



PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN MACROTÚNEL PARA MUJERES DE ZONAS RURALES EN VERACRUZ



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO

COVEICYDET
Consejo Veracruzano de Investigación
Científica y Desarrollo Tecnológico



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN MACROTÚNEL PARA MUJERES DE ZONAS RURALES EN VERACRUZ

AUTORES

JACEL ADAME GARCÍA
FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS
MARIO LÓPEZ VÁZQUEZ
JAZMÍN VILLEGAS NARVAEZ
HÉCTOR CABRERA MIRELES
ANDRÉS VÁSQUEZ HERNÁNDEZ

EDITOR

DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2021



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
CEL 2282386072
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@hotmail.com

ISBN: 978-607-99563-1-8



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
(978-607-99621
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 2
Presentación en medio electrónico digital: formato PDF 8 MB
Fecha de aparición 18-11-2021
ISBN 978-607-99563-1-8

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN MACROTÚNEL PARA MUJERES DE ZONAS RURALES EN VERACRUZ

AUTORES

Adame-García, Jacel¹

Murillo-Cuevas, Félix David¹

López-Vázquez, Mario¹

Villegas-Narváez, Jazmín¹

Cabrera-Mireles, Héctor²

Vásquez- Hernández, Andrés²

¹Tecnológico Nacional de México Campus Úrsulo Galván.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Cotaxtla.

El Tecnológico Nacional de México es una institución con presencia nacional encontrando institutos tecnológicos en todo México lo que permite atender a una población escolar de más de 600 mil estudiantes en licenciatura y posgrado gracias a sus 43 programas educativos principalmente en áreas de ingeniería. Somos una institución con reconocimiento internacional gracias al desempeño y actuación de sus egresados en el campo profesional.

El campus Úrsulo Galván (ITUG) en Veracruz, fundado en el año 1976, forma parte del engranaje que mueve a México a través de la Ciencia y Tecnología formando los profesionales en materia agronómica que alimentan a nuestro país en el sector agrícola y pecuario. Actualmente oferta carreras distribuidas en cinco áreas: Innovación agropecuaria, biotecnologías, tecnologías alimentarias, energías renovables, biodiversidad y conservación. Ubicado estratégicamente en la región centro del estado de Veracruz, zona dedicada a la agricultura, ganadería y pesca, permite que el Tecnológico sea referente en estos temas.

Este documento está diseñado principalmente para las mujeres de zonas rurales que deseen producir hortalizas en condiciones controladas que les permita obtener productos de calidad y a bajo costo, al emplear macrotúneles.

Contenido

I.	PRESENTACIÓN.....	3
II.	INTRODUCCIÓN.....	6
III.	OBJETIVO	11
IV.	ESTABLECIMIENTO DE UN MACROTÚNEL.....	12
4.1.	¿Por qué un macrotúnel?	12
4.2.	Montaje de un macrotúnel.....	14
4.2.1.	Preparación de materiales	15
4.2.2.	Acondicionamiento del área donde se establecerá el macrotúnel.....	16
4.2.3.	Diseño y trazo del macrotúnel.	17
4.2.4.	Formación de las camas.....	18
4.2.5.	Estructura metálica para la base del macrotúnel.	19
4.2.6.	Colocación de la cubierta del macrotúnel.	22
4.2.7.	Instalación del sistema de riego por goteo.	26
V.	MACROTÚNELES ESTABLECIDOS.....	28
5.1.	Macrotúnel en Hato de la Higuera del municipio de Puente Nacional	29
5.2.	Macrotúnel en Loma de San Rafael del municipio de Úrsulo Galván	30
5.3.	Macrotúnel en Chalahuite del municipio de Úrsulo Galván	31
5.4.	Macrotúnel en Cruz Verde del municipio de Totutla.....	32
5.5.	Macrotúnel en Tlacotepec de Mejía del mismo municipio.....	33
5.6.	Macrotúnel en Salmoral del municipio La Antigua	33
VI.	IMPORTANCIA DE UN MANEJO BIORRACIONAL DE CULTIVOS	35
6.1.	Plagas presentes en los cultivos.....	36
6.2.	Bioplaguicidas e insecticidas de última generación.	39
6.3.	Eficiencia de los plaguicidas.....	40
6.4.	Bioestimulantes a base de bacterias y hongos.....	47
6.5.	Eficiencia de los bioestimulantes.....	49
VII.	MANEJO BIORRACIONAL DE CHILE HABANERO EN MACROTÚNEL.....	55
VIII.	ANÁLISIS ECONÓMICO PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO EN MACROTÚNEL	66
8.1.	Importancia económica del chile	66

8.2. Importancia económica y usos del chile habanero	67
8.3. Indicadores	70
8.4. Producción de chile habanero en México	72
8.5. Análisis financiero	74
8.6. Desarrollo de la producción de chile habanero.....	77
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	81
X. Índice de Figuras.....	91
XI. Índice de Cuadros	96
XII. Autores.....	97
XIII. Agradecimientos	106

I. PRESENTACIÓN

El papel de la mujer en la producción agrícola ha tomado relevancia en los últimos años, de ellas depende la seguridad alimentaria de numerosos hogares rurales en México. Sin embargo, tienen un limitado acceso a recursos productivos, tecnológicos, capacitación y apoyos económicos (Riaño y Keilbach, 2009; Ramírez, 2011).

La incorporación de género en los proyectos de desarrollo en agricultura es un requisito para gobiernos, países, organizaciones no gubernamentales (ONG), implementadores de proyectos y donantes, debido principalmente al acuerdo de los países de trabajar para lograr la igualdad de género, lo cual es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Chavarro *et al.*, 2020).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], (2019) señala que en el desarrollo rural y la erradicación del hambre las mujeres son un sector clave, debido que son responsables de producir la mitad de los alimentos del mundo. Por lo que sugieren que se debe promover la equidad e impulsar su participación en los procesos productivos (Figura 1.1). Indica que, en México, las mujeres rurales representan más de un tercio de la población mundial y el 43% de la mano de obra agrícola y el 15% del total de productores a nivel.

Por otra parte, el Banco Mundial (2017) menciona que las mujeres en los países en desarrollo son de gran importancia en la economía rural, actualmente se observa un aumento en el número de hogares dirigidos por mujeres. Debido a su responsabilidad con sus familias y comunidades, son las responsables de proveer alimentos y nutrición.



Figura 1.1. Mujeres en los macrotúneles.

La agricultura que desarrollan las familias involucra una interrelación dinámica con su entorno social, económico, político, cultural y ambiental. Este tipo de producción, demanda innovación y adaptación constante, en respuesta a los condicionantes del mercado y del entorno social y a las fluctuaciones del ambiente. Sin embargo, la agricultura familiar busca minimizar los riesgos antes de maximizar sus ingresos económicos (Alatrística, 2015).

De tal forma que, un sistema biorracional de producción de hortalizas en macrotúnel es una alternativa innovadora de producción de alimento para autoconsumo y/o venta que las mujeres de zonas rurales en Veracruz pueden adoptar, ya que con los apoyos apropiados, las mujeres pueden llegar a convertirse en un motor de desarrollo en la región, un incremento de su productividad provocará mayor bienestar de los hogares rurales y crecimiento económico de la región (Ramírez, 2011; Robinson *et al.*, 2019).

Los macrotúneles para la producción de hortalizas son unidades de producción familiar y una estrategia para que la población rural pueda obtener alimentos a bajo costo y alcanzar con ello, la seguridad alimentaria. En el Tecnológico Nacional de

México (TecNM), Campus Úrsulo Galván, se han construido macrotúneles a través del apoyo de proyectos de investigación financiados por el Tecnológico Nacional de México (9165.20-P, 9239.20-P y 10544.21-P) en los que se evaluaron las condiciones óptimas para su operación.

Actualmente el proyecto Sistema de Producción Biorracional de Hortalizas en Macrotúnel, Conducido por Mujeres, financiado por el Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICyDET) tiene como objetivo producir hortalizas en macrotúnel como alternativa innovadora que permita a las mujeres de zonas rurales producir hortalizas de calidad.

Como parte de la búsqueda de alternativas económicas y la diversificación de la producción agrícola para pequeñas productoras de la zona centro Golfo de Veracruz, el TecNM campus Úrsulo Galván en conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Cotaxtla, hemos unido esfuerzos para la implementación de alternativas de producción biorracional de hortalizas en macrotuneles.

Al implementar la producción en macrotunel de los cultivos de tomate, chile habanero, chile serrano y pepino, se logran reducir los costos de producción a mediano plazo. Además de que se logra incrementar la productividad de los cultivos, lo cual se traduce en mayores ingresos para las productoras.

II. INTRODUCCIÓN

Actualmente el crecimiento poblacional y la demanda de alimentos están teniendo un impacto histórico sobre la agricultura y los recursos naturales. Alrededor del mundo millones de personas sufren de desnutrición mientras que nuestros sistemas agrícolas afectan drásticamente el medio ambiente a escala local y global. La ONU (2017) indica que el objetivo fundamental de los países es alimentar a todos sus habitantes y mantener los ecosistemas de la tierra, de tal forma que la agricultura desempeña un papel clave y directo en el Objetivo del Desarrollo Sostenible para poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible.

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes en México, ya que es fuente de empleo y alimentos, es el sector productivo más importante por tener un impacto en el ámbito económico, social y ambiental, ya que de ésta depende la alimentación básica de la población, así como la conservación y cuidado del medio ambiente. En los últimos años México ha exportado un promedio de 10.4 miles de millones de dólares en productos agroalimentarios. De ellos, alrededor de dos terceras partes corresponden a hortalizas, legumbres y frutos comestibles (SIAP, 2013).

En el año 2015, México ocupó el noveno lugar como productor de hortalizas a nivel mundial, produciendo 14.1 millones de toneladas, siendo el jitomate, chile verde, pepino, cebolla y elote las principales hortalizas por volumen de producción, que en conjunto aportaron cerca de 9.1 millones de toneladas (SIAP, 2016). Actualmente se tiene una producción nacional de jitomate de 1,584,418.61 t, chile verde de 1,281,743.71 t, cebolla de 799,316.12 t y pepino de 718,936.84 t (SIAP, 2021).

La producción de hortalizas es una de las actividades más importante en la generación de recursos económicos, además de tener una particular importancia en la agricultura de subsistencia y contribuir en la generación de empleos en el campo. Las hortalizas constituyen una fuente importante de alimento, la alta proporción de fibra que contienen regula el tránsito intestinal y la desintoxicación, y sus propiedades físicas permiten su ingesta en fresco, aportando caroteno, vitamina C, calcio, hierro y otros minerales (SIAP, 2016).

El estado de Veracruz tiene una gran relevancia en el ámbito agropecuario, su clima, suelo, recursos naturales y humanos le permiten realizar esta actividad en casi todo su territorio (Bada y Rivas, 2010). En cultivos de hortalizas produce 21,159.55 t de jitomate, 25,691.52 t de chile verde y 7,206.89 t de pepino; así como 1,829.02 t de calabacitas y 8,144.88 t de tomate verde (SIAP, 2021).

En Veracruz, como en gran parte del territorio nacional, la producción de hortalizas se realiza principalmente a cielo abierto. Sólo alrededor del 10% del volumen de producción de pepino se realiza en invernadero (Zamora, 2017) y aproximadamente 0.105 ha en producción de chile y 9.746 ha de jitomate se realizan en condiciones protegidas (SIAP, 2020). Uno de los cultivos que pueden ser producido bajo condiciones protegidas es el chile habanero, el cual es producido ampliamente en condiciones de cielo abierto en el estado de Veracruz y gran parte de la producción se realiza en áreas de traspatio para el autoabastecimiento familiar y la venta artesanal de excedentes comerciales (Ruiz-Bello *et al.*, 2016).

Actualmente la producción de hortalizas enfrenta limitaciones graves debido al cambio climático, baja nutrición de las plantas, plagas y enfermedades, esto provocado principalmente por la producción intensiva de los cultivos a cielo abierto, lo cual hace que cada día sean menos sostenibles o se eleven los costos de producción, afectando la parte ambiental, económica y social de las regiones

productoras. Los factores climáticos en algunos cultivos como el jitomate pueden afectar el desarrollo vegetativo de la planta, ya que son exigentes en temperatura y humedad. Plagas como la mosca blanca, el ácaro blanco y la arañita roja causan severos daños a los cultivos hortícolas (Peláez-Arroyo *et al.*, 2016; Lugo-Sánchez *et al.*, 2019).

Los insecticidas que se utilizan para el control de las plagas en su mayoría son sintéticos, cada vez menos eficientes y contaminan drásticamente el ambiente y la salud pública (Bernardino-Hernández *et al.*, 2019; Polanco *et al.*, 2019). La producción de hortalizas se realiza mayoritariamente con fertilización química, en diversas dosificaciones, dependiendo de los recursos económicos del productor y en muchas ocasiones sin el asesoramiento técnico requerido (Villarreal *et al.*, 2002; Reyes y Cortéz, 2017; Ramírez-Vargas *et al.*, 2019), lo que conlleva en ocasiones a una aplicación inadecuada en dosis superiores a los requeridos por el cultivo, conducen a un bajo aprovechamiento (Villarreal *et al.*, 2002).

La agricultura protegida es una alternativa innovadora para superar las limitantes en la producción de hortalizas, ya que es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras para proteger el cultivo, minimiza las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos, así como contrarresta los riesgos inherentes en la producción del cultivo, tales como climatológicos, económicos (rentabilidad, mercado) o de limitaciones de recursos productivos (agua o de superficie) (Moreno *et al.*, 2011).

De tal manera que la agricultura protegida modifica la forma de producir alimentos y genera múltiples ventajas para los productores, tales como el desarrollar del cultivo fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, tener mayor éxito en el control de plagas y enfermedades y mayor control en agua y nutrientes, lo que da como

resultados mejores rendimientos en menor espacio, sanos y con un mejor precio en los mercados (Moreno *et al.*, 2011).

Bajo este sistema de producción se lleva a cabo el control del medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad, entre otros) lo que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar un mayor crecimiento vegetal, aumentar los rendimientos, mejorar la calidad de los productos y obtener excelentes cosechas (Bielinski *et al.*, 2010).

Dentro de la agricultura protegida existen diversas estructuras de protección con características diferentes, entre los que destacan los invernaderos, microtúneles y macrotúneles. Los macrotúneles son estructuras generalmente construidas con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado, cubiertos con una o más capas de plástico de tipo invernadero, agrotexil o malla antiáfidos, con dimensiones de 3 m de altura por 30 m de largo (Bielinski *et al.*, 2010).

Los macrotúneles tienen como ventaja que proporcionan una protección completa del cultivo, evidenciando mayores rendimientos y uniformidad de los frutos, su construcción es más barata que los invernaderos, son una herramienta que los productores pueden emplear para luchar contra varias adversidades que impone el microclima de una localidad, minimizan significativamente el uso de agroquímicos, es adecuado para agricultores de bajos y de altos recursos económicos, es una alternativa de menor inversión para sistemas de producción protegidos y el tiempo de instalación es muy rápido lo que reduce la inversión y mano de obra (Bielinski *et al.*, 2010).

Los macrotúneles permiten que, en áreas pequeñas, los productores puedan satisfacer sus necesidades alimentarias de vegetales y comercializar el resto, o

destinar toda la producción a la venta, con la ventaja de que esta es continua durante el año.

Un complemento importante para la producción de hortalizas en condiciones protegidas a través de macrotúneles es el uso de insumos que permitan un manejo biorracional de los cultivos, reduciendo el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, que se han vuelto cada día menos eficientes y que contaminan cada vez más al medio ambiente.

La utilización de insecticidas de última generación (Gastélum-Luque *et al.*, 2014; Peláez-Arroyo *et al.*, 2016; Randhawa *et al.*, 2020) y/o bioinsecticidas a base de entomopatógenos (Nava-Pérez *et al.*, 2012; García *et al.*, 2013; Andréia *et al.*, 2017; Murillo *et al.*, 2020), que reducen el daño ambiental y la resistencia a los plaguicidas, son alternativas en el desarrollo de nuevas estrategias que ofrecen una opción al control convencional de las plagas.

Por otro lado, los bioestimulantes y/o biofertilizantes a base de microorganismos son alternativas que permiten reducir el uso de fertilizantes químicos sin dañar la nutrición de las plantas y optimizan la absorción de nutrientes por parte de los cultivos y mejoran la calidad de las plantas y frutos (Noh *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2016; Arias *et al.*, 2019; Rojas-Badía *et al.*, 2020).

De tal forma que, un sistema biorracional de producción de hortalizas en macrotúnel es una alternativa innovadora de producción de alimento para autoconsumo y/o venta que las mujeres de zonas rurales en Veracruz pueden adoptar, ya que con los apoyos apropiados, las mujeres pueden llegar a convertirse en un motor de desarrollo en la región, un incremento de su productividad provocará mayor bienestar de los hogares rurales y crecimiento económico de la región (Ramírez, 2011; Robinson *et al.*, 2019).

III. OBJETIVO

El objetivo de este documento es facilitar información que permita a las mujeres de zonas rurales de Veracruz contar con un sistema biorracional en macrotúnel para la producción de hortalizas de calidad.

IV. ESTABLECIMIENTO DE UN MACROTÚNEL

4.1. ¿Por qué un macrotúnel?

Uno de los principales problemas en la producción de hortalizas en la presencia de plagas y enfermedades que provocan pérdidas del cultivo o producción de baja calidad. Además de que el manejo al aire libre de los cultivos es más complicado para las mujeres, existen numerosos casos en que las mujeres cultivan sus hortalizas en traspatio, obteniendo producción para su consumo familiar, sin embargo, estos productos difícilmente podrían ser comercializados ya que no cuentan con la calidad necesaria.

Con base en lo anterior el equipo de trabajo del TecNM campus Úrsulo Galván en Veracruz en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Cotaxtla, decidimos proponer la iniciativa de implementar el manejo de las hortalizas en macrotúneles, los cuales se construyen fácilmente y requieren bajos costos de inversión en comparación con los invernaderos.

Dentro de las ventajas de producir en macrotunel se encuentran que aumenta el rendimiento de hortalizas en comparación del cultivo en traspatio, mejora la calidad del producto al disminuir la presencia de plagas y facilitar su control, además de que se reducen los costos de mano de obra para el manejo agropecuario y de cosecha, se facilita el deshierbe por lo que se controlan mejor las malezas.

En la Figura 4.1. se muestra el proceso general del establecimiento de un macrotúnel.

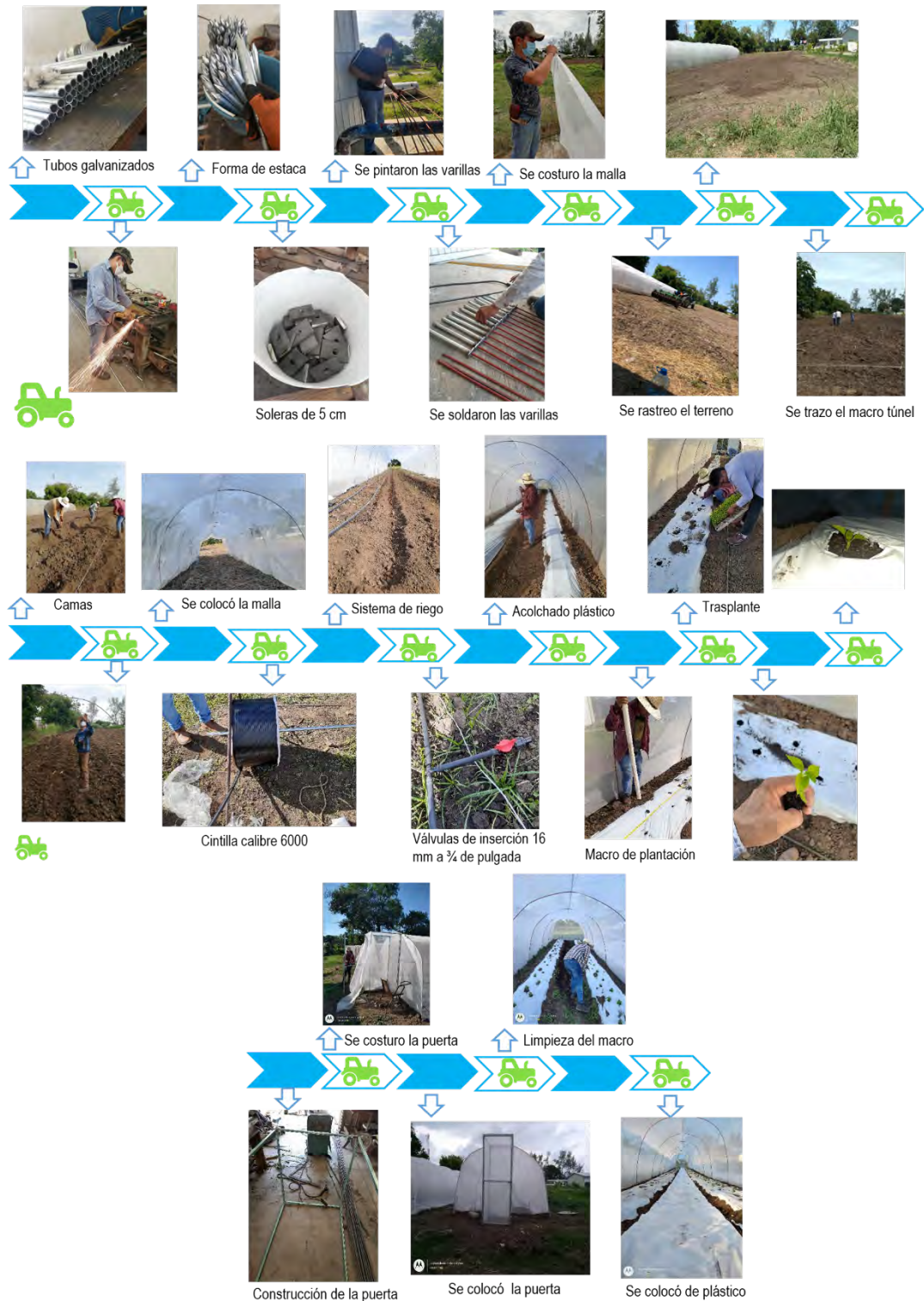


Figura 4.1. Proceso general del establecimiento y producción en un macrotúnel.

Elaborado por Adrián de Jesús Martínez García (2020).

4.2. Montaje de un macrotúnel

En este apartado se describen los materiales y procedimiento para la construcción de un macrotúnel de 3 m de ancho por 30 metros de largo (90 m²) mismo que se validó en la producción de chile habanero, chile serrano, jitomate y pepino.

Para la construcción del macrotúnel se requieren los siguientes materiales:

- 10 varillas de 3/8"
- 9 m de tubo galvanizado de 1/2"
- 3 m de solera de 1/2 x 3/16
- 20 Kg de alambre galvanizado calibre 14
- 2 Kg de soldadura 6013 en 3/32"
- 6 bisagras tubulares de 1/2"
- Pintura anticorrosiva
- 68 m de malla antiáfidos 40x25 3.65m ancho
- Fragmento de malla antiáfidos de 3.30 m x 2.5 m
- 2 carretes de hijo cáñamo #15
- 3 agujas grandes
- 60 m de plástico para acolchado blanco/negro
- 1 bola de rafia blanca
- 150 m de manguera para riego por goteo de 6 mm
- 4 m de manguera redondo 16x18 mm 0.35"
- 3 conectores T 16x16 mm
- 1 conector L 16x16 mm
- Composta

4.2.1. Preparación de materiales

Antes de iniciar con el establecimiento se deben preparar los materiales (Figura 4.2) que se emplearán en la construcción del macrotúnel, para lo cual se deben considerar los siguientes pasos.

1. Cortar y enderezar 15 tramos de varillas de 6 m de longitud.
2. Cortar 30 piezas de tubo galvanizado de 30 cm de longitud a los cuales se les formará una punta (estacas)
3. Cortar fragmentos de solera de 5 cm de longitud y se les hace una perforación a 1/2" con un taladro.
4. Soldar la solera al tubo galvanizado para formar las estacas.
5. Se introducen a la estaca 10 cm del extremo de la varilla de 6 m y se soldan. Se coloca una estaca en cada extremo de la varilla (2 estacas por varilla).
6. Cortar dos fragmentos de malla antiáfidos de 30 m de longitud.
7. Unir a lo largo los dos fragmentos de malla antiáfido cosiendo con aguja e hilo de cáñamo.
8. Para formar la puerta del macrotúnel se cortan:
 - a. 4 fragmentos de varilla de 2.20 m de longitud.
 - b. 10 fragmentos de 1 m.
 - c. 4 fragmentos de 2 m.
 - d. 6 tramos de varilla de 98 cm.



Figura 4.2. Preparación de los materiales para la construcción del macrotúnel. a) y b) Corte y enderezado de varillas; c) y d) corte de fragmentos de solera y perforación de las mismas.

Una vez que se tienen listos todos los materiales se inicia con el establecimiento del macrotúnel.

4.2.2. Acondicionamiento del área donde se establecerá el macrotúnel.

Se recomienda que el sitio en el que se establecerá el macrotúnel cuente con disponibilidad de agua todo el año, preferentemente sea plano o con pendiente menor a 15% y que presente barreras naturales rompevientos.

Para acondicionar el área se lleva a cabo un barbecho y posteriormente el rastreo con el apoyo de un tractor con la finalidad de que el suelo esté suelto y el área limpia sin pendiente para el diseño y trazo del macrotúnel además de que se facilita la confección de las camas (Figura 4.3).



Figura 4.3. Acondicionamiento del área.

4.2.3. Diseño y trazo del macrotúnel.

Una vez acondicionada el área, se realiza un trazo con estacas formando un rectángulo con hilo de rafia con medidas de 30 x 3 m (Figura 4.4). Se debe poner atención en las esquinas del trazo del rectángulo (Figura 4.5), estas deben formar ángulos rectos (90°) para que los arcos de la estructura metálica queden muy bien alineados y que la malla antiáfidos cubra uniformemente la estructura.



Figura 4.4. Trazado del área del macrotúnel.

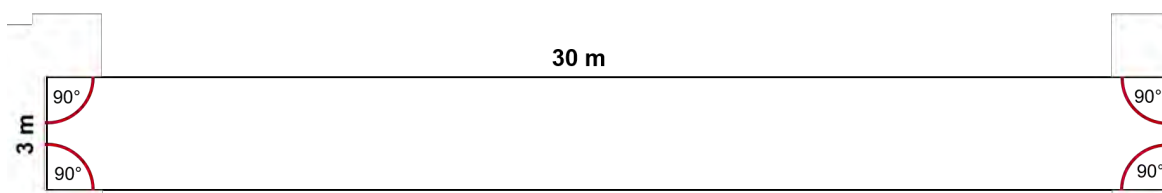


Figura 4.5. Trazado del rectángulo con ángulos rectos para cuadrar el macrotúnel.

Una vez que en las cuatro esquinas estén bien formados los ángulos rectos, entonces se podrá continuar con el establecimiento de la estructura metálica.

Antes de colocar la estructura metálica para la base del macrotúnel se recomienda formar las camas de siembra.

4.2.4. Formación de las camas.

Para la formación de camas se recomienda emplear composta mezclada con suelo, en el macrotúnel se deberán formar dos camas de 1 m de ancho y una altura de 30 cm, separadas unas de otras por callejones de no menos de 40 cm de ancho, esto se realiza antes de montar la estructura de los macrotúneles para tener mayor facilidad al hacer las camas (Figura 4.6).



Figura 4.6. Formación de las camas.

4.2.5. Estructura metálica para la base del macrotúnel.

Para la estructura metálica del macrotúnel se colocan en forma de arco las 15 varillas de 6 m a las que se les soldó la estaca de tubo galvanizado, éstas se colocan a una distancia de 2.14 m entre ellas y un ancho del arco de 3 m (Figura 4.7 y 4.8).



Figura 4.7. Establecimiento de la estructura metálica del macrotúnel en forma de arco.

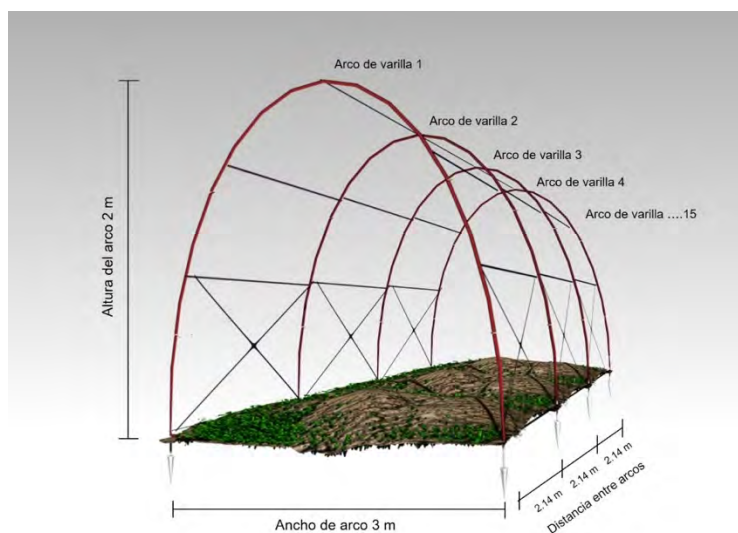


Figura 4.8. Esquema de la estructura del macrotúnel mostrando cuatro arcos de varillas, la distancia entre varillas, la altura y ancho del arco de cada varilla.

Una vez que se montaron los 15 arcos, se procede a amarrar estos arcos con alambre galvanizado en forma cruzada a partir de la base del arco contra la siguiente varilla a una altura de 1.20 m (Figura 4.9 y 4.11).



Figura 4.9. Amarre de los arcos con alambre galvanizado de forma cruzada.

Posteriormente se amarran tres tiras de alambre galvanizado de forma longitudinal en toda la estructura metálica del macrotúnel, la primera línea de alambre es a los 85 cm arriba del amarre cruzado, la segunda es en el centro del macrotúnel y la tercera línea es en el otro lado del arco (Figura 4.10), adicionalmente se amarra una tira más de alambre galvanizado en la base del macrotúnel, amarrada de cada uno de los arcos (Figura 4.11)



Figura 4.10. Amarre de los arcos con alambre galvanizado en la parte superior.

Una vez amarrados los arcos, la estructura queda como en el esquema de la Figura 4.11.

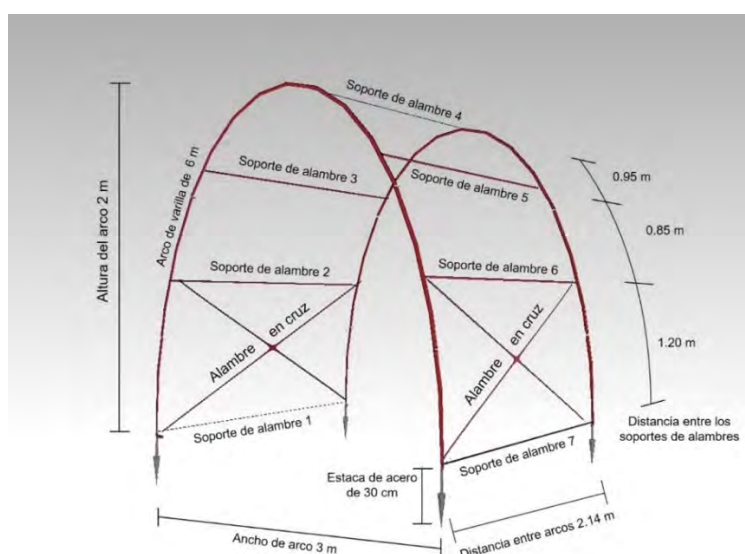


Figura 4.11. Esquema de un segmento de la estructura de un macrotúnel.

4.2.6. Colocación de la cubierta del macrotúnel.

La estructura metálica del macrotúnel se forra longitudinalmente con la malla antiáfidos, se deberá cubrir totalmente el largo del macrotúnel. Se recomienda que dos personas sujeten los extremos de la malla y al menos tres personas se ubiquen dentro del macrotúnel (Figura 4.12). Se debe asegurar que la malla quede lo más centrada posible sobre la estructura. La malla se tensa y se cose a los arcos de los extremos.



Figura 4.12. Colocación de la cubierta del macrotúnel.

Posteriormente se coloca una tapa de malla antiáfidos en el extremo posterior del macrotúnel (Figura 4.13).



Figura 4.13. Colocación de la tapa del extremo posterior del macrotúnel.

La malla se tensa y cose en el alambre galvanizado de la base del macrotúnel y posteriormente se cubren los contornos con suelo (Figura 4.14). En caso de que en el sitio dónde se establezca el macrotunel se encuentre la cantidad suficiente de piedras, se puede omitir el coser la malla, solo se cubrirá con piedras y suelo (Figura 4.15).



Figura 4.14. Tensado y cosido de la malla en la base del macrotúnel.



Figura 4.15. Tensado de la malla en la base del macrotúnel empleando piedras y suelo. Una vez que se coloca la malla y se tensa adecuadamente se coloca la puerta de doble seguridad forrada de malla antiáfidos (Figura 4.16).



Figura 4.16. Colocación de la puerta de doble seguridad.

En las Figuras 4.17 y 4.18 se esquematizan segmentos de un macrotúnel. En el que se puede observar la vista lateral y la vista de frente mostrando la puerta de doble seguridad. Así como la estructura del macrotúnel completo con sus 15 arcos de varillas, mostrando la vista con inclinación, de frente y vista lateral.

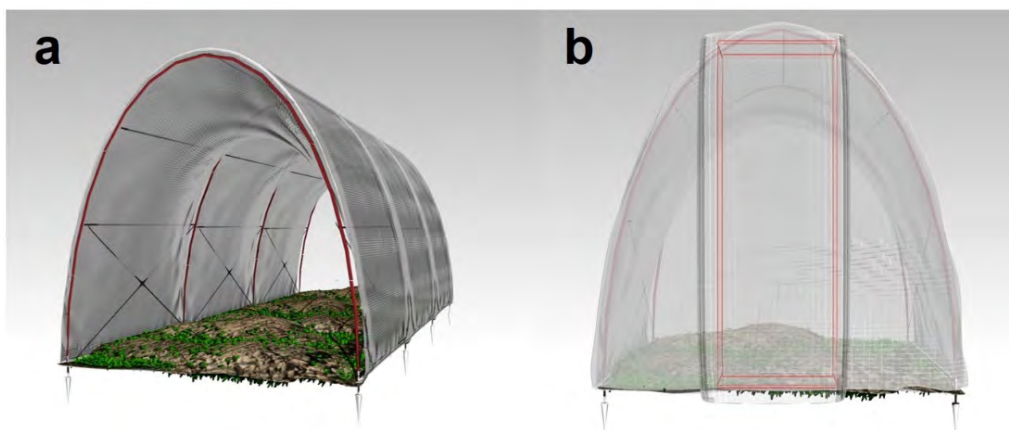


Figura 4.17. Esquema de segmentos de macrotúnel. A= vista lateral con forro de malla antiáfidos y b= vista de frente mostrando la puerta de doble seguridad forrada de malla antiáfidos.

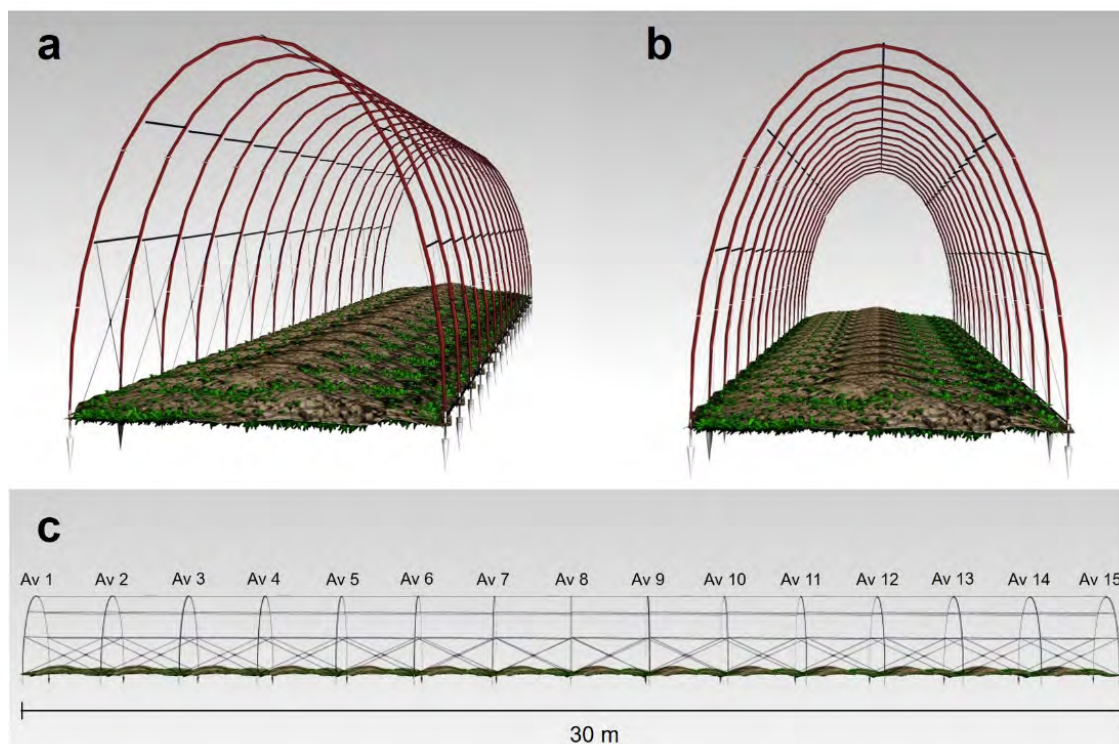


Figura 4.18. Esquema de la estructura del macrotúnel completo con sus 15 arcos de varillas. a= Vista con inclinación, b= vista de frente y c= vista lateral, mostrando los 15 arcos de varilla (Av) y lo largo del macrotúnel.

4.2.7. Instalación del sistema de riego por goteo.

Una vez que el macrotúnel está totalmente cubierto se instala el sistema de riego por goteo de cuatro salidas de agua. Se colocan dos líneas de 30 m de cintilla calibre 6000 para cada cama, conectadas a la línea principal con 4 válvulas de paso para cada macrotúnel para controlar el riego. Una vez instalado el sistema de riego y efectuada la aplicación de la composta las camas se cubren con el plástico de acolchado blanco/negro (Figura 4.19).



Figura 4.19. Instalación del sistema de riego y acolchado.

Una vez colocados todos los componentes del macrotúnel, así lucen concluidos (Figura 4.20).



Figura 4.20. Macrotúneles concluidos.

V. MACROTÚNELES ESTABLECIDOS

Como se mencionó en la presentación de este documento, lo aquí presentado se ha realizado gracias al proyecto “Sistema de Producción Biorracional de Hortalizas en Macrotúnel, Conducido por Mujeres”, financiado por el Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICyDET) que tiene como objetivo producir hortalizas en macrotúnel como alternativa innovadora que permita a las mujeres de zonas rurales producir hortalizas de calidad.

Se presenta lo correspondiente a la primera etapa del proyecto cuya meta a lograr es contar con seis macrotúneles en distintos municipios del estado de Veracruz que cuenten con un sistema de producción biorracional para cultivar chile habanero, chile serrano, jitomate y pepino, conducidos por mujeres en comunidades rurales que presenten algún grado de marginación.

Se establecieron los macrotúneles en las localidades rurales de Hato de la Higuera del Municipio de Puente Nacional, comunidades de Loma de San Rafael y El Chalahuite del municipio de Úrsulo Galván, en el municipio de Totutla la localidad de Cruz Verde, uno más en la localidad de Tlacotepec de Mejía del mismo municipio y en Salmoral del municipio de la Antigua (Figura 5.1).

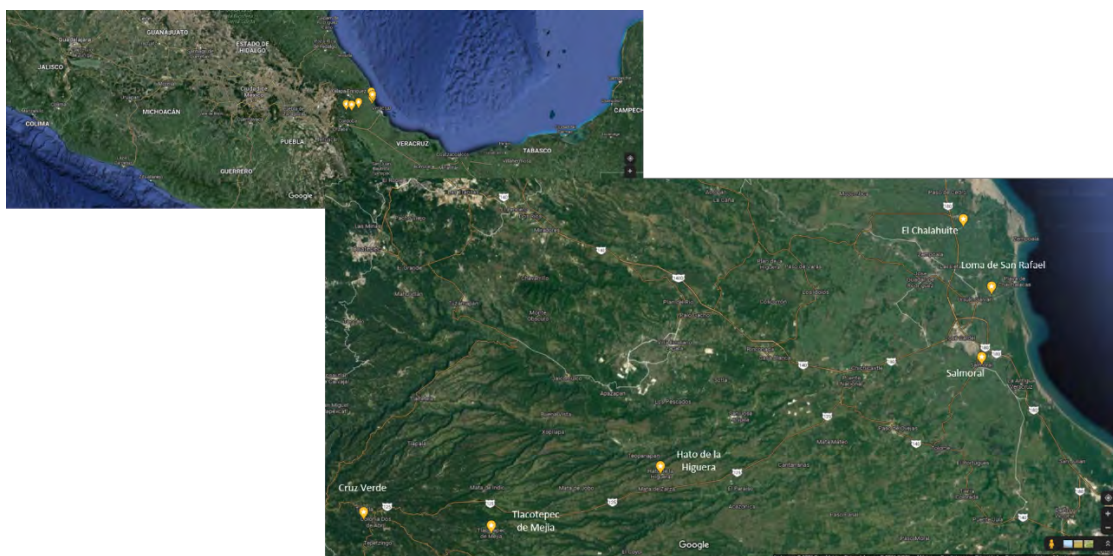


Figura 5.1. Ubicación de los macrotúneles establecidos. Google Maps (2021).

5.1. Macrotúnel en Hato de la Higuera del municipio de Puente Nacional

La localidad Hato de la Higuera se ubica en el municipio de Puente Nacional en el estado de Veracruz, localizada a 455 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 830 habitantes de los cuales 435 son hombres y 395 mujeres. Cuenta con al menos 223 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es alto, debido a indicadores de marginación como que el 48% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa, todavía se presentan viviendas particulares habitadas sin excusado, ni energía eléctrica ni agua entubada, y algunas no cuentan aún con piso firme. Hato de la Higuera ocupa el lugar 76,579 en el contexto nacional.

El macrotúnel se estableció en el predio de la familia Martínez García (Figura 5.2), será conducido por la Sra. Vicenta García Hernández y se chile habanero variedad Jaguar.



Figura 5.2. Macrotunel establecido en Hato de la Higuera del municipio de Puente Nacional.

5.2. Macrotúnel en Loma de San Rafael del municipio de Úrsulo Galván

La localidad Loma de San Rafael se ubica en el municipio de Úrsulo Galván en el estado de Veracruz, localizada a 14 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 573 habitantes de los cuales 283 son hombres y 290 mujeres. Cuenta con al menos 164 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es bajo, el 30% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa. Loma de San Rafael ocupa el lugar 100,971 en el contexto nacional.

El macrotúnel se estableció en el predio de la familia Parra Periañez (Figura 5.3), será conducido por la señora Minerva Periañez García e hija Marbella Parra Periañez. En este macrotúnel se producirá jitomate y tres variedades de chile habanero.



Figura 5.3. Macrotunel establecido en La Loma de San Rafael municipio de Úrsulo Galván.

5.3. Macrotúnel en Chalahuite del municipio de Úrsulo Galván

La localidad Chalahuite se ubica en el Municipio de Úrsulo Galván en el estado de Veracruz, localizada a 20 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 574 habitantes de los cuales 271 son hombres y 303 mujeres. Cuenta con al menos 168 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es alto, el 37% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa. El Chalahuite ocupa el lugar 80,744 en el contexto nacional.

El macrotúnel será conducido por familia Rodríguez Morales (Figura 5.4), y que será conducido por la Sra. Teresa Morales Nolasco. En este macrotúnel se producirá jitomate, chile habanero y chile serrano.



Figura 5.4. Macrotunel establecido en El Chalahuite municipio de Úrsulo Galván.

5.4. Macrotúnel en Cruz Verde del municipio de Totutla

La localidad Cruz Verde se ubica en el Municipio de Totutla en el estado de Veracruz, localizada a 1300 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 661 habitantes de los cuales 328 son hombres y 333 mujeres. Cuenta con al menos 128 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es alto, el 44% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa. Cruz Verde ocupa el lugar 58,831 en el contexto nacional.

El macrotúnel se estableció en el predio de la familia López Mexicano (Figura 5.5), y que será conducido por la Sra. María Yolanda Teosol Reyes. En este macrotúnel se producirá pepino.



Figura 5.5. Macrotunel establecido en Cruz Verde del Municipio de Totutla.

5.5. Macrotúnel en Tlacotepec de Mejía del mismo municipio

La localidad Tlacotepec de Mejía se ubica en el Municipio del mismo nombre en el estado de Veracruz, localizada a 762 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 2,401 habitantes de los cuales 1,154 son hombres y 1,247 mujeres. Cuenta con al menos 644 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es alto, el 32% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa. Tlacotepec de Mejía ocupa el lugar 84,653 en el contexto nacional.

El macrotúnel se estableció en el predio de la familia Velázquez Sarmiento (Figura 5.6), y que será conducido por la Sra. Maria del Carmen Sarmiento Ochoa. En este macrotúnel se producirá chile habanero variedad Jaguar.



Figura 5.6. Macrotunel establecido en Tlacotepec de Mejía del mismo municipio.

5.6. Macrotúnel en Salmoral del municipio La Antigua

La localidad de Salmoral se ubica en el municipio de La Antigua en el estado de Veracruz, localizada a 20 msnm (Figura 5.1). La población es de aproximadamente 753 habitantes de los cuales 348 son hombres y 405 mujeres. Cuenta con al menos 212 viviendas particulares habitadas.

El grado de marginación de la localidad de acuerdo al último informe de la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] (2010) es bajo, el 24% de la población de 15 años o más no cuentan con la primaria completa. El Salmoral ocupa el lugar 103,582 en el contexto nacional.

El macrotúnel se estableció en el predio de la familia Jiménez Jiménez (Figura 5.7), y que será conducido por la Sra. Viviana Jiménez Vázquez. En este macrotúnel se producirá jitomate y chile habanero variedad Jaguar.



Figura 5.7. Macrotunel establecido en Salmoral en el municipio de La Antigua.

VI. IMPORTANCIA DE UN MANEJO BIORRACIONAL DE CULTIVOS

El manejo biorracional de un cultivo lo podemos definir como el manejo de un cultivo utilizando productos biorracionales. Los productos biorracionales son sustancias a base de microorganismos o compuestos de última generación que tienen un nulo o reducido impacto en el ambiente. Se ha propuesto que el termino biorracional se use para describir sustancias o procesos que cuando se aplican en un sistema específico o contexto ecológico tienen pocas o ninguna consecuencia adversa para el medio ambiente y los organismos no objetivo, pero que causan una acción letal o de supresión o modificación del comportamiento en un organismo objetivo y aumentan el sistema de control y/o nutrición (Horowitz et al., 2009).

Los productos biorracionales para el manejo de los cultivos agrícolas son principalmente utilizados para el control de plagas, estimulación y/o fertilización del cultivo. Para el control de plagas se utilizan productos biorracionales a base de microorganismos entomopatógenos e insecticidas de última generación. Para estimular y/o fertilizar las plantas, se utilizan bioestimulantes y/o biofertilizantes a base de microorganismos, tales como hongos y bacterias.

Los bioinsecticidas son productos biorracionales elaborados a base de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria javanica* e *I. fumosorosea*, que se utilizan en el control de plagas agrícolas, debido a que sus principios activos tienen el efecto de repeler o matar a los insectos, lo cual hace que sean una opción efectiva, además de no causar daño al ambiente, ni contaminar a los alimentos que se producen (González-Maldonado y García-Gutiérrez, 2012; Nava-Pérez et al., 2012; Murillo et al., 2020).

Los insecticidas de última generación son productos formulados a base de sustancias activas pertenecientes a nuevas familias químicas que no presenta resistencia cruzada con insecticidas convencionales y son recomendados para la

prevención de resistencia adquirida en las plagas. De tal forma, que la utilización de insecticidas de última generación (Cortez-Mondaca *et al.*, 2018; Díaz-Nájera *et al.*, 2019) y bioinsecticidas a base de entomopatógenos (Rojas-Gutiérrez *et al.*, 2017; Mweke, *et al.*, 2018; Murillo *et al.*, 2020), que reducen el daño ambiental y la resistencia a los plaguicidas, son alternativas para el control convencional de las plagas en un manejo biorracional de hortalizas.

Los bioestimulantes agrícolas son sustancias o microorganismos que se aplican a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo, siendo algunos de éstos bioestimulantes, productos comerciales que contienen una mezcla de dichas sustancias y/o microorganismos (du Jardin, 2015). Los bioestimulantes microbianos incluyen hongos micorrízicos y no micorrízicos, bacterias endosimbióticas y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (Calvo *et al.*, 2014; Halpern *et al.*, 2015).

Los biofertilizantes, que pueden ser una subcategoría de bioestimulantes, aumentan la eficiencia en el uso de nutrientes y abren nuevas vías de adquisición de nutrientes por parte de las plantas (du Jardin, 2015). De tal manera que los bioestimulantes son una opción viable para reducir el uso de fertilizantes químicos sin dañar la nutrición de las plantas, ya que estos mejoran la absorción de nutrientes por parte de los cultivos (Torres *et al.*, 2016; Rodríguez-Hernández *et al.*, 2020).

6.1. Plagas presentes en los cultivos.

En la producción de cultivos hortícolas como chile habanero, chile serrano y tomate en condiciones protegidas de invernadero y macrotúnel, se han presentado plagas, tales como pulgón verde, mosquita blanca, araña roja y ácaro blanco (Figura 6.1 y 6.2).

Pulgón o áfido verde (*Myzus persicae*), es un insecto plaga de importancia económica que causa severos daños a los cultivos. En México se encuentra aproximadamente en 150 plantas hospederas correspondientes a 30 familias (Bautista, 2006). Los daños directos son causados por la acción del insecto al alimentarse de los nutrientes de la planta, esta acción causa retraso en el crecimiento de las plantas, provoca la deformación de las hojas, clorosis, necrosis y muerte de las plantas.

Estos insectos segregan jugos azucarados que son medios de crecimiento para el hongo llamado fumagina, el cual cubre con manchas negras las hojas de las plantas, afectando su fotosíntesis. El retraso en el crecimiento y la defoliación disminuyen la cosecha. El daño indirecto de la plaga es provocado por la transmisión de virosis a la planta, ya que es capaz de diseminar más de 100 diferentes partículas virales. Los pulgones adultos pueden presentarse con o sin alas, el tamaño varía entre 1.5 a 2 mm, son de color verde pálido o verde amarillento y presentan un aparato bucal picador-chupador (Figura 6.1a).

Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), es un insecto plaga de importancia económica, de tamaño diminuto, alrededor de 2 mm de longitud (Figura 6.1b). Sus hospederos son cucurbitáceas, solanáceas, ornamentales y frutales. Causa daño a las plantas de forma directa al alimentarse de la savia de las hojas; el follaje dañado adquiere una apariencia moteada, clorótica y pueden morir. El principal daño lo representa su capacidad para transmitir geminivirus (Bautista, 2006).

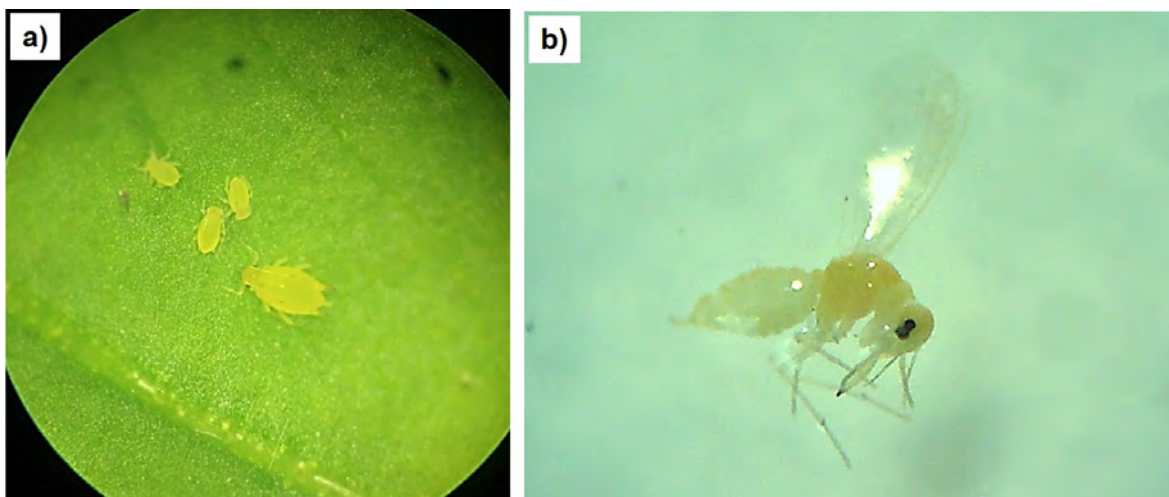


Figura 6.1. Plagas de importancia agrícola para las hortalizas. a) pulgón verde *Myzus persicae* (tamaño de 1.5 a 2 mm) y b) mosquita blanca *Bemisia tabaci* (tamaño aproximado de 2 mm).

Araña roja (*Tetranychus urticae*), es un ácaro de importancia económica que produce daño a los cultivos al alimentarse, ya que rompe con sus estiletes la superficie de las hojas y destruye células del mesófilo afectando la transpiración, la fotosíntesis y el crecimiento de la planta, y sus frutos (Felipe, 2003).

La hembra es de color verde con dos manchas oscuras en el dorso y distalmente es redondeada. Tiene un tamaño aproximadamente de 0.50 mm de longitud (Figura 6.2a). El macho es más pequeño que la hembra, de color crema, con apéndices locomotores relativamente largos con respecto al tamaño del cuerpo, distalmente de forma cónica (Reséndiz-García y Castillo-Olivas, 2018).

Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), es una plaga polífaga que ataca a varios cultivos importantes en todo el mundo. Este diminuto ácaro de 0.1 a 0.3 mm de longitud, oval, ancho y de color amarillo pálido o verde-amarillo, normalmente se encuentra en la porción apical de las plantas, especialmente en las estructuras de los brotes (Figura 6.1b). Su daño generalmente comienza en pequeños grupos en el campo, pero las infestaciones pueden propagarse rápidamente. Las hojas dañadas por *P. latus* se enrollan hacia abajo y las flores se deforman y no se abren normalmente. Además, en la mayoría de los huéspedes atacados, los entrenudos

se acortan mucho y la caída de la fruta puede ocurrir bajo infestaciones severas (Venzon et al., 2008).

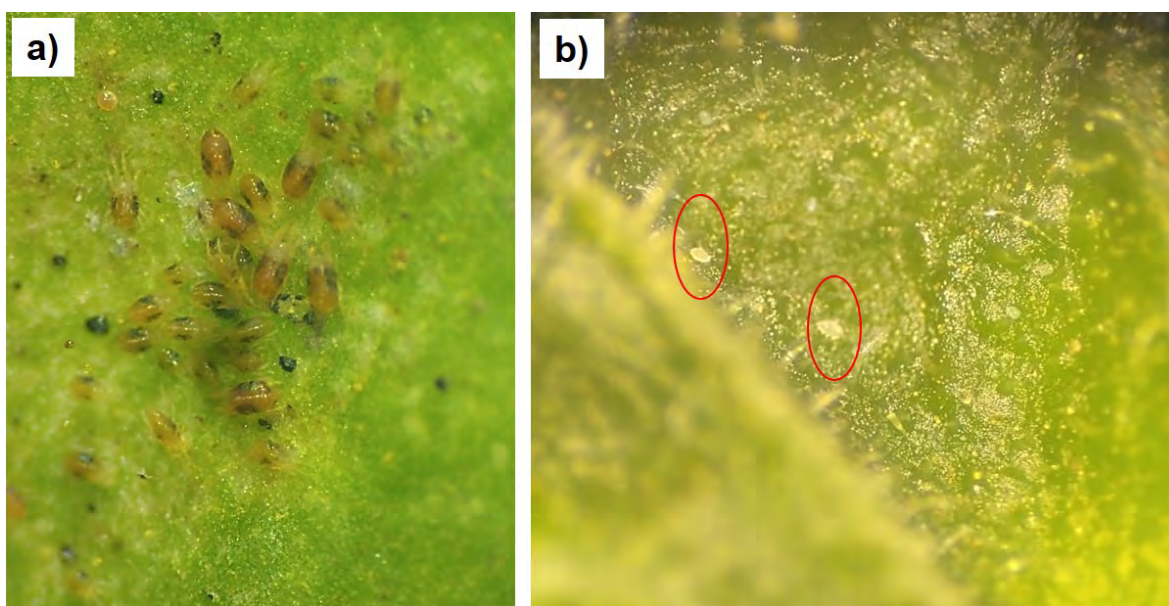


Figura 6.2. Ácaros plagas de cultivos hortícolas. a) Araña roja *Tetranychus urticae* (tamaño aproximado 0.50 mm) y b) ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (tamaño aproximado 0.1 a 0.3 mm).

6.2. Bioplaguicidas e insecticidas de última generación.

En la producción de cultivos hortícolas como chile habanero, chile serrano, tomate y pepino en condiciones protegidas de invernadero y macrotúnel, se han evaluado bioplaguicidas e insecticidas de última generación para el control de las plagas presentes. Los productos que han sido evaluados son:

Bioplaguicidas a base de hongos entomopatógenos *Isaria javanica* y *Beauveria bassiana*, los cuales son hongos ascomicetos que infectan insectos a través de la penetración de la cutícula, ejerciendo múltiples mecanismos de acción, causando la muerte de los insectos y evitando que el insecto plaga desarrolle resistencia (Motta-Delgado y Murcia-Ordoñez, 2011).

Los bioplaguicidas a base de *Isaria javanica* son productos de la colección de hongos entomopatógenos del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CHE-CNRCB), los cuales fueron: 1) *Isaria javanica* CHE-CNRCB 307 y 2) *Isaria javanica* CHE-CNRCB 304, 3) *Beauveria bassiana* Ban-Bb-110, producido por Biotecnología Andreb SA de CV.

Para el caso de insecticidas de última generación se emplea Movento®, para el control de diversos hemípteros (pulgones, moscas blancas y cochinillas) en diversas hortalizas. Dispersión oleosa (OD) con 15% de spirotetramat. Muestra un marcado comportamiento sistémico (ascendente y descendente), actuando especialmente por ingestión. Plazo de seguridad de 3 días en berenjena, melón, sandía, calabaza, calabacín, pepino, pimiento y tomate (Bayer AG, 2021).

Oberon®, el cual es un insecticida-acaricida para el control de mosca blanca y araña roja en diversas hortalizas y ornamentales herbáceas y leñosas. Suspensión concentrada (SC) con 24% de spiromesifen. Contiene spiromesifen, sustancia activa perteneciente a una nueva clase química (ketoenoles o derivados del ácido tetrónico), que actúa sobre la síntesis de lípidos. Plazo de seguridad de 3 días en berenjena, calabacín, calabaza, fresas, judías verdes, melón, pepino, pimiento, sandía y tomate (Bayer AG, 2021).

6.3. Eficiencia de los plaguicidas.

Se han realizado trabajos experimentales en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván y Campo Experimental Cotaxtla de INIFAP para evaluar productos biorracionales en el control de plagas en hortalizas en condiciones protegidas de invernadero y macrotúnel, con la finalidad de obtener información de la eficiencia de plaguicidas biorracional, los cuales puedan ser recomendados a productoras para el manejo del cultivo en macrotúnel.

La evaluación de los productos se realizó bajo esquemas experimentales, teniendo siempre un grupo de plantas sin aplicaciones de producto (testigos), con un número de repeticiones y unidades experimentales que garantizó un eficiente análisis de los resultados y confiabilidad del 95%. Se realizó una única aplicación y se realizaron muestreos del insecto plaga a los 3, 5, 7 y 14 días después de la aplicación (dda) de los productos.

En el cultivo de jitomate variedad Toro en condiciones de invernadero se presentó la plaga mosquita blanca (*B. tabaci*) afectando hojas y brotes tiernos, además de transmitir virosis en las plantas. En este caso se evaluó el insecticida de última generación Movento® y dos bioinsecticidas, uno a base del hongo *I. javanica* cepa 307 y el otro a base del hongo *B. bassiana*. Los resultados mostraron que a los 7 días después de la aplicación (dda) de los productos, los plaguicidas mostraron eficiencias mayores al 60%, y a los 14 dda eficiencias arriba del 80% (Figura 6.3).

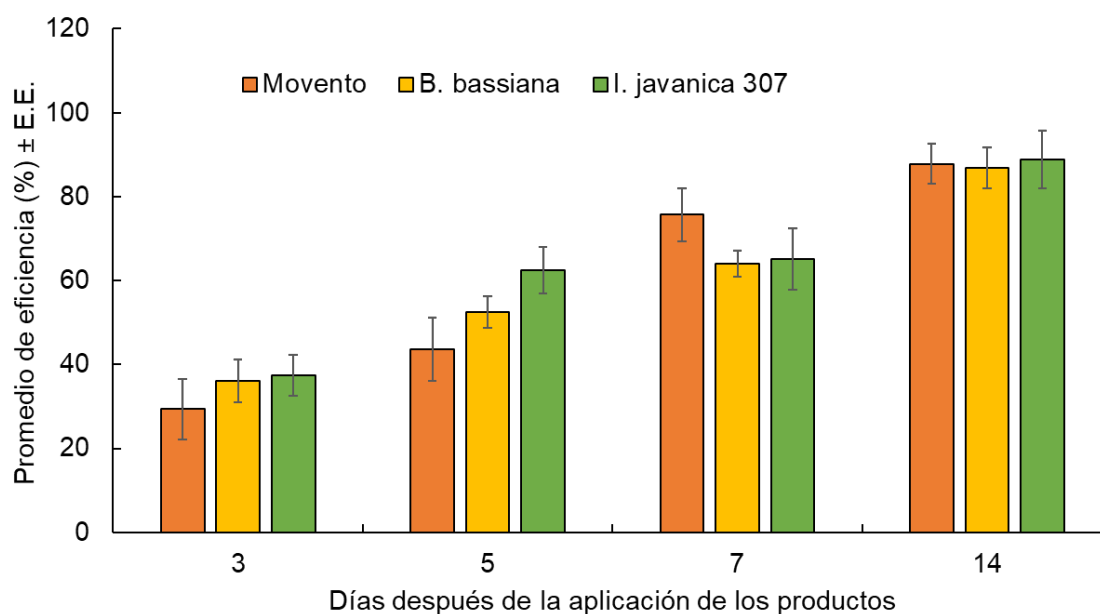


Figura 6.3. Eficiencia de productos para el control de mosca blanca en el cultivo de jitomate variedad Toro en condiciones de invernadero. E.E.= Error estándar.

En condiciones de invernadero en producción de chile serrano variedad Chiser 522, se presentaron dos plagas, la araña roja (*T. urticae*) y el ácaro blanco (*P. latus*), los cuales dañaron de forma directa las hojas y brotes de las plantas. Para su control se evaluó un insecticida de última generación Oberon® y dos bioinsecticidas, uno a base de la cepa 304 y el otro a base de la cepa 307 de *I. javanica* (Figura 6.4).

Para el control de la araña roja, el insecticida Oberon® registro eficiencias por arriba del 70% y 80% a los 3, 5, 7 y 14 dda del producto (Figura 6.4a). Los bioinsecticidas incrementaron su eficiencia arriba del 50% a los 7 dda, y arriba del 80% para *I. javanica* 304 a los 14 dda (Figura 6.4a). Para el caso del ácaro blanco, los bioinsecticidas tuvieron mejor respuesta igualando su eficiencia al insecticida Oberon®, la eficiencia alrededor del 80% de los productos se obtuvo a los 7 y 14 dda (Figura 6.4b).

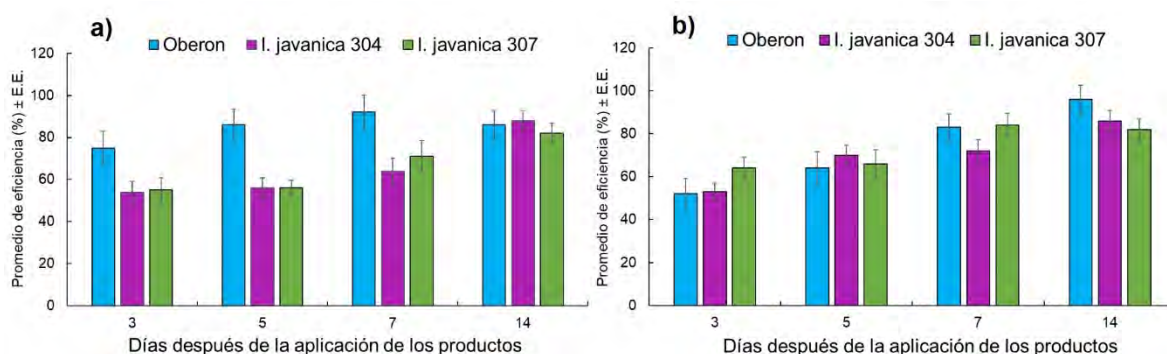


Figura 6.4. Eficiencia de productos para el control de ácaros en el cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de invernadero. a) Control de araña roja *T. urticae* y b) Control de ácaro blanco *P. latus*. E.E.= Error estándar.

Para el caso de cultivos en condiciones de macrotúnel, se presentó la plaga pulgón verde *M. persicae* en un policultivo de variedades de chile habanero en macrotúnel (Figura 6.5), la presencia de la plaga fue a los 35 días después del trasplante (Figura 6.5a), las plantas eran pequeñas y la infestación de la plaga fue intensa (Figura 6.5b), llegándose a observar más de 20 pulgones en una hoja (Figura 6.5c).

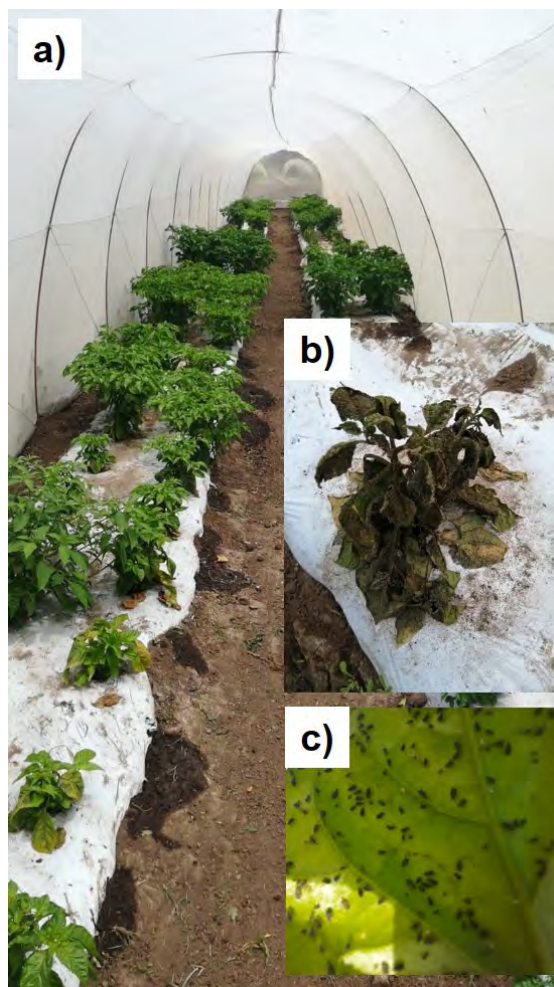


Figura 6.5. Macrotúnel con producción de variedades de chile habanero. a) plantas a los 35 días después del trasplante, b) planta de chile habanero infestada por pulgón y c) pulgones en hoja de planta de chile habanero.

Para el control de la plaga se evaluó el insecticida de última generación Movento® y un bioplaguicida a base del hongo entomopatógeno *I. javanica* 304 (Figura 6.6). En este caso sólo se realizaron muestreos a los 3 y 6 dda. Como la infestación de la plaga fue intensa las plantas testigos (libres de protección por algún producto) murieron (Figura 6.6d); sin embargo, las plantas protegidas con los productos, tanto biológico como sintético de última generación, lograron sobrevivir (Figura 6.6b y 6.6c).



Figura 6.6. Evaluación de productos para el control de pulgón en variedades de chile habanero en condiciones de macrotúnel. a) aplicación de producto, b) plantas protegidas con el insecticida Movento®, c) plantas protegidas con el bioinsecticida *I. javanica* 304 y d) plantas sin protección (plantas testigos).

El control del pulgón plaga *M. persicae* fue similar en cada una de las variedades de chile habanero, el insecticida Movento® y bioinsecticida *I. javanica* 304 tuvieron un efecto significativo en la reducción de pulgones vivos en las plantas tratadas con estos productos, en comparación a las plantas testigos que mantuvieron poblaciones de pulgones de alrededor de 20 insectos en promedio por hoja (Figura 6.7). El insecticida Movento® mantuvo la población de pulgones vivos casi en cero y el bioinsecticida *I. javanica* 304 en menos de 10 insectos en promedio (Figura 6.7).

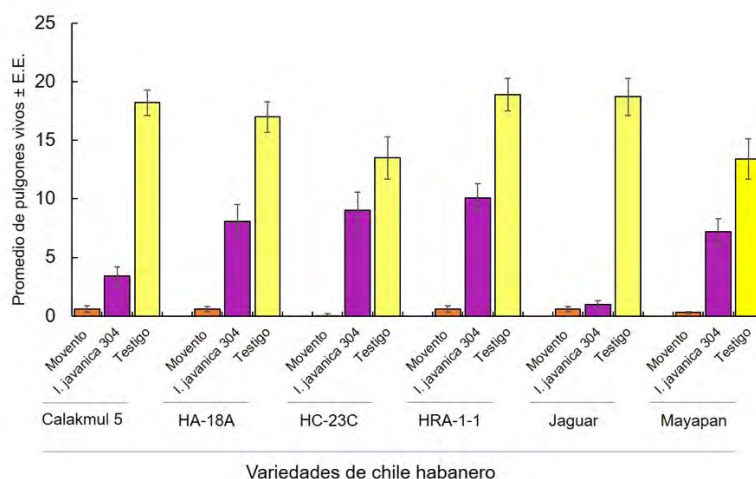


Figura 6.7. Cantidad de pulgones vivos cuantificados en las plantas tratadas con los plaguicidas Movento®, *I. javanica* 304 y el testigo (sin producto) en policultivo de variedades de chile habanero producidos en condiciones de macrotúnel. E.E.= Error estándar.

La producción de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de macrotúnel fue otro de los cultivos que presentó la plaga de pulgones *M. persicae*, provocando daño físico en las plantas y producción de fumagina que afectó la fotosíntesis de las plantas (Figura 6.8). La infestación fue severa, en el día 0 antes de la aplicación de los productos, se observaron más de 20 pulgones por hoja en cada tratamiento (Figura 6.8).



Figura 6.8. Daño provocado por pulgón en el cultivo de chile serrano variedad Chiser 522, producido en condiciones de macrotúnel.

Para el control de la plaga se evaluó nuevamente el insecticida Movento® y el bioplaguicida *I. javanica* 304 (Figura 6.9a). En este caso se realizaron muestreos del insecto plaga a los 0, 3, 5, 7 y 14 dda (Figura 6.9b). Como la infestación de la plaga fue intensa las plantas testigos fueron fuertemente dañadas (Figura 6.10b); sin embargo, las plantas protegidas con los productos, tanto biológico como sintético de última generación, lograron desarrollarse adecuadamente y producir fruto (Figura 6.10a). Las plantas testigo después de los 14 dda, tiempo en que terminó la evaluación, se protegieron y pudieron recuperarse y producir fruto.



Figura 6.9. Evaluación de productos para el control de pulgón en chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de macrotúnel. a) aplicación de productos y b) muestreo de pulgones vivos después de las aplicaciones de productos.



Figura 6.10. Cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de macrotúnel. a) Plantas protegidas con plaguicidas evaluados y b) planta testigo sin protección de producto.

En el control del pulgón plaga *M. persicae* en chile serrano en condiciones de macrotúnel, se pudo observar que en el día 0 (antes de la aplicación de los productos), el promedio de pulgones vivos fue de 20 insectos por hoja y posteriormente después de la aplicación de los productos, el promedio de pulgones vivos se redujo significativamente a los 3, 5, 7 y 14 dda (Figura 6.11).

El insecticida Movento® redujo la población de pulgones a menos de cinco insectos por hoja en promedio, durante todos los muestreos, el bioinsecticida *I. javanica* 304 redujo la población de pulgones conforme fue pasando el tiempo, con una mayor reducción a los 7 y 14 dda, reduciendo la población a menos de 15 y 10 insectos por hoja en promedio, respectivamente (Figura 6.11).

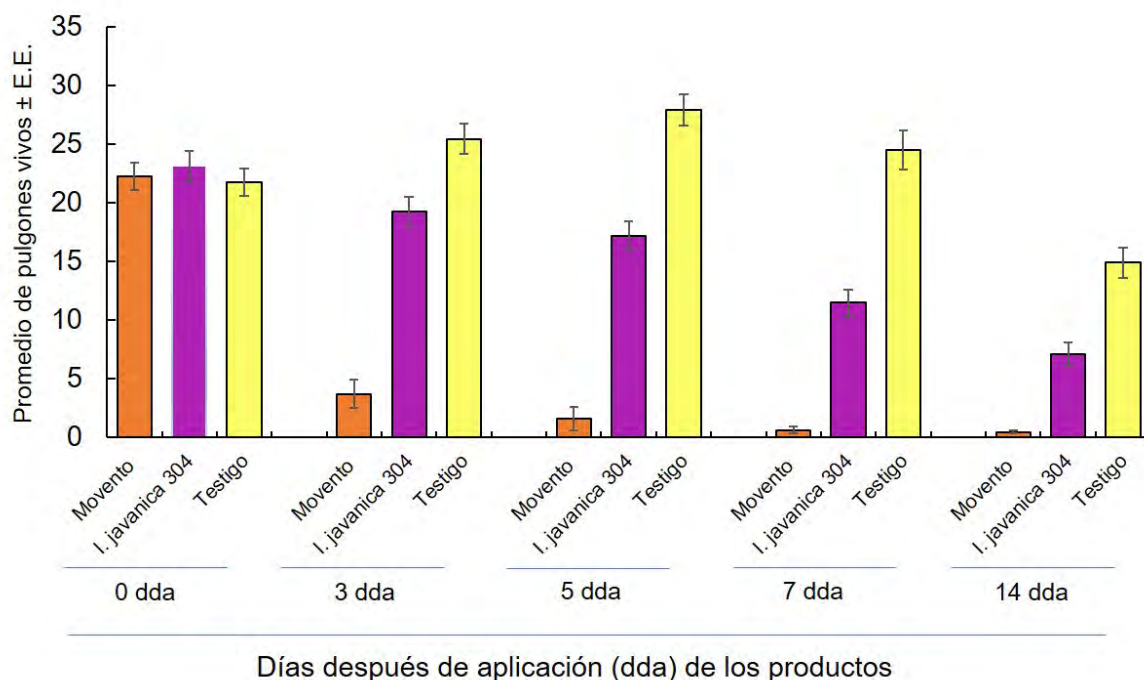


Figura 6.11. Cantidad de pulgones vivos cuantificados en las plantas tratadas con los plaguicidas Movento®, *I. javanica* 304 y el testigo (sin producto) en cada uno de los días después de la aplicación (dda) en cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.= Error estándar.

6.4. Bioestimulantes a base de bacterias y hongos.

En la producción de hortalizas como chile habanero, chile serrano y tomate en condiciones protegidas de macrotúnel se han evaluado bioestimulantes a base de bacterias y hongos, para mejorar el desarrollo y producción de los cultivos. Los productos que han sido evaluados son:

1) Genifix®, es un bioestimulante-biofertilizante a base de un conjunto de bacterias del género *Bacillus*, *Bacillus* sp. JVN5, *B. megaterium* strain VVM1, *Bacillus* sp.

FDMC4, *B. subtilis* strain JAG3, *B. megaterium* strain EAV2. Este bioestimulante es producido por el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván.

El género *Bacillus* es secretor de proteínas y metabolitos eficientes para el control de plagas y enfermedades, promueve el crecimiento vegetal a través de la solubilización de fósforo y la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indol acético; así mismo participa en la fijación de nitrógeno cuando hace parte de consorcios microbianos. Como biofertilizante es una opción amigable para el suelo y el ambiente que da respuesta a la necesidad de implementar la agricultura sostenible (Corrales et al., 2017).

2) T22® + Micorriza® (INIFAP), se utilizó en combinación el producto comercial PHC® T22® el cual es a base del hongo *Trichoderma harzianum* y una micorriza generada por el INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla.

El T22® es un fungicida biológico preventivo para el control de enfermedades de un gran número de especies vegetales. El ingrediente activo es un microorganismo benéfico, *Trichoderma harzianum* Cepa T-22 (KRL-AG2). Al ser aplicado a plantas en charolas, así como al suelo por sistema de goteo o drench, PHC® T-22® se desarrolla rápidamente, dando protección a la raíz contra patógenos como *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Thielaviopsis* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Previene enfermedades dando protección a la raíz. Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias mejorando la nutrición y la absorción de agua. El ingrediente activo libera compuestos que incrementan la disponibilidad de nutrientes para la planta (PHC, 2021).

Micorriza® (INIFAP), el producto contiene esporas, micelio y restos de raíces micorrizadas, con las características de calidad de 95% de infección en el sistema radical de la planta hospedera y al menos 40 propágulos por gramo de suelo, las

fuentes de inóculo son las esporas, hifas, fragmentos de cuerpos fructíferos y raíces colonizadas (Aguirre-Medina *et al.*, 2012).

La micorriza INIFAP contiene principalmente el hongo *Glomus intraradices* y se ha aplicado sola, o en combinación con otros microorganismos al momento de la siembra, mezclándose con la semilla, este biofertilizante se puede aplicar en casi todos los cultivos de interés económico para el país, tales como las hortalizas (Aguirre-Medina *et al.*, 2012).

3) Antagonista Mix®, es un funguicida microbiológico elaborado con la mezcla de los hongos *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. asperellum* y *T. koningli*, los cuales inhiben el crecimiento de fitopatógenos, ayudando al desarrollo de las plantas. Este producto es producido por la empresa organismos benéficos.

6.5. Eficiencia de los bioestimulantes.

La evaluación de los bioestimulantes en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván y Campo Experimental Cotaxtla de INIFAP se realizó bajo esquemas experimentales, teniendo siempre un grupo de plantas sin aplicaciones de producto (testigos), con un número de repeticiones y unidades experimentales que garantizó un eficiente análisis de los resultados y confiabilidad del 95%. Los bioestimulantes se aplicaron mensualmente a las plantas después del trasplante a los macrotúneles. La inoculación de los bioestimulantes fue al suelo, dirigidos al cuello de la planta en drench.

En producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel (Figura 6.12) se pudo evaluar el efecto de bioestimulantes inoculados al sustrato de crecimiento de semilla en charolas para determinar su efecto en la altura de plántula. También se evaluó el efecto de los bioestimulantes en el peso de fruto, con inoculaciones mensuales de los bioestimulantes al suelo (drench) cuando ya estaban las plantas en el macrotúnel (Figura 6.12a), las evaluaciones se

realizaron en comparación a plantas testigos (sin inoculación de bioestimulantes), una vez que las plantas produjeron frutos (Figura 6.12b) se cosecharon por muestras para pesar fruto por fruto (Figura 6.12c).



Figura 6.12. Producción de chile habanero variedad Jaguar en macrotúnel. a) Interior del macrotúnel, b) plantas con carga de frutos y c) cosecha de frutos.

Los resultados señalaron que los bioestimulantes tuvieron efectos significativos en el desarrollo de plántulas y frutos de chile habanero (Figura 6.13). Los bioestimulantes Genifix® y T22® + Micorriza® estimularon en promedio un mayor crecimiento de plántulas de chile habanero en comparación al bioestimulante Mix® y testigo (plantas sin bioestimulante) (Figura 6.13a). Para el caso de peso de fruto, los tres bioestimulantes mejoraron significativamente el peso del fruto de chile habanero en comparación a los frutos de las plantas que no se les aplicó algún producto (plantas testigo) (Figura 6.13b).

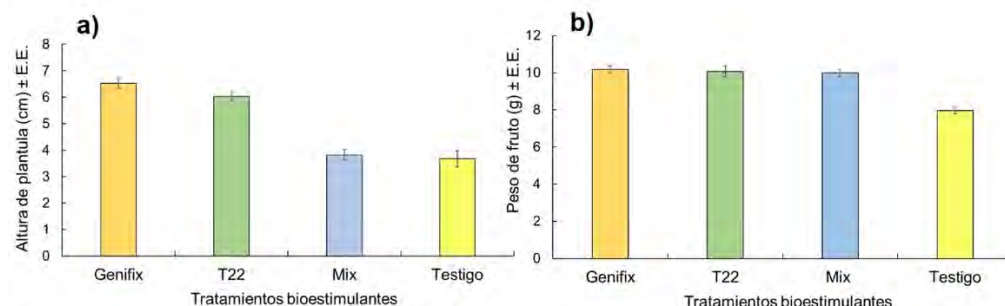


Figura 6.13. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de plántulas y fruto de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel. a) Efecto de los bioestimulantes en la altura de plántula y b) efecto de los bioestimulantes en el peso de fruto de chile habanero.

E.E.=Error estándar.

El cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 producido en condiciones de macrotúnel (Figura 6.14), también permitió evaluar el efecto de bioestimulantes en el peso de fruto (Figura 6.15). En este caso sólo se evaluaron los bioestimulantes T22® + Micorriza® y Mix® que fueron aplicados a las plantas de manera mensual, de forma directa al suelo en drench (Figura 6.14), haciéndose una comparación de estas plantas con plantas testigos, las cuales fueron plantas sin aplicación de producto. Se cosecho una muestra de fruta de cada una de las plantas con y sin bioestimulantes para pesarlos y comparar los pesos de los frutos (Figura 6.15).



Figura 6.14. Aplicación de bioestimulante en drench al cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 producido en condiciones de macrotúnel.



Figura 6.15. Cosecha de muestra de frutos de chile serrano producidos en macrotúnel de plantas con y sin bioestimulantes, para la toma del peso de frutos.

Los resultados que se obtuvieron de la evaluación de los bioestimulantes en el cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 producido en condiciones de macrotúnel mostraron un incremento significativo del peso del fruto en plantas con aplicaciones de los bioestimulantes T22® + Micorriza® y Mix® a diferencia de los frutos de las plantas testigos (Figura 6.16). Los frutos de las plantas tratadas con el bioestimulante T22® + Micorriza® fueron ligeramente superiores en peso a los frutos de las plantas tratadas con el bioestimulante Mix® (Figura 6.16).

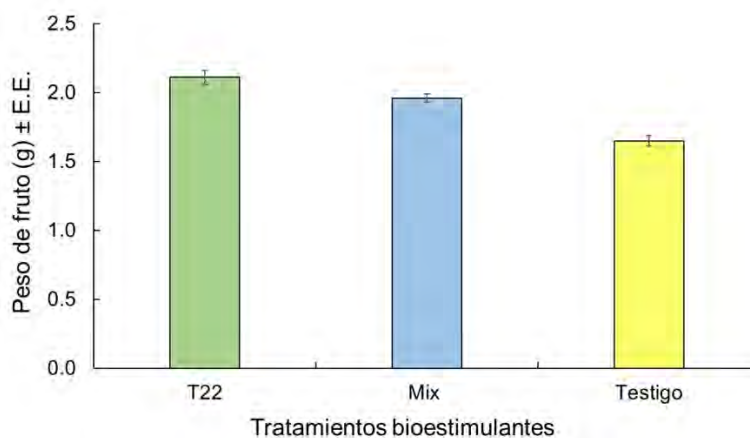


Figura 6.16. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de fruto de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.=Error estándar.

Otro cultivo en condiciones de macrotúnel que permitió evaluar bioestimulantes sobre el peso de fruto fue el cultivo de jitomate variedad Toro (Figura 6.17). En el cual nuevamente se evaluaron los tres bioestimulantes Genifix®, T22® y Mix® en comparación a un testigo sin bioestimulantes. Se cosechó una muestra de fruta de cada una de las plantas con y sin bioestimulantes para pesarlos y comparar los pesos de los frutos (Figura 6.17).



Figura 6.17. Producción de jitomate variedad Toro en condiciones protegidas de macrotúnel en el cual se evaluaron bioestimulantes en relación al peso de fruto.

Los resultados de la evaluación de los bioestimulantes en jitomate variedad Toro en condiciones de macrotúnel demostraron que las plantas con bioestimulantes produjeron frutos significativamente más pesados en comparación a las plantas sin bioestimulante (plantas testigo) (Figura 6.18). Los frutos de las plantas con los bioestimulantes Genifix® y T22® fueron significativamente más pesados que los frutos de las plantas con el bioestimulante Mix® (Figura 6.18).

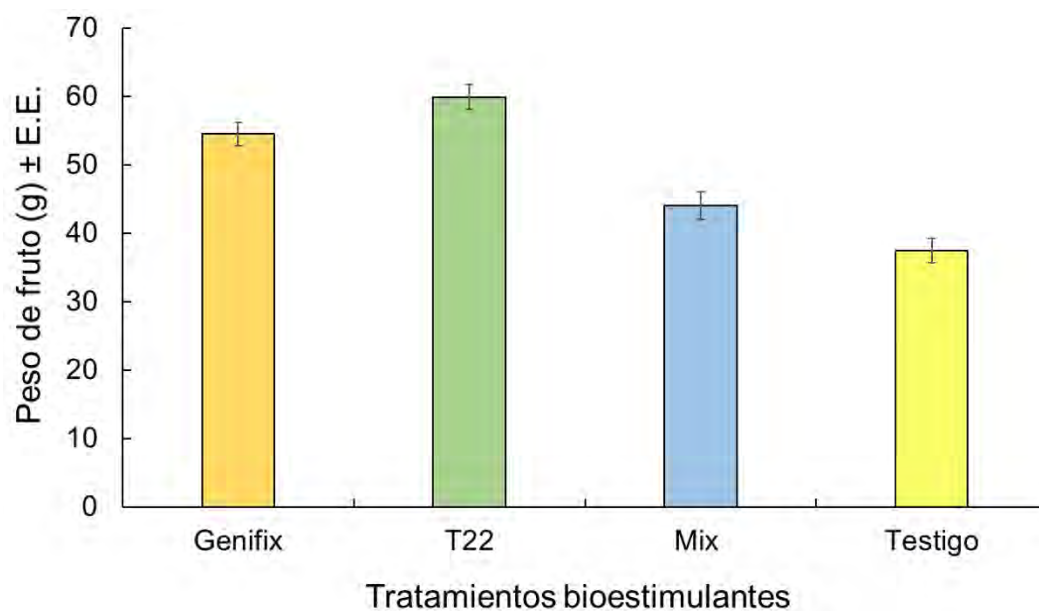


Figura 6.18. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de fruto de jitomate variedad Toro en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.=Error estándar.

VII. MANEJO BIORRACIONAL DE CHILE HABANERO EN MACROTÚNEL

El manejo biorracional de un cultivo depende mucho del conocimiento que se tenga del sistema de producción, ya que esto proporcionará las herramientas para que nuestro sistema de producción sea cada vez más sustentable, garantizándose una mayor durabilidad, ganancias y protección al ambiente.

En el cultivo de chile habanero se han recomendado riegos correspondientes al 80% de la evapotranspiración potencial o riegos equivalentes al 60% de la humedad aprovechable, lo cual genera humedad en el suelo que favorece el proceso de transpiración (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2008; Quintal-Ortiz *et al.*, 2012). Con respecto a la nutrición, se ha recomendado una dosis 120 kg de nitrógeno por hectárea en la producción intensiva de chile habanero (Salvador *et al.*, 2013).

Sin embargo, para que el sistema de producción de chile habanero sea sustentable, se deben reducir las aplicaciones de fertilizantes y realizar aplicaciones de composta que equilibre la nutrición del cultivo (Nieves-González *et al.*, 2013). Por otro lado, los reguladores de crecimiento favorecen la floración y amarre de frutos en chile habanero. En invernadero se ha logrado incrementar la producción de flor y fruto de chile habanero con reguladores de crecimiento (Nieves-González *et al.*, 2013).

Así mismo, los microorganismos del suelo favorecen la sustentabilidad del sistema de producción de chile habanero (Nieves-González *et al.*, 2013). Este cultivo muestra afinidad por los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) y es el género *Glomus* el HFMA que con mayor frecuencia habita la rizosfera del cultivo (Cardona *et al.*, 2008).

También se han recomendado los microorganismos como bioestimulantes para el cultivo de chile habanero. Plantas de chile habanero con aplicaciones de *Pseudomonas* spp. tuvieron mayor altura, diámetro de tallo y biomasa seca total

que las plantas sin microorganismos (Reyes-Ramírez *et al.*, 2014). También se ha demostrado que aislados de bacterias del género *Bacillus* tienen potencial como promotoras del crecimiento de plántulas de chile habanero (Sosa-Pech *et al.*, 2019). Por otro lado, se han reportado hongos del género *Trichoderma* como promotores del crecimiento en plántulas de chile habanero (Candelero *et al.*, 2015).

Dentro de las variedades mejoradas de chile habanero, la variedad Jaguar, desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el año 2009, es de las que presenta mayores rendimientos y calidad de fruto, esta variedad inicia su floración y cosecha de 70-85 y 115-120 días después de la siembra, respectivamente.

Produce frutos uniformes, de color verde esmeralda que se tornan anaranjado brillante en madurez total, muy atractivos para mercado en ambos estados de madurez. Esta variedad alcanza rendimientos de alrededor de 15 t ha⁻¹ en condiciones de buen temporal y de 30 t ha⁻¹ a cielo abierto con tecnología de media a alta. Mientras que en condiciones de agricultura protegida es de hasta 43 t ha⁻¹ (Ramírez *et al.*, 2018).

A continuación, se presenta información actual de un manejo biorracional de chile habanero variedad Jaguar en condiciones de macrotúnel en la región centro costera de Veracruz, desarrollada por los autores del presente libro y presentado como un ejemplo exitoso de producción de hortalizas en condiciones protegidas de macrotúnel (Figura 7.1 y 7.2), con la finalidad que pueda ser adoptada por mujeres productoras del estado de Veracruz.



Figura 7.1. Parte del equipo de trabajo en la presentación del módulo de producción biorracional de chile habanero en agricultura protegida tipo macrotúnel. De derecha a izquierda, Dr. Félix Murillo, Dr. Héctor Cabrera, Dra. Jacel Adame, MC. Andrés Vásquez e Ing. Mario López.



Figura 7.2. Parte del equipo de trabajo del Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván con los jóvenes participantes Rebeca Luria Moctezuma y Adrián de Jesús Martínez García. El manejo biorracional de chile habanero en condiciones de macrotúnel inicia una vez que se tiene construido el macrotúnel con dimensiones de 3 x 30 m, dentro del cual se establecen dos camas, las cuales se recomienda sean elaboradas con

composta mezclada con suelo, con dimensiones de 90 cm de ancho y 30 cm de altura, separadas una de otra por un callejón de no menos de 40 cm de ancho.

Dentro del macrotúnel se instala un sistema de riego de cuatro salidas de agua y 60 m de cintilla calibre 6000 para cada cama, conectadas a la línea principal con cuatro válvulas de paso para controlar el riego del cultivo. Después se coloca el acolchado blanco-negro para cubrir las camas. En regiones cálidas se recomienda la parte blanca del acolchado hacia fuera y en las regiones más frescas la parte negra hacia fuera. Una vez cubiertas las camas, se establecerá el marco de plantación dentro del macrotúnel, se recomienda una distancia de 25 cm por planta, en tres bolillos, lo cual dará un total de 116 plantas por cama y 232 plantas por macrotúnel, para posteriormente realizar el trasplante (Figura 7.3 y 7.4).

Se sugiere que las semillas de las plantas que se van a trasplantar al macrotúnel para su producción hayan sido previamente inoculadas con algún bioestimulante a base de *Rhizofagus*, *Trichoderma*, y/o *Bacillus* en el momento en que son puestas a germinar en charolas. Se recomienda también poner a germinar un número mayor de plantas por macrotúnel, para tener material vegetal para sustituir plantas muertas debido al estrés por el trasplante.

Después del trasplante se debe realizar un riego durante 20 minutos en caso de que el suelo de las camas este seco, para que las plantas generen sus propios alimentos mediante el proceso de fotosíntesis y de esta manera se reduzca estrés de las plantas por el trasplante. Se recomienda realizar el trasplante en horas de la tarde, ya que haya bajado la temperatura, para evitar el estrés de la planta por el calor o rayos del sol.



Figura 7.3. Cintilla y marco de plantación para chile habanero dentro del macrotúnel.



Figura 7.4. Trasplante y cultivo establecido de chile habanero variedad Jaguar dentro del macrotúnel.

A los 2 días del trasplante se debe realizar un riego durante 20 minutos y un recorrido dentro del macrotúnel para observar todas las plantas y verificar si las plantas se encuentran bien o si alguna de ellas se encuentra muerta, con la finalidad de remplazarla de inmediato.

A los 8 días del trasplante se debe realizar otro riego durante 20 minutos y hacer otro recorrido en el macrotúnel para observar las plantas y verificar que cada una de las plantas se encuentre bien, en caso de observar alguna planta muerta, será necesario remplazarla de inmediato. Posteriormente los riegos deben de hacerse cada 3 o 5 días dependiendo la humedad del suelo.

Después a los 15 días del trasplante se tiene que realizar una aplicación de ácidos húmicos mediante fertirriego el cual se puede suministrar mediante un bidón de 20 litros, estos ácidos húmicos ayudarán a la planta a tener un mejor desarrollo radicular y estimular un desarrollo en el crecimiento de las plantas.

Posteriormente a los 20 días se debe trabajar en el deshoje de sanidad, utilizando tijeras, las cuales se deben de desinfectar con cloro al 30% cada vez que se realice el deshoje en la planta para evitar una transmisión de enfermedades. Solo se quitan las hojas por debajo de la primera horqueta. Ya después se dejan todas las horquetas, porque cada rama son frutos producidos (Figura 7.5).



Figura 7.5. Plantas de chile habanero variedad Jaguar después del deshoje de sanidad.

A los 20 días después del trasplante se deberá realizar la primera aplicación de fertilización de DAP + Urea y se recomienda aplicarla cada 20 días (a los 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200... días). Primeramente, se deberá regar el cultivo

durante 20 minutos y posteriormente se aplicarán en drench, los fertilizantes DAP + Urea de acuerdo a las cantidades mostradas en el Cuadro 7.1.

Cuadro 7.1. Fertilizantes utilizados en hortalizas en condiciones de macrotúnel.

Número de Plantas	DAP	Urea	Agua
1	0.7 g	0.7 g	20 mL
240	168 g	168 g	4,800 mL

De igual manera, a los 20 días después del trasplante, se debe realizar la primera aplicación del fertilizante foliar de alta solubilidad (Figura 7.6), se recomienda el producto Bayfolan® (20 mL en 20 L de agua), mediante esta aplicación se permite un balance en la nutrición de la planta, así como prevenir deficiencias nutricionales. La aplicación del fertilizante foliar se recomienda realizarla cada 30 días (a los 20, 50, 80, 110, 140, 170, 200... días)



Figura 7.6. Aplicación de fertilizante foliar de alta solubilidad en chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.

Posteriormente a los 30 días después del trasplante se debe llevar a cabo una aplicación en drench de algún Bioestimulante (Figura 7.7), se recomiendan los productos Genifix®, T22® y Antagonista Mix® (Cuadro 7.2). Los cuales ayudan a un mejor rendimiento del cultivo, además de que incrementan el desarrollo de las plantas y frutos, también ayudan a mitigar el estrés provocado por factores abiótico. Los bioestimulantes se deben aplicar cada 30 días de forma alternada (a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 días).



Figura 7.7. Aplicación en drench de bioestimulantes en plantas de chile habanero variedad Jaguar en producción en macrotúnel.

Cuadro 7.2. Productos bioestimulantes recomendados para 240 plantas de chile habanero variedad Jaguar en producción protegida en macrotúnel.

Bioestimulante	Cantidad bioestimulante	Cantidad de Agua	Cantidad de solución por planta
Genifix® (ml)	400 ml	2,000	10 mL
PHC T-22® (g)	20 g	4000	20 mL
Antagonista Mix ® (g)	20 g	4000	20 mL

A los 50 días del trasplante se empezarán a notar en las plantas las primeras flores de chile habanero, ya que con este manejo la planta acelera su proceso debido a la fertilización, bioestimulantes y temperatura que existe dentro del macrotúnel.

A partir del día 55 del trasplante se realiza el segundo deshoje de sanidad y se debe llevar a cabo el tutorado de las plantas, para lo cual se utiliza rafia agrícola y estacas de bambú las cuales van a dar soporte a las plantas de chile habanero.

A los 65 días se presentan los primeros frutos en todas las plantas de chile habanero (Figura 7.8). Una vez iniciada la fructificación se debe llevar a cabo una aplicación foliar de Calcio-Boro (50 mL del producto en 10 L de agua.) para tener un mejor desarrollo del fruto y no tener problemas de deficiencias o malformaciones. La aplicación de Calcio Boro será cada 30 días (a los 65, 95, 125, 155, 185, 215... días).



Figura 7.8. Plantas de chile habanero variedad Jaguar tutoradas, con flores y primeros frutos en producción en macrotúnel.

A partir de los 95 días se podrá realizar la primera cosecha y posteriormente cada cinco días se puede realizar corte de frutos (Figuras 7.9 y 7.10).



Figura 7.9. Cosecha de frutos de chile habanero variedad Jaguar producidos en condiciones de macrotúnel.



Figura 7.10. Producción de chile habanero variedad Jaguar presentada en evento demostrativo del módulo de producción biorracional de chile habanero en agricultura protegida tipo macrotúnel.

Esquema general del manejo biorracional de la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones de macrotúnel (Figura 7.11).



Figura 7.11. Manejo biorracional de la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones de macrotúnel. Elaborado por Adrián de Jesús Martínez García (2020).

VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO EN MACROTÚNEL

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un cultivo de importancia económica en el sureste de México y los principales productores se encuentran en el estado Yucatán (Borges-Gómez et al., 2014). En 2019 se sembraron 345.39 ha con este chile en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, lo que representó una producción de 5,782.7 ton, de las cuales Yucatán contribuyó con el 40 % de esta producción (SIAP, 2019). La producción de chile en México es una de las actividades agrícolas más importante, ya que se ha hecho parte necesaria en la canasta básica de los mexicanos por las diferentes variedades de platillos que existe en nuestro país.

Se realizó un análisis económico de la producción de chile habanero variedad Jaguar en una unidad de producción protegida tipo macrotúnel. El presente capítulo define indicadores utilizados para el análisis económico en la unidad de producción, los principales estados productores de chile habanero en México y su importancia económica de este cultivo, por último, se presenta un análisis económico de la producción biorracional de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas tipo macrotúnel en una superficie de 90 m², en la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz durante el ciclo 2020-2021. Como indicador de rentabilidad se utilizó la relación Beneficio/Costo (B/C). La producción de chile habanero resultó ser una actividad rentable en la región.

8.1. Importancia económica del chile

Según Ramírez y Vásquez (2007), la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1,696,891 hectáreas, con una producción de 25,015,498 toneladas, con un rendimiento medio de 14.74 ton/ha.

En lo que se refiere a los países del mundo que más cultivan chile habanero, china es el que presenta una mayor participación en la producción. Su superficie sembrada actual es de 612,800 hectáreas, que representa un 36% de la superficie sembrada a nivel mundial con una producción de 12,531,000 toneladas; más de la mitad de la producción mundial de chiles al año, en cuanto a México, ocupa la tercera posición en superficie sembrada con 144,000 hectáreas y con una producción de 1,950,000 toneladas (Rincón et al., 2004).

8.2. Importancia económica y usos del chile habanero

Ramírez y Vásquez (2007), señalan que, a nivel mundial, los chiles se han convertido en la hortaliza de mayor crecimiento en los últimos años; dentro de éstos está el chile habanero, que se ha expandido de su área tradicional de consumo, la península de Yucatán, ha conquistado los mercados del resto del país y del resto del mundo. Siendo el estado de Yucatán el principal productor de chile habanero con una superficie sembrada de 708.43 ha, con un volumen de producción de 153, 295.17 toneladas, seguido por Tabasco (43 ha y 1,101 ton) Campeche (51.18 ha y 358.2 ton) y Quintana Roo (36.48 ha y 376.85 ton).

Según Borges et al. (2010), el chile habanero, es la principal especie hortícola explotada comercialmente en la península de Yucatán, ya que además de ser un símbolo de escozor posee características de interés comercial debido a sus altos contenidos de capsaicinoides acumulados en el fruto. Ese símbolo de escozor en el chile habanero es conocido como pungencia (picante) y es causada por un conjunto de compuestos conocidos como capsaicinoides, como se mencionó anteriormente, del cual la capsaicina y la dihidrocapsaicina son las que se encuentran en mayor proporción. La planta contiene el 62% de la capsaicina total de la fruta, seguida de las semillas con un 37% y el resto contenido en el pericarpio, este compuesto ha sido determinante en el incremento en su demanda en el

mercado nacional e internacional debida a su amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos, salsas, etc. (Soria et al., 2002).

La importancia económica del chile se basa principalmente en la utilización de sus frutos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el chile es a nivel mundial el quinto producto hortícola, por superficie cultivada. El interés por este cultivo no se centra únicamente en su importancia económica y con sumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E (Ruiz et al., 2011).

El chile habanero tiene gran demanda en Estados Unidos, ya que se considera dentro de los más picantes y aromáticos. Los únicos países que se sabe exportan esta especia son Belice y México; generalmente se hace en forma de pasta, para ser utilizada en la preparación de salsas verdes y rojas de chile habanero, que se distribuyen en el mercado nacional, Estados Unidos y Canadá. Además de su uso como alimento o condimento, el chile habanero y otros chiles menos picantes son utilizados en medicina, debido a la presencia de unos compuestos denominados capsaicinoides, que determinan el grado de picor en la mayoría de los frutos del género *Capsicum* (Ruiz et al., 2011).

Desde hace algunos años, los capsaicinoides son empleados por sus propiedades médicas y farmacológicas. La capsaicina, el principal capsaicinoide, estimula la membrana mucosa del estómago, incrementando la secreción salival y la peristalsis (contracciones del intestino que hacen avanzar el alimento), lo que estimula el apetito. Además, los chiles picantes intensifican la secreción nasal y lagrimal, así también como la de los jugos gástricos. Asimismo, la capsaicina tiene un efecto antiinflamatorio y contra-irritante. Existen productos farmacéuticos hechos a base de extracto de chile habanero que sirven para aliviar dolores musculares. También

se usa en ungüentos, lociones y cremas para tratar externamente problemas de dolor crónico relacionado con artritis, gota, neuralgias y cicatrices quirúrgicas. Del chile habanero se extraen oleorresinas, cuya aplicación, además de la industria alimentaria, se extiende a la industria química para la elaboración de pinturas y barnices, gases lacrimógenos, etcétera (Ruiz et al., 2011).

El consumo de chile es una práctica alimentaria que condensa aspectos nutricionales, culturales, históricos, sociales y económicos. Su alto consumo ha sido asociado a los estímulos que provoca tanto para la saciedad, salivación y mejor digestión al combinarse con otros alimentos, además se le confieren propiedades medicinales y antioxidantes. Se cuenta con información etnobotánicas que sugieren su uso en la época prehispánica y a la fecha por sus diversas bondades. El uso de este alimento cuenta con tal arraigo que es parte de la distinción en la cultura mexicana, en específico, puede observarse su alto consumo en el sur del país (Montes, 2010).

La alimentación es un proceso complejo donde se implican aspectos biológicos, psicológicos, culturales, sociales y económicos. En otras palabras, los alimentos no sólo cubren con la función nutricional sino también se insertan en matrices complejas donde las elecciones pueden estar condicionados por gustos, preferencias, disponibilidad, accesibilidad, además del reconocimiento del entorno cultural para su consumo. Diferencias importantes se aprecian en el uso de determinados alimentos dado condicione sociales particulares. Encontramos descripciones de la preferencia, gusto y consumo de determinados alimentos, así como categorías importantes que trascienden el mero hecho nutricional. Desde la perspectiva de la antropología alimentaria los alimentos están contenidos de sentidos, significados y simbolismos que se han desarrollado históricamente a través de pautas culturales (Mintz, 2003).

Debido a las condiciones climatológicas, particularmente, las precipitaciones y la temperatura, la Península de Yucatán ha resultado ser sumamente favorable para la producción del chile habanero, tan así, que es el segundo alimento agrícola producido en la región (Ruiz-Lau *et al.*, 2011; Fideicomiso del Riesgo Compartido, 2017).

Cabe mencionar que, para que la cosecha sea más exitosa, las precipitaciones y el nivel de humedad de los huertos o sembradíos es altamente importante. El chile habanero también se cultiva y produce en Baja California Sur, San Luis Potosí, Sonora y Tabasco, sin embargo, el cultivado en la península ha obtenido la Denominación de Origen (DO) desde el 2010. Además, “actualmente se cuenta con nueve variedades de chile habanero registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). Estas variedades fueron seleccionadas no sólo por ser genuinas portadoras de los atributos que distinguen al chile habanero de la Península de Yucatán (sabor, aroma y picor) del cultivado en cualquier otra parte del mundo, sino también por la forma del fruto, su tamaño, su color, el peso del fruto, por su productividad y su adaptabilidad a las condiciones del ambiente” (Santana *et al.*, 2018).

8.3. Indicadores

Estado de resultados

Es un estado financiero básico que presenta el resultado de las operaciones (utilidad o pérdida) de un periodo determinado, que puede ser un mes, un bimestre o trimestre, un semestre o un año, con el fin de conocer si la entidad fue eficiente en la obtención de sus logros y metas en función de los esfuerzos de todo su personal. Por ser de naturaleza periódica, se considera un estado financiero dinámico y es complementario al estado de situación financiera (Guerrero, 2015).

Tiene como objetivo principal evaluar la rentabilidad de las empresas, es decir su capacidad de generar utilidades, ya que estas deben optimizar sus recursos de manera que al final de un periodo obtengan más de lo invertido (Guerrero, 2015).

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio proporciona puntos de referencia importantes para la planificación a largo plazo de un negocio, conocer éste, para áreas tales como las ventas, la producción, las operaciones y la recuperación de la inversión puede contribuir a establecer precios, manejar deudas y otras funciones del negocio. En este sentido, el punto de equilibrio es donde el ingreso total de la empresa es igual a sus gastos totales, esto significa que en el punto de equilibrio no hay utilidad o esta es simplemente cero (Kampf et. al., 2016).

Costo Beneficio

La relación costo/beneficio es uno de los indicadores de bondad económica más utilizados en el estudio de proyectos del sector público, así como también del sector privado. Matemáticamente, se expresa como una relación entre los beneficios o ingresos del proyecto y sus costo o egresos. Como método incorpora el valor del dinero en tiempo, todos los beneficios y costos deben convertirse a una unidad monetaria equivalente o común (Villarreal, 2013)

Valor actual Neto (VAN)

También conocido con Valor Presente neto que no es más que la sumatoria en pesos de hoy de los flujos presentes y futuros de un proyecto; la mecánica de cálculo es en realidad muy sencilla si se tienen los flujos de caja y la tasa de descuento (Villarreal, 2013).

Tasa Interna de Retorno (TIR)

El cálculo de la TIR utiliza como materia prima los flujos de caja del proyecto/inversión, al igual que el VPN, sin embargo, la diferencia de este, el cálculo de la TIR no requiere de una estimación del costo de oportunidad o tasa de descuento. Lo que pretende el indicador de la TIR es establecer cuál es la rentabilidad que obtienen los dineros que permanecen invertidos durante la vida de ejecución de un proyecto de inversión (Villarreal, 2013).

8.4. Producción de chile habanero en México

El Chile habanero es considerado el más picante del mundo, una sola porción de habaneros tiene 128 miligramos de potasio, es alto en vitamina C, tiene un alto contenido de *capsaicina*, antiinflamatorio natural que puede ayudar a tratar la artritis y dolores de cabeza, ayuda a regular los niveles de insulina, por lo que puede ayudar a prevenir la diabetes. Debido a sus distintas propiedades, el chile habanero es utilizado en rubros diferentes como la gastronomía, medicina e industria química. El 80% de la producción de chile habanero se comercializa como fruto fresco y el 20% restante se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados. Se exporta principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania (FIRCO, 2017).

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es uno de los chiles más producidos por su alta rentabilidad, competencia y demanda en el mercado. En México, son varios los estados que actualmente están produciendo chile habanero: Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Jalisco, Veracruz, Baja California Sur, San Luis Potosí, Chiapas, Sonora, Michoacán, Nayarit, Sinaloa, Chihuahua y Colima.

De éstos, Yucatán ocupa el primer lugar como productor nacional de chile habanero. La producción en invernadero de este cultivo en condiciones óptimas es de 90 a 100 toneladas al año por hectárea y el chile se vende entre 18 y 20 pesos

por kilo por lo que lo hace un cultivo muy rentable, su periodo de cosecha es de aproximadamente 85 días a cielo abierto y 130 en invernadero desde el trasplante (INTAGRI, 2012).

La superficie cosechada en México en un año promedio es de alrededor de 450 hectáreas en total, con 5 mil toneladas de producción, cuyo valor puede ser superior a los 90 millones de pesos. El precio al productor en promedio es de 17 mil pesos por tonelada, aunque en Quintana Roo se ha alcanzado un precio más alto pagado al productor de 22 mil pesos por tonelada. Por todo lo anterior este cultivo se vislumbra como una oportunidad de negocio redituable para los agricultores, pues su demanda está en aumento y su precio es muy atractivo en el mercado (INTAGRI, 2012).

El SIAP en el 2017 menciona que la mayor parte de la recolección de chile habanero que se comercializó en los principales mercados nacionales provino de cuatro entidades: Campeche, Michoacán, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. El SIAP en el 2017 (Cuadro 8.1) menciona que el precio más bajo se situó en Campeche en \$10.68, estas cotizaciones demostraron una diferencia de \$11.34.

El precio al mayoreo (\$/kg) y el más alto se encontró en Chetumal, Q. Roo de \$90.00. El más bajo se registró en Oaxaca de \$41.60, estas cotizaciones marcaron una diferencia de \$48.40. Precio al consumidor(\$/kg), el más alto se ubicó en Durango por \$94.90 y el más bajo se detectó en Oaxaca \$40.00. Estas cotizaciones demostraron una diferencia de \$54.90. En lo que se refiere al margen de comercialización (\$/kg), el más alto se identificó en Durango \$84.22, el más bajo se encontró en Oaxaca \$29.32. Estas cotizaciones marcaron una diferencia de \$54.90.

Cuadro 8.1. Márgenes de comercialización del chile habanero según el SIAP, en mayo del 2017

(Fuente SIAP, 2017).

Entidad Productora	Precios (\$/Kg)			Márgenes de comercialización (\$/kg)			Participación en el precio final (%)		
	Productor ¹	Mayoreo ²	Consumidor ³	Mayorista	Menudeo	Total	Producto	Mayorista	Menudista
Campeche/	10.68	42.00	64.55	31.32	22.55	53.87	16.5	48.5	34.9
Campeche/ Durango	10.68	60.77	94.90	50.09	34.13	84.22	11.3	52.8	36.0
Campeche/ Monterrey, NL.	10.68	50.07	84.45	39.39	34.38	73.77	12.6	46.6	40.7
Campeche/ Oaxaca	10.68	41.60	40.00	30.92	-1.60	29.32	26.7	77.3	-4.0
Quintana Roo Chetumal, Q. Roo.	22.02	90.00	52.50	67.98	-37.50	30.48	41.9	129.5	-71.4
Tabasco/ Villahermosa, Tab.	12.52	58.00	53.10	45.48	-4.90	40.58	23.6	85.6	-9.2
Campeche/ Veracruz	10.68	63.27	63.75	52.59	0.48	53.07	16.8	82.5	0.8
Yucatán/ Mérida, Yuc.	19.50	68.53	86.35	49.03	17.82	66.85	22.6	56.8	20.6

Nota: 1/ se refiere al precio medio rural ponderado reportado en los avances de siembras y cosechas de las delegaciones estatales de la SAGARPA. 2/ se refiere al precio promedio frecuente de venta. 3/ se refiere al precio promedio registrado en los distintos puntos de venta al menudeo.

8.5. Análisis financiero

Inversión Inicial

Se construyó un macrotúnel en un área de 90 m², lo que implicó una inversión inicial de \$14,212.00, cubriendo la totalidad de materiales y suministros que se requirieron para la construcción (Cuadro 8.2).

Cuadro 8.2. Materiales y suministros que se requirieron para la construcción del macrotúnel.

Conceptos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Montos
Varillas 3/8"	pieza	10.00	198.00	\$1,980.00
Malla anti áfidos de 40x25 m	metro	68.00	81.50	\$5,542.00
Tubo galvanizado de 1/2"	pieza	1.50	510.00	\$765.00
Solera 1 1/2 x 3/16"	metro	3.00	160.00	\$480.00
Soldadura 6013 en 3/32	Kg	2.00	64.00	\$128.00
Alambre galvanizado calibre 14	Kg	20.00	47.00	\$940.00

Maguera para riego por goteo 6mm	metro	150.00	5.00	\$750.00
Manguera ciega para unir goteo	metro	10.00	20.00	\$200.00
Llave de paso para manguera ciega	pieza	1.00	30.00	\$30.00
Llave de conector espiga salida goteo	pieza	4.00	20.00	\$80.00
Conectores T manguera ciega	pieza	3.00	20.00	\$60.00
Conectores L manguera ciega	pieza	1.00	20.00	\$20.00
Carretes de hilo cáñamo #15	Kg	0.50	286.00	\$143.00
Agujas de arrea chica	pieza	3.00	30.00	\$90.00
Acolchado/b 1.20 X 1200M calibre 90	metro	60.00	3.00	\$180.00
Bisagras tubulares 1/2"	pieza	3.00	8.00	\$24.00
Bola de rafia blanca	pieza	1	100.00	\$100.00
Composta	pieza	30	90.00	\$2,700.00
TOTAL				\$14,212.00

Costo de producción

Los costos de producción fueron los gastos que se incurrieron en el trabajo, para empezar con el establecimiento y producción del cultivo en el macrotúnel, incluidos la preparación del terreno, siembra, aplicación de fertilizantes, soluciones nutritivas, insecticidas y fungicidas, así como los jornales que se ocuparon (Ver Cuadro 8.3).

Cuadro 8.3. Costos de producción para el establecimiento y manejo de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.

Concepto/Labor/Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total	Costo en 2 ciclos
Preparación y nivelación de terreno					
Trasplante	jornal	1.00	\$150.00	\$150.00	
cuidados	jornal	30.00	\$150.00	\$4,500.00	
Subtotal				\$4,650.00	\$9,300.00
Semilla	pieza	250.00	\$1.00	\$250.00	\$500.00
Charolas	pieza	1.00	\$60.00	\$60.00	\$120.00
Fertilizantes					
Fertilizantes (DAP Y UREA)	bulto	0.0288	\$600.00	\$17.28	
Subtotal				\$327.28	\$34.56
Insecticidas y Fungicidas					
Biorracionales	lt	0.02	\$1,000.00	\$20.00	

Fungicida	lt	0.04	\$750.00	\$30.00	
Subtotal				\$50.00	\$100.00
Solución Nutritiva					
Genifix/ Trichoderma	kg	0.80	\$800.00	\$640.00	
Subtotal				\$640.00	\$1,280.00
Cosecha					
Cosecha manual	jornal	10.00	\$150.00	\$1,500.00	
Subtotal				\$1,500.00	\$3,000.00
TOTAL				\$7,167.28	\$14,334.56

Proyección de costos

Las cifras que se proyectaron se consideran los costos fijos y costos variables, con un aumento del 5% a partir del segundo año. Se realizó una proyección de costos a 5 años. En el Cuadro 8.4 se describen los costos fijos, variables y costos totales proyectados a 5 años de la producción biorracional de chile habanero en condiciones de macrotúnel.

Cuadro 8.4. Proyección de costos de la producción biorracional de chile habanero en condiciones de macrotúnel.

COSTOS FIJOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Apoyo técnico	\$ 9,000.00	\$ 9,450.00	\$ 9,922.50	\$ 10,418.63	\$ 10,939.56
TOTAL	\$ 9,000.00	\$ 9,450.00	\$ 9,922.50	\$ 10,418.63	\$ 10,939.56
COSTOS VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Preparación y nivelación de terreno	\$ 9,300.00	\$ 9,765.00	\$ 10,253.25	\$ 10,765.91	\$ 11,304.21
Semilla	\$ 500.00	\$ 525.00	\$ 551.25	\$ 578.81	\$ 607.75
Charolas	\$ 120.00	\$ 126.00	\$ 132.30	\$ 138.92	\$ 145.86
Fertilizantes	\$ 34.56	\$ 36.29	\$ 38.10	\$ 40.01	\$ 42.01
Insecticidas y Fungicidas	\$ 100.00	\$ 105.00	\$ 110.25	\$ 115.76	\$ 121.55
Solución Nutritiva	\$ 1,280.00	\$ 1,344.00	\$ 1,411.20	\$ 1,481.76	\$ 1,555.85
Cosecha	\$ 3,000.00	\$ 3,150.00	\$ 3,307.50	\$ 3,472.88	\$ 3,646.52
TOTAL	\$ 14,334.56	\$ 15,051.29	\$ 15,803.85	\$ 16,594.05	\$ 17,423.75
COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTOS FIJOS	\$ 9,000.00	\$ 9,450.00	\$ 9,922.50	\$ 10,418.63	\$ 10,939.56
COSTOS VARIABLES	\$ 14,334.56	\$ 15,051.29	\$ 15,803.85	\$ 16,594.05	\$ 17,423.75
COSTOS TOTALES	\$23,334.56	\$24,501.29	\$25,726.35	\$27,012.67	\$28,363.30

8.6. Desarrollo de la producción de chile habanero

El rendimiento de la producción de chile habanero que se tuvo en el macrotúnel fue de 5 kg/m², en donde la superficie que ocupa es de 90m², se realizaron dos ciclos, con una producción total de 900 kg, con un precio de venta de \$40.00, el cual se vendió como precio a público, lo que generó un ingreso de \$36,000 en el periodo. En el Cuadro 8.5 se describe la producción por metro cuadrado, la superficie total y los dos ciclos, mostrando el total de la producción en kilogramos y para la venta.

Cuadro 8.5. Ingresos en la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.

Parámetro	Valores
Rendimiento (kg/m ²)	5.00
Superficie de cultivo (m ²)	90.00
Ciclos por año	2.00
Producción total (kg)	900.00
Precio de venta (\$/kg)	40.00
Producción para venta (kg)	900.00

Estados de resultados

La duración financiera de acuerdo con la capacidad de pago de la deuda a capital por financiamiento es de dos años. Se observa ingresos para el primer año de \$36,000.00 y para los siguientes años se calculó el aumento del 5% de ingresos. A partir del primer año se obtendrá una utilidad del ejercicio de \$11,393.50 y para los siguientes cuatro años se tienen las siguientes utilidades netas de \$11,963.17, \$12,561.33, \$13,189.40, \$13,848.87. Se observa una depreciación de 6.00 al año. En el primero año los costos totales son por \$23,334.56 (Cuadro 8.6).

Cuadro 8.6. Estado de resultados en la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ventas	\$36,000.00	\$37,800.00	\$39,690.00	\$41,674.50	\$ 43,758.23
Costos fijos	\$ 9,000.00	\$ 9,450.00	\$ 9,922.50	\$ 10,418.63	\$ 10,939.56
Costos variables	\$14,334.56	\$15,051.29	\$15,803.85	\$16,594.05	\$ 17,423.75
(-) Costos totales	\$23,334.56	\$24,501.29	\$25,726.35	\$27,012.67	\$28,363.30
(=) Utilidad bruta	\$19,865.44	\$20,858.71	\$21,901.65	\$22,996.73	\$ 24,146.57
(-) Depreciación	\$ 6.00	\$6.30	\$ 6.62	\$ 6.95	\$ 7.29
(=) Utilidad antes de impuestos	\$19,859.44	\$20,852.41	\$21,895.03	\$22,989.78	\$ 24,139.27
(-) Impuestos	\$ 1,985.94	\$2,085.24	\$ 2,189.50	\$ 2,298.98	\$ 2,413.93
(=) Utilidad del ejercicio	\$11,393.50	\$11,963.17	\$12,561.33	\$13,189.40	\$13,848.87

Punto de equilibrio

En el Cuadro 8.7 se observan los ingresos por ventas y los costos. Donde se deduce que las diferencias por debajo del punto de equilibrio son pérdidas y por arriba son utilidades o ganancias. El punto de equilibrio que se obtuvo es de \$14,959.69 por los dos periodos del macrotúnel. Por arriba de este monto se empezará a obtener ganancias.

Cuadro 8.7. Ingresos por ventas y costos en la producción biorracional de chile habanero en condiciones protegidas de macrotúnel.

CONCEPTOS / AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	\$36,000.00	\$37,800.00	\$39,690.00	\$41,674.50	\$43,758.23
Costos fijos	\$9,000.00	\$9,450.00	\$9,922.50	\$10,418.63	\$10,939.56
Costos variables	\$14,334.56	\$15,051.29	\$15,803.85	\$16,594.05	\$17,423.75
Costos totales	\$23,334.56	\$24,501.29	\$25,726.35	\$27,012.67	\$28,363.30
Punto de equilibrio	\$14,954.69	\$15,702.43	\$16,487.55	\$17,311.93	\$18,177.52
Punto de equilibrio	42%	42%	42%	42%	42%

Análisis de rentabilidad

En el Cuadro 8.8 nos muestra que el Valor Actual Neto cubre la inversión y alcanza para cubrir los gastos de operación y de inversión. El costo beneficio nos indica que existe una ventaja económica e impacto positivo en donde por cada peso invertido se obtendrán 35 centavos.

Cuadro 8.8. Análisis de rentabilidad (VAN, TIR, B/C) en la producción biorracional de chile habanero en condiciones protegidas de macrotúnel (Tasa de actualización 10%).

AÑO	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	TASA (1+t) ⁻ⁿ	INGRESOS ACTUALIZADOS	EGRESOS ACTUALIZADOS
0	-	\$14,212.00	\$14,212.00	1.000	-	\$14,212.00
1	\$36,000.00	\$23,334.56	\$12,665.44	0.909	\$32,727.27	\$21,213.236
2	\$37,800.00	\$24,501.29	\$13,298.71	0.826	\$31,239.67	\$20,248.998
3	\$39,690.00	\$25,726.35	\$13,963.65	0.751	\$29,819.68	\$19,328.589
4	\$41,674.50	\$27,012.67	\$14,661.83	0.683	\$28,464.24	\$18,450.017
5	\$43,767.23	\$28,363.30	\$15,403.92	0.621	\$27,176.00	\$17,611.380
TOTAL	\$198,931.73	\$143,150.17	\$55,802.55		\$149,439.91	\$111,064.22
			VAN			\$38,375.69
			TIR			89.47%
			B/C			\$1.35

La inversión inicial significó el mayor costo de producción de chile habanero, esto debido al costo que implica la compra de materiales para la construcción de los macrotúneles y al pago de la mano de obra empleada.

La producción de chile habanero, en condiciones protegidas de macrotúnel, es una actividad rentable en el municipio de Úrsulo Galván, puesto que se obtuvo una relación B/C de 1.35. A efecto de aumentar la rentabilidad económica del cultivo de chile habanero, se requiere, entre otros aspectos, apoyos en la comercialización y aumento de la superficie cultivada.

Como podemos ver la producción del chile habanero es redituable y puede producirse en un espacio pequeño y ser atendido por las mujeres, madres y/o jefas de familia, lo cual permitiría la integración de más mujeres a la actividad productiva,

generando empleos, una mayor disponibilidad de alimentos, una disminución de la emigración, y en general, el desarrollo en la región.

Por lo anterior, es importante que instituciones de gobierno apoyen este tipo de producción biorracional de hortalizas en macrotúnel, ya que es viable y ayudará a las familias del sector rural a mejorar su situación económica y social.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Medina, J.F., Durán-Prado, A., Peña del R.Á., Grajeda-Cabrera, O. e Irizar-Garza, M.B.G. (2012). Micorriza INIFAP: Biofertilizante para el Campo Mexicano. In: Aguado-Santacruz, G.A. (ed). Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. México, 219-240 pp.
- Alatrística, S. L. (2017). La mujer campesina en la agricultura y seguridad alimentaria. *Revista de Sociología*, (25), 149-177.
- Andréia, G. C., L. Johann, C. F. Volken de S. and N. Juarez F. (2017). Patogenicidade de *Isaria fumosorosea* sobre o ácaro vermelho europeu em laboratório. *Biotemas*, 30 (1): 73-78.
- Arias, M. R. M., Romero, F. de J. A., Bañuelos, T. J. y de la Cruz, E. Y. (2019). Inoculación de hongos solubilizadores de fósforo y micorrizas arbusculares en plantas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8): 1747-1757.
- Bada C. L. M. y Rivas T. L. A. (2010). Los clusters agroindustriales en el estado de Veracruz. *Investigación Administrativa*. 105(39): 73-100.
- Banco Mundial (2017). Mujeres en la agricultura: las agentes del cambio en el sistema alimentario mundial. [<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/03/07/women-in-agriculture-the-agents-of-change-for-the-food-system>]
- Bautista, M.N. (2006). Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 113 P.
- Bayer AG. (2021). Movento® 150 O-Teq. Crop Science, España. <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Insecticides/Movento-150-O-Teq> (Consultado 14 de septiembre de 2021)
- Bayer AG. (2021). Oberon®. Crop Science, España. <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Insecticides/Oberon> (Consultado 14 de septiembre de 2021)

- Bernardino-Hernández, H. U., Mariaca-Méndez, R., Nazar-Beutelspacher, A., Álvarez-Solís, J. D., Torres-Dosal, A. y Herrera-Portugal, C. (2019). Conocimientos, conductas y síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas entre productores de tres sistemas de producción agrícolas en los altos de Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1): 7-23.
- Bielinski M. S., Obregón-Olivas, H. A. y Salamé-Donoso, T. P. (2010). Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Serie de publicaciones del Departamento de Horticultural Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). 1-5 p.
- Borges-Gomez L, Moo-Kauil C, Ruiz-Novelo J, Osald Balam M, González Valencia C., Yamichimal C., Can-Puc F. (2014), Soils used for Habanero chili production in Yucatán: predominant physical and chemical characteristics. *Agrociencia*, 48(4):347-359.
- Borges-Gómez, Lizette, Cervantes Cárdenas, Libnih, Ruiz Novelo, Juan, Soria Fregoso, Manuel, Reyes Oregel, Vicente, & Villanueva Couoh, Eduardo. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 35-41.
- Calvo, P., Nelson, L. y Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3-41.
- Candelero, D.J., Cristóbal, A.J., Reyes, R.A., Tun, S.J.M., Gamboa, A.M.M. y Ruíz, S.E. (2015). *Trichoderma* spp. promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagonicas contra *Meloidogyne incognita*. *¿YTON*, 84, 113-119.
- Cardona, G., Peña-Venegas, C.P. y Arcos, A. (2008). Ocurrencia de hongos formadores de micorriza arbuscular asociados a ají (*Capsicum* sp.) en la Amazonia colombiana. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 459-470.

- Chavarro, M. J., Moreno, M., Muriel, J. y Twyman, J. (2020). Indicadores de género y empoderamiento de la mujer en la agricultura: del concepto a la práctica. Documento de Trabajo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 29 p. Disponible: <https://hdl.handle.net/10568/110248>
- Corrales, R.L.C., Caycedo, L.L., Gómez, M.M.A., Ramos, R.S.J. y Rodríguez, T.J.N. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *NOVA*, 15 (27), 45-65. <https://doi.org/10.22490/24629448.1958>
- Cortez-Mondaca, E., Valenzuela-Escoboza, F.A., López-Guzmán, J.A., Pérez-Márquez, J. y Moreno Gallegos, T. (2018). Efectividad biológica de aficidas sobre el pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en el norte de Sinaloa. *Revista Bio Ciencias*, 5(3), 1-7.
- Díaz-Nájera, J.F., Ayvar-Serna, S., Mena-Bahena, A., Apáez-Barrios, M., Bello-Tornez, S. y Tejeda-Reyes, M.A. (2019). Uso de insecticidas y productos orgánicos en el control de *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) en calabaza en trópico seco. *Entomología mexicana*, 6, 183-187.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Felipe, R.A. (2003). Tipificación del daño de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de pimientón cv. California Wonder. Trabajo de Grado. Unidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela. 33 p.
- FIRCO (2017), Chile Habanero, con denominación de origen. México.
- García, R. E., R. Pérez P., B. L. León E. y L. Pliego M. (2013). Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Pub. Esp. Núm. 6: 1129-1138

- Gastélum-Luque, R., Godoy-Angulo, T. P., López-Meza, M., Yáñez-Juárez, M. G., Inzunza-Castro, J. F. y Avendaño-Meza, F. (2014). Rotación de insecticidas para el manejo de mosca blanca *Bemisia tabaci* biotipo B Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y madurez irregular en frutos de tomate bajo casa sombra. *Entomología Mexicana*, 1: 846-851.
- González-Maldonado, M.B. y García-Gutiérrez, C. (2012). Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 3, 31-45.
- Guerrero, R.J.C. (2015). Contabilidad 1. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/itursulogalvan/39482?page=199>
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T. y Yermiyahu, U. (2015). The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. In: Sparks, D. L. (Ed.). *Advances in Agronomy*. Vol. 129. pp 141-174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
- Horowitz, A. R., Ellsworth, P. C., & Ishaaya, I. (2009). Biorational Pest Control – An Overview. *Biorational Control of Arthropod Pests*, 1–20. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2316-2_1
- Kampf, R., Majerčák, P., Švagr, P. (2016). Prethodno priopćenje. Recuperado el 14 de octubre de 2017, de Prethodno priopćenje: file:///C:/Users/user/Downloads/9_Kampf_M_ajercak_Svagr.pdf
- Lugo-Sánchez, M. Á., Flores-Canales, R. J., Isiordia-Aquino, N., Lugo-García, G. A. y Reyes-Olivas, Á. (2019). Ácaros fitófagos asociados a jitomate en el norte de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10 (7): 1541-1550.
- Montes, H. S. (2010). Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México. Informe Final. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

- Moreno, R. A., Aguilar, D. J. y Luévano, G. A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 25 (29): 763-774.
- Motta-Delgado, P. A. y Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Revista Ambiente & Agua*, 6 (2), 77-90. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.187>
- Murillo-Cuevas, F.D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Fernández-Viveros, J. A., Villegas-Narváez, J., López-Morales, V., Vázquez-Hernández A. y Meneses-Márquez, I. (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. *Biotecnia*, 22(1), 39-47.
- Mweke, A., Ulrichs, C., Nana, P., Akutse, K.S., Mokpokpo, F.K.K., Maniania, N.K. and Ekesi, S. (2018). Evaluation of the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* and *Isaria* sp. for the Management of *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 111(4), 1587-1594.
- Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J.R., y Vázquez-Montoya, E.L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 3, 17-29.
- Nieves-González, F., Alejo-Santiago, G. y Luna-Esquivel, G. (2013). Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.). *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 98-101.
- Noh, M. J., Yam, C. C., Borges, G. L., Zúñiga, A. J. J. y Godoy, H. G. (2014). Aislados bacterianos con potencial biofertilizante para plántulas de tomate. *Terra Latinoamericana*, 32(4): 273-281.
- ONU (Organización de Naciones Unidas). 2017. La agricultura en el siglo XXI: un nuevo paisaje para la gente, la alimentación y la naturaleza. Consultado en: <https://www.onu.org.mx/la-agricultura-en-el-siglo-xxi-un-nuevo-paisaje-para-la-gente-la-alimentacion-y-la-naturaleza/>

- Peláez-Arroyo, A., Vargas-Hernández, M., Díaz-Nájera, J. F., Ayvar-Serna, S., Alvarado-Gómez, O. G., Acosta-Ramos M. y Tejeda-Reyes, M. A. (2016). Alternativas de control de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en jitomate, en el trópico seco de Guerrero. *Entomología mexicana*, 3: 425-429.
- Pérez-Gutierrez, A., Pineda-Doporto, A., Latournerie-Moreno, L., Pam-Pech, W. y Godoy-Ávila, C. (2008). Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. *TERRA Latinoamericana*, 26(1), 53-59.
- PHC. (2021). Plant Health Care de México. PHC® T22® Funguicida biológico para la raíz. <http://www.phcmexico.com.mx/pdfs/biopesticidas/T-22.pdf> (Consultado 15 de septiembre de 2021).
- Polanco, R. A. G., Magaña, C. T. V., Cetz, I. J. y Quintal, L. R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola* 46(2): 72-83.
- Quintal-Ortiz, W.C., Pérez-Gutiérrez, A., Latournerie-Moreno, L., May-Lara, C., Ruiz-Sánchez, E. y Martínez-Chacón, A.J. (2012). Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(2), 155-160.
- Ramírez, D. 2011. Productividad agrícola de la mujer rural en Centroamérica y México. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Naciones Unidas, México, D.F. 51 p.
- Ramírez, M. M., Arcos, C.G. y Méndez, A. R. (2018). Jaguar: cultivar de chile habanero para México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (2), 487-492.
- Ramírez, M.M., Vázquez, G. E. (2007). Potencial de producción del chile Habanero (*Capsicum chinense* Jack), en el sur de Tamaulipas. INIFAP Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Apartado Postal No. 31, Altamira, Tamaulipas., CP 89601, México.

- Ramírez-Vargas, B.A., Carrillo-Ávila, E., Obrador-Olán, J.J., Coh-Méndez, D., Monsalvo-Espinosa, A. y Aceves-Navarro, E. (2019). Aplicación del modelo simplificado para estimar dosis sustentables de fertilización fosforada en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 27(78): 23-33.
- Randhawa, H. S., Paramjit, K. and Damanpreet. (2020). Bioefficacy of oberon 22.9% (spiromesifen) against red spider mite, *Tetranychus urticae* koch in okra and effect on its natural enemies. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8 (2): 1740-1743.
- Reséndiz-García, B. y Castillo-Olivas, O. (2018). Biología del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) en laboratorio en Chapingo, estado de México. *Entomología mexicana*, 5, 40-45.
- Reyes, G. y Cortéz, D. (2017). Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012). *Bioagro*, 29 (1): 45-52.
- Reyes-Ramírez, A., López-Arcos, M., Ruiz-Sánchez, E., Latournerie-Moreno, L., Pérez-Gutiérrez, A., Lozano-Contreras, M.G. y Zavala-León, M.J. (2014). Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*, 48(3), 285-294.
- Riaño, M. R. E. y Keilbach, B. N. M. 2009. Mujeres y nueva ruralidad: un estudio de caso sobre la desfeminización de la agricultura. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 9(18): 79-108.
- Rincón-Valdez, F., Echavarría-Cháirez, F.G., Rumayor-Rodriguez, A.F., Mena-Covarrubias, J., Bravo-Lozano, A.G., Acostas-Díaz, E., Gallo-Dávila, J. S. y Salinas-González, H. (2004). Cadenas de Sistemas Agroalimentarios de Chile Seco, Durazno y Frijol en el Estado de Zacatecas: Una Aplicación de la Metodología ISNAR. Publicaciones Especiales # 14. CIRNOC-INIFAP, ITESEM-Campus Zacatecas, Guadalupe Zacatecas, México. pp. 1-155.
- Robinson, T. D. G., Díaz-Carrión, I. A. y Cruz, H. S. (2019). Empoderamiento de la mujer rural e indígena en México a través de grupos productivos y microempresas sociales. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17): 91-108. <https://10.17163/ret.n17.2019.06>

- Rodríguez-Hernández, M.G., Gallegos-Robles, M.Á., Rodríguez-Sifuentes, L., Fortis-Hernández, M., Luna-Ortega, J.G. y González-Salas, U. (2020). Cepas nativas de *Bacillus* spp. como una alternativa sostenible en el rendimiento de forraje de maíz. *Terra Latinoamericana*, 38, 313-321. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.690>
- Rojas-Badía, M.M., Bello-González, Y. A. M., Ríos-Rocafull, Lugo-Moya, D. y Rodríguez, S. J. (2020). Utilización de cepas de *Bacillus* como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales. *Acta Agronómica*, 69 (1): 54-60.
- Rojas-Gutiérrez, R.L., Loza-Murguía, M., VINO-NINA L., Serrano-Canaviri T. (2017). Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 48-68.
- Ruiz-Bello, R., Nava-Tablada, M.E., Landeros-Sánchez, C., y Díaz-Padilla, G. (2016). Potencial productivo y limitantes para el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el estado de Veracruz, México. *RINDERESU*. 1 (1): 01-11.
- Ruiz-Lau, N., Medina, L. F. y Martínez, E. M. (2011). El chile habanero: su origen y usos. *Revista ciencia*. Julio-septiembre 2011 https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62_3/PDF/Habanero.pdf
- Salvador-Morales, P., Borges-Gómez, L. y Pinzón-López, L. Dinámica de la acumulación y distribución de N en *Capsicum chinense* Jacq. <http://www.itzonaolmeca.edu.mx/difusion/INV6.PDF> [Consultado el 30 de septiembre del 2018]
- Santana, N., Canto, A., Balam, E et. al. (2018). Los recursos genéticos de *Capsicum chinense* Jacq. en la Península de Yucatán. Caracterización de variedades "criollas" de chile habanero. En T. González-Estrada, J. J. Zuñiga-Aguilar & F. Vázquez-Flota (Eds), *Mejoramiento Genético de chile habanero de la Península de Yucatán* (pp 45-51). CONACYT-CICY-FOMIX-SIIES.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019). La mujer rural, clave para el desarrollo del campo y la seguridad alimentaria.

Secretaría de Desarrollo Social (2010). Catálogo de Localidades. [<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=301340014>]

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017). SIAP. SAGARPA. Márgenes de comercialización. Chile Habanero, México. [consultado el 16 de julio de 2021].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2019). Producción agrícola. México: SIAP. [consultado el 16 de julio de 2021].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2013). Boletín semanal SIAP de la SAGARPA. [consultado el 16 de julio de 2021]. <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/018-e.html>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016). Blog informativo, Somos noveno productor de hortalizas a nivel mundial. [consultado el 16 de julio de 2021]. <https://www.gob.mx/siap/articulos/somos-noveno-productor-de-hortalizas-a-nivel-mundial>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020). Avance de Siembras y Cosechas, Resumen por estado. [Consultado el 07 noviembre de 2020]. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021). Producción mensual agrícola. Avance de Siembras y Cosechas. [Consultado el 18 de agosto de 2021]. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/

Soria, F.M.J., Ferrera, C.R., Etchevers, B.J., Alcántar, G.G., Trinidad, S.J., Borges, G.L. y Pereyda, P.G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Revista Terra Latinoamericana*, 19 (4) 353-362.

- Sosa-Pech, M., Ruiz-Sánchez, E., Tun-Suárez, J.M., Pinzón-López, L.L. y Reyes-Ramírez, A. (2019). Germinación, crecimiento y producción de glucanasas en *Capsicum chinense* Jacq. inoculadas con *Bacillus* spp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16),137-143. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1801>
- Torres, R.J.A., Reyes, P.J.J. y González, R.J.C. (2016). Efecto de un bioestimulante natural sobre algunos parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) bajo condiciones de salinidad. *Biotecnia*, 18(2), 11-15. <https://doi.org/10.18633/bt.v18i2.274>
- Venzona, M., Consolaca, R.M., Molina-Rugamab, A.J., Silveira, D.V., Diasb, R. y Pallini, A. (2008). Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Crop Protection*, 27, 869-872.
- Villarreal, N.J. E. Ingeniería económica. México D.F: Pearson Education, (2013). p. <https://elibro.net/es/ereader/itursulogalvan/69491?page=105>
- Villarreal, R. M., García, E. R. S., Osuna, E. T. y Armenta, B. A. D. (2002). Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad postcosecha de tomate en fertirriego. *Terra Latinoamericana*, 20(3): 311-320.
- Zamora, E. (2017). El cultivo de pepino tipo slicer – americano (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas. Universidad de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. Folleto Cultivos Protegidos HORT-CP-008.1-8 P.

X. Índice de Figuras

Figura	Página
Figura 1.1. Mujeres en los macrotúneles.	4
Figura 4.1. Proceso general del establecimiento y producción en un macrotúnel. Elaborado por Adrián de Jesús Martínez García (2020).	13
Figura 4.2. Preparación de los materiales para la construcción del macrotúnel. a) y b) Corte y enderezado de varillas; c) y d) corte de fragmentos de solera y perforación de las mismas.	16
Figura 4.3. Acondicionamiento del área.	17
Figura 4.4. Trazado del área del macrotúnel.	18
Figura 4.5. Trazado del rectángulo con ángulos rectos para cuadrar el macrotúnel.	18
Figura 4.6. Formación de las camas.	19
Figura 4.7. Establecimiento de la estructura metálica del macrotúnel en forma de arco.	19
Figura 4.8. Esquema de la estructura del macrotúnel mostrando cuatro arcos de varillas, la distancia entre varillas, la altura y ancho del arco de cada varilla.	20
Figura 4.9. Amarre de los arcos con alambre galvanizado de forma cruzada.	20
Figura 4.10. Amarre de los arcos con alambre galvanizado en la parte superior.	21
Figura 4.11. Esquema de un segmento de la estructura de un macrotúnel.	21
Figura 4.12. Colocación de la cubierta del macrotúnel.	22
Figura 4.13. Colocación de la tapa del extremo posterior del macrotúnel.	23
Figura 4.14. Tensado y cosido de la malla en la base del macrotúnel.	23

Figura	Página
Figura 4.15. Tensado de la malla en la base del macrotúnel empleando piedras y suelo.	24
Figura 4.16. Colocación de la puerta de doble seguridad.	25
Figura 4.17. Esquema de segmentos de macrotúnel. A= vista lateral con forro de malla antiáfidos y b= vista de frente mostrando la puerta de doble seguridad forrada de malla antiáfidos.	25
Figura 4.18. Esquema de la estructura del macrotúnel completo con sus 15 arcos de varillas. a= Vista con inclinación, b= vista de frente y c= vista lateral, mostrando los 15 arcos de varilla (Av) y lo largo del macrotúnel.	26
Figura 4.19. Instalación del sistema de riego y acolchado.	27
Figura 4.20. Macrotúneles concluidos.	27
Figura 5.1. Ubicación de los macrotúneles establecidos. Google Maps (2021).	28
Figura 5.2. Macrotunel establecido en Hato de la Higuera del municipio de Puente Nacional.	29
Figura 5.3. Macrotunel establecido en La Loma de San Rafael municipio de Úrsulo Galván.	30
Figura 5.4. Macrotunel establecido en El Chalahuite municipio de Úrsulo Galván.	31
Figura 5.5. Macrotunel establecido en Cruz Verde del Municipio de Totutla.	32
Figura 5.6. Macrotunel establecido en Tlacotepec de Mejía del mismo municipio.	33
Figura 5.7. Macrotunel establecido en Salmoral en el municipio de La Antigua.	34
Figura 6.1. Plagas de importancia agrícola para las hortalizas. a) pulgón verde <i>Myzus persicae</i> (tamaño de 1.5 a 2 mm) y b) mosquita blanca <i>Bemisia tabaci</i> (tamaño aproximado de 2 mm).	38

Figura	Página
Figura 6.2. Ácaros plagas de cultivos hortícolas. a) Arañita roja <i>Tetranychus urticae</i> (tamaño aproximado 0.50 mm) y b) ácaro blanco <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (tamaño aproximado 0.1 a 0.3 mm).	39
Figura 6.3. Eficiencia de productos para el control de mosca blanca en el cultivo de jitomate variedad Toro en condiciones de invernadero. E.E.= Error estándar.	41
Figura 6.4. Eficiencia de productos para el control de ácaros en el cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de invernadero. a) Control de arañita roja <i>T. urticae</i> y b) Control de ácaro blanco <i>P. latus</i> . E.E.= Error estándar.	42
Figura 6.5. Macrotúnel con producción de variedades de chile habanero. a) plantas a los 35 días después del trasplante, b) planta de chile habanero infestada por pulgón y c) pulgones en hoja de planta de chile habanero.	43
Figura 6.6. Evaluación de productos para el control de pulgón en variedades de chile habanero en condiciones de macrotúnel. a) aplicación de producto, b) plantas protegidas con el insecticida Movento®, c) plantas protegidas con el bioinsecticida <i>I. javanica</i> 304 y d) plantas sin protección (plantas testigos).	44
Figura 6.7. Cantidad de pulgones vivos cuantificados en las plantas tratadas con los plaguicidas Movento®, <i>I. javanica</i> 304 y el testigo (sin producto) en policultivo de variedades de chile habanero producidos en condiciones de macrotúnel. E.E.= Error estándar.	44
Figura 6.8. Daño provocado por pulgón en el cultivo de chile serrano variedad Chiser 522, producido en condiciones de macrotúnel.	45
Figura 6.9. Evaluación de productos para el control de pulgón en chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de macrotúnel. a) aplicación de productos y b) muestreo de pulgones vivos después de las aplicaciones de productos.	46

Figura	Página
Figura 6.10. Cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones de macrotúnel. a) Plantas protegidas con plaguicidas evaluados y b) planta testigo sin protección de producto.	46
Figura 6.11. Cantidad de pulgones vivos cuantificados en las plantas tratadas con los plaguicidas Movento®, <i>I. javanica</i> 304 y el testigo (sin producto) en cada uno de los días después de la aplicación (dda) en cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.= Error estándar.	47
Figura 6.12. Producción de chile habanero variedad Jaguar en macrotúnel. a) Interior del macrotúnel, b) plantas con carga de frutos y c) cosecha de frutos.	50
Figura 6.13. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de plántulas y fruto de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel. a) Efecto de los bioestimulantes en la altura de plántula y b) efecto de los bioestimulantes en el peso de fruto de chile habanero. E.E.=Error estándar.	51
Figura 6.14. Aplicación de bioestimulante en drench al cultivo de chile serrano variedad Chiser 522 producido en condiciones de macrotúnel.	51
Figura 6.15. Cosecha de muestra de frutos de chile serrano producidos en macrotúnel de plantas con y sin bioestimulantes, para la toma del peso de frutos.	52
Figura 6.16. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de fruto de chile serrano variedad Chiser 522 en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.=Error estándar.	52
Figura 6.17. Producción de jitomate variedad Toro en condiciones protegidas de macrotúnel en el cual se evaluaron bioestimulantes en relación al peso de fruto.	53
Figura 6.18. Efecto de bioestimulantes en el desarrollo de fruto de jitomate variedad Toro en condiciones protegidas de macrotúnel. E.E.=Error estándar.	54
Figura 7.1. Parte del equipo de trabajo en la presentación del módulo de producción biorracional de chile habanero en	57

Figura	Página
agricultura protegida tipo macrotúnel. De derecha a izquierda, Dr. Félix Murillo, Dr. Héctor Cabrera, Dra. Jacel Adame, MC. Andrés Vásquez e Ing. Mario López.	
Figura 7.2. Parte del equipo de trabajo del Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván con los jóvenes participantes Rebeca Luria Moctezuma y Adrián de Jesús Martínez García.	57
Figura 7.3. Cintilla y marco de plantación para chile habanero dentro del macrotúnel.	59
Figura 7.4. Trasplante y cultivo establecido de chile habanero variedad Jaguar dentro del macrotúnel.	59
Figura 7.5. Plantas de chile habanero variedad después del deshoje de sanidad.	60
Figura 7.6. Aplicación de fertilizante foliar de alta solubilidad en chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.	61
Figura 7.7. Aplicación en drench de bioestimulantes en plantas de chile habanero variedad Jaguar en producción en macrotúnel.	62
Figura 7.8. Plantas de chile habanero variedad Jaguar tutoradas, con flores y primeros frutos en producción en macrotúnel.	63
Figura 7.9. Cosecha de frutos de chile habanero variedad Jaguar producidos en condiciones de macrotúnel.	64
Figura 7.10. Producción de chile habanero variedad Jaguar presentada en evento demostrativo del módulo de producción biorracional de chile habanero en agricultura protegida tipo macrotúnel.	64
Figura 7.11. Manejo biorracional de la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones de macrotúnel. Elaborado por Adrián de Jesús Martínez García (2020).	65

XI. Índice de Cuadros

Cuadro	Página
Cuadro 7.1. Fertilizantes utilizados en hortalizas en condiciones de macrotúnel.	61
Cuadro 7.2. Productos bioestimulantes recomendados para 240 plantas de chile habanero variedad Jaguar en producción protegida en macrotúnel.	62
Cuadro 8.1. Márgenes de comercialización del chile habanero según el SIAP, en mayo del 2017 (Fuente SIAP, 2017)	74
Cuadro 8.2. Materiales y suministros que se requirieron para la construcción del macrotúnel	74
Cuadro 8.3. Costos de producción para el establecimiento y manejo de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.	75
Cuadro 8.4. Proyección de costos de la producción biorracional de chile habanero en condiciones de macrotúnel.	76
Cuadro 8.5. Ingresos en la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.	77
Cuadro 8.6. Estado de resultados en la producción de chile habanero variedad Jaguar en condiciones protegidas de macrotúnel.	78
Cuadro 8.7. Ingresos por ventas y costos en la producción biorracional de chile habanero en condiciones protegidas de macrotúnel	78
Cuadro 8.8. Análisis de rentabilidad (VAN, TIR, B/C) en la producción biorracional de chile habanero en condiciones protegidas de macrotúnel (Tasa de actualización 10%).	79

XII. Autores



Jacel Adame García es Doctora en Ciencias en Ecología y Biotecnología por el INBIOTECA, UV. Maestra en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria por el Instituto Tecnológico del Llano. Ingeniera en Agrónoma por el Instituto Tecnológico No. 18 hoy Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Auditora del Sistema de Gestión de la Calidad, es Presidenta de Academia de Ingeniería en Agronomía y durante el periodo 2019-2021 fungió como Presidenta de Academia de la Ingeniería en Industrias Alimentarias. Contó con la distinción de Representante Institucional ante el PRODEP (RIP). Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde el 2014. Cuenta con Reconocimiento al Perfil Deseable PROMEP. La Dra. es Líder del cuerpo académico en consolidación "Biodiversidad, Biotecnología, Medio Ambiente e Innovación Tecnológica" ITUR-CA-1. Es fundadora del Laboratorio de Biología Molecular del ITUG y funge como jefa del mismo desde el 2012 a la fecha. Ha participado como colaboradora y responsable de proyectos de investigación de recursos fiscales CONACyT y del TecNM.

Es autora y coautora de 56 artículos en revistas indizadas en el Journal Citation Reports y CONACyT tales como Botanical sciences, BMC genomics, Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Biotecnia,

Plant Pathology, Water Science and Technology, European Journal of Plant Pathology y Tropical Plant Pathology. Autora de capítulos de libro y coautora de libros en colaboración con investigadores del INIFAP. Sus líneas de investigación versan sobre Biotecnología, Biología Molecular, Biofertilizantes, Biopesticidas e Inocuidad.

Ha participado en la formación de recursos humanos, asesorando a estudiantes de Licenciatura en proyectos de investigación y de innovación tecnológica. En lo que respecta a proyectos de Innovación los estudiantes que asesora han logrado posicionarse en eventos nacionales de innovación tecnológica, en el año 2017-2018 asesoró a un grupo de jóvenes de Licenciatura quienes obtuvieron el 1er Lugar Nacional en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica con el proyecto de Innovación Social "Con Ciencia Móvil®".

Cuenta con dos Certificaciones de Competencia Laboral en los Estándares de Competencia EC0301 (2017-2027) y EC0217 (2017-2020) por parte del CONOCER y la Certificación IC3 Spark Certiport. Con el reconocimiento de "Gestora de la Innovación del Tecnológico Nacional de México", es responsable del registro de cinco Marcas ante el IMPI (Con Ciencia Móvil®, ConCiencia Kit®, BioDetec®, GeniFix® y MIITUG®) en las que el titular es el Tecnológico Nacional de México /IT Úrsulo Galván. Obtuvo la Certificación en el programa Digital Evolution Education Program (DEEP) – Technological Frontiers Initiative de Laspau-Harvard.

Aunque la Dra. se ha dedicado a la investigación es una persona incansable en la comunicación pública de la ciencia, divulgación y difusión del conocimiento científico o tecnológico, así como la vinculación con el sector social, fomenta el acercamiento de la ciencia y tecnología a niñas, niños y jóvenes de las zonas rurales. Correo electrónico: jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx



Félix David Murillo Cuevas es Licenciado en Biología por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Maestro en Ciencias en Parasitología Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y Doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Trabajo como investigador en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). Actualmente es Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván, es Jefe del Laboratorio de Entomología desde el 2017 a la fecha y Presidente de Academia de Biología desde el 2018 a la fecha. Es Miembro del Cuerpo Académico “Biodiversidad, Biotecnología y Medio Ambiente en Agroecosistemas” (ITURG-CA-1). Es Perfil Deseable (PROMEP) por el Tecnológico Nacional de México (TecNM) desde el 2017 a la fecha, e Investigador Nacional Nivel I (SNI Nivel I) periodo 2020-2022 por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

El Dr. Félix Murillo ha sido Director y Asesor de 20 Tesis de Licenciatura en Biología e Ingeniería en Agronomía, ha asesorado Tesis de Maestría y Doctorado, participando en instituciones como El Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, Tecnológico de Boca del Rio y Tecnológico de Misantla. Ha participado como

instructor de cursos para profesores, técnicos y estudiantes en temas de plagas agrícolas y bioestadística por parte del TecNM e INIFAP. Ha sido responsable y colaborador de proyectos de investigación, innovación y apropiación de la ciencia financiados por el TecNM y El CONACyT.

Algunos de sus proyectos financiados por el TecNM han sido: "Evaluación de bioestimulantes y bioinsecticidas en condiciones de macrotúnel en la producción de hortalizas", "Sistema de producción biorracional de hortalizas en macro túnel como alternativa innovadora para mejorar la seguridad alimentaria" y "Variabilidad de poblaciones de mosquita blanca evaluada mediante análisis morfológico y molecular en la región centro costera de Veracruz". Así mismo, fungió como responsable en el proyecto de apropiación social del conocimiento de las humanidades, ciencias y tecnologías 2019, financiado por CONACyT, titulado "MIIPT: Museo Interactivo de Insectos y Plantas Terrestres".

Es primer autor o autor por correspondencia de 12 artículos científico en revistas indexadas en el Journal Citation Reports (JCR) y CONACyT tales como Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Biotecnia, Journal of Hymenoptera Research, Arthropod Structure & Development, y Biocontrol Science and Technology. Autor de varios capítulos de Libro y trabajos en extenso de Congresos, Reuniones y Simposios Científicos.

Sus líneas de investigación son entomología agrícola, control biológico de plagas agrícolas, ecología de insectos y fauna edáfica de suelos agrícolas.

Correo electrónico: felix.mc@ugalvan.tecnm.mx



Mario López Vázquez es Ingeniero Agrónomo por el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván en el que desarrolló el proyecto de producción de chile habanero en condiciones de macrotúnel. Es Técnico en Construcción Naval (mecánica) por el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP).

Laboró en la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde Veracruz, desempeñándose como Pailero "A", participó en la instalación de soportaría menor en el área del turbo generador. Cuenta con experiencia en la engorda de ganado bovino, reparación de maquinaria pesada agrícola, construcción de silos metálicos y electricidad.

Fue auxiliar en el área de mantenimiento del Tecnológico Nacional de México campus Úrsulo Galván. Actualmente se desempeña en el área de mantenimiento de equipo - fomento productivo, como Jefe de Departamento del Tecnológico Nacional de México campus Úrsulo Galván. Es el responsable de la construcción e implementación de unidades para cultivos protegidos en la modalidad de macrotúneles del Tecnológico Nacional de México campus Úrsulo Galván.

Correo electrónico: mario.lv@ugalvan.tecnm.mx



Jazmín Villegas Narváez es egresada de la Licenciatura en Administración de la Universidad Veracruzana (UV) y de la Maestría en Ciencias de la Educación y Comunicación de la Universidad de las Naciones (UNINACIONES). La autora es Profesora en el Departamento de Económico Administrativo con las asignaturas Plan de Negocios, Innovación y emprendimiento, Mezcla de Mercadotecnia y Emprendedurismo e Innovación, en el nivel Licenciatura en las carreras de Ingeniería en Gestión Empresarial y Licenciatura en Administración de Empresas. Cuenta con reconocimiento al Perfil Deseable PROMEP, Miembro del cuerpo académico "Biodiversidad, Biotecnología, Medio Ambiente e Innovación Tecnológica" ITUR-CA-1. Ha participado como asesor local, regional y nacional en eventos de Innovación emprendimiento y Tecnología como el ENEIT y el TECH. Ha participado como colaborador de proyectos de investigación de recursos CONACYT y del TecNM. Responsable del Proyecto TecNM "Agrodiversidad de los huertos de traspatio en comunidades de alta y media marginación en la zona golfo-centro de Veracruz" y del proyecto por IMJUVE "Hortalizas de Traspatio para Combatir el Hambre con Mujeres del Municipio de Úrsulo Galván". Tiene diversas publicaciones en revistas indizadas en el Journal Citation Reports y CONACyT.

Miembro La Red Iberoamericana de Academias de Investigación, Directora de diversas Tesis y proyectos de Innovación de nivel Licenciatura. Su línea de Investigación Sistemas de Innovación e Investigación Tecnológica Empresarial.

Responsable y colaborador en el registro de las marcas CAMIVERA®, Con Ciencia Kit®, SALSAMOCZAR®, EMANS®, Con Ciencia Móvil®, GeniFix® y MIITUG®. Ha participado como Coordinadora en Estrategias de Extensionismo con INCA Y productores del municipio de Úrsulo Galván.

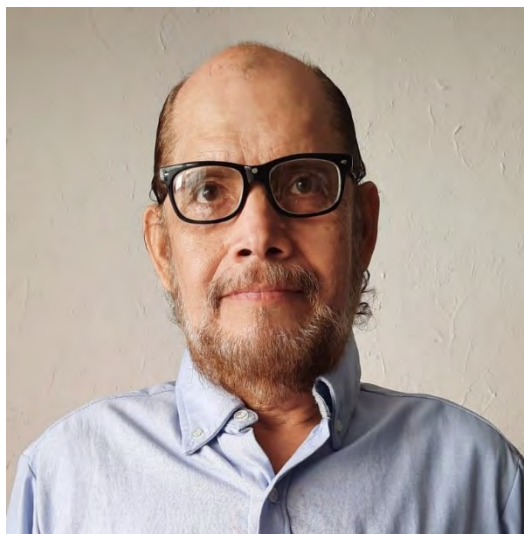
Certificada en competencias por CONOCER en los estándares EC0217 "Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal", EC0301 "Diseño de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal, sus instrumentos de evaluación y manuales del curso" y ECO772 "Evaluación del aprendizaje con enfoque en competencias profesionales".

Certificada por IC3 GS5 Spark Certification requirements en Key Applications, Living Online y Computing Fundamentals

Ha cursado diversos Diplomados como en Educación Ambiental, en TICS, para la Formación de Tutores, para la Formación y Desarrollo de Competencias Docentes, en Recursos Educativos en Ambientes Virtuales de Aprendizaje, en Educación Financiera y en Teams.

Actualmente es Coordinadora de Educación a Distancia del TecNM Campus Úrsulo Galván (ITUG). Se ha desempeñado como Jefa de Servicios Externos, Encargada del Centro de Incubación e Innovación Empresarial, Representante Institucional ante el Programa (RIP). GPS Master del CENITAE 2020-2021 TecNM- ENACTUS. Auditor del Sistema de Gestión de Calidad. Instructora de Cursos de Educación a Distancia de TecNM. Por su trayectoria académica ha recibido reconocimientos nacionales

Correo: jazmin.vn@ugalvan.tecnm.mx



Héctor Cabrera Mireles es Doctor en Filosofía (PhD) con especialidad en Control Biológico por University of Florida EUA. Es Maestro en Ciencias con Especialidad en Sanidad Vegetal por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Y egresó como Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Parasitología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Cuenta con publicaciones en modelos fenológicos de insectos, dinámica poblacional de plagas, cría masiva de insectos en el laboratorio, evaluación de atrayentes e insecticidas, fenología de insectos. En cultivos de mango, cítricos, caña de azúcar, hortalizas como jitomate, chile y pepino.

Sus líneas de investigación están enfocadas a modelos fenológicos, control biológico, dinámicas poblacionales, diagnóstico de plagas, interrelaciones hospedero-plaga, interacciones huésped-parásito, relaciones tritróficas, calidad de frutales tropicales e inocuidad alimentaria. En los últimos cinco años he trabajado con plagas de hortalizas en agricultura protegida, con evaluaciones de entomopatógenos contra ácaros, mosca blanca y pulgones en cultivos de jitomate, chile y pepino.

Correo: cabrera.hector@inifap.gob.mx



Andrés Vásquez Hernández es Maestro en Ciencias en Edafología, Química de Suelos por el Colegio de Postgraduados. Licenciado en Química Agrícola por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana.

Como parte de su experiencia profesional fue Coordinador Regional del Programa de Suelos del Centro de Investigación Regional del Golfo Centro.

Fue Jefe de Operaciones y Servicios del Campo Experimental Cotaxtla así como Coordinador Regional del Proyecto Nacional de Biofertilizantes.

Ha participado como Representante de INIFAP en el Comité Técnico Distrito de Desarrollo Rural 006 de la Antigua. Así como Representante del Comité Hidráulico 035 La Antigua, Veracruz.

También se desempeñó como Vocal 1 del Comité Regional de Capacitación y Desarrollo (CORECADE) Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla.

Ha publicado al menos 54 artículos científicos, publicaciones en Congresos, Reuniones Científicas y Simposios. Ha impartido más de 30 cursos a productores y a personal técnico e impartido más de 20 conferencias.

Correo electrónico: **avasquez_600@hotmail.com**

XIII. Agradecimientos

Los autores de este documento expresan su sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que nos brindaron su apoyo para lograr la meta comprometida, esta obra no habría sido posible sin ustedes. Un reconocimiento especial para:

- Al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICyDET) por el financiamiento del proyecto “Sistema de Producción Biorracional de Hortalizas en Macrotúnel, Conducido por Mujeres” con clave 14 2252.
- El Dr. Ramiro Sánchez Uranga, Director del TecNM campus Úrsulo Galván por brindar las facilidades para desarrollar el proyecto.
- A los estudiantes y egresados Rebeca Luria Moctezuma, Adrián de Jesús Martínez García, Ing. José Antonio Juárez Castañeda, Ana Gabriela Castaño Díaz, Fermín Eduardo Castillo Lagunes, Miguel Alberto Jiménez Jiménez, Adalid Alberto Román Juárez, Sergio López Mexicano, Carlos Darío Criollo Cerecero, José Antonio Herrera Criollo, Luis Fernando García Herrera, Williams Muñoz Jacinto, Esmeralda Garmendia Santos, Oscar Manuel Neri Carabarin, Naceli Rocío Del Rosario Olguín, Rubén Darío Hernández Alarcón, Julio Cesar Velázquez Sarmiento, Brenda Miranda Hernández.
- También a Magali Jiménez Jiménez, Cecilia Reyes Loyola, Arturo Andrés Gómez, Aaron Santiago Peralta, Jimena Ortega Patricio.
- Al Dr. Moisés Ramírez Meraz del INIFAP por la semilla de chile habanero Jaguar y chile serrano Chiser 522.
- Ing. Jorge Rodríguez Zilli por proporcionar las formulaciones de los entomopatógenos.

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
CEL 2282386072
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@hotmail.com

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (978-607-99621)
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 2
Presentación en medio electrónico digital: formato PDF 8 MB
Fecha de aparición 18-11-2021
ISBN 978-607-99563-1-8

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN MACROTÚNEL PARA MUJERES DE ZONAS RURALES EN VERACRUZ



AUTORES

JACEL ADAME GARCÍA
FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS
MARIO LÓPEZ VÁZQUEZ
JAZMÍN VILLEGAS NARVAEZ
HÉCTOR CABRERA MIRELES
ANDRÉS VÁSQUEZ HERNÁNDEZ



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS
DE INVESTIGACIÓN A.C.
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE
MAGNO

C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.

CEL 2282386072

PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.

COLONIA TABACALERA

DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC

C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965

WWW.REDIBAI.ORG

REDIBAI@HOTMAIL.COM

ISBN: 978-607-99563-1-8



SELLO EDITORIAL: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN, A.C. (978-607-99621)

PRIMERA EDICIÓN, XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.

NO. DE EJEMPLARES: 2

PRESENTACIÓN EN MEDIO ELECTRÓNICO DIGITAL: FORMATO
PDF 8 MB

FECHA DE APARICIÓN 18-11-2021

ISBN 978-607-99563-1-8