⁻¹, vermicompost 20 ton/ha⁻¹, vermicompost 40 ton/ha⁻¹. The results showed that the vermicompost-based treatments with 20 and 40 tons/ha⁻¹ showed significant differences compared to the manure and chemical-based treatments considering yield, fruit quality, organic matter content, moisture, electrical conductivity, nitrate content, as well as soluble phosphorus content.

Index words: Manure, vermicompost, *Capsicum*

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1993, la producción y el comercio mundial de chiles (*Capsicum annuum* L.) ha presentado un incremento del 8% anual en volumen y del 11% en los ingresos. El aumento se debe a la demanda creciente de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos de tipo industrial (Azofeifa; Moreira, 2008).

México cuenta con las condiciones agroclimáticas apropiadas para la producción de chile y lograr altos rendimientos por área. Sin embargo, existe muy poca información de los requerimientos nutricionales durante el ciclo de la planta y los períodos de máxima absorción de los nutrimentos. La absorción de nutrimentos es un fenómeno metabólico que ocurre en cada proceso metabólico de la planta requiere nutrimentos cualitativa y cuantitativamente diferentes (Azofeifa; Moreira, 2008).

Para llegar a incrementar y mantener su producción comercial en sus valores óptimos, es necesario controlar todos los factores que benefician su producción, destacando la nutrición nitrogenada y potásica. El chile jalapeño, como todas las demás especies de interés agronómico, requiere de cantidades específicas de nutrimentos y agua para alcanzar altos rendimientos (Alonso et al., 2001).

Este cultivo en particular requiere una baja cantidad de nitrógeno por hectárea en las etapas de desarrollo vegetativo e inicio de la floración, en el caso del potasio sería desde la siembra hasta el inicio de la floración, después, los requerimientos de nitrógeno se incrementan hasta alcanzar su absorción máxima durante el crecimiento del fruto y después ésta empieza a declinar, a la vez que se incrementa la absorción de potasio para favorecer el crecimiento de los frutos e inducir sobre éstos, calidad y sanidad (Alonso et al., 2001).

Para lograr una nutrición adecuada y sustentable para el cultivo de chile jalapeño como posible solución, diferentes investigadores han estudiado las ventajas que ofrecen los distintos abonos orgánicos, los cuales influyen sobre la fertilidad de los suelos mejorando, tanto sus propiedades físicas, químicas y biológicas, ventajas que difícilmente se lograrán con los fertilizantes sintéticos (Acosta et al., 2013).

Los abonos orgánicos pueden controlar los patógenos del suelo. Con su adición aumentan el número de nematodos saprófitos y depredadores, además del número de microorganismos benéficos para la planta, hongos y otros enemigos naturales de los nematodos fitoparásitos, lo cual reduce los niveles de infestación de forma satisfactoria (Puertas; Hidalgo, 2009).

Actualmente, con la idea de utilizar menos agroquímicos, la producción de alimentos se está enfocando hacia una agricultura orgánica en la que se manejan compostas, en las cuales se utilizan residuos vegetales, excretas animales y condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación. El proceso de compostaje permite que la materia orgánica se descomponga rápidamente y es aquí cuando las temperaturas suben a más de 50°C, propiciando el decremento del número de bacterias patógenas (Ferrara; Alarcón, 2007).

La importancia de utilizar abonos orgánicos crece cada día debido a los múltiples beneficios que estos otorgan, por lo tanto, las investigaciones al respecto son muy importantes, ya que las mismas nos

mostrarán el comportamiento adecuado que se debe tener con estos, sus características y principales aportaciones. En el presente trabajo se evaluó los efectos de abonos orgánicos y un fertilizante químico sobre el cultivo de chile jalapeño, así como características fisicoquímicas y microbiológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cultivo de chile jalapeño fue establecido en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango ubicada en el Km. 35 de la carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, en el poblado Venecia, Durango, cuyas coordenadas son: 25°46'56" Latitud N; 103°21'02" Longitud W.

Los análisis fisicoquímicos correspondientes al cultivo se realizaron en los laboratorios de agua, planta y suelo de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Así mismo cabe hacer mención que los análisis microbiológicos fueron realizados en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango ubicada en el núcleo universitario en la ciudad de Gómez Palacio, Durango.

La investigación fue realizada durante el ciclo de producción agrícola primavera-verano del año 2020. Se realizó un barbecho, un rastreo y paso de escropa, comenzando con el desarrollo de la plántula de chile jalapeño en almacigo dentro de un invernadero durante el mes de febrero, prosiguiendo con su establecimiento en campo a cielo abierto en el mes de marzo, logrando cuatro cortes de fruto y concluyendo con el levantamiento del cultivo en octubre del mismo año.

Producción de Abonos Orgánicos

La producción de abonos orgánicos se desarrolló de igual manera en el campo experimental de la FAZ-UJED. El proceso de solarización del estiércol vacuno lechero comenzó apilando este en un montículo de 1.0 m de alto por 2.0 m de ancho y 3.0 m de largo. Este se cubrió con un plástico de polietileno transparente el cual fue sujetado apilando suelo sobre la orilla de este. Se aplicó agua al comienzo de la solarización para tener un contenido de humedad de 25 por ciento. La solarización duró 105 días durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre del año 2019.

Elaboración de Lombricomposta

La lombricomposta fue elaborada en dos camas de block y cemento de 2 m de ancho por 6.5 m de largo sobre una superficie de polietileno negro y paja de alfalfa deshidratada para minimizar la entrada de luz, contando estas con una pendiente de 2%, siendo utilizada una composta a base de estiércol solarizado como fuente de alimento para las lombrices. Se utilizó lombriz roja californiana en este proceso (*Eisenia foetida*). El proceso de producción de lombricomposta se ha venido realizando en el jardín botánico de la FAZ-UJED desde el año 2010 con excelentes resultados de producción.

Diseño Experimental

En un diseño completamente al azar, se aplicaron diferentes tipos y concentraciones de fertilizantes orgánicos, así como un fertilizante químico a base de fosfato mono amónico además de un testigo (sin tratamiento), en un cultivo de chile jalapeño *Capsicum annuum* var. *annuum* híbrido Autlán. Las dimensiones del cultivo fueron 21m de ancho por 24 m de largo.

Las concentraciones de los abonos utilizados fueron.

- T1._ Estiércol Solarizado 20 ton/ha (E20)
- T2._ Control (sin tratamiento)
- T3._Estiércol Solarizado 40 ton/ha (E40)
- T4._Tratamiento Químico (Fosfato mono amónico) 100 kg/ha (MAP)
- T5.- Lombricomposta 20 ton/ha (L20)
- T6._ Lombricomposta 40 ton/ha (L40)

Análisis Físico-Químico

Los análisis fisicoquímicos se realizaron tomando muestras de suelo en cada uno de los tratamientos con sus repeticiones a una profundidad de 0-30 cm en tres etapas tomando siempre en cuenta cada tratamiento por separado, una vez obtenidas las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico, esto con el fin de mantener las muestras en condiciones adecuadas para poder ser transportadas a los distintos laboratorios.

Recolección de Muestras

La primera toma de muestras se llevó a cabo al inicio del establecimiento del cultivo en marzo de 2020, segunda toma fue con el cultivo en pleno desarrollo durante el mes de septiembre de 2020 y la tercera toma fue al final, antes de que fueran levantadas las plantas, una vez obtenidas las muestras, estas fueron colocadas en bolsas de plástico con el fin de mantener las muestras en condiciones adecuadas para poder ser transportadas a los distintos laboratorios.

Análisis Microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron durante el mes de octubre del año 2020 y solo contaron con una repetición. Los análisis de las características de la planta se realizaron conforme a los cortes de fruto: El primer corte se realizó el 11 de junio de 2020, el segundo corte el 31 de julio de 2020, el tercer corte el 28 de agosto de 2020 y el cuarto corte el 09 de octubre de 2020.

Se evaluó materia orgánica, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, nitratos, humedad, fosforo soluble, temperatura del suelo, largo y ancho del fruto, altura y diámetro de planta, cultivo y aislado de microorganismos en Agar.

Se sembró en las cajas con una solución previamente preparada con una muestra de suelo de los tratamientos, de los cuales se pesó 1g de suelo seco tamizado, este se colocó en un tubo de ensaye y posteriormente fue diluido en 9 ml de solución buffer cloruro de sodio (NaCl) al 0.85% se agitó durante 5 minutos con un vortex (marca Thermo).

Enseguida se tomó un mililitro de la mezcla y se diluyó en otro tubo de ensayo con 9 ml de la solución salina y así sucesivamente hasta llegar a la dilución 10-4; de estas diluciones se tomaron las más representativas que fueron las diluciones 10-2 y 10-3, de las cuales fueron tomados 20 µl de la dilución del suelo que se colocaron en cajas petri que contenían Agar Luria - Bertani (LB). Las muestras se incubaron a temperatura de 27 °C durante 24 horas (Sarmiento, 2014; Huerta, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia Orgánica

Los suelos en la Comarca Lagunera están clasificados como medianamente pobres en su contenido de materia orgánica entre 1.31% y 1.65 %. Al principio de este estudio se realizó un análisis de suelo en el sitio experimental arrojando resultados de 0.5 % y 0.8%, cabe resaltar que este sitio estuvo en descanso de toda actividad agrícola durante más de un año.

El tratamiento LC40 fue numéricamente mayor pero estadísticamente igual al tratamiento MAP y al LC20, estos tres tratamientos tuvieron mayores cantidades de materia orgánica en comparación con los demás tratamientos ($p < .05$). El tratamiento E20 y el E40 fueron estadísticamente iguales ($p < .05$), y la cantidad de materia orgánica del tratamiento E40 fue mayor que la del testigo ($p < .05$) (Tabla 1).

Los resultados, aunque continúan entre los parámetros de lo medianamente pobre, son halagadores ya que el porcentaje de materia orgánica se elevó hasta un 91% más en su contenido (Castellanos y Reyes, 1982; Serrato, et al., 2002).

Tabla 1. Contenido de materia orgánica (%) en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica CAE-FAZ-UJED. 2020.

Tratamiento ¹	Materia Orgánica (%)
LC20	1.2653 a ²
LC40	1.4080 a
E20	0.7887 b c
E40	0.9453 b
MAP	1.3420 a
TESTIGO	0.6260 c

¹MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Potencial de Hidrógeno

El análisis de pH es un indicador de la salinidad, así como del nivel de acidez del suelo, factores fundamentales que deben ser controlados para asegurar la buena salud del mismo. El método del potenciómetro fue el designado para su análisis en el laboratorio mismo que nos mostró los siguientes resultados, los tratamientos E20, E40 y el testigo presentaron igual pH, y tuvieron el mayor pH que los demás tratamientos ($p < .05$). El tratamiento MAP fue significativamente superior a los tratamientos LC20 y LC40, los cuales entre sí fueron similares en su pH (Tabla 2).

Así también el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha nos arrojó una media de 6.84 siendo la lectura de pH menor y más recomendable, ya que un pH alto es un indicador directo de un suelo salino el cual influye directamente en el buen desarrollo del cultivo. El pH recomendable para el cultivo de chile jalapeño es de 5.5 a 8.3, sabemos de antemano que la aplicación de estiércol como abono orgánico lleva consigo un incremento en los niveles de salinidad que existen en el suelo y este aumenta a la par de la concentración utilizada del abono (Calderón-Tomas et al., 2023)

Para este caso en particular la media del tratamiento de 20 ton/ha de estiércol es de 7.93 siendo mayor que el tratamiento de 40 ton/ha se ha llegado a considerar que el factor del agua de riego con un pH diferente y cambiante dadas las concentraciones de sal en esta, ayudaron a que en el caso particular del tratamiento de 20 ton/ha de estiércol no se cumpliera con lo establecido por otros autores (Lara-Capistrán et al., 2020).

Al principio de esta investigación el pH del suelo donde se estableció el experimento era de 6 a 7 y en todos los tratamientos este aumento dependiendo de cada tratamiento, sin embargo, en el caso del control el pH fue de 7.9 lo que nos hace determinar que el agua de riego fue el factor determinante.

Tabla 2. Potencial de hidrogeno en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica CAE-FAZ-UJED 2020.

Tratamiento ¹	pH
LC20	6.8427 c ²
LC40	7.1000 c
E20	7.9313 a
E40	7.8880 a
MAP	7.5773 b
TESTIGO	7.9020 a

¹ MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Conductividad Eléctrica

La evaluación de la conductividad eléctrica en el suelo es sin duda otro fiel indicador respecto a la fertilidad del suelo, sus unidades según el sistema métrico internacional son dS m^{-1} , este indicador nos mostró los siguientes resultados. Los tratamientos E20 y E40 fueron similares entre sí, y el tratamiento E20 tuvo mayor conductividad eléctrica que los otros tratamientos restantes ($p < 0.05$). Los tratamientos E40 y LC20 fueron estadísticamente iguales, siendo E40 mayor en conductividad eléctrica que los restantes tratamientos ($p < 0.05$).

Los tratamientos LC20, LC40 y el MAP fueron estadísticamente iguales en esta variable, por su parte el testigo resultó ser el que tuvo el valor menor de todos los tratamientos ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Contenido de CE (%) en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica CAE-FAZ-UJED. 2020.

Tratamiento ¹	CE (%)
LC20	2.8840 bc ²
LC40	2.6780 c
E20	3.1800 a
E40	3.1100 ab
MAP	2.8233 d
TESTIGO	2.1473 c

¹ MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Los resultados obtenidos son similares a los encontrados en investigaciones similares en donde las medias respecto a la medición de la conductividad eléctrica oscilaron entre los 2.5 y los 3.4 dS m^{-1} , lo que nos indica una correlación positiva para nuestra investigación y concuerda con lo establecido para nuestro cultivo (Vázquez *et al.*, 2010).

Nitratos, NO_3

El análisis correspondiente para la variable de nitratos nos presentó diferencias altamente significativas. Los tratamientos (LC40) y (MAP) mostraron una mayor concentración de nitratos, sin observar diferencias significativas entre ellos, pero teniendo diferencias significativas frente a los demás tratamientos (Tabla 4).

Los tratamientos E20 y MAP no muestran diferencias significativas entre ellas, pero si las tienen con respecto a los otros tratamientos, por último, los tratamientos LC20 y testigo fueron los tratamientos que mostraron una menor concentración de Nitratos y a su vez no guardan diferencias significativas entre ellos, pero si las tienen con respecto a los demás tratamientos (Tabla 4).

Se realizó una comparación de la presente investigación con otra que guarda condiciones similares, es decir, mismo cultivo y textura de suelo. En esta se observan concentraciones que van de 5.50 ppm a 31.50 ppm. Todo lo anterior nos indica un buen rendimiento en lo que respecta al parámetro de nitratos tomando en cuenta las altas concentraciones de fertilizante químico utilizadas en la investigación de referencia (Galindo et al., 2020).

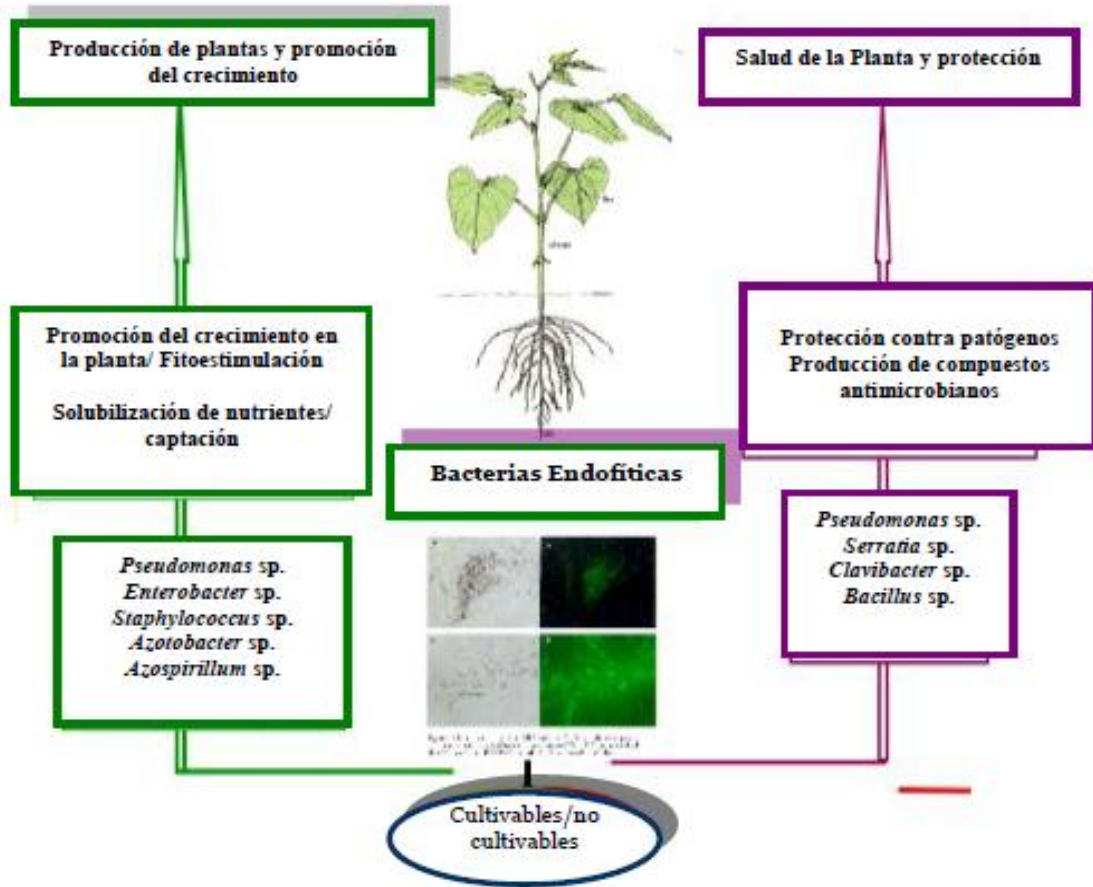


Figura 1. Diagrama de crecimiento y promoción del crecimiento de plantas.

Tabla 4. Contenido de nitratos NO_3 (%) en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica CAE-FAZ-UJED. 2020.

Tratamiento ¹	NO_3 (%)
LC20	5.218 e ²
LC40	11.561 a
E20	6.093 cd
E40	8.115 bc
MAP	9.303 abd
TESTIGO	3.095 e

¹ MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Otra comparación que tomar en cuenta entre nuestro estudio y otro realizado en condiciones similares en el mismo campo experimental, en donde su concentración de nitratos más alta alcanza los 10.82 ppm y corresponde a un tratamiento a base de estiércol solarizado con una dosis de 80 (ton/ha) (Andrade-Linarez et al., 2020). En comparación con la concentración más alta reportada en el presente estudio 11.561 ppm y corresponde al tratamiento LC40.

Contenido de Humedad en el Suelo

El agua es esencial para todos los seres vivos ya que en forma de molécula participa en toda una serie de reacciones metabólicas celulares, actúa como un excelente solvente y portador de nutrimentos desde el suelo hasta las plantas y dentro de ellas. Por lo tanto, la medición de humedad se realiza sólo en función del porcentaje de agua que retiene el suelo, el método utilizado fue el gravimétrico y estos fueron los resultados obtenidos: al inicio del experimento el contenido de humedad en el suelo fue igual en todos los tratamientos. En la fase de desarrollo, el tratamiento LC40 tuvo mayor humedad siendo estadísticamente igual sólo al LC20.

El tratamiento LC20 fue igual a los demás tratamientos. En la fase final, nuevamente el tratamiento LC40 tuvo mayor humedad siendo igualado estadísticamente solo por LC20 en esta variable ($p < .05$). El tratamiento LC20 fue igual a E20. El tratamiento E20 igual al E40 y al testigo, y éstos iguales al MAP.

Comparando los datos obtenidos con parámetros de porcentaje de humedad ya establecidos en otras investigaciones, estas nos indican que los parámetros son aceptables en las lecturas realizadas durante el desarrollo del cultivo.

Al final del desarrollo del cultivo se muestran porcentajes más bajos debido a que se dejó de regar el cultivo para el final del ciclo agrícola es decir cerca del comienzo del invierno (Tabla 5).

Tabla 5. Contenido de humedad (%) al inicio, en desarrollo y al final del ciclo agrícola. CAE-FAZ-UJED. 2022.

Tratamiento	Inicio		Desarrollo		Final	
Testigo	13.09	a	52.90	b	5.98	cd
MAP	13.47	a	58.86	b	3.43	d
LC20	13.40	a	63.20	ab	28.22	ab
LC40	13.84	a	77.60	a	38.20	a
E20	11.41	a	59.40	b	18.58	bc
E40	11.45	a	48.18	b	11.64	cd

¹ MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < .05$), $n = 15$ para cada media.

Fósforo Soluble

Los análisis de fósforo soluble sirven fundamentalmente ya que es un macronutriente esencial para las plantas y los microorganismos, junto con el nitrógeno y el potasio. Puede ser un nutrimento limitante, ya que es un componente de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos. Fue analizado mediante método de Olsen, siendo sus unidades mg/kg, estos fueron los resultados obtenidos.

El tratamiento LC40 presentó la mayor cantidad de fósforo comparado contra los otros tratamientos ($p < .05$). El tratamiento LC 20 fue menor al LC 40 pero tuvo mayor cantidad de fósforo que los otros tratamientos ($p < .05$). Los tratamientos E40, E20 y MAP fueron iguales entre sí. Los tratamientos que tuvieron menores valores de fósforo fueron E20, MAP y el testigo, siendo similares entre sí (Tabla 6).

Tabla 6. Contenido de fosforo soluble (%) en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica CAE-FAZ-UJED. 2012.

Tratamiento ¹	P (mg/kg)
LC20	25.021 b ²
LC40	29.896 a
E20	17.288 cd
E40	19.915 c
MAP	18.497 cd
TESTIGO	14.556 d

E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton. 1 MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Temperatura en el Suelo

La temperatura en el suelo tiene bastante importancia debido a que el crecimiento y desarrollo de las plantas, dependen en gran medida de una temperatura adecuada, ahí radica la importancia de su medición y posterior análisis. Las mediciones de temperatura se realizaron con termómetros analógicos bimetalicos de penetración (12 cm) en unidades del sistema internacional (grados Celsius °C), el sitio exacto de medición fue a la mitad del espacio que limitaba cada uno de los tratamientos con sus repeticiones (1.5 m).

Los resultados de temperatura del suelo fueron analizados de manera estadística, dadas las condiciones extremas de clima en la región lagunera esta variable adquiere una gran relevancia. En la fase de inicio del experimento, en el tratamiento MAP se encontró la mayor temperatura del suelo, aunque fue estadísticamente igual a los demás tratamientos excepto al tratamiento LC40 que fue el que tuvo la menor temperatura en el suelo ($p < .05$). En la fase de desarrollo todos los tratamientos tuvieron la misma temperatura en el suelo (Tabla 7).

En la fase final, el testigo tuvo la mayor temperatura en el suelo, aunque fue igual a la del tratamiento MAP. El tratamiento MAP fue igual a los tratamientos E20 y E40. Los tratamientos E20 y E40 fueron iguales al tratamiento LC20. Este último tratamiento fue igual al tratamiento LC40. Que fue el que presentó menor temperatura en el suelo. Para el cultivo de chile jalapeño se requiere de una temperatura que oscile entre los 18 y 26 °C incluso las temperaturas de 32 a 35 °C ayudan a que el pistilo se desarrolle más largo (García y Nava, 2009).

La temperatura media en todo el cultivo fue la adecuada oscilando entre 24.2 y 32.6°C para el mantenimiento del cultivo muy a pesar de las fuertes temperaturas registradas durante el verano del año 2020 en la Comarca Lagunera, lográndose en gran medida gracias a los riegos periódicamente suministrados de acuerdo con lo mencionado por (Bustos et al., 2020).

Tabla 7. Temperatura en el suelo (°C) al inicio, durante el desarrollo y al final del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum* híbrido Autlán) CAE-FAZ- UJED. 2012.

Tratamiento ¹	Inicio		Desarrollo		Final	
Testigo	32.0	ab ²	28.6	a	28.6	a
MAP	32.6	a	27.4	a	27.4	ab
LC20	31.4	ab	28.4	a	24.8	cd
LC40	30.4	b	28.4	a	24.2	d
E20	30.8	ab	28.4	a	26.6	bc
E40	31.4	ab	27.6	a	26.6	bc

¹ MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

² Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), $n = 15$ para cada media.

Longitud de Fruto

El análisis con respecto a la medición de la longitud y ancho del fruto, conforme fue avanzando el ciclo agrícola fue de vital importancia para elaborar un juicio consiente sobre el rendimiento del cultivo en cuestión, se analizaron 5 muestras de cada uno de los tratamientos con la ayuda de un Bernier estos fueron los resultados obtenidos. Los análisis realizados estadísticamente a los resultados de la medición del largo de fruto nos produjeron los siguientes resultados para cada uno de los 4 cortes siendo analizados cada uno por separado.

En el primer corte, el tratamiento LC40 tuvo mayor largo de fruto que los demás tratamientos ($p < 0.05$) (Tabla 8). Los tratamientos LC20, E20 y E40 fueron estadísticamente iguales en esta variable. El tratamiento LC20 fue superior a los tratamientos MAP, TESTIGO, E20 y E40 ($p < 0.05$). Los tratamientos E20, E40 y MAP tuvieron frutos con longitud similares. El tratamiento E20 tuvo frutos más largos que el testigo ($p < 0.05$). Los tratamientos E40, MAP y el testigo tuvieron frutos con igual longitud y como grupo fueron los tratamientos con frutos de menor longitud.

El tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha, el que mostró un mejor fruto con una media de 7.96 cm que lo coloca en la clasificación de fruto de primera calidad según los estándares de la industria alimenticia (Tabla 9). Para este corte todos los tratamientos se clasificaron en la primera calidad. La media para el tratamiento control fue la más baja para este corte siendo de 6.74 cm, sin embargo, aun siendo el más bajo alcanza una clasificación de primera calidad.

En el segundo corte, los tratamientos LC40, LC20, E40 y MAP fueron similares entre sí y como grupo tuvieron la mayor longitud de fruto ($p < .05$). Los tratamientos LC20, E40, MAP y E20 fueron similares en esta variable medida. El testigo tuvo la menor longitud de fruto ($p < .05$). Como ya fue mencionado, la media más baja reportada para este corte fue la del tratamiento control siendo de 7.38 cm, la cual aún está colocada en primera calidad, quedando de manifiesto el buen rendimiento del híbrido Autlán.

Para el tercer corte, el tratamiento LC40 tuvo mayor largo de fruto que los demás tratamientos ($p < .05$). El tratamiento LC20 sólo tuvo el largo del fruto inferior al LC40, pero fue mayor en esta variable a los demás tratamientos. Los tratamientos MAP, E20 y el testigo fueron similares en el largo del fruto. El tratamiento E20, el testigo y E40 fueron iguales en su largo del fruto y como grupo presentaron los frutos con menor longitud ($p < .05$).

La lectura más baja fue el tratamiento a base de estiércol 40 ton/ha⁻¹ que para el tercer corte su lectura de comparación de medias fue de 5.95 cm siendo la más baja reportada hasta el momento siendo ubicando como de segunda calidad de acuerdo a los parámetros establecidos.

En concordancia con lo reportado en otras investigaciones con similitudes entre ellas, cabe señalar que el tratamiento a base de estiércol 40 ton/ha⁻¹ reportó incluso frutos de tercera y de cuarta calidad. Por lo tanto, no es de sorprender la baja en la calidad para este tratamiento que incluso para este corte estuvo por debajo de los tratamientos químico y control los cuales en los cortes anteriores habían estado por debajo de todos los abonos orgánicos (Vázquez et al., 2011)

En lo correspondiente al cuarto corte de la variable largo de fruto, el tratamiento LC40 tuvo el fruto con mayor longitud comparado con los otros tratamientos ($p < .05$). Los tratamientos LC20 y MAP fueron similares entre sí y con mayor longitud de fruto que los tratamientos testigo, E40, E20 ($p < .05$).

Los tratamientos MAP, E20, E40 y el testigo fueron iguales y como grupo presentaron los valores más bajos en la longitud del fruto ($p < .05$). Para este corte el tratamiento control fue el que nos dio la lectura media más baja siendo esta de 6.58 cm, a lo largo de todo el ciclo logro mantenerse muy cerca de todos los tratamientos, demostrando la gran calidad de la variedad del chile que a pesar de no contar con algún tratamiento sus frutos se desarrollaron de una excelente manera.

Tabla 8. Medias del largo (cm) del fruto en los cortes del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum* híbrido Autlán) en parcelas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Octubre 2020.

Tratamiento	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cuarto corte
Testigo	5.75 d ¹	7.38 c	6.14 cd	6.58 c
MAP ²	6.95 cd	8.3 ad	6.44 c	7.1 bc
LC20	7.42 b	8.64 ab	6.93 b	7.44 b
LC40	7.97 a	8.77 a	8.02 a	8.14 a
E20	7.29 bc	8.2 b	6.2 cd	6.8 c
E40	7.03 bcd	8.49 ab	5.96 d	6.68 c

¹ Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

² MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

n= 25 para cada media.

Tabla 9. Clasificación de la calidad de frutos de chile jalapeño de acuerdo con su longitud.

Calidad	Longitud
Primera (1 ^a)	> 6.1 cm
Segunda (2 ^a)	4.6 – 6.0 cm
Tercera (3 ^a)	3.0 - 4.5 cm
Cuarta (4 ^a)	< 3.0 cm

Ancho de Fruto

En el primer corte el tratamiento LC40 fue mayor en ancho de fruto que todos los demás tratamientos ($p < .05$). El tratamiento LC20 fue mayor que los demás tratamientos restantes en esta variable ($p < 0.05$). Los tratamientos E20, E40, el testigo y MAP fueron iguales entre sí en esta variable medida (Tabla 10).

Para el segundo corte los tratamientos LC20 y LC40 fueron iguales entre sí en el ancho del fruto. LC20 fue mayor en esta variable a los otros tratamientos ($p < .05$). Los tratamientos LC40 y E20 fueron similares, siendo LC40 mayor en esta variable que los tratamientos testigo, E20, E40, MAP ($p < 0.05$). Los tratamientos E20, E40, MAP y el testigo fueron iguales en el ancho del fruto.

En el tercer corte realizado, los tratamientos LC20 y LC40 fueron iguales entre ellos y mayores a los demás tratamientos en la variable ancho del fruto ($p < 0.05$). El testigo, E40 y MAP fueron iguales. El testigo fue mayor en ancho del fruto a E20 ($p < 0.05$). Los tratamientos E20, MAP y E20 fueron iguales.

En los resultados del cuarto corte, los tratamientos LC40, E40, MAP, y LC20 fueron iguales. El tratamiento LC40 fue mayor en ancho del fruto que los tratamientos restantes ($p < .05$). Los tratamientos E40, MAP, LC20 y E20 fueron iguales. El testigo tuvo el menor valor en ancho del fruto siendo sólo igual a E20 (Tabla 10).

Comparando las lecturas con una investigación similar a la nuestra en la cual se utilizaron tratamientos a base de abonos orgánicos, así como un tratamiento químico como fertilizante, para el primer corte se aprecia una lectura mayor de 2.40 cm perteneciente al tratamiento químico.

Esta investigación ampliamente supera al punto de comparación y además para este corte todos los tratamientos de nuestra investigación superaron ampliamente a la investigación comparada, siendo el tratamiento a base de fertilizante químico la que mostro la lectura de medias para ancho de fruto más baja siendo de 2.78 cm (García et al., 2024).

En el análisis de comparación de medias correspondiente al segundo corte, el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha mostró una lectura mayor de 3.374 cm, seguido por el tratamiento a base también de lombricomposta 40 ton/ha con una lectura de 3.3 cm. La investigación similar a la nuestra muestra una lectura de 2.50 cm como mayor, para el segundo corte perteneciente al tratamiento químico. En contraste nuestra lectura de medias menor fue la perteneciente al tratamiento control con una lectura de 2.96 cm (Ayala-Tafoya et al., 2020)

Cabe resaltar que de nueva cuenta todos los tratamientos de esta investigación superan a la investigación utilizada como punto de comparación en la cual hasta este punto del ciclo agrícola ha mostrado mejor calidad de fruto el tratamiento químico por encima de los abonos orgánicos.

La comparación de medias para este tercer corte nos arrojó un valor mayor para el tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha con una lectura de 3.30 cm, seguido por el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha con una media de 3.168 cm.

Ambos tratamientos han mostrado a lo largo del ciclo un rendimiento asombroso dejando atrás a los tratamientos a base de estiércol y al tratamiento químico. Para el tercer corte en la investigación de referencia el tratamiento a base de gallinaza suplementado con 80 unidades de nitrógeno mostró la lectura más alta siendo de 2.50 cm.

En contraste con esta investigación la lectura de medias más baja fue la que mostró el tratamiento a base de estiércol 20 ton/ha con una lectura de 2.61 cm. Cabe hacer mención que por primera vez en todo el avance hasta el momento del ciclo agrícola la investigación referencia se acerca a alguno de los tratamientos de nuestros tratamientos, sin embargo, aún estuvo por debajo de nuestras lecturas.

En lo que corresponde al análisis de medias para el cuarto corte, el tratamiento que mostró una lectura mayor corresponde al tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha con una lectura de 3.48 cm, seguido por el tratamiento a base de estiércol 40 ton/ha que arrojó un resultado de 3.36 cm.

El tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha fue el que mostró durante todo el ciclo una mejor calidad de fruto en lo que respecta al parámetro de ancho de fruto solo superado en el tercer corte por el tratamiento también a base de lombricomposta 20 ton/ha, el tratamiento a base de estiércol 40 ton/ha solo en este corte tuvo una lectura de medias superior al resto de los tratamientos a excepción del que mostro la lectura más alta.

Comparando con la investigación de referencia cuya lectura más alta fue de 2.5 cm del tratamiento a base de gallinaza, en contraste con esta investigación cuya lectura menor fue del tratamiento control con una lectura de 3.092 cm. Cabe resaltar que en ningún momento la investigación comparativa supero a la nuestra, sin embargo, el estudio de referencia reporto 7 cortes es decir 3 cortes más que nuestro estudio.

Tabla 10. Medias de ancho de fruto (cm) en los cortes del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum* híbrido Autlán) en parcelas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Octubre 2020.

Tratamiento	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cuarto corte
Testigo	2.87 c ¹	2.96 c	2.88 b	3.09 c
MAP ²	2.79 c	3.04 c	2.73 bc	3.36 ab
LC20	3.13 b	3.37 a	3.17 a	3.32 ab
LC40	3.33 a	3.30 ab	3.30 a	3.49 a
E20	2.92 c	3.15 bc	2.62 c	3.22 bc
E40	2.90	3.04 c	2.74 bc	3.36 ab

¹ Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

² MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

n= 25 para cada media.

Altura de Planta

En lo correspondiente al parámetro de altura de planta se realizó también un análisis de varianza con su comparación de medias para cada uno de los cuatro cortes realizados a este cultivo. En el primer corte, los tratamientos LC40 y LC20 fueron iguales entre sí y con mayor altura de plantas que los demás tratamientos ($p < .05$). El tratamiento E20, el testigo, MAP y E40 fueron iguales entre sí (Tabla 11).

Para el segundo corte los tratamientos LC40 y LC20 fueron iguales estadísticamente y LC40 tuvo mayor altura en sus plantas que las demás plantas de los otros tratamientos ($p < .05$). Los tratamientos LC20, E20, el testigo, E40 y MAP fueron iguales en altura de plantas.

En el tercer corte, los tratamientos LC20, LC40, E40, el testigo y MAP fueron iguales. Los tratamientos LC20, LC40 y E40 fueron superiores en altura a E20 ($p < 0.05$), tratamiento este último que tuvo la menor altura de plantas. En el cuarto corte, los tratamientos LC40 y LC20 presentaron la mayor altura de plantas y fueron iguales entre sí ($p < .05$). Los tratamientos LC20 y E40 fueron iguales y LC20 tuvo mayor altura de plantas que los otros tratamientos restantes ($p < .05$). Los tratamientos E40, MAP y el testigo fueron iguales, y E40 tuvo mayor altura en sus plantas que E20 ($p < 0.05$). El testigo, MAP y E20 fueron estadísticamente iguales.

Como ya fue mencionado, la comparación de medias para el primer corte arrojó como rango mayor al tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha con una lectura de 47.9 cm y debajo de esta

lectura con 46.9 cm el tratamiento también de lombricomposta de 20 ton/ha, de nueva cuenta ambos tratamientos se colocan por encima de los otros tratamientos.

El estudio comparativo mostró una lectura media de 45.8 cm en el tratamiento a base de gallinaza y fertilizante químico para lo correspondiente al primer corte. Las lecturas de este estudio son superiores al estudio comparativo tomando en cuenta que el estudio de referencia utilizó tratamientos mezclados de abono orgánico y fertilizante sintético (Macías et al., 2012).

En el segundo corte, en lo referente a la comparación de medias el tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha mostró la lectura más alta siendo de 60.8 cm de altura, seguido por el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha con una lectura de 55.8 cm, de nueva cuenta ambos tratamientos fueron superiores respecto a la lectura de medias.

Comparando los resultados de nuestro estudio con el estudio de referencia, el cual arrojó para el segundo corte una lectura de medias de 43.8 cm para el tratamiento compuesto de gallinaza y fertilizante sintético. Para este corte todas las lecturas de medias superaron a la lectura más alta del estudio de referencia de nueva cuenta mostrándonos un excelente vigor de las plantas de nuestro estudio resultado de todo un conjunto de acciones como lo son la excelente elección de la variedad, el riego, fertilización y dosificación adecuada.

En lo correspondiente al tercer corte, en lo que respecta a la comparación de medias el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha obtuvo la lectura mayor de 79 cm superando al tratamiento también a base de lombricomposta 40 ton/ha⁻¹ con una lectura de 78.1 cm. En el estudio comparativo la mayor lectura de medias para este corte fue la del tratamiento a base de gallinaza y fertilizante sintético con una lectura de 58.4 cm, de nueva cuenta esta investigación supera a la investigación de referencia, la lectura menor de este estudio fue de 68.8 cm brindada por el tratamiento a base de estiércol 20 ton/ha.

Tal como lo observado en los parámetros anteriormente analizados en lo referente al tercer corte el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha superó a su homónimo por algunos centímetros, la única diferencia notable para tratar de entender esta diferencia es el hecho de que la temperatura para el tratamiento de 20 ton/ha es menor a la de su homónimo lo cual repercute en este corte.

Para el cuarto corte, la lectura de medias devolvió al tratamiento a base de lombricomposta 40 ton/ha a la cabeza con una lectura de 85 cm, y por debajo de esta lectura el tratamiento a base de lombricomposta 20 ton/ha que arrojó una media de 83.3 cm. Para el último corte se obtuvieron las lecturas más altas con respecto a los antecesores superando incluso a las lecturas mayores de referencia para nuestro país las cuales son de 80 cm (Tabla 11).

En lo que respecta al índice de altura de planta se tuvo un gran desempeño en donde el mejor tratamiento fue sin lugar a dudas el compuesto por lombricomposta 40 ton/ha ya que superó a los tratamientos a base de estiércol solarizado y al tratamiento químico.

La medición concierne a las lecturas de la altura y diámetro de la planta, que nos muestran a detalle cómo fue avanzando el ciclo agrícola, mismos que cobran un rasgo fundamental para contrastarlos con

la aplicación de las enmiendas orgánicas y el tratamiento químico, se procedió a medir 2 plantas por cada tratamiento eligiendo las que se encontraban en medio siendo las plantas 4 y 5 de un total de 8 por repetición, estos fueron los resultados medidos en centímetros.

Tabla 11. Medias de altura de la planta (cm) en los cortes del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum* híbrido Autlán) en parcelas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Octubre 2012.

Tratamiento	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Cuarto corte	
Testigo	39.7	b ¹	54.0	b	72.4	ab	72.9	cd
MAP ²	39.5	b	52.0	b	71.5	ab	72.9	cd
LC20	46.2	a	55.8	ab	79.0	a	83.3	ab
LC40	47.9	a	60.8	a	78.1	a	85.0	a
E20	40.2	b	55.3	b	68.8	b	70.7	d
E40	39.4	b	53.5	b	76.7	a	78.3	b c

¹ Medias con letra diferente dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

² MAP = fertilizante fosfato monoamónico, LC20 = lombricomposta 20 ton, LC40 = lombricomposta 40 ton, E20= estiércol 20 ton, E40 = estiércol 40 ton.

n= 10 para cada media.

Análisis Microbiológico

En lo referente al análisis microbiológico se realizó solo un análisis de comparación con otras investigaciones debido a que solo se realizaron estas pruebas en una sola ocasión durante el desarrollo del cultivo. Para el tratamiento a base de estiércol 20 ton/ha, así como para el tratamiento control, se observó la presencia de *Enterobacter* spp. (Tabla 12), previamente este tratamiento fue sometido a un proceso de solarización con el fin de eliminar todos los microorganismos patógenos que pudieran encontrarse presentes.

Es importante hacer mención que el proceso de solarización, así como cualquier proceso de compostaje, cuyo fin sea desechar patógenos no son 100% efectivos en lo que se refiere al exterminio de enterobacterias, cabe señalar que es una técnica que ha presentado una gran eficacia y que continúa siendo investigada aún hoy en día (Velasco et al., 2004). Sabemos de antemano que el estiércol bovino es una gran fuente de microorganismos patógenos para el hombre, así como también un foco de contaminación para el medio ambiente en general y su uso debe estar regulado por alguna instancia debido al peligro que representa (Palomo et al., 2007).

En el tratamiento a base de estiércol 40 ton/ha, así como en el tratamiento homónimo de estiércol 20 ton/ha se observó la presencia del género bacteriano *Staphylococcus* spp., el cual sabemos es un patógeno regular para el ser humano; sin embargo, actúa como una bacteria endófito que cohabita en las plantas otorgando reguladores de crecimiento y resistencia a enfermedades (Jasim et al., 2013).

Para los tratamientos químico, 20 ton/ha de lombricomposta, así como 40 ton/ha de lombricomposta, observamos desarrollo microbiano de *Actinomicetos* spp. (Tabla 12). Los productos de

los actinomicetos incluyen principalmente: antibióticos, antifúngicos, metabolitos, enzimas extracelulares (quitinasas, peroxidases, glucanasas) inhibidores enzimáticos, neurotransmisores, terpenoides, pigmentos, anticancerígenos y pesticidas entre otros (Medina et al., 2013).

Presentan una alta actividad metabólica y son capaces de degradar la materia orgánica vegetal y animal, producen sideróforos, sustancias promotoras del crecimiento vegetal, ayudan a la asimilación del hierro en la fijación de nitrógeno, lo cual contribuye indirectamente a la promoción de crecimiento vegetal (Medina et al., 2013).

Muy a pesar de los múltiples beneficios que otorgan a las plantas es importante señalar que estos microorganismos tienen la capacidad de infectar al ser humano ocasionando diversas lesiones en la piel. La distribución de las enfermedades causadas por Actinomicetos es mundial, aunque la mayor frecuencia e importancia histórica de la enfermedad se halla en la provincia de Madura en la India (Guevara et al., 2003).

La evaluación del desarrollo microbiológico en el cultivo toma un papel de relevante para definir si estos coadyuvaban con el desarrollo del mismo, formando una relación simbiótica entre la planta y las bacterias o de lo contrario alterar su crecimiento. Estos fueron los resultados de los análisis microbiológicos realizados entre el tercer y el cuarto corte.

Tabla 12. Resultados de los análisis microbiológicos en el suelo bajo fertilización orgánica e inorgánica. CAE-FAZ-UJED. 2020.

Tratamientos	Presencia
20 ton estiércol	<i>Enterobacter</i> spp. <i>Staphylococcus</i> spp.
40 ton estiércol	<i>Staphylococcus</i> spp.
Testigo	<i>Enterobacter</i> spp.
MAP	<i>Actinomicetos</i> spp.
20 ton lombricomposta	<i>Actinomicetos</i> spp.
40 ton lombricomposta	<i>Actinomicetos</i> spp.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de abonos orgánicos a base de lombricomposta 20 y 40 ton/ha, fueron superiores a los tratamientos a base de estiércol, así como al tratamiento químico en cuanto a su calidad de fruto, el contenido de materia orgánica agregada al suelo, mantenimiento de la humedad en el suelo, mantenimiento del rango de potencial de hidrogeno del suelo, conductividad eléctrica, contenido de nitratos en el suelo, así como del contenido de fósforo soluble en el suelo.

Los resultados obtenidos en esta investigación son un parámetro para recomendar el uso de abonos orgánicos por los beneficios que otorgan al suelo tanto físico como químicos. Haciendo una

menção especial para los tratamientos a base de lombricomposta que dados sus componentes otorgan múltiples beneficios al suelo y a las plantas.

Esta investigación demuestra que el buen manejo agronómico aunado a una buena nutrición vegetal promueve el desarrollo microbiológico y este a su vez en interacción con la planta logran buenos rendimientos, es importante señalar que las especies de microorganismos encontradas en nuestro estudio son también de interés clínico para el hombre. Se debe contar con la certeza respecto a qué tipo de microorganismos se están manipulando en los abonos en cuestión y evitar el desarrollo de los infecciosos, así como promover el desarrollo de los microorganismos benéficos para la planta.

Esta investigación representa una pauta a seguir para los productores de la Comarca Lagunera ya que demuestra que la agricultura orgánica puede competir con la convencional, aunque en este caso es necesario estudios a nivel macroescala donde participen productores agrícolas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Universidad Politécnica de la Región Laguna, Universidad Autónoma Agraria Antonio. Narro y a la Universidad Juárez del Estado de Durango.

LITERATURA CITADA

- Acosta, J. M., Hurtado, A. B., Arango, O. B., Álvarez, D. S., & Salazar C. G. (2013). Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz. *Biotechnologia en el sector agropecuario y agroindustrial* 11 94-102.
- Alonso, M. B., Tijerina, L. C., Sánchez, G. P., Aceves, L. A. N., Escalante, J. A., & Martínez, A. G. (2001). Producción de chile jalapeño con fertirriego como función de la tensión de humedad del suelo, nutrición nitrogenada y potásica. *Terra* 20 209-215.
- Andrade-Linarez, K., Castillo-Coaquira, I., & Rossel-Bernedo, L. (2020). Calidad de los suelos agrícolas en la bahía interior de Puno, Perú-2018. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(2), 42-52.
- Ayala-Tafoya F., López-Urquidez G. A., Parra-Delgado, J. M., Retes-Manjarrez, J. E., López-Orona, C. A., & Yáñez-Juárez M. G. (2020) Vermicomposta, auxinas sintéticas y producción de calabacita 255
- Azofeifa A., Moreira M. A. (2008). Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. Cv. hot) en Alajuela, Costa Rica *Agronomía Costarricense* 32 19-29.
- Bustos, J. Q., Tandazo-Garcés, J., & Minda, J. A. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 5(3), 42-48.
- Calderón-Tomás, C., Díaz-Ruiz, R., Contreras-Ramos, J., & Pérez-Ramírez, E. (2023). Protección contra heladas mediante anticongelante, aminoácidos y lombricomposta en etapas fenológicas de frijol. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(SPE29).

- Ferrara, C. R., & Alarcón, A. (2007). Microbiología Agrícola Vol. 1, pp. 1-270. Trillas, México D.F.
- Galindo, L. A. G., Rivas, A. C., Melendez, J. P., & Mayorquín, N. (2020). Alternativas microbiológicas para la remediación de suelos y aguas contaminados con fertilizantes nitrogenados. *Scientia et technica*, 25(1), 172-183.
- García, J. A. S., & Nava, P. R. J. (2009). El chile jalapeño su cultivo de temporal en Quintana Roo. Folleto Técnico. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias 2, 54.
- García, J. A., Cuevas, F. D. M., Viveros, J. A. F., Mireles, H. C., & Castillo, R. C. (2024). Efecto de bioestimulantes microbianos en plántulas y frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum*L.) producidos en macrotúnel.: Bioestimulantes en chile jalapeño. *Revista Bio Ciencias*
- Guevara, M., Navarro, A., Aranzamendi, C., Quispe, N., & Chávez, V., (2003). Micetoma por *Nocardia brasiliensis*: reporte de caso. *Revista Peruana de Medicina Experimental* 20, 159-161.
- Huerta, H. E. (2010). Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín, Qro., y su relación con el crecimiento bacteriano. Tesis Universidad Autónoma de Querétaro, 31.
- Jasim, B., Aswathy, A., Jimtha, J. C., & Radhakrishnan, E. K. (2013). Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic bacteria from the rhizome of *Zingiber officinale*. *Biotech* 10, 130-143.
- Lara-Capistrán, L., Zulueta-Rodríguez, R., Murillo-Amador, B., Romero-Bastidas, M., Rivas-García, T., & Hernández-Montiel, L. G. (2020). Respuesta agronómica del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de *Bacillus subtilis* y lombricomposta en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 693-704.
- Medina, M. D., Morales, G., Hernández, F. D., Ochoa, Y. M., & Flores, A. (2013). Actinomicetos antagonicos contra hongos fitopatógenos de importancia agrícola. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4, 1187-1196.
- Palomo, M. R., Martínez, J. G. R., & Viramontes, U. F. (2007). Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales al Disminuir Riesgos de Contaminación en Actividades Agropecuarias. *CULCYT Sustentabilidad* 4, 4-14.
- Puertas, A., & Hidalgo, L. D. (2009). Efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el establecimiento de *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* en el sustrato y la rizosfera de plantas de tomate. *Protección vegetal* 24, 162-165.
- Sarmiento, L. G. (2014). *Bacillus circulans* E9 productora de ácido indol acético en un medio de cultivo de bajo costo a nivel de biorreactor. Tesis IPN. Departamento de Biotecnología, 20.
- Vázquez, V. C., Ávila, J. A. D., Salazar, S. E., López, M. J. D., Orona, C. I., Zúñiga, T. R., & Figueroa, V. R. (2010). Efecto de los niveles de estiércol solarizado en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) y riego por cintilla en la Comarca Lagunera. *COMCAPLA* 1.

- Vázquez, V. C., Salazar, S. E., Fortis, H. M., Reyes, O. M. I., Zúñiga, T. R., & González, J. A. (2011). Uso de cubiertas plásticas para solarización de estiércol bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1, 619-625.
- Velasco, J. V., Figueroa, B. S., Ferrera, R. C., Santos, A. T., & Gallegos, J. S. (2004). CO₂ y dinámica de poblaciones microbianas en composta de estiércol y paja con aireación. *Terra* 22, 307-316.

Índice

A

Acuaponía, 68
Agricultura, 132, 142, 144, 145, 146
Aloe barbadensis, 172, 175
Aloe Vera, 172, 174, 175
Arena, 131, 134
Azospirillum brasilense, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33

B

Bacillus, 117, 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127
Biofertilización, 19, 33, 35
Bloqueador solar, 172, 173, 175, 176, 177

C

Candelilla, 171, 173, 174, 175, 177
Capsicum annuum, 57, 59, 94, 96, 98, 105, 107, 109, 111, 115

Ch

Chile, 63
Chile Jalapeño, 94

E

Enmiendas Orgánicas, 145
Estiércol, 18, 21, 22, 28, 29, 30, 33
Euphorbia antisiphilitica, 171, 173

F

Fertilización, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 39
fertilizante, 120, 124, 126
Forraje Verde, 7

G

Ganado, 9

I

Inorgánica, 94

J

Jalapeño, 59, 62

L

Lechuga, 68
Lippia graveolens, 83, 84, 87, 88, 89, 90

M

Maíz, 116
Metabolitos, 88, 89
México, 116
Micropropagación, 86
Mojarra tilapia, 69, 72

N

Nitratos, 69, 72, 74, 75, 76, 77, 78

O

Orégano, 81, 83, 84
Orgánica, 94, 99

P

Peces, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78
Piel, 172, 173
Producción, 8, 9, 11, 16, 116
Propagación, 81, 82, 83, 86, 90

Q

Quinoa, 131, 140, 141

S

Suelo, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160
Sustancias húmicas, 146, 147, 148, 156, 160
Sustratos, 131, 132, 133, 135, 136, 138

T

Tomate, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34

V

Vermicompost, 131, 134

Los organizadores



Dr. Ignacio Orona Castillo 

Profesor Investigador de Tiempo Exclusivo de la Universidad Juárez del Estado de Durango, adscrito a la Facultad de Agricultura y Zootecnia ubicada en ejido Venecia, Gómez Palacio Durango desde 2006. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Líneas de Investigación: Economía de los Recursos Naturales y Comercialización de Productos Agropecuarios.



Dr. Ernesto González Gaona 

Investigador Titular del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, adscrito al Campo Experimental Pabellón en Aguascalientes desde 1984, Miembro del SNII Nivel 1. Líneas de Investigación: Manejo orgánico biológico de plagas y enfermedades en Guayaba, Nopal, Vid, Maíz, así como plagas forestales con énfasis en defoliadores de la familia Diprionidae.



Dr. Roberto Sánchez Lucio 

Investigador Titular del Programa de Inocuidad y Producción Orgánica del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, adscrito al Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit desde 2008, Miembro honorífico del Grupo de Expertos del Consejo Nacional de Producción Orgánica ante SENASICA: líneas de investigación Acompañamiento en la Certificación y Renovación en Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC). Asesoría para Obtener el Certificado Orgánico de Producción. Elaboración de Bioinsumos. Producción de Insectos Benéficos y Hongos Entomopatógenos.



Dr. Alain Buendía García 

Se desempeña como Profesor Investigador de Tiempo Completo desde 2018 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores en la categoría de candidato. Sus líneas de investigación se enfocan en la generación de estrategias tecnológicas para la transición de los sistemas agropecuarios, así como la producción integral de cultivos y aprovechamiento de subproductos agropecuarios.

Esta obra, titulada “Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México”, compila estrategias de diversas instituciones académicas para promover una producción de alimentos sana y libre de químicos. A través de la agricultura orgánica y el manejo integral del suelo y el agua, el texto propone técnicas de cultivo que conservan el medio ambiente, buscando no solo la sostenibilidad ecológica, sino también el bienestar socioeconómico de los productores y la seguridad alimentaria de la sociedad.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br