



APORTACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PARA LA  
**AGRICULTURA MENONITA**  
EN CUAUHTÉMOC, CHIH.

Editores: Luis Reyes Muro, Jesús Manuel Ochoa Rivero, Mercedes Borja Bravo, Sergio Arellano Arciniega, Omar Castor Ponce García e Irma De La Peña Meraz



Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Pabellón

Libro Técnico Núm. 10

ISBN: 978-607-37-1722-9 Registro de Derechos de Autor: En trámite

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

# DIRECTORIO

## **SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

DR. JULIO ANTONIO BERDEGUÉ SACRISTÁN  
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

LIC. LEONEL EFRAÍN COTA MONTAÑO  
Subsecretario de Agricultura y Desarrollo Rural

## **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE  
Encargado del Despacho de los Asuntos Correspondientes a la Dirección General del  
INIFAP

DR. EFRAÍN CRUZ CRUZ  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

DR. LUIS ORTEGA REYES  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO  
Coordinador de Administración y Sistemas

## **CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG  
Director Regional

DR. JUAN BAUTISTA RENTERÍA ÁNIMA  
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS  
Director de Administración

## **CAMPO EXPERIMENTAL PABELLÓN**

DR. LUIS REYES MURO  
Director de Coordinación y Vinculación en Aguascalientes

## **CAMPO EXPERIMENTAL LA CAMPANA**

M.C. MANUEL GUSTAVO CHÁVEZ RUIZ  
Director de Coordinación y Vinculación en Chihuahua

# **APORTACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PARA LA AGRICULTURA MENONITA EN CUAUHTÉMOC, CHIH.**

Editores:

Luis Reyes Muro, Jesús Manuel Ochoa Rivero  
Mercedes Borja Bravo, Sergio Arellano Arciniega,  
Omar Castor Ponce García e  
Irma De La Peña Meraz

**Libro Técnico Núm. 10**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO  
CAMPO EXPERIMENTAL PABELLÓN  
CAMPO EXPERIMENTAL LA CAMPANA

**Pabellón de Arteaga, Ags.**

**Diciembre del 2024**

**Portada:** Collage.

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Progreso Núm. 5, Barrio de Santa Catarina, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04010,  
Ciudad de México. Tel. (55) 3871-8700

**APORTACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PARA LA AGRICULTURA  
MENONITA EN CUAUHTÉMOC, CHIH.**

**ISBN:** 978-607-37-1722-9

**Registro de Derechos de Autor:** En trámite

**Primera edición.** Diciembre del 2024

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

**Hecho en México**

**Cita correcta:** Reyes-Muro, L.; Ochoa-Rivero, J. M.; Borja-Bravo, M.; Arellano-Arciniega S; Ponce-García, O. P. y De La Peña-Meraz I. (Editores). 2024. *Aportaciones Científico-Tecnológicas para la agricultura Menonita en Cuauhtémoc, Chih.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Ags., México, Libro Técnico Núm. 10. 258 p. ISBN: 978-607-37-1722-9.

# PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), es un organismo descentralizado, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Agricultura)

El mandato del Instituto se define así: *“A través de la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipos de productores, contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano”, con la misión de “desarrollar soluciones tecnológicas para el impulso de la innovación en el campo mexicano”.*

Esta obra, intitulada: *“APORTACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PARA LA AGRICULTURA MENONITA EN CUAUHTÉMOC, CHIH.”*, en once capítulos y un apéndice de entrevistas realizadas a los actores estratégicos, se presentan resultados de la investigación agropecuaria en interacción con la Comunidad Menonita, a cien años de su llegada a la región noroeste de Chihuahua (1922-2022).

De alguna manera, la investigación científica en la Comunidad Menonita ha estado vinculada al INIFAP, ya sea en la generación de variedades avena y trigo, y en el desarrollo de tecnologías de producción, así como en la transferencia de esta tecnología, en campañas denominadas *“Días experimentales”*, donde la Comunidad Menonita y la mexicana participan conjuntamente.

En este libro se describen algunos impactos en la producción agropecuaria, como resultado del desarrollo científico-tecnológico, aunado a sus tradiciones culturales.

Por estas razones, la Dirección General del INIFAP reconoce las aportaciones de los investigadores de las diversas instituciones y organismos participantes en la creación de esta obra, en beneficio de la sociedad.

**DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE**  
Dirección General del INIFAP

# Convergencia de Saberes 100 Años

COMUNIDAD MENONITA  
EN MÉXICO

Instituciones y  
organismos participantes en esta obra



# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1.</b> Impacto de las variedades de avena generadas por el INIFAP en la Sierra de Chihuahua.....	14
<b>CAPÍTULO 2.</b> Producciones potencial y observada de maíz de riego en el oeste del estado de Chihuahua.....	31
<b>CAPÍTULO 3.</b> Tipología de productores de maíz en la Comunidad Menonita de Cuauhtémoc en Chihuahua, México.....	48
<b>CAPÍTULO 4.</b> Análisis de los sistemas de producción para maíz grano en las comunidades menonitas de Cuauhtémoc, Chihuahua.....	71
<b>CAPÍTULO 5.</b> Impacto de las buenas prácticas agrícolas en la producción de maíz y la gestión del agua: un estudio en comunidades Menonitas de Chihuahua.....	93
<b>CAPÍTULO 6.</b> Estado actual de la Laguna de Bustillos y su impacto en el Valle Agrícola de Cuauhtémoc, Chihuahua .....	115
<b>CAPÍTULO 7.</b> Análisis espacial de calidad de agua de uso agronómico en la red fluvial de la cuenca Laguna de Bustillos, Chihuahua.....	135
<b>CAPÍTULO 8.</b> Evaluación de la eficiencia de operación de los sistemas de riego en el valle agrícola de Cuauhtémoc a través de la partición de la evapotranspiración a utilizando índices de vegetación (PETVI).....	150
<b>CAPÍTULO 9.</b> Desarrollo de una aplicación en Google Earth Engine para la estimación de los requerimientos de agua en un cultivo de manzano.....	187
<b>CAPÍTULO 10.</b> Almacenamiento de carbono en huertas manzaneras de Cuauhtémoc, Chihuahua: un enfoque espacial.....	202
<b>CAPÍTULO 11.</b> Análisis de la variabilidad de las horas frío y la precipitación en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, México durante el periodo 1951-2020.....	215
<b>APENDICE.</b> Una mirada a 100 años de la llegada de la Comunidad Menonita a Cuauhtémoc, Chih., México: la voz de los actores.....	235
<b>EPÍLOGO</b> .....	254

## CAPÍTULO 9

# Desarrollo de una aplicación en Google Earth Engine para la estimación de los requerimientos de agua en un cultivo de manzano

*Janeth Chaparro Oviedo<sup>1</sup> , Víctor Manuel Salas Aguilar<sup>2</sup>, Luis Carlos Alatorre Cejudo<sup>2</sup> y Hugo Luis Rojas Villalobos<sup>2</sup>*

### Resumen

Los recursos hídricos son indispensables para la vida y el desarrollo de un país. El objetivo del presente estudio fue desarrollar una aplicación WEB basada en Google Earth Engine con el fin de estimar la cantidad necesaria de agua para el cultivo de manzana. Determinar la evapotranspiración (ET) en cultivos es importante para planificar el uso del agua e incrementar el rendimiento. En este estudio se calculó la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) mediante métodos empíricos con estaciones meteorológicas, el coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) se infirió mediante el índice NDVI; para su cálculo se utilizó la plataforma de Google Earth Engine. Posteriormente se calculó la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>) con el producto de K<sub>c</sub> y ET<sub>o</sub>. Los valores estimados de ET<sub>c</sub> durante el ciclo del manzano presenta incremento desde el mes de abril (mes correspondiente a la floración del fruto) hasta junio con valores máximos desde 5 a 5.37 mm (día). Se observó un ahorro de tres horas de riego en el sitio analizado

**Palabras clave:** Evapotranspiración, coeficiente de cultivo, evapotranspiración de referencia, evapotranspiración del cultivo.

### Introducción

El agua en la agricultura es uno de los principales factores limitantes en la producción de los cultivos. A medida que crece la competencia entre los diferentes usos del agua, un desafío importante es implementar enfoques para la gestión del recurso hídrico (Helman et al., 2019; Yavuz et al., 2015).

En México, el 77% del agua concesionada es destinada a la agricultura; por lo anterior es necesario incrementar la eficiencia y el manejo adecuado en este sector (Salazar et al., 2014) con buenas prácticas agrícolas e implementar estrategias y mecanismos de acción para mejorar la situación.

---

<sup>1</sup>Organismo de cuenca Río Bravo-CONAGUA. Constitución 4103 Oriente, Fierro, 64590 Monterrey, N.L. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac Km 3.5, Ejido Cuauhtémoc, 31600 Cd Cuauhtémoc, Chih.