



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO  
UNIDAD DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
Maestría en Competitividad y Sustentabilidad



*Modelo de producción de Jitomate en invernadero  
en la empresa Vivero Agroforestal Rubí,  
Chilpancingo, Guerrero*

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN COMPETITIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD**

**PRESENTA**

Blanca Estela Iglesias Carreño

**DIRECTOR**

Dr. Javier Jiménez Hernández

**CODIRECTOR**

Dr. Ricardo González Mateos

**LGAC "AGROINDUSTRIAS Y SUSTENTABILIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS"**

Acapulco de Juárez, Gro., México, julio 2018



BECADO POR EL CONSEJO  
NACIONAL DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



UAGro


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO  
UNIDAD DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

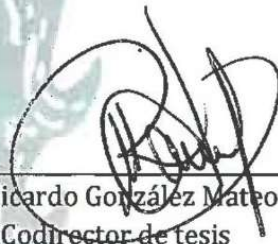
Maestría en Competitividad y Sustentabilidad

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS


En la Ciudad de Acapulco, Guerrero, siendo las doce horas del día 2 de julio del año dos mil dieciocho, se reunieron los miembros del comité tutorial designado por la academia de posgrado de la Maestría en Competitividad y Sustentabilidad para examinar la tesis titulada "MODELO DE PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN INVERNADERO EN LA EMPRESA VIVERO AGROFORESTAL RUBÍ, CHILPANCINGO, GUERRERO", que presenta la estudiante **C. Blanca Estela Iglesias Carreño**, para obtener el grado de MAESTRO EN COMPETITIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD. Después de examinar el escrito y hacer el análisis correspondiente, los miembros del comité **aprobaron** la tesis y autorizan la impresión final de la misma. Una vez que la interesada satisfaga los requisitos señalados en el Reglamento General de Estudios de Posgrado e Investigación Vigente, procederá la presentación del examen de grado.


COMITÉ TUTORIAL

  
Dr. Javier Jiménez Hernández  
Director de tesis

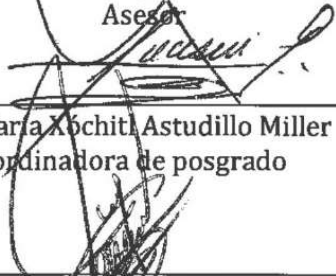
  
Dr. Ricardo González Mateos  
Codiector de tesis


  
Dra. Yanik Ixchel Maldonado Astudillo  
Asesora

  
Dr. Ricardo Salazar López  
Asesor

  
Dr. Juan Pereyra Hernández  
Asesor

Vo. Bo.


  
Dra. María Xóchitl Astudillo Miller  
Coordinadora de posgrado

  
Dra. María Xóchitl Astudillo Miller  
Directora de la UEPI

Ing. Javier Muñoz Gutiérrez  
Responsable legal de la empresa Vivero  
Agroforestal Rubí SPR de RL de CV

<http://competitividad.uepi.mx>  
Calle Pino S/N  
Col. El Roble, C.P. 39640  
Acapulco de Juárez, Guerrero, México  
Correo electrónico: [competitividad@uepi.mx](mailto:competitividad@uepi.mx)  
Tel. (744) 4 87 77 40 y (744) 4 69 04 30 ext. 4468





**EL PRESENTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO, BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. JAVIER JIMÉNEZ HERNÁNDEZ Y CO-DIRECCIÓN DEL DR. RICARDO GONZÁLEZ MATEOS, CON EL APOYO DE LA EMPRESA VIVERO AGROFORESTAL RUBÍ SPR DE RL DE CV.**

**ESTE TRABAJO FORMA PARTE DE LA LGAC “AGROINDUSTRIAS Y SUSTENTABILIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS” DEL POSGRADO Y LAS LGAC “DIVERSIDAD Y APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE LOS RECURSOS NATURALES” DEL CUERPO ACADÉMICO CA-170-BIODIVERSIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL SUSTENTABLE; Y “MANEJO INTEGRAL DE AGROECOSISTEMAS” DEL CUERPO ACADÉMICO CA-117-SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.**

## AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico a través de una Beca de manutención otorgada con núm. 745201.

A la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) que me brindó la oportunidad, a través de la Unidad de Estudios de Posgrado e Investigación (UEPI - UAGro) en el programa de Maestría en Competitividad y Sustentabilidad (MACS), para realizar mis estudios de maestría.

A la empresa Vivero Agroforestal Rubí SPR de RL de CV, particularmente al Ing. Javier Muñoz Gutiérrez por las facilidades para el uso de sus instalaciones e infraestructura, personal técnico y administrativo para el desarrollo del proyecto.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), especialmente al Dr. Porfirio Juárez López por las facilidades para el uso de sus instalaciones y asesoría durante el desarrollo de la estancia profesional.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FCAA – UAGro) por la colaboración de los sinodales del CA-117-Sistemas de Producción Agropecuaria, y el apoyo del Maestro José Manuel Reyes en el análisis de datos estadísticos.

A la Facultad de Ciencias Químico Biológicas (FCQB – UAGro) por la colaboración de los sinodales del CA-170-Biodiversidad y Gestión Ambiental Sustentable, por permitir llevar a cabo los experimentos dentro del Laboratorio de Bromatología y Tecnología de Alimentos (LBTA).

En general a todas las instituciones, organismos y bibliotecas, que de alguna manera contribuyeron a facilitarme acceso a la información requerida para alcanzar los objetivos en esta tesis.

A la Dra. Xóchitl Astudillo Miller coordinadora del programa y a los profesores del programa por su constante apoyo.

A mi director de tesis el Dr. Javier Jiménez Hernández por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A mi codirector de tesis el Dr. Ricardo González Mateos por haber sido parte de esta formación y por su gran disponibilidad.

Al Dr. Juan Pereyda Hernández por su apoyo, comprensión y observaciones, durante la realización en este proyecto.

Al Dr. Ricardo Salazar López por estar siempre en la disposición de apoyar y ser parte de los trabajos realizados en el LBTA.

A la Dra. Yanik I. Maldonado Astudillo gracias por el rigor, la inspiración y el apoyo constante en cada paso de esta etapa de mi vida profesional.

Al Dr. Porfirio Juárez López por todo el apoyo y dedicación que me brindo durante mi estancia en la UAEM.

A la Maestra Sara González López por su gran apoyo en cada trámite requerido, por sus consejos y disposición.

Al señor Juan Carlos Mendoza Núñez por su colaboración en el cumplimiento de los objetivos de este proyecto dentro de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, su constante apoyo fue indispensable para el desarrollo de este proyecto.

Al Maestro José Manuel Reyes por su asesoría y apoyo en el análisis estadístico de los datos de esta tesis.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

*Primero y antes que nada, doy gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que guían mi vida.*

*A mis hermanas y a mi hermano quienes han sido mi mayor motivación para seguir caminando, su amor y apoyo incondicional son parte de mí día a día.*

*Gracias Chapis por ser mi hermana y apoyarme en cada etapa de mi vida*

*Gracias Neni por las enseñanzas, que tú tan pequeña ya me has dado eres increíble.*

*Gracias Chaparro por tu inocencia y amor incomparable.*

*Gracias M.C. Jacobo por acompañarme en este gran viaje, gracias por todos estos años, por creer en mí, por la motivación, por siempre levantarme, por tu apoyo único y especial.*

*Gracias a mi Universidad, gracias por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.*

*A mi director de tesis el Dr. Javier Jiménez Hernández por permitirme trabajar a su lado, por compartir su tiempo y sus conocimientos. Al igual que por su paciencia y empeño en el desarrollo de este trabajo.*

*A mis sinodales, Dr. Ricardo González Mateos, Dr. Juan Pereyda Hernández, Dr. Ricardo Salazar López y a la Dra. Yanik I. Maldonado Astudillo gracias por compartir sus conocimientos y el tiempo que me han dedicado para leer este trabajo.*

*A mi amiga Amparo Brito Suastegui a quien conocí en esta etapa de mi vida y que con el tiempo logramos tener una hermosa amistad y tengo el gusto de conocer a su familia.*

*A la 2ª generación de la MACS, por las clases compartidas y brindar su apoyo en cada momento. Excelente generación.*

*Gracias a todo aquel que de una manera u otra intervino para que esta tesis hoy fuera una realidad.*

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a ti, mi Mejor Amigo,  
A mis padres y hermanas (o) por todo su amor,  
Apoyo y sacrificio durante todos estos años.*



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>IMPACTO DEL PROYECTO EN EL SECTOR PRODUCTIVO</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Delimitación del problema.....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos particulares .....	5
<b>II. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Localización de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí” .....	6
2.2. Descripción de la empresa .....	6
2.3. Estado Mundial de la industria de jitomate.....	8
2.4. Estado de la producción de jitomate en México .....	9
2.5. Estado de la producción de jitomate en Guerrero .....	10
2.6. Entorno competitivo .....	10
2.7. Entorno sustentable.....	11
2.8. Entorno innovador .....	11
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
3.1. Características botánicas del jitomate.....	12
3.2. Componentes agroecológicos .....	13
3.2.1. Temperatura .....	13
3.2.2. Humedad.....	13
3.2.3. Luminosidad .....	14
3.2.4. Suelo .....	14
3.2.5. Plagas y enfermedades.....	15
3.2.6. Variedades de tomate.....	16
3.3. Proceso productivo del cultivo de jitomate en invernadero.....	18
3.3.1. Producción de plántula.....	18
3.3.2. Preparación de suelo .....	18
3.3.3. Trasplante.....	19
3.3.4. Fertilización .....	19
3.3.5. Fertirrigación .....	20
3.3.6. Poda .....	21

3.3.7. Tutorio.....	21
3.3.8. Polinización .....	21
3.3.9. Cosecha y postcosecha.....	21
3.3.10. Clasificación del fruto.....	22
3.3.11. Invernadero .....	23
3.3.12. Sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC).....	23
3.3.13. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) .....	23
<b>IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
4.1. Diagrama de flujo de proyecto.....	26
4.2. Etapa 1.- Diagnóstico.....	27
4.3. Etapa 2.- Adopción .....	28
4.4. Etapa 3.- Determinación .....	28
4.4.1. Diseño experimental .....	29
4.4.2. Germinación.....	30
4.4.3. Trasplante.....	30
4.4.4. Fertilización .....	31
4.4.5. Evaluación de variables .....	32
4.4.6. Grado de tecnificación de invernaderos.....	33
4.4.7. Análisis estadístico .....	34
4.5. Etapa 4.- Elaboración del manual. ....	34
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
5.1. Alcances .....	35
5.2. Limitaciones.....	35
5.3. Etapa 1.- Diagnóstico.....	35
5.4. Etapa 2.- Adopción .....	41
5.5. Etapa 3.- Determinación .....	44
5.6. Etapa 4.- Elaboración.....	48
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VIII. REFERENCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
1.- Encuesta sobre la aplicación de 13 componentes relacionados al SRRC.....	57
2.- Memoria fotográfica del proceso productivo de jitomate in invernadero .....	60
3.- Evaluación del riesgo en la empresa “Vivero Agroforestal Rubí” .....	67
4.- Variables evaluadas, etapa 3.....	68
5.- Anexo estadístico, etapa 3. ....	68
6.    Tecnologías aplicadas en el estado de Morelos .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Histórico de la producción de la empresa .....	7
<b>Tabla 2.-</b> Principales países productores de jitomate, SIAP 2018.....	9
<b>Tabla 3.-</b> Principales estados productores de jitomate ‘saladette’ en México, SIAP 2018.....	10
<b>Tabla 4.-</b> Principales municipios productores de jitomate en Guerrero, SIAP 2018. ....	10
<b>Tabla 5.-</b> Principales nutrientes que requiere el cultivo de jitomate. ....	19
<b>Tabla 6.-</b> Clasificación de frutos de acuerdo con el grado de madurez y color, NMX-FF-031-1997-SCFI. ....	22
<b>Tabla 7.-</b> Componentes considerados para la encuesta. Fuente: SENASICA, 2016.....	28
<b>Tabla 8.-</b> Híbridos utilizados en experimento .....	29
<b>Tabla 9.-</b> Tipos de nutrición utilizadas en experimento. ....	29
<b>Tabla 10.-</b> Componentes de la solución nutritiva convencional (SNc).....	31
<b>Tabla 11.-</b> Componentes de la solución nutritiva dinámica (SNd) .....	31
<b>Tabla 12.-</b> Componentes de la solución nutritiva universal (SNu) .....	32
<b>Tabla 13.-</b> Variable rendimiento de los híbridos. ....	32
<b>Tabla 14.-</b> Variables evaluadas en frutos de jitomate. ....	32
<b>Tabla 15.-</b> Estrategias de mejora para los componentes de bajo grado de aplicación en las metodologías para la seguridad, inocuidad y calidad alimentaria.....	41
<b>Tabla 16.-</b> Rendimiento promedio de dos módulos de producción de jitomate en invernadero...45	
<b>Tabla 17.-</b> Rendimiento promedio de 12 híbridos de jitomate en invernadero.....45	
<b>Tabla 18.-</b> Rendimiento promedio de tres tipos de nutrición en producción de jitomate en invernadero.....46	
<b>Tabla 19.-</b> Características físicas en frutos de tres híbridos comerciales de jitomate.....47	
<b>Tabla 20.-</b> Análisis financiero del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, modulo1.....47	
<b>Tabla 21.-</b> Análisis financiero del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, modulo dos. ....48	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Producción de principales hortalizas en Guerrero (SIAP, 2018). .....	3
<b>Figura 2.-</b> Ubicación de la empresa "Vivero Agroforestal Rubí". .....	6
<b>Figura 3.-</b> Características físicas del fruto de jitomate.....	12
<b>Figura 4.-</b> Clasificación de frutos de acuerdo con el color predominante en tipo bola y saladette (FAO, 2016). .....	22
<b>Figura 5.-</b> Diagrama de flujo de proyecto. ....	26
<b>Figura 6.-</b> Grado de aplicación de SRRC en el "Vivero Agroforestal Rubí. ....	37
<b>Figura 7.-</b> Componentes con bajo porcentaje de aplicación de SRRC. ....	39
<b>Figura 8.-</b> Mejora en la aplicación y adopción del SRRC.....	42
<b>Figura 9.-</b> Modelo de producción de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí. ....	50

## RESUMEN

**Introducción.** En el estado de Guerrero, el cultivo de jitomate *Lycopersicum esculentum* ha resultado rentable. Es una hortaliza de amplia demanda y consumo en México. En las últimas décadas se han sumado nuevas tecnologías que permiten realizar el proceso controlado, como lo son las coberturas plásticas, casa sombra, túneles e invernaderos, fertirriego e hidroponía. Uno de los retos principales cuando se inicia el cultivo de jitomate es establecer las condiciones óptimas para obtener máximos rendimientos bajo las condiciones de cultivo, variedad seleccionada y calidad esperada. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un modelo del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”; considerando el sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC). **Marco metodológico.** El trabajo se dividió en cuatro etapas. **Primera etapa.** Se realizó un diagnóstico en el que se evaluaron 13 componentes para verificar los posibles riesgos en el proceso de producción de jitomate en invernadero, aplicando una encuesta a los encargados del área hortícola y a los trabajadores; **Segunda etapa.** Se realizó un plan técnico con estrategias de mejora en los componentes que resultaron con una aplicación < 50 %. **Tercera etapa.** Se evaluaron 12 híbridos de jitomate tipo ‘saladette’ con tres tipos de nutrición, en dos módulos de la empresa, considerando las siguientes variables: Racimos por planta (Rc/pl), Frutos por planta (Fr/pl) y Peso total de frutos por planta (g/pl) para obtener el rendimiento, se realizaron análisis físicos a los frutos de los híbridos de mayor rendimiento significativo. Las variables en el laboratorio fueron, Diámetro ecuatorial del fruto (D), Peso de fruto (peso), Croma (C), Matiz (°Hue) y Luminosidad (L); **Cuarta etapa.** Se elaboró un manual y un modelo del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”. **Resultados.** Durante el diagnóstico, los componentes que presentaron mayor frecuencia de aplicación fueron: bitácora de campo (BC) con 88.3 %, fertilización (F) con 75 % de aplicación, registro de los plaguicidas (RE A) con 67.1 %; los componentes que resultaron < 50 % de aplicación, manejo de invernadero (MI) con 31.2 %, equipo de aplicación (EA), almacenamiento y manejo de plaguicidas (AL) con 50 % de aplicación, manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas (EV) con 15.6 %, higiene y seguridad (HS) con 40 %. Una vez que se elaboró y entregó el plan técnico de mejora para su implementación, se dio un espacio de seis meses para realizar una evaluación, obteniendo mejora en la adopción y una tercera evaluación al año con una adopción > 70 % de aplicación en todos los componentes. En la evaluación de híbridos, se encontró el mayor rendimiento significativo en Canek (Ca), Maviri (Ma) y Moctezuma (Mo) con valores superiores a 2.80 kg/planta; en el análisis físico de los frutos se encontró el diámetro ecuatorial mayor en Moctezuma (Mo) con 53.63 mm, en la variable peso, luminosidad y cromatismo no hubo diferencias significativas, en el caso de matiz si presentó mayor diferencia significativa Canek (Ca) presentando 41.98 °Hue. **Conclusiones.** Se elevó el grado de aplicación de los componentes del SRRC > 70 % en la empresa Vivero Agroforestal Rubí al implementarse estrategias de mejora propuestas. Los híbridos con mejores características para su cultivo fueron Canek (Ca), Maviri

(Ma) y Moctezuma (Mo), al presentar mayor rendimiento, tamaño y rentabilidad utilizando la solución nutritiva convencional (SNc).

## ABSTRACT

**Introduction.** The harvest of tomato *Lycopersicon esculentum* has been profitable in Guerrero State. Tomato has a wide demand and consumption in Mexico. In recent decades y new technologies have been employed to control its production, such as the plastic covers, mesh, tunnels and greenhouses, Fertigation, and hydroponics. One of the main challenges when starting tomato cultivation is to establish the optimum conditions to obtain maximum yields under the cultivation conditions, selected variety and expected quality. The aim of this study was to develop a model to improve the tomato production process in "Vivero Agroforestal Rubí greenhouse " employing the system of reduction of risk of contamination (SRRC). **Methods.** The study was divided into four stages. First step. A diagnosis was carried out, 13 components that verify the possible risks in the process of tomato in greenhouse production were evaluated, applying a survey to the horticultural area managers and workers: Second stage. A technical plan with strategies for improvement in the components that were < 50 % was discussed. Third stage. 12 hybrids were evaluated of tomato 'saladette' with three types of nutrition, in two modules, considering the variables: bunches per plant (Rc/pl), fruits per plant (Fr/pl) and total weight of fruits per plant (g/RAC) for the yield, physical analyses were performed in the hybrids with the higher yields. The variables studied were, the fruit equatorial diameter (D), weight of fruit (weight), chroma (C), hue angle (°Hue) and luminosity (L); Fourth stage. Developed a handbook and a model of the production process of tomato in "Vivero Agroforestal Rubí greenhouse ". **Results.** During diagnostic, the most important components identified were notes notebook (BC) with 88.3 %, fertilization (F) with 75 % of application and pesticide record (RE) with 67.1 %; the components that were < 50 % of implementation, handling of greenhouse (MI) with 31.2 %, equipment application (EA), storage and handling of pesticides (to the) with 50 % of application, handling of empty containers of pesticide products (EV) with 15.6 %, hygiene and security (HS) with 40 %. Once of the improvements and recommendations were established in the greenhouse (six months), obtaining improvement in the adoption and a third test on the year increased the adoption (> 70 %) of all the components. In the evaluation of hybrids, the most significant yield was observed by Canek (Ca), Mercredis (Ma) and Moctezuma (Mo), which were found with values higher than 2.80 kg/plant. In the same context, Moctezuma (Mo) and Canek (Ca) hybrids showed significant differences in equatorial diameter (D) and hue angle, respectively. **Conclusions.** The degree of implementation of the components of the SRRC increase > 70 % in the Vivero Agroforestal Rubí greenhouse to implement proposed improvement strategies. Hybrids with better characteristics for harvest were Canek (Ca), Maviri (Ma) and Moctezuma (Mo), achieving a greater yield, size and profitability using conventional nutrient solution (Snc).

## IMPACTO DEL PROYECTO EN EL SECTOR PRODUCTIVO

En el estado de Guerrero en el año 2016 se sembraron 582.35 ha de jitomate en el ciclo agrícola primavera verano (PV) en el que se obtuvo un rendimiento promedio de 22.81 t/ha, los municipios con mayor rendimiento son Buena vista de Cuellar con 60.75 t/ha, Iguala de la Independencia con 60.56 t/ha, Tepecuacuilco de Trujano con 60.25 t/ha y Leonardo Bravo con 36.45 t/ha (SIAP 2018). La producción en invernadero puede ser totalmente rentable, pero si no se conoce su operación, las condiciones ambientales de donde se va a cultivar, los materiales adecuados a emplearse y, sobre todo si no se tiene un mercado asegurado, los resultados podrían ser desfavorables. La alternativa que se proyecta en el presente trabajo fue integrar un manual para el desarrollo de las actividades, basado en el sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC), la sustentabilidad económica, social y ambiental.

En la empresa “Vivero Agroforestal Rubí” se registraron los siguientes rendimientos: en 2016, ciclo primavera-verano (PV) (62.93 t/ha), otoño invierno (OI) (58.29 t/ha) y PV del 2017 (41.87 t/ha). Al implementar el modelo se producirán plantas adecuadas a las condiciones ambientales que optimicen la producción de frutos, con mayor resistencia a plagas y enfermedades; con capacitación constante para el manejo del cultivo, seguimiento a los lineamientos y formatos del SRRC, la integración de este sistema permitirá cumplir con algunos de los requerimientos para la certificación, que fortalecerá las actividades, y dará confianza al consumidor nacional e internacional de la inocuidad del producto.

Los rendimientos alcanzados con los híbridos evaluados fueron: ‘Canek’ (71.39 t/ha), ‘Cuauhtémoc’ (67.31 t/ha), ‘Moctezuma’ (52.88 t/ha) y ‘Cid’ (45.86 t/ha), en comparación con el rendimiento promedio del ciclo productivo PV que fue 22.81 t/ha de la empresa. Los híbridos evaluados produjeron rendimientos superiores a los reportados por SIAP (2018); en comparación con el rendimiento obtenido en el último ciclo de producción PV 2017 de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí” se incrementó en un 70 % en rendimiento y comparado con los datos que presenta el panorama agroalimentario de tomate rojo 2016 que describe rendimientos de 68.6 t/ha en el 2015, se incrementó un 4 % en el rendimiento.



## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

México es centro de origen y/o domesticación y/o diversificación de diferentes hortalizas con importancia nacional e internacional, destacando el chile, jitomate, papa, tomate de cáscara, calabaza y chayote. De acuerdo con el SIAP (2015), estas hortalizas han presentado un incremento en la producción en los últimos 13 años. Las regiones del Noroeste y del Bajío del país son las principales productoras de hortalizas, en donde destacan los estados de Sinaloa, Sonora y Guanajuato.

Por sus cualidades nutritivas las hortalizas juegan un papel trascendental en el equilibrio de la dieta de la población mundial. Tiene un alto contenido de agua, fibra, vitaminas y antioxidantes. Poseen una baja densidad calórica y carecen de grasas. En la dieta de los mexicanos, por lo menos un tipo de hortaliza es identificada en cada comida. Las hortalizas son consideradas por la FAO como el séptimo producto con mayor producción, con más de 275 millones de toneladas anuales (FAOSTAT, 2015).

La producción de jitomate en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 % entre 2005 y 2015, para ubicarse en 3.1 millones de toneladas. Durante ese período, la superficie total destinada a este cultivo disminuyó a una tasa promedio anual de 3.8 %. En 1980 se sembraron 85,500 hectáreas, en 2000 se sembró un área de 75,900 hectáreas y en 2015 se sembraron 50,596 hectáreas. La tendencia a la baja en la superficie sembrada se deriva del decremento en la superficie cultivada a cielo abierto, mientras que el cultivo en condiciones de agricultura protegida (malla sombra e invernaderos) continúa en expansión constante. Así, el volumen de tomate rojo obtenido con el uso de estas últimas tecnologías pasó del 2.9 % en 2005 a 32.2 % en 2010, y hasta 59.6 % del volumen total en 2015 (FIRA, 2016).

En el sector agrícola mexicano, la producción de frutas y hortalizas destaca por su dinamismo, nivel de desarrollo tecnológico y competitividad con relación a otros grupos de cultivos. En México, algunas ventajas comparativas, como la amplia diversidad de climas y de condiciones ambientales, favorecen el potencial productivo del país, lo que permite la cosecha de una amplia

gama de productos en diferentes épocas del año. Por otra parte, la posición geográfica, la apertura comercial y los altos estándares fitosanitarios, de calidad e inocuidad, han favorecido a la competitividad de este tipo de productos en comparación con otros países, lo que se ha reflejado en un alto grado de integración con los mercados externos a través de las exportaciones (Gaucín, 2015).

La agricultura en el estado de Guerrero se caracteriza por una crisis de producción, el subaprovechamiento de los recursos productivos y por la migración de los campesinos. Esta situación es resultado de las estrategias políticas neoliberales de desarrollo, que los gobiernos de México adoptaron y han impuesto en los últimos veinticinco años; caracterizados por el retiro de apoyos del Estado al campo y sus productores, la liberación de los recursos productivos a los capitales mundiales, la desregulación económica y la consecuente liberación de precios a las dinámicas de los mercados (Bustamante, 2009).

El estado de Guerrero ocupa el 20 ° lugar de acuerdo con el volumen de producción agropecuario y pesquero, del 55.3 % de la población que trabaja, 27.3 % se desarrollan en el sector primario, distribuido en: agrícola 94.6 %, pecuario 3.2 %, pesquero 2.2 %; el estado aporta más de cinco millones de toneladas anuales de productos agroalimentarios (SAGARPA, 2016).

El sector agropecuario aporta el 10.9 % del PIB del estado de Guerrero (Anuario 2005:525). A pesar de que México tiene grandes ventajas comparativas en la producción de hortalizas, continúa con problemas de rentabilidad, lo que repercute directamente en su competitividad, ya que no sólo son factores de suelo o clima los que limitan o benefician la producción de hortalizas, sino también los aspectos tecnológicos, como el uso de fertilizantes, calidad de los insumos utilizados, prácticas agrícolas en el proceso de producción y diferenciación del producto, para ello se pretende implementar técnicas nuevas de mejoramiento para la producción, así como infraestructura en los sistemas productivos existentes dentro de la región centro de Guerrero donde el objetivo es llegar a una agricultura sostenible (Bustamante, 2009).

Guerrero tiene la quinta posición a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada con 841,677.65 ha. La sexta posición en cuanto a superficie destinada para cultivos hortofrutícolas con 52, 611.01 ha. El cuarto lugar en diversidad de cultivos. A nivel estatal el 21.31 % de la superficie sembrada

corresponde a frutas y hortalizas. Los cultivos hortofrutícolas de mayor relevancia en cuanto a superficie sembrada (figura 1) (SIAP, 2018).



Figura 1.- Producción de principales hortalizas en Guerrero (SIAP, 2018).

En México, el nivel de tecnología de invernadero promedio estimado es del 40 %, considerando que el 100 % incluye: irrigación, recirculación, ventilación automática, calefacción con agua caliente, pantallas térmicas/ahorro energía, sensores/control, computadora, sustratos/hidroponía. Se estima además que, en la agricultura protegida el 53 % corresponde a invernaderos y 44 % a malla-sombra (Guantes, 2006). El restante 3 % corresponde a otros tipos de producción en agricultura protegida.

Los invernaderos modernos son acondicionados con mecanismos y equipos necesarios para controlar temperatura, luminosidad, humedad ambiental y del sustrato, ventilación, aireación, aporte de CO<sub>2</sub>, riegos y fertilización. Con esto se ha logrado aumentar los rendimientos agrícolas a niveles superiores a los alcanzados en campo abierto mediante cualquiera de los sistemas de producción tradicional de la agricultura mecanizada (Guantes, 2006).

Dentro de este proyecto se consideró un modelo de producción de hortalizas de invernadero, procurando reducir la aplicación de plaguicidas en la producción, mejorando la solución nutritiva y produciendo híbridos con mayores rendimientos, obteniendo así ventajas competitivas y acceder a mercados más exigentes. También se aprovecharon las capacidades y habilidades de cada uno de los integrantes de la empresa con el manejo adecuado de sus recursos materiales de manera que pueda tener una producción sostenible, y fortalecer el desarrollo de la empresa.

## **1.2 Delimitación del problema**

La empresa cuenta con información de los ciclos de producción de jitomate en invernadero, han probado algunos híbridos y tipos de nutrición; sin embargo, no cuentan con información sobre la resistencia de los híbridos a las condiciones agronómicas del terreno, por tanto, no pueden optimizar rendimientos e incrementar la rentabilidad.

## **1.3 Justificación**

Ante la problemática identificada es necesario implementar un modelo de producción de jitomate en la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”, dentro de la normativa del proceso productivo, enfocado a la sustentabilidad y con la finalidad de fortalecer la competitividad de la empresa.

Es necesario que la empresa considere en sus procesos la normativa que indican límites y desarrollo de las prácticas que permitan incrementar la productividad, así como a la seguridad ambiental y sanitaria de los trabajadores; el uso y aplicación de plaguicidas y modo de acción del producto que se va a utilizar.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario emprender acciones para desarrollar un modelo de producción de jitomate enfocado a consolidar sistemas de reducción de riesgos de contaminación (SRRC), acorde con la tendencia nacional de producción más limpia, que permitan cumplir con los preceptos de sostenibilidad y manejo ecológico del agroecosistema, como requisitos fundamentales para buscar la sostenibilidad, la rentabilidad y la competitividad del sistema de producción hortícola, además de acceder a los mercados externos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un modelo de proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”, en Chilpancingo, Guerrero, México.

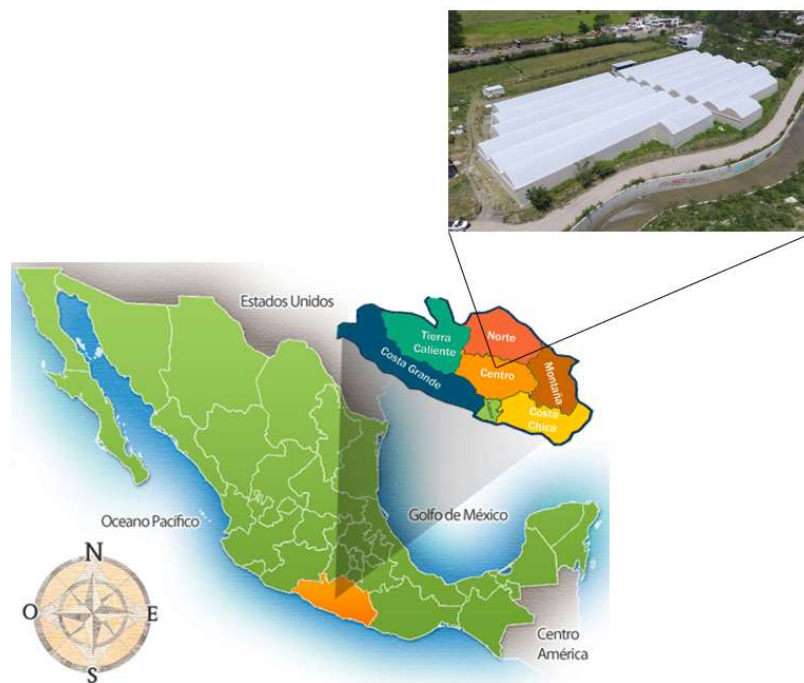
### **1.4.2 Objetivos particulares**

1. Identificar áreas de oportunidad dentro del proceso productivo de jitomate en invernadero.
2. Promover la adopción del sistema de reducción de riesgos de contaminación en el proceso productivo de jitomate en invernadero.
3. Determinar la productividad y rentabilidad de doce híbridos de jitomate bajo tres condiciones de nutrición.
4. Elaborar un manual del proceso productivo de jitomate en invernadero con base al sistema de reducción de riesgos de contaminación.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Localización de la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”

Está ubicada en Rancho la Ilusión, s/n, Poblado “Las Petaquillas”, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero. C.P. 39105. En las coordenadas geográficas, Latitud Norte: 17° 30' 07.3'' Longitud Oeste: 99° 28' 29.9'' (DATUM WGS84, 2014) (figura 2).



**Figura 2.-** Ubicación de la empresa "Vivero Agroforestal Rubí".

### 2.2. Descripción de la empresa

La empresa “Vivero Agroforestal Rubí SPR de RL de CV” surge a través de la empresa Asesoría Forestal Técnica y Operativa S.A. de C.V. (ASFOR). Desde el año 2014 se ha dedicado a la siembra, cultivo y cosecha de hortalizas (chile jalapeño y jitomate) y otros cultivos en invernaderos y viveros. Es representada por el C. Juan Carlos Mendoza Núñez (Vivero Agroforestal Rubí, 2014).

Cuenta con un invernadero tipo túnel con ventilación cenital con una superficie de 8574 m<sup>2</sup>, dividido en dos módulos, el primero con una superficie de 4,70 m<sup>2</sup> y, el segundo con una superficie

de 4404 m<sup>2</sup>. En cada módulo se tiene instalado un sistema de riego por goteo con cintilla calibre 8000 y salida de agua de riego o solución nutritiva a cada 20 cm; seis depósitos de agua de 10 000 L, bomba eléctrica de 2 hp, y seis tanques para las soluciones nutritivas. Un túnel techado con plástico y malla sombra con piso rústico para la selección y manejo de la cosecha de 10 x 12 m. La empresa cuenta con insumos de uso frecuente como semillas, fertilizantes, insecticidas, nematicidas, fungicidas, mano de obra (Vivero Agroforestal Rubí, 2014).

Su principal característica es aprovechar al máximo la capacidad de las instalaciones del invernadero. Se utiliza semilla mejorada Tomate tipo ‘saladette’ indeterminado-Moctezuma, con las siguientes características de su producto final: frutos de piel lisa y suave al tacto, sin reblandecimientos ni manchas en la piel, ya clasificado listo para su consumo en fresco, y es puesto en el vivero en cajas de plástico de 25 kg, sus clientes mayoristas acuden con sus cajas de cartón para empaquetar el producto y, su camión para transportarlo al mercado. El precio promedio del jitomate oscila en \$ 7.00 kg. Cuenta con la concesión de agua, análisis de agua y análisis de suelo (Vivero Agroforestal Rubí, 2014).

Vivero Agroforestal Rubí realiza el proceso de producción de jitomate en invernadero desde el año 2015 en los dos módulos, teniendo dos ciclos productivos por año (tabla 1).

**Tabla 1.-** Histórico de la producción de la empresa

Módulo 1		Módulo 2		
Ciclo	Rendimiento (t)	Híbrido	Ciclo	Rendimiento (t)
Enero-julio 2016	54.97	Moctezuma	Octubre 2015-mayo 2016	52.96
Octubre 2016-enero 2017	49.69	Cid	Julio-diciembre 2016	50.27
Febrero-agosto 2017	30.05	Cid	Febrero-agosto 2017	41.76

### Fortalezas

- Dos módulos de producción acondicionados para el cultivo de jitomate.
- Asesoría externa especializada.
- Recursos humanos suficientes para la producción.
- Organigrama y distribución de actividades.

### Debilidades

- Falta de sensores para registro de temperatura y humedad.
- Capacitación en consolidación del personal para la toma de decisiones.
- Permuta frecuente de personal y falta de motivación.
- Seguimiento parcial y respeto al organigrama.
- Escaso control e inventario de insumos y producto.

### **Oportunidades**

- Demanda constante de producto en el mercado.
- Incremento de ventas directas del producto.
- Instancias gubernamentales con disposición para brindar capacitación.

### **Amenazas**

- Intermediarismo.
- Variación de precios a lo largo del año.
- Condiciones ambientales.
- Inseguridad del estado.

## **2.3. Estado Mundial de la industria de jitomate**

Entre 2005 y 2015, las exportaciones mundiales crecieron a una tasa promedio anual de 3.8 %. En este rubro destacan México y los Países Bajos, que participaron en 2015 con 20.9 y 15.1 % del volumen mundial exportado, respectivamente. Las exportaciones de estos países crecieron a tasa promedio anuales de 5.6 y 3.5 % durante la citada década.

Según la FAO (2016), Estados Unidos se ubicó en el segundo lugar en el año 2009 – 2010, pero a partir del año 2011 la India es el país que se ubica en la segunda posición en producción de tomate a nivel mundial. El principal productor es China, Continental; además de que este país es el principal importador de tomate, como se observa en la tabla 2.

España, el tercer exportador mundial, participa con 12.7 % de las ventas mundiales; el volumen exportado de este país creció a una tasa promedio anual de 0.1 %. Otros importantes exportadores, como Turquía (7.3 %) y Marruecos (5.6 %) registraron un crecimiento sobresaliente de sus ventas



al exterior durante el período 2005-2015, con aumentos a tasas promedio anuales de 8.0 y 6.8 %, respectivamente.

**Tabla 2.-** Principales países productores de jitomate, SIAP 2018.

No.	País	t	ha	kg /m <sup>2</sup>
1	China	56 308.91	999.31	5.63
2	India	19 399.00	760.00	2.42
3	Estados Unidos	13 038.41	144.41	9.03
4	Turquía	12 600.00	188.71	6.69
5	Egipto	7943.29	199.71	3.98
6	Italia	6437.57	103.94	6.19
7	Irán	6372.63	159.12	4.00
8	España	4671.81	54.20	8.62
9	Brasil	4167.63	63.98	6.51
10	México	4047.17	93.38	4.33

#### 2.4. Estado de la producción de jitomate en México

El cultivo del tomate rojo es el quinto en importancia por su contribución en el valor de la producción agrícola primaria en México. En 2016, participó con 4.6 % del valor total, después del maíz grano (19.4 %), la caña de azúcar (6.0 %), el aguacate (5.9 %) y el chile verde (4.7 %).

Entre 2012 y 2016 se registró una mayor proporción de la superficie establecida de este cultivo con tecnologías de agricultura protegida (malla sombra e invernaderos), en promedio de 26 % de la superficie total. Así, Durante ese período, en cultivos con esos tipos de tecnología se produjo en promedio el 58 % de la producción total nacional.

En el caso de México, el jitomate es una hortaliza de amplio consumo en la dieta de los ciudadanos, como producto fresco o bien, como ingrediente en la elaboración de diferentes platillos. La producción se destina principalmente para el consumo de tomate fresco. El tipo de tomate de mayor producción es el ‘saladette’. Según el SIAP (2016), Sinaloa es el estado con mayor producción de tomate en México (tabla 3).

**Tabla 3.-** Principales estados productores de jitomate ‘saladette’ en México, SIAP 2018.

<b>Producción agrícola (t) ciclo: año agrícola OI+PV 2012-2015</b>					
<b>Modalidad: riego + temporal</b>					
<b>No</b>	<b>Estado</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
1	Sinaloa	297 388.93	388 644.66	392 002.08	370 205.58
2	Michoacán	111 977.64	92 281.63	166 859.83	204 219.14
3	Zacatecas	105 073.00	110 742.02	110 610.25	92 505.75
4	Chiapas	31 147.72	39 090.90	35 035.62	53 839.53
5	San Luis Potosí	32 465.33	49 962.75	57 138.55	49 342.90
6	Morelos	46 728.40	49 791.81	47 100.20	45 125.04
7	Jalisco	35 208.30	20 696.25	43 709.22	39 079.93
8	Veracruz	44 666.04	44 285.75	48 387.12	36 840.00
9	Baja California Sur	42 482.65	45 952.10	48 808.50	28 722.70
10	México	28 334.74	25 390.60	26,277.75	28 720.68
11	Nayarit	57 542.30	38 780.22	31 955.76	18 209.78
12	Guerrero	17 518.98	13 732.08	16 149.37	16 770.31

## 2.5. Estado de la producción de jitomate en Guerrero

La producción de jitomate en el Estado de Guerrero (2014) fue de 16,149.37 t con un rendimiento de 18.99 t/ha. En 2016 el municipio de Buena Vista de Cuellar fue el mayor productor con 60.75 t/ha, seguido el municipio Iguala de la Independencia con 60.56 t/ha, el municipio de Tepecoacuilco de Trujano con 60.25 t/ha y el municipio de Leonardo Bravo con 36.45 t/ha (tabla 4) (SIAP 2018).

**Tabla 4.-** Principales municipios productores de jitomate en Guerrero, SIAP 2018.

<b>Guerrero Ciclo Agrícola PV 2016</b>					
<b>Modalidad: Riego+ Temporal – Jitomate</b>					
<b>No.</b>	<b>Municipio</b>	<b>Sup. Sembrada (ha)</b>	<b>Sup. Cosechada (ha)</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>	<b>Valor Producción (Miles de Pesos)</b>
1	Buenavista de Cuéllar	1	1	60.75	410, 980.43
2	Iguala de la Independencia	1	1	60.56	380, 922.4
3	Tepecoacuilco de Trujano	1	1	60.25	366, 695.96
4	Leonardo Bravo	2.5	2.5	36.45	616, 754.17

## 2.6. Entorno competitivo

La competitividad es el grado en que un país, estado, región o empresa produce bienes o servicios bajo condiciones de libre mercado, enfrentando la competencia de los mercados nacionales o

internacionales, mejorando simultáneamente los ingresos reales de sus empleados y consecuentemente la productividad de sus empresas (Porter, 1993). Porter plantea que las empresas competitivas hacen regiones (ciudades y territorios) competitivas y, por lo tanto, naciones poseedoras de esta cualidad; asimismo, supone que la sumatoria de empresas competitivas; es decir, generadoras de rentabilidad en estas condiciones, dará como resultado países con mayor riqueza para sus habitantes y mayor bienestar general (Porter, 1993; Cabrera, 2011).

## **2.7. Entorno sustentable**

La sustentabilidad de los procesos de producción agrícola sienta hoy precedente sobre las necesidades de tomar medidas al respecto. En la producción de jitomate en invernadero y en general en la explotación agrícola se han obtenido ganancias de productividad y eficiencia mediante el uso de la tecnología, la innovación y mecanización, pero con algunos costos para el medio ambiente.

Los sistemas deben integrar una estrecha relación entre el entorno ecológico, social y económico, para incorporar en forma completa los costos de producción, estabilidad ecológica y el sostenimiento de la productividad. Mediante la aplicación de medidas y procedimientos establecidos por Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA) y en normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables para garantizar valor agregado al producto y mejor acceso a los mercados en la medida en que se tenga conocimiento de la diferencia entre hortalizas producidas con aplicación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación (SRRC) y las que no las implementan (FAO, 2016).

## **2.8. Entorno innovador**

Existen avances logrados por instituciones públicas y empresas en materia de investigación y desarrollo (I+D) agropecuario. Con la capacidad técnica de estas instituciones y empresas, de los esfuerzos que realizan, y recursos humanos con que cuentan. La iniciativa central del proyecto, identificando los diferentes tipos de atributos, ya sean estos de la nueva I+D, del conocimiento que se brindara a los productores, y los contenidos del proceso de transferencia de conocimiento, formar al equipo en capacidades para innovar, transferir y elaborar modelos de producción asociados a innovaciones (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018).

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Características botánicas del jitomate

A continuación, se presenta las características botánicas del jitomate, así como requerimientos de energía y suelo para su adecuado desarrollo, principales plagas y enfermedades que lo afectan.

El jitomate es una hortaliza, originario de América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. Su alto valor nutritivo, rico en vitaminas y otros compuestos con carácter antioxidante, la hacen una especie ampliamente consumida a escala mundial (SFA, 2010).

Porte erecto o semierecto, arbustivo, cultivo de tipo anual. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas), (SFA, 2010).

Taxonomía

Familia: Solanácea

Género: *Lycopersicum*

Especie: *L. esculentum*



Figura 3.- Características físicas del fruto de jitomate.

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias (Monardes, 2009).

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Monardes, 2009).

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de siete a nueve y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Monardes, 2009).

La flor del tomate es de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”, la primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Monardes, 2009).

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas como se puede ver en la figura 3 (Monardes, 2009).

## **3.2. Componentes agroecológicos**

### **3.2.1. Temperatura**

La exposición de las plantas a temperaturas muy altas (>50 ° C) resulta en un severo daño a nivel celular en cuestión de minutos y en el colapso rápido de la organización celular. Sin embargo, cuando se presentan temperaturas moderadamente altas, los daños se dan después de exposiciones más prolongadas (Wahid, 2007). La temperatura óptima en la producción del tomate durante el día es de 23-25 ° C y de 15-17 ° C durante la noche. Las temperaturas por debajo de 8 ° C y por encima de 30 ° C, alteran el desarrollo del tomate y suelen provocar una deficiente fructificación (Muñoz, 2011).

### **3.2.2. Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 y 80 %. Humedad muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, aborta parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro, 2016).

### 3.2.3. Luminosidad

En el cultivo de jitomate cumple un rol importante, más allá del crecimiento vegetativo de la planta, ya que el jitomate requiere de al menos 6 horas diarias de luz directa para florecer. Estos valores reducidos pueden incidir de forma negativa sobre este proceso y la fecundación (Torres, 2017).

### 3.2.4. Suelo

La planta de tomate se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, pero se prefieren suelos profundos, margosos y bien drenados. Lo ideal es un suelo ligeramente ácido, con un pH de 5.5 a 6.8 (Hernán, 2009). Se deben considerar los niveles de nutrientes, el pH y la concentración de sales del sustrato, expresada mediante conductividad eléctrica (CE). El pH debe oscilar entre los 5 y 6.5, el nivel de sales varía dependiendo de las cantidades de fertilizantes en la mezcla, es aceptable de 1 a 2 ds/m, la textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena (mayor tamaño), el limo y la arcilla (menor tamaño), tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra y lo atraviesa (FAO, 2013).

Un suelo fértil es el que tiene buena cantidad de nutrientes para las plantas, existen dos tipos de nutrientes los Macronutrientes o Mayores y los Micronutrientes o Menores. Los principales Macronutrientes son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg). Los principales Micronutrientes son: Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Boro (B) Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y Azufre (S). Materia orgánica descomposición de los residuos de plantas y animales influye sobre la fertilidad del suelo y sobre sus características físicas y químicas, aportando: fertilidad y vida al suelo, reserva de nutrientes, mejora las condiciones físicas, mejora la estructura, mejora la porosidad aumentando la aireación y circulación de agua que favorece el desarrollo de la planta, regula las actividades microbiológicas y privilegia la infiltración frente a la escorrentía superficial, disminuyendo la erosión, mejora el balance hídrico, tiende a reducir la evaporación y actúa como reservorio de agua (FAO, 2013).

### 3.2.5. Plagas y enfermedades

Plagas más comunes del jitomate son: mosca blanca: transmite el virus del rizado amarillo del tomate conocido como “virus de la cuchara”. Trips: transmite el virus del bronceado del tomate. Pulgón: forman colonias y se distribuyen mediante las hembras aladas, principalmente en primavera y otoño. Minadores de hoja: sus larvas se desarrollan dentro de la hoja, ocasionando las galerías o minas. Polilla del tomate: ataca a los brotes y los frutos. Araña roja. Son ácaros que producen manchas amarillentas en las hojas (SFA, 2010).

Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*): Es la plaga más común del jitomate dentro del invernadero, se encuentra durante todo el ciclo de cultivo, se observa que la incidencia en los primeros 50 días después del trasplante causa mayores problemas. De tal manera que si las poblaciones son demasiado altas en las primeras fases del cultivo llegan a transmitir el virus del chino del tomate (virus ench del tomate) y del virus del mosaico del tabaco, entre otros. En cambio, cuando la planta está totalmente desarrollada, alrededor de 100 días después del trasplante, la mayoría de sus tejidos tienen una consistencia más rígida que los hace menos atractivos a estos insectos chupadores (Pérez y Castro, 2011).

Falsos medidores (*Pseudoplusia includens* y *Trichoplusia ni.*): Son insectos polívoros que atacan las hortalizas y diversos cultivos. Son más activos por la noche, aunque pueden verse en las horas previas al anochecer y en los días muy nublados.

Pulgón (*Aphis nerii*): Los pulgones en sus diferentes géneros y especies causan el mismo daño a la planta de jitomate en crecimiento. Estos se alimentan de la savia de la planta al hacer pequeñas perforaciones en el tejido blando especialmente en los nuevos brotes. La hembra pone hasta 500 huevos en el envés de las hojas jóvenes generalmente en el área media de la planta en crecimiento.

Trips (*Frankliniella occidentalis*, *E. americanus*, *T. tabaci*): Generalmente, los trips se reproducen sin apareamiento. Las larvas son relativamente inactivas, pero los adultos son alados y muy móviles. Los adultos viven hasta 20 días y las poblaciones pueden acumularse rápidamente. Los trips se alimentan de las células subepidérmicas del huésped. La colocación de los huevos en pequeños frutos provoca la mancha de la fruta, y la posterior alimentación de las larvas causa

cicatrices. Son los principales vectores del virus del marchitamiento manchado por el tomate (TSVW). Solo las larvas pueden adquirir el virus de marchitez manchada; sin embargo, es transmitido exclusivamente por adultos (SEMINIS, 2016).

### 3.2.6. Variedades de tomate

El jitomate es una hortaliza con gran diversidad, hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), entre otras. Hay variedades destinadas para consumo fresco y otras para procesado industrial y dentro de este grupo, muchas especializaciones del producto. Las variedades de semillas de jitomate más comercializadas son: ‘saladette’, bola y cherry (Alvarado, 2009).

Comercialmente para el cultivo de la variedad ‘saladette’ se han generado un gran número de híbridos, con el fin de obtener mayores rendimientos con menor uso de agroquímicos y mayor vida de anaquel, sabor y calidad (Harris, 2010). A continuación, se presentan las características de los híbridos con los cuales se realizó el presente trabajo.

Cid: Tomate de crecimiento indeterminado, calidad, rendimiento y vigor de planta, frutos uniformes en tamaño y forma, paredes gruesas que les brinda una excelente firmeza, color rojo intenso y larga vida de anaquel, planta de alto nivel de rendimiento.

Aquiles: Tomate de crecimiento indeterminado, ideal para ciclo largo de producción, frutos de tamaño extragrandes, forma oval y maduración uniforme, firmes de paredes gruesas y alto peso específico. Planta vigorosa con cobertura densa y carga concentrada que mantiene tamaños en la parte alta. Ideal para cultivos de primavera-verano, apto para zonas áridas.

Calafia: Tomate de crecimiento indeterminado, Calafia brinda frutos ovalados con paredes gruesas y excelente firmeza, de maduración en color rojo intenso muy uniforme. Su planta es muy vigorosa con excelente cobertura foliar y de muy buena sanidad.

Maviri: Tomate de crecimiento indeterminado, ideal para cultivos de prima-verano, frutos de tamaños grandes y extragrandes, de forma alargada de maduración uniforme y paredes gruesas,



planta vigorosa con cobertura densa y carga concentrada, mantiene tamaños en la parte alta, entrenudos cortos, tallos gruesos, excelente sistema radicular.

Anibal: Tomate de crecimiento indeterminado, calidad de fruto y forma acorazonada, planta fuerte que combina un buen paquete de resistencias, frutos extragrandes de excelente firmeza y maduración.

Huno: Tomate de crecimiento indeterminado, ideal para ciclos largos o cortos, tiene excelente vigor y conserva tamaños grandes hasta los últimos cortes. Sus frutos son extragrandes a umbos, de larga vida de anaquel con paredes gruesas y buena maduración a rojo. Resistencia al Virus del mosaico del tomate, *Verticilium albo-atrum*, *Verticilium dahliae*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici razas US 1, 2 y 3.

Kickapoo: Tomate de crecimiento indeterminado, calidad de fruta con paredes gruesas, color y firmeza, rendimientos con buen número de frutos por racimo, tamaños extra-grande y grande con buen cubrimiento de hoja, precoz y uniforme en su maduración, ideal para la primera y última etapa en campo abierto y en malla. Resistencia a Virus del mosaico del tomate, *Verticilium albo-atrum*, *Verticilium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici razas US 1 y *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* y resistencia intermedia al Virus de amarilla miento de la cuchara.

Ramsés: Tomate de crecimiento indeterminado, calidad, rendimientos y resistencias. Frutos de forma oval cuadrado, XL, firmes y con resistencia a cenicilla. Planta indeterminada vigorosa, excelente para suelos infestados de *Fusarium* raza 3 y/o *Fusarium* de la Corona. Resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici razas US 1, 2 y 3, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Verticilium albo-atrum*, *Verticilium dahliae*, virus del mosaico del tabaco, *Fusarium oxysporum* f. sp. Radicis-licopersici (*Fusarium* de la corona), cenicilla.

Canek: Tomate de crecimiento indeterminado, amplia adaptación a diferentes zonas, los frutos de esta variedad son de tamaños L-XL de forma oval, maduración uniforme y buena firmeza. Presenta un rápido cambio de coloración de frutos para cosechas concentradas. Híbrido de alto potencial productivo con uniformidad en sus tamaños, planta compacta con entrenudos cortos.

Moctezuma: Tomate de crecimiento indeterminado, destacada por calidad y rendimientos de frutos, Moctezuma es una planta de frutos de excelente firmeza y vida de anaquel. De tamaños extragrandes con alto potencial de rendimiento. Sobresaliente cuaje en calor. Planta vigorosa de producción precoz.

Cuauhtémoc: Tomate de crecimiento indeterminado, se distingue por sus frutos KL de forma ovalada con paredes gruesas de maduración muy uniforme. Amplia adaptación a zonas con incidencia de F3, TSWV, TYLC. Planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos medianos.

### **3.3. Proceso productivo del cultivo de jitomate en invernadero**

Selección de la variedad; Principales criterios de elección: Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto y resistencia a enfermedades, mercado de destino, suelo, clima y calidad del agua de riego. La decisión de cual cultivar se utiliza, dependerá del mercado y de la disponibilidad de recursos naturales, materiales y financieros (Navarro, 2011).

#### **3.3.1. Producción de plántula**

Se deben producir plántulas de calidad en charolas germinadoras que permitan tener plántula en tiempo y condiciones requeridas para lograr la sobrevivencia al trasplante, o bien, se puede optar por adquirir plántulas con productores que se dediquen a dicha actividad y que garanticen el vigor y sanidad de la planta (Rosales, 2006).

#### **3.3.2. Preparación de suelo**

Es la primera labor por considerar para lograr el éxito del cultivo, una buena preparación de suelo es el resultado de varias operaciones de campo e implementos especializados de tal manera que como resultado se obtenga una zona que facilite el arraigamiento de las raíces del cultivo y asegure una gran capacidad de almacenamiento de agua y oxígeno, además, favorece la actividad de los organismos que viven en el suelo (Alvarado, 2009).

### 3.3.3. Trasplante

Una vez que cuente con la plántula se procede a trasplantar en el lugar donde se desarrollará y completará su ciclo vegetativo, se deberá realizar un trazo de campo con la densidad de siembra más adecuada. La planta deberá tener una altura promedio de 10 a 12 cm, y un sistema radicular bien formado, el cual le permitirá la absorción adecuada de nutrientes (Iadan, 2007).

### 3.3.4. Fertilización

Los requerimientos nutricionales de la planta del tomate tanto elementos mayores como microelementos se suministrarán de forma correcta y oportuna, a fin de que la planta pueda completar su desarrollo. En la etapa inicial, se recomienda una relación de N-P-K de 2-1-1. En la etapa de floración, se recomienda una relación de N-P-K de 1-2-1, y en la etapa de fructificación, se recomienda una relación N-P-K de 1-1-2, (Heladio, 2004). En la tabla 5 se presentan los principales nutrientes requeridos y sus principales funciones en el cultivo de jitomate.

**Tabla 5.-** Principales nutrientes que requiere el cultivo de jitomate.

Nutriente	Símbolo	Papeles principales
Nitrógeno	N	Síntesis de la clorofila y la proteína (crecimiento y rendimiento).
Fósforo	P	División de la célula y transferencia de energía.
Potasio	K	Transporte de azúcar. Regulación del régimen de humedad.
Calcio	Ca	Calidad de almacenamiento y mejor susceptibilidad a enfermedades.
Azufre	S	Síntesis de aminoácidos esenciales: cisteína y metionina.
Magnesio	Mg	Parte central de la molécula de clorofila.
Hierro	Fe	Síntesis de la clorofila.
Manganeso	Mn	Requerido para la fotosíntesis.
Boro	B	Para la formación de la pared celular (pectina y lignina), también como un componente estructural de la pared celular. Para el metabolismo y transporte de azúcar. Para la floración, cuaja y desarrollo de la semilla (germinación del polen y crecimiento del tubo polínico).
Zinc	Zn	Crecimiento y desarrollo temprano (auxinas).
Cobre	Cu	Influye en el metabolismo de hidratos de carbonos y del nitrógeno. Activador de la enzima para la producción de lignina y melanina.
Molibdeno	Mo	Componente de enzimas nitro-reductosa ( $\text{NO}_3 > \text{NO}_2 > \text{NH}_3$ ) y nitrógenos (conversión de $\text{N}_2 > \text{NH}_3$ por las bacterias de <i>Rhizobium</i> fijadoras de N).

El pH es un parámetro que indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo, es donde las raíces de las plantas toman los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. También es un indicador de múltiples propiedades químicas y biológicas del suelo que influyen fuertemente sobre la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas.

La conductividad eléctrica CE mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través de este suelo por una concentración más elevada de sales. Las unidades utilizadas para medir la CE son dS/m (decisiemens por metro) (Intagri, 2017).

La presión osmótica es una de las cuatro propiedades de las soluciones nutritivas (dependen del número de partículas en disolución, sin importar su naturaleza). El potencial osmótico de la solución nutritiva es una de las características más importantes, pues afecta la absorción de agua y nutrimentos, y por consiguiente, el crecimiento y nutrición de la planta (Preciado et al. 2003). Una presión osmótica baja puede inducir deficiencias nutrimentales y reducir el crecimiento, la presión osmótica de la solución nutritiva en el orden de 0.2 atm provoca cambios considerables en el rendimiento de los cultivos (Urbina, 2015).

### **3.3.5. Fertirrigación**

En los cultivos de tomate, el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y está en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla. Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos y en menor medida, en cuanto a su empleo, se sitúan el manganeso, zinc, boro y molibdeno (Opic, 2013).

También se dispone de numerosos correctores de carencias, de macro y micronutrientes, que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, tales como aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, al igual que por otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos,

etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (Opic, 2013).

### **3.3.6. Poda**

Se inicia a los 15 o 20 días después del trasplante, consiste en cortar todos los brotes axilares y mantener un tallo único, eliminar brotes vegetativos por exceso de nitrógeno al final de los racimos fructíferos (Sánchez, 2010).

### **3.3.7. Tutoreo**

Orienta y sostiene a la planta con sus propios frutos, al inicio de la plantación no es necesario “amarrar” el tallo con hilo de “rafia” o bien se implanta un anillo para reducir el riesgo de daño del tallo y con ello evitar posibles entradas de infecciones.

### **3.3.8. Polinización**

Consiste en el transporte del grano del polen desde la antera hasta el estigma de la flor para llevar a cabo la fecundación y así favorecer la formación, cuajado y amarre de los frutos; se hace después de 30 días del trasplante y el desarrollo del fruto entre 45 y 60 días; las flores necesitan movimiento o vibración de la planta para liberar el polen. Se hace diario y se recomienda entre 11 de la mañana a las 2 de la tarde con una temperatura de 22 °C (Opic, 2013).

### **3.3.9. Cosecha y postcosecha**

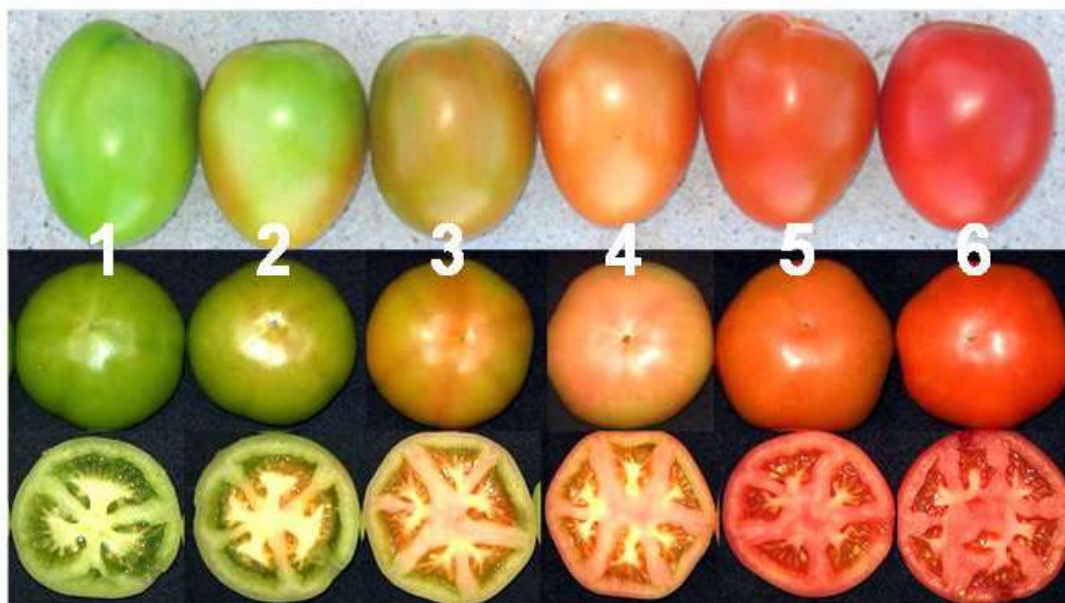
En esta etapa las condiciones sanitarias del lugar de cosecha, personal y las herramientas utilizados son muy importantes. Se pone especial cuidado en el manejo del producto, planificando y coordinando las diferentes labores tanto en el interior del predio como en el exterior (proveedores, compradores, etc.). Permite conservar el producto libre de patógenos, plagas, partículas de polvo u otros elementos extraños que deterioren su calidad y puedan afectar la salud de las personas. El personal que participa en la cosecha, transporte, embalaje, manejo de materiales y almacenamiento, debe estar capacitado en las labores que realiza y en las medidas de higiene respectivas (Escalona, 2009).

### 3.3.10. Clasificación del fruto

Existen tres maneras de clasificar el tomate, según su forma, madurez y color (tabla 6) (figura 4), información de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES). De acuerdo con su forma, existen cinco tipos, del más pequeño al más grande: cherry, ‘saladette’, tipo pera, bola estándar y bola grande (SFA, 2010).

**Tabla 6.-** Clasificación de frutos de acuerdo con el grado de madurez y color, NMX-FF-031-1997-SCFI.

Grado de madurez	Color	Descripción
1	Verde	La piel del tomate está completamente verde. El color verde puede variar de claro a oscuro.
2	Quebrando	Existe un rompimiento del color verde hacia color es amarillo, rosado o rojo en no más del 10 % de la superficie del fruto.
3	Rayado	Entre el 10 y el 30 % de la superficie del fruto muestra un cambio definido del color verde hasta amarillo, rosado o rojo, o una mezcla de ellos.
4	Rosa	Entre el 30 y el 60 % de la superficie del tomate tiene color rosa o rojo.
5	Rojo claro	Entre el 60 y el 90 % de la superficie del tomate muestra colores rosados o rojo.
6	Rojo	Más del 90 % de la superficie del tomate tiene color rojo.



**Figura 4.-** Clasificación de frutos de acuerdo con el color predominante en tipo bola y saladette (FAO, 2016).

### **3.3.11. Invernadero**

Un invernadero es una instalación dentro de la cual se suministran de manera racional todos los factores que intervienen en el desarrollo de las plantas (luz, agua, temperatura y nutrientes), proporcionando buenas condiciones para el logro de resultados económicos favorables. Son una de las grandes alternativas para la producción de alimentos en general. Ventajas: Control de heladas y bajas temperaturas, control de vientos fríos e intensos, control de exceso de humedad, control de plagas, uso intensivo de la tierra y aumento en rendimiento, calidad y precocidad (SAGARPA, 2014).

### **3.3.12. Sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC)**

Medidas y procedimientos establecidos por la Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural y pesca (SAGARPA) en normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables para garantizar que, durante el proceso de producción primaria, los vegetales para consumo en fresco obtienen óptimas condiciones higiénico-sanitarias al reducir la contaminación física, química y microbiológica a través de las Buenas Prácticas Agrícolas (SENASICA, 2016).

### **3.3.13. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

La industria alimentaria y las organizaciones de productores, así como también los gobiernos y organizaciones no gubernamentales (ONG) han desarrollado en años recientes una gran variedad de códigos, normas y reglamentos sobre buenas prácticas agrícolas (BPA), con el objetivo de codificar las prácticas de una gran cantidad de productos a nivel de explotación agrícola. La aplicación de buenas prácticas agrícolas comprende desde el cumplimiento de las exigencias de regulación del comercio y gobiernos particulares (en particular en materia de inocuidad y calidad de alimentos), hasta exigencias más específicas de especialidades o nichos de mercado (FAO, 2014).

En México aplica NOM-EM-039-FITO-2002. Norma oficial mexicana con carácter de emergencia, por la que se establecen los Requisitos para la inscripción al programa de inducción, aplicación y certificación de Buenas prácticas agrícolas y de manejo para la producción y empaque de tomate

fresco de exportación MX-FF-031-1997. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Hortalizas frescas. Tomate - (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Especificaciones. Normas mexicanas. Dirección general de norma. NORMA DEL CODEX PARA EL TOMATE (CODEX STAN 293-2007).

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de tomates obtenidos de *Lycopersicon esculentum* Mill, de la familia Solanaceae, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los tomates destinados a la elaboración industrial (LEGISEMX, 2016).

Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo de población, uso al que se destina, etc. En general las características más apreciadas en el tomate para consumo en fresco son color, sabor y textura. Las preferencias cambian también según las costumbres de cada país, por ejemplo, los japoneses y chinos gustan de tomates con baja acidez porque los suelen consumir como fruta, pero en la mayoría de los países tropicales, donde los tomates se usan cocinados, se acepta una alta acidez.

En Estados Unidos el tomate en fresco no tiene tanta importancia como en Europa y además el consumidor americano es menos exigente que el europeo, por lo que predomina el tomate sin tutorar, con recolección mecánica, que nunca alcanza la calidad y presentación que exigen los mercados europeos. Dentro de este último mercado hay también tendencias claramente definidas. Así, en los países mediterráneos (Portugal, España e Italia) y el sureste francés se venden tomates asurcados, aunque con una tendencia en los últimos años hacia tomates lisos. En los restantes países se muestra una amplia preferencia hacia este último tipo de tomate.

En general son más apreciados los tomates grandes para ensaladas y bocadillos. Los sistemas de clasificación de acuerdo con el tamaño del fruto son adoptados sobre todo en los países desarrollados, mientras que en los países en vías de desarrollo ésta característica no constituye una limitación para su comercialización. La forma es otra característica con marcadas diferencias en cuanto a preferencias en los dos grupos de países. Se prefieren los tomates redondos, sin embargo; la población rural en países como Filipinas y Ecuador está acostumbrada a consumir tomates



achatados de forma irregular. Las preferencias por el color son extremadamente variables dependiendo de los países, de la estación y del uso al que se destina.

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Diagrama de trabajo de proyecto

En el siguiente diagrama (figura 5), se muestra la trayectoria para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto, se realizó a través de 4 etapas, siendo la primera la identificación de áreas de mejora en el proceso de producción de jitomate, con apoyo de un cuestionario y recorridos a campo se identificó el grado de aplicación de algunos componentes del sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC), se consideraron estos componentes porque al aplicarlos se logra obtener un producto inocuo; la segunda etapa consistió en la adopción de las metodologías que se deben seguir para aumentar el grado de aplicación en los componentes, para ello se realizaron capacitaciones por personal capacitado; en la tercera etapa se realizó un experimento en el que se evaluaron 12 híbridos de jitomate tipo ‘saladette’ con tres tipos de nutrición, para determinar el de mayor rendimiento y adaptación al área; y por último la cuarta etapa fue elaborar un manual y un modelo del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí.

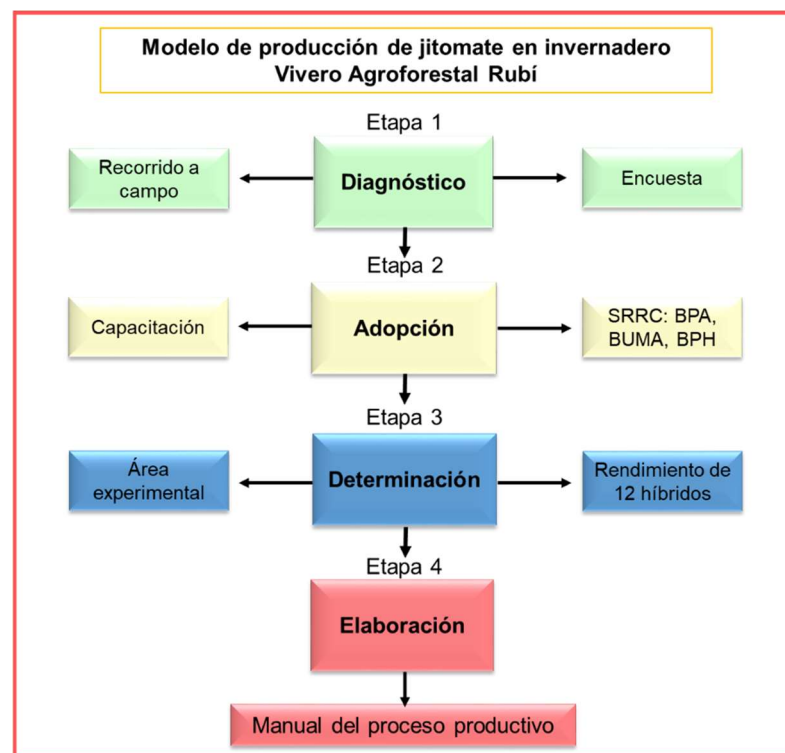


Figura 5.- Diagrama de flujo de proyecto.

El cultivo de jitomate se realizó en la empresa Vivero Agroforestal Rubí S.P.R. de R.L. de C.V. en Chilpancingo, Gro. El presente estudio inició con un diagnóstico del estado actual de la empresa, seguido de la adopción de recomendaciones generadas del diagnóstico, posteriormente la determinación a través de las pruebas realizadas con los genotipos, las soluciones nutritivas y los módulos experimentales y finalmente concluyó con la elaboración del manual de proceso productivo de las mejores prácticas de manejo.

Los análisis morfométricos, químicos y estimación de rendimiento fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología y Tecnología de Alimentos (LBTA), de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), en el Municipio de Chilpancingo, Guerrero.

Características del Invernadero: El invernadero en el que se estableció el experimento es de tipo túnel con ventilación cenital con una superficie de 8574 m<sup>2</sup>, dividido en dos módulos; el módulo uno con una superficie de 4170 m<sup>2</sup> y, el módulo dos con una superficie de 4,404 m<sup>2</sup>.

#### **4.2. Etapa 1.- Identificación de áreas de mejora**

La identificación de áreas de mejora se realizó con la aplicación de un cuestionario estructurado con 13 componentes (tabla 7), relacionados con la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la certificación en sistemas de reducción de riesgos de contaminación (SRRC) en la producción primaria de alimentos de origen agrícola (SENASICA, 2016). La encuesta se realizó al personal de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, el tamaño de la muestra fue de ocho trabajadores, al técnico encargado y el representante de la empresa, la información obtenida fue la base cualitativa en la elaboración del diagnóstico.

**Tabla 7.- Componentes considerados para la encuesta. Fuente: SENASICA, 2016.**

No.	Componentes	Acrónimo
1	Bitácora de campo	BC
2	Manejo del invernadero	MI
3	Gestión del suelo y de áreas de protección	S
4	Fertilización	F
5	Elementos básicos de la protección fitosanitaria del cultivo	PF
6	Elección de los plaguicidas	EP
7	Registro de aplicación de los plaguicidas	RE A
8	Equipo de aplicación	EA
9	Almacenamiento y manejo de plaguicidas	AL
10	Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas	EV
11	Higiene y seguridad	HS
12	Medio ambiente	MA
13	Manejo integrado de plagas	MIP

Se realizaron visitas (recorrido de campo) en los módulos de producción para las inspecciones visuales, se tomó evidencia fotográfica de las condiciones como se desarrolla el proceso productivo. Con base a la información obtenida de las encuestas y visitas, se generó una matriz de datos y con apoyo de graficas se refleja el grado de aplicación de cada componente.

### 4.3. Etapa 2.- Adopción

Con base en el diagnóstico se identificaron cinco componentes con un grado de aplicación igual o menor al 50 %. Mediante carteles se realizó la difusión informativa, procedimientos y consideraciones para la aplicación del SRRC sobre los componentes que requieren mejora, con base en las recomendaciones de las metodologías de BPA, BUMA, BPH.

Se analizó cada componente para la toma de decisiones, de manera arbitraria se consideró porcentajes mayores al 50 % para las mejores prácticas de manejo. Además, se implementó el diseño de señalamientos para las mejores prácticas de manejo.

### 4.4. Etapa 3.- Determinación de rendimientos

Se observó el desarrollo vegetativo de plantas de 12 híbridos de jitomate *Lycopersicon esculentum* Mill de tipo ‘saladette’ indeterminado (tabla 8), con tres tipos de solución nutrimental (tabla 9). Con el objetivo de determinar el híbrido y tipo de nutrición que incremente rendimiento y calidad

del producto. Las aplicaciones se realizaron de acuerdo con las etapas fenológicas de desarrollo del cultivo.

Etapa inicial de 1 a 30 días, comienza con la germinación de la semilla (almacigo); etapa vegetativa se inicia a partir de los 30 a los 45 días después de la germinación (desarrollo vegetativo 31 a 51 días) y dura entre 25 y 40 días antes de la floración (51 a 90 días), en esta etapa se requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento (trasplante); etapa productiva se inicia a partir de la fructificación (91 a 130 días) dura entre 40 o 60 días, los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (CENTA, 2003).

**Tabla 8.-** Híbridos utilizados en experimento

No.	Híbrido	Clave	No.	Híbrido	Clave
1	Cid	CID	7	Kikapoo	Ki
2	Aquiles	Aq	8	Ramsés	Ra
3	Calafia	Cf	9	Seletto	Se
4	Maviri	Ma	10	Canek	Ca
5	Anibal	An	11	Moctezuma	Mo
6	Huno	Hu	12	Cuauhtémoc	Cu

**Tabla 9.-** Tipos de nutrición utilizadas en experimento.

Tipo de nutrición (SN)	Clave
Solución nutritiva convencional	SNC
Solución nutritiva dinámica	SNd
Solución nutritiva universal	SNU

#### 4.4.1. Diseño experimental

El diseño experimental fue un factorial con tres factores: a) solución nutritiva (SN), b) híbridos y c) módulos de producción a) módulos de producción (dos), b) híbridos comerciales (doce), y c) tipos de solución nutritiva (tres); la combinación de 3 (SN) \* 12 (híbridos) \* 5 (repeticiones) = 180 unidades experimentales, cada unidad experimental correspondió a la los módulos de producción; Las camas tuvieron una longitud de 1.8 m y 1.1 m de ancho. Los pasillos entre camas de 1.1 m. Por m<sup>2</sup> fueron 2.5 planta.

Se estableció en el invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí. Consistió en el trasplante de cinco plantas de cada híbrido es decir 60 plantas por cama. El trasplante se realizó en tres camas, una cama por tipo de nutrición, considerando 180 plantas en total. Este experimento se realizó en los dos módulos.

#### **4.4.2. Germinación**

En las charolas de 200 cavidades, se colocó el sustrato previamente esterilizado en cada cavidad, se utilizó peat moss como sustrato de siembra, posteriormente se depositó una semilla a 1 cm de profundidad y se humedeció con agua apoyados con una piceta. Cuando la planta alcanzó tres hojas y 15 cm de altura se seleccionaron las más vigorosas y sanas para su trasplante. Se colocaron en el invernadero de producción de plántula, donde recibieron los cuidados necesarios hasta formar tres hojas verdaderas, sanas y vigorosas, con buen sistema radicular y altura de 15 cm aproximadamente.

En los módulos de producción el suelo se desinfecto con: metam sodio-50, IA: metam-sodio; Lucarfuran, IA: (Carbofuran) 2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il metilcarbamato; Cuaternario 200, IA: n-alkil dimetil bencil cloruro de amonio (cloruro benzalconio); full-gro, IA: Cloruro de dimetil alkil. Se deja intacto por 30 días. Después de la desinfección del suelo se colocó el plástico para formar el acolchado del cual su función es acumula calor, refleja luz que repele insectos plaga y mantiene por más tiempo la humedad del suelo.

#### **4.4.3. Trasplante**

El trasplante se realizó el 23 de marzo del 2017 en forma manual, primero se rompe el plástico del acolchado, después se hace un hoyo para colocar la plántula en el centro del mismo. Las camas tuvieron una longitud de 1.8 m y 1.1 m de ancho. Los pasillos entre camas de 1.1 m. Por m<sup>2</sup> fueron 2.5 planta.

El trasplante se realizó el 23 de marzo del 2017 en forma manual, aflojando ligeramente el suelo y colocando la plántula en la perforación. Se procuró que la plántula quedara en el centro de la perforación, evitando al máximo que el acolchado roce con la plántula. La distancia entre camas

fue de 1.8 m, el ancho de cama fue de 1.1 m, de los pasillos 1.1 m y con una densidad de 2.5 plantas por metro cuadrado.

#### 4.4.4. Fertilización

La fertilización fue por sistema de riego por goteo con la solución nutritiva convencional (SNc), la solución nutritiva dinámica (SNd) y solución nutritiva universal (SNu) se abasteció en riego directo. El riego directo consistió en suministrar las cantidades indicadas por cada solución nutritiva, en el caso de la SNd los riegos fueron de 0.2 litros/planta en la etapa vegetativa, y en la etapa productiva se regó 0.4 litros/planta y de la solución nutritiva universal se suministró 1 litro/planta durante todo el ciclo. En las tablas 10, 11 y 12 se indica las fuentes de las sales empleadas para la elaboración de las SN.

**Tabla 10.-** Componentes de la solución nutritiva convencional (SNc)

No. Tanque	Nombre de fertilizante	g/100 L
1	Nitrato de calcio	510
	Sulfato de magnesio	420
2	Fosfato mono amónico (MAP)	270
	Sulfato de potasio	630
	Fosfonitrato	730
3	Ácido sulfúrico	(4 L/100 L)
	Solubor	15
	Multimicros com sol.	12

**Tabla 11.-**Componentes de la solución nutritiva dinámica (SNd)

Nombre de fertilizante	20 ddt	25 dpf	15 dsf	15 dtf	28 dcf	f hasta finalizar	Total/ciclo
	g/L						
Nitrato de amonio	0.0924	0.0963	0.1847	0.1847	0.1848	0.1848	0.9277
Fosfato monoamónico 12-61-0	1.6060	1.6729	1.6060	1.6060	1.6060	1.6060	9.7029
Nitrato potásico	1.1352	1.1825	3.4056	4.5320	4.5320	4.5320	19.3193
Nitrato de calcio	1.4698	1.5308	3.4276	3.4276	3.4276	3.4276	16.7109
Sulfato de magnesio	2.2528	2.3467	2.2527	2.2527	2.2528	2.2528	13.6105
Sulfato de hierro	0.0431	0.0449	0.1510	0.1510	0.0431	0.0431	0.4763
Sulfato de manganeso	0.0088	0.0093	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0535
Borato de sodio	0.0194	0.0202	0.0194	0.0194	0.0194	0.0193	0.1171
sulfato de zinc	0.0009	0.0013	0.0009	0.0009	0.0009	0.0093	0.0141
Sulfato de cobre	0.0008	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0051

20 ddt = los siguientes 20 después del trasplante, 25 dpf = los siguientes 25 días después de la primera fertilización, 15 dsf = los siguientes 15 días después de la segunda fertilización, 15 dtf = los siguientes 15 después de la tercera fertilización, 28 dcf = los siguientes 28 días después de la cuarta fertilización, f hasta finalizar = fertilización hasta finalizar ciclo.

**Tabla 12.-** Componentes de la solución nutritiva universal (SNu)

Nombre	g/L
Nitrato de calcio	1.06
Nitrato de potasio	0.30
Sulfato de potasio	0.26
Sulfato de magnesio	0.49
Fosfato monopotásico	0.14
Poliquel Multi (Magnesio, Hierro, Manganeso y Zinc)	1.32

#### 4.4.5. Evaluación de variables

Después de 15 días del trasplante se hicieron evaluaciones de variables asociadas al crecimiento y desarrollo de las plantas (durante 9 semanas) para determinar el rendimiento de cada híbrido (tabla 13); en la etapa de fructificación o productiva 85 días después del trasplante en los frutos se determinaron las variables de calidad externa e interna (tabla 14).

**Tabla 13.-** Variable rendimiento de los híbridos.

Variable	Acrónimo
Frutos por planta	Fr/pl
Peso promedio de frutos por planta	Grs/pl
Rendimiento por planta	Rend

**Tabla 14.-** Variables evaluadas en frutos de jitomate.

Variable	Acrónimo
Diámetro ecuatorial	D
Peso	Peso
Luminosidad	L
Cromaticidad	C
Matiz	°hue



Los frutos que se consideraron para los análisis físicos y químicos fueron de los híbridos que resultaron de mayor rendimiento y adaptación al área de estudio, se cosecharon del cuarto y quinto racimo con tres repeticiones por híbrido considerado; para realizar la cosecha de los frutos se tomó como criterio el color externo, de acuerdo con la clasificación de grados de madurez para jitomate de la FAO (2016).

*Análisis físicos:* Se utilizó un muestreo destructivo con 10 frutos como unidad experimental para evaluar: peso, diámetro longitudinal y transversal, y el color del epicarpio del fruto fresco. El color del epicarpio del fruto fresco se determinó con un espectrofotómetro (X-rite® mod. Ci62, USA) en dos partes opuestas de la sección ecuatorial de cada fruto para obtener los datos de Luminosidad (L), cromaticidad (C) y matiz (°hue) el procedimiento fue por triplicado en diferentes frutos. El peso se determinó con una balanza digital (OHAUS®, USA) con sensibilidad de 0.1 g, mientras que los diámetros transversales (DT) y longitudinal (DL) se midieron con un vernier (Mitutoyo®, Japan) con una sensibilidad de 0.01 mm.

#### **4.4.6. Grado de tecnificación de invernaderos**

Los invernaderos de nivel tecnológico bajo se caracterizan porque en sus instalaciones, la mayoría de las actividades, que implican el manejo de las estructuras y los cultivos, se realizan en forma manual. En general, son instalaciones que sólo cuentan con herramientas manuales y, en ocasiones, con algunos dispositivos mecánicos como bombas de combustión interna o eléctrica para riego, por lo general con manguera manual. Carecen de calentadores o equipos para el control de la temperatura, y la apertura y cierre de ventilas se realiza manualmente, muchas veces sin la ayuda de malacates (Agro, 20018).

Dentro de los invernaderos de nivel tecnológico medio se agrupan todas aquellas unidades equipadas con dispositivos mecánicos y eléctricos, como bombas para los sistemas de riego, calentadores de gas de encendido manual o automático, la apertura y cierre de ventilas se realiza con malacates manuales y, a veces, con motores. Pueden contar con sistemas de fertirrigación rústicos. Varios de estos dispositivos necesariamente requieren de operadores humanos para ponerlos en funcionamiento y apagarlos (Agro, 2018).

En los invernaderos automatizados de nivel tecnológico alto se incluyen instalaciones con dispositivos automatizados con sensores y actuadores para controlar el riego. Un ejemplo son los temporizadores o timers, que pueden programarse para encender y apagar bombas, así como fotoceldas para apagar y encender luces, o sensores para operar calentadores y otros dispositivos similares. También pueden contar con algunas actividades computarizadas (Agro, 2018).

Cuentan con sistemas de fertirrigación o sistemas de riego automático y equipos para controlar las temperaturas. Controlan el pH de la solución, la conductividad eléctrica y el aporte nutrimental, realizan polinización artificial y monitoreo ambiental, y en ocasiones aplican CO<sub>2</sub> (Agro, 2018).

#### **4.4.7. Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza para determinar la presencia o ausencia de diferencias significativas entre híbridos y tipo de nutrición o interacción entre ambos. Cuando se identificaron diferencias estadísticas diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), se realizó un análisis post hoc Tukey mediante el programa SAS, 2009.

#### **4.5. Etapa 4.- Elaboración del manual.**

La elaboración de un manual del proceso productivo de jitomate en invernadero se realizó con base al sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC), los recorridos a campo y las visitas a invernaderos en el Estado de Morelos: considerando lo descrito en el manual se elaboró una ilustración del modelo del proceso de producción de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Alcances

Se elaboró un manual del proceso productivo de jitomate *Lycopersicon esculentum* en invernadero para la empresa Vivero Agroforestal Rubí, con un enfoque de reducción de riesgos de contaminación (SRRC) por el uso de agroquímicos (BUMA) como medida de seguridad a través del monitoreo del sistema y aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA).

### 5.2. Limitaciones

En el desarrollo de este proyecto se realizó un modelo de producción de jitomate en invernadero, en el que se desempeñaron capacitaciones sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buen Uso y Manejo de agroquímicos (BUMA), Buenas Prácticas de Higiene (BPH), prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos. Para mejorar la actividad agrícola de la empresa y con ello elevar la competitividad y sustentabilidad.

### 5.3. Etapa 1.- Identificación de áreas de mejora

Se identificaron diferencias en la aplicación de cada actividad relacionada con el SRRC, debido a que todos los componentes se han implementado; sin embargo, el grado de aplicación es variable. Los componentes que presentaron aplicación > 56 % se encuentran enlistados en la figura 6.

Bitácora de campo (BC) presento un grado de aplicación de 83.3 % y de acuerdo con Moreno et al. (2003). Se cuenta con las hojas técnicas y las hojas de seguridad del producto utilizado para controlar las plagas, así como con los procedimientos de operación de limpieza y revisión específicos en donde se muestra la manera de desarrollarlo, la frecuencia y los materiales e insumos utilizados; lo anterior permitirá contar con los registros soporte que garantizan y son evidencia de los procedimientos implementados para la disminución de riesgos de contaminación.

Fertilización (F) el grado de aplicación fue de 75 %, se evitó el almacenamiento parcial de fertilizantes y recipientes en las áreas de preparación de mezclas, fertirriego, cosecha, empaque, almacenamiento de materiales de empaque y embalaje de productos agrícolas, y se revisaron los análisis del agua utilizada en la preparación de mezclas de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994.

Registro de los plaguicidas (RE A) con 67.1 %, en este módulo se establecen las medidas preventivas aplicadas durante el proceso de producción agrícola, cosecha y/o empaquetado, orientadas a reducir el riesgo de contaminación química de los productos de origen agrícola, medio ambiente y salud de los trabajadores y consumidores (SAGARPA, 2016).

Elementos básicos de la protección fitosanitaria del cultivo (PF) con 65 %. El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), implementa acciones para la prevención, control y erradicación de plagas en el territorio nacional, las cuales son operadas por los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal (OASV), supervisadas por la DGSV, las Delegaciones de la SAGARPA y las autoridades fitosanitarias de los Estados.

Almacenamiento y manejo de plaguicidas (AL) con 58.93 %. Los plaguicidas representan la principal fuente de contaminación química en cualquier sistema de producción agrícola, ya sea por la exposición directa en la compra, almacenamiento, manejo, calibración de equipo y aplicación del producto; así como por la presencia potencial de residuos en el producto final, y la contaminación ambiental. Sus metabolitos (productos secundarios de su degradación) se han encontrado contaminando el suelo y el agua, así como en tejidos animales y en humanos (González, 2002). La NOM-003-STPS-1999, estipula las características y condiciones ideales del área de plaguicidas y la forma de almacenamiento de los productos.

Gestión del suelo y de áreas de protección (S) con 58.33 %. El agotamiento del suelo es una amenaza mundial real y creciente e implica una serie de procesos, como: la erosión por el viento y el agua y la labranza, compactación, sellado, desequilibrio de nutrientes, pérdida de materia orgánica, acidificación, salinización y contaminación. Es necesario proveer de tecnologías apropiadas, políticas sostenibles e inclusivas, programas de extensión eficaces y sistemas educativos sólidos, de manera que se produzca más con menos (FAO, 2015).

Medio ambiente (MA) 56.25 %. Muchas de las medidas necesarias para reducir los efectos del cambio climático o adaptarse a él, son valiosas para afrontar problemas existentes como la contaminación del agua y del aire, la erosión del suelo y la vulnerabilidad a sequías o inundaciones. Algunas de las medidas para reducir las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero son: mejorar la eficacia del uso de fertilizantes, restaurar tierras degradadas, mejorar la gestión de los residuos de los cultivos (FAO, 2015).

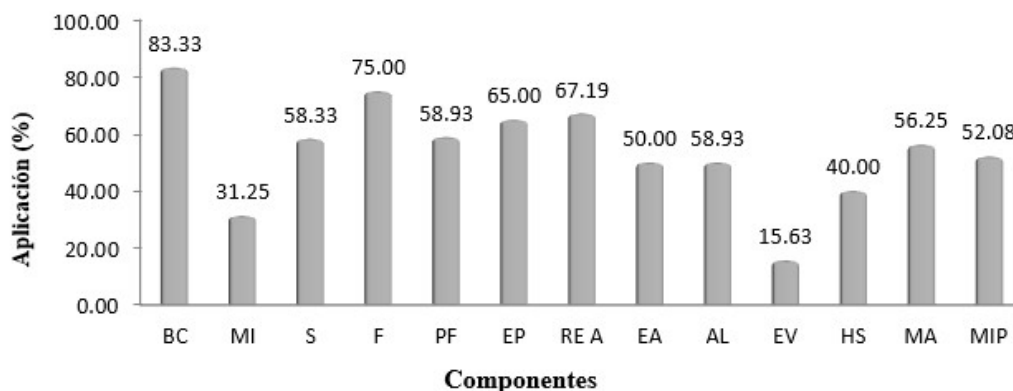


Figura 6.- Grado de aplicación de SRRC en el "Vivero Agroforestal Rubí.

SRRC: Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación, BC: Bitácora de campo, MI: Manejo del invernadero, S: Gestión del suelo y de áreas de protección, F: Fertilización, PF: Elementos básicos de la protección fitosanitaria del cultivo, EP: Elección de los plaguicidas, RE A: Registro de aplicación de los plaguicidas, EA: Equipo de aplicación, AL: Almacenamiento y manejo de plaguicidas, EV: Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas, HS: Higiene y seguridad, MA: Medio ambiente y MIP: Manejo Integrado de Plagas.

Después de aplicar la lista de los componentes relacionados con SRRC se identificaron con grado de aplicación  $\leq 50$  % a: manejo de invernadero (MI) con 31.2 %, equipo de aplicación (EA), almacenamiento y manejo de plaguicidas (AL) con 50 %, manejo de envases vacíos de los productos de plaguicidas (EV) con 15.6 %, e higiene y seguridad (HS) con 40 % (figura 7).

Manejo de invernadero (MI) con 31.2 %. Es importante el seguimiento a las actividades realizadas en el invernadero, considerando las instalaciones, condiciones climáticas, crecimiento de la planta y personal de apoyo. La ubicación del invernadero facilita el acceso con riesgo mínimo de entrada

de plagas el diseño, infraestructura y altura de naves de los invernaderos es la adecuada; la red eléctrica, depósitos de agua, anchura de pasillos para el desplazamiento de equipo y personal, colectores de basura, áreas verdes, entre otros, permiten buena ventilación, temperatura e iluminación adecuada (BPA-SENASICA).

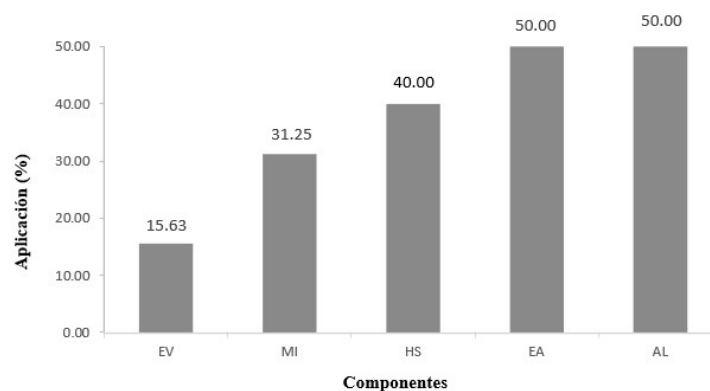
Equipo de aplicación (EA) con 50 %. Antes de iniciar la aplicación se debe revisar, limpiar y calibrar el equipo, verificando que no haya roturas en el tanque, que las conexiones no tengan fugas y que la válvula de salida tenga en buen estado sus empaques. Se deben limpiar las boquillas con el utensilio adecuado. No se deben destapar las boquillas soplando con la boca, después de realizar la aplicación se debe lavar el equipo y maquinaria utilizada. (NOM-003-STPS-1999).

Almacenamiento y manejo de plaguicidas (AL) con 50 %. Asegurarse que todo el personal ocupacionalmente expuesto siga las instrucciones señaladas en las etiquetas u hojas de datos de seguridad, de los insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes que se usen en el centro de trabajo. Contar con un listado de condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, traslado, manejo de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes, así como de sus envases vacíos, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 7, y asegurarse de su cumplimiento (NOM-003-STPS-1999).

Manejo de envases vacíos de los productos de plaguicidas (EV) con 15.6 %. Las botellas de plástico que hayan contenido insumos fitosanitarios o plaguicidas, o insumos de nutrición vegetal o fertilizantes, deben someterse a la técnica del triple lavado que se describe a continuación: a) agregar agua a un cuarto de la capacidad del recipiente; con el tapón hacia arriba agitar por treinta segundos, vaciar el contenido al contenedor donde preparó la mezcla; b) agregar agua a un cuarto de la capacidad del recipiente; con el tapón hacia abajo agitar por treinta segundos, vaciar el contenido al contenedor donde preparó la mezcla; c) agregar agua a un cuarto de la capacidad del recipiente; con el tapón hacia un lado agitar por treinta segundos, vaciar el contenido al contenedor donde preparó la mezcla; d) perforarla en su base para evitar su reutilización; almacenarla en bolsas o cajas cerradas, y proceder conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos aplicables (NOM-003-STPS-1999).

Higiene y seguridad (HS) con 40 %. Se define como las medidas necesarias (lavado y desinfección) aplicadas por la empresa para mantener limpias las áreas productivas, superficies de contacto directo e indirecto del producto de origen agrícola.

Aplicar las medidas necesarias con la finalidad de evitar que los organismos patógenos encuentren las condiciones propicias para su colonización, sobrevivencia y reproducción en las superficies de contacto y áreas productivas de alimentos de origen agrícola en su fase primaria (SENASICA, 2010).



SRRC: Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación, EV: Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas, MI: Manejo del invernadero, HS: Higiene y seguridad, EA: Equipo de aplicación y AL: Almacenamiento y manejo de plaguicidas.

**Figura 7.-** Componentes con bajo porcentaje de aplicación de SRRC.

Se enlistan los resultados del diagnóstico a través de la herramienta de análisis FODA:

### Fortalezas

- Aplicación del 61.5 % de los componentes evaluados del SRRC en el proceso productivo de jitomate.
- Interés en la mejora del proceso productivo continuó.
- Conocimiento de las condiciones productivas donde se produce el alimento de origen vegetal.

## **Debilidades**

- El 31.5 % de los componentes evaluados del SRRC en el proceso productivo de jitomate  $\leq$  50 % del grado de aplicación.
- Falta capacitación.
- Falta un responsable de inocuidad.

## **Oportunidades**

- Aplicación de las estrategias de mejora.
- Reducir la contaminación durante el proceso de producción, cosecha y/o empaque.
- Valoración adecuada y sustentada sobre los posibles contaminantes que puedan incorporar de manera directa o indirecta.
- Reconocimiento y/o certificación del SENASICA en la materia, para productos de exportación.

## **Amenazas**

- La implementación de un Sistema de Gestión de Calidad es relativamente cara.

De acuerdo con los resultados observados se diseñó un plan de estrategias de mejora en los componentes con un grado de aplicación  $\leq$  50 % (tabla 15).



## 5.4. Etapa 2.- Adopción

De los resultados observados se propusieron estrategias de mejora para los componentes de bajo grado de aplicación mediante descripción de las metodologías para la seguridad inocuidad y calidad alimentaria (SENASICA), (tabla 15).

**Tabla 15.-** Estrategias de mejora para los componentes de bajo grado de aplicación en las metodologías para la seguridad, inocuidad y calidad alimentaria.

Metodologías	Componentes	Estrategias de Mejora
<b>BPA</b> (Manual de Buenas Prácticas Agrícolas-SENASICA)	1.-Manejo del invernadero	1.1.- Reducir los riesgos identificados en las áreas agrícolas. 1.2.- Control de temperatura y humedad
	<b>BUMA</b> (NOM-003-STPS-1999,)	2.-Equipo de aplicación
		2.1.- Mantenimiento 2.2.- Registro de calibración 2.3.- Uso de boquillas según la clase de plaguicidas: de abanico (herbicidas), de cono (fungicidas, insecticidas, abonos foliares) 2.4.- Registro sobre el cambio de las boquillas (chequear tipos de boquilla: de bronce, plástico, cerámica, acero inoxidable)
	3.- Almacenamiento y manejo de plaguicidas	3.1.- Almacenar los plaguicidas, según lo establece la metodología BUMA
	4.- Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas	4.1.- Implementar el triple lavado a los envases de plaguicida vacíos 4.2.- Contactar al centro de acopio más cercano para entregar los envases vacíos de plaguicidas 4.3.- Almacenar los plaguicidas según lo establece la legislación nacional
<b>BPH</b> (NOM-003-STPS-1999)	5.- Higiene y seguridad	5.1.- Plan de higiene 5.2.- Seguir las instrucciones indicadas en la etiqueta del equipo de protección personal (EPP)

Después de aplicar las estrategias de mejora, se procedió a evaluar el cumplimiento de las recomendaciones en los componentes de bajo porcentaje de aplicación, haciendo la comparación con el diagnóstico realizado en octubre del 2016 (barras azules en la figura 8), la segunda evaluación fue seis meses después en abril del 2017 (barras amarillas en la figura 8) y la tercera evaluación en mayo del 2018 (barras verdes en la figura 8), como se puede observar se logró elevar

el grado de aplicación en todos los componentes. Se encontró mayor grado de aplicación en todos los componentes (figura 8).

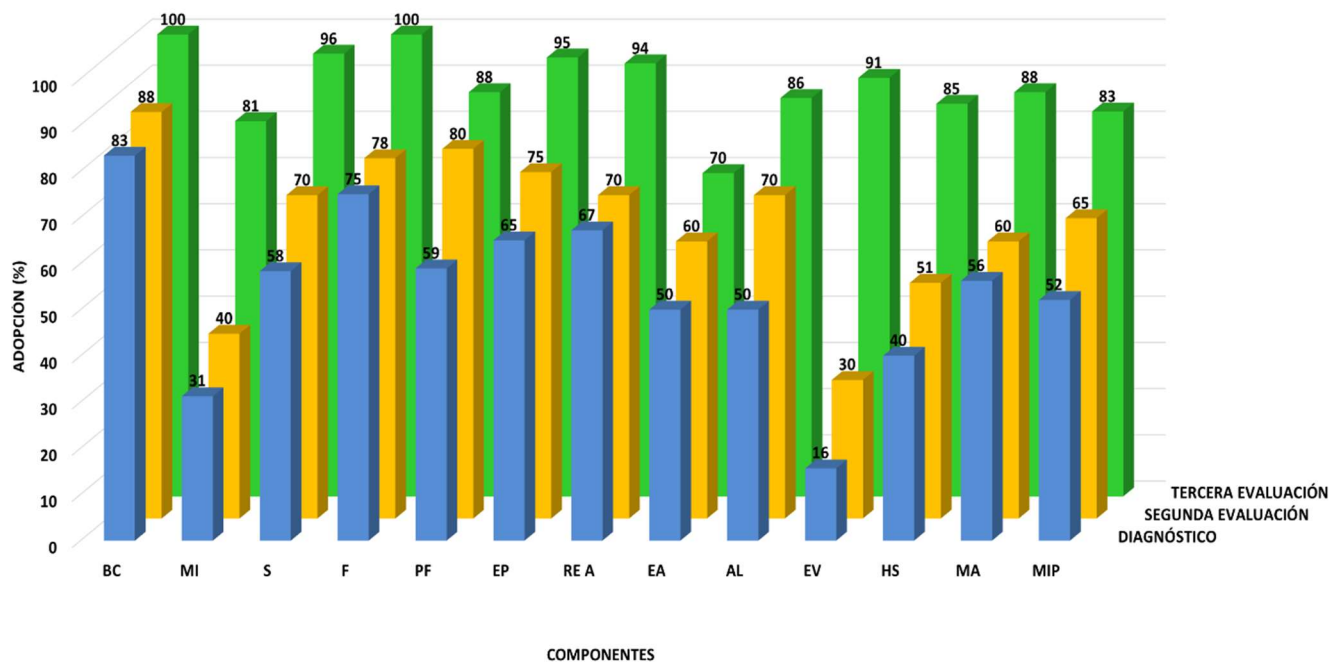


Figura 8.- Mejora en la aplicación y adopción del SRRC.

SRRC: Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación, BC: Bitácora de campo, MI: Manejo del invernadero, S: Gestión del suelo y de áreas de protección, F: Fertilización, PF: Elementos básicos de la protección fitosanitaria del cultivo, EP: Elección de los plaguicidas, RE A: Registro de aplicación de los plaguicidas, EA: Equipo de aplicación, AL: Almacenamiento y manejo de plaguicidas, EV: Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas, HS: Higiene y seguridad, MA: Medio ambiente y MIP: Manejo Integrado de Plagas. Diagnóstico: octubre 2016, Segunda evaluación: abril 2017, Tercera evaluación: mayo 2018.

El componente bitácora de campo (BC) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 83 %, en la siguiente evaluación alcanzó 88 %, la diferencia es de 5 puntos (106 %), y en la tercera evaluación fue de 100 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 17 puntos, es decir, la adopción fue de 120.48 %.

El componente manejo de invernadero (MI) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 31 %, en la siguiente evaluación alcanzo 40 %, la diferencia es de 9 puntos (129 %), y en la tercera evaluación fue de 81 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 50 puntos, es decir, la adopción fue de 261 %.

El componente gestión del suelo y áreas de protección (S) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 58%, en la siguiente evaluación alcanzo 70 %, la diferencia es de 9 puntos (120.68 %), y en la tercera evaluación fue de 96 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 50 puntos, es decir, la adopción fue de 165.51 %.

El componente fertilización (F) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 75 %, en la siguiente evaluación alcanzo 78 %, la diferencia es de 3 puntos (104 %), y en la tercera evaluación fue de 100 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 3 puntos, es decir, la adopción fue de 133 %.

El componente elementos básicos de la protección fitosanitaria (PF) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 59 %, en la siguiente evaluación alcanzo 80 %, la diferencia es de 21 puntos (135.59 %), y en la tercera evaluación fue de 88%, con diferencia entre la línea cero y final fue de 3 puntos, es decir, la adopción fue de 149.15 %.

El componente elección de los plaguicidas (EP) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 65 %, en la siguiente evaluación alcanzo 75 %, la diferencia es de 10 puntos (115.38 %), y en la tercera evaluación fue de 95 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 3 puntos; es decir, la adopción fue de 146.15 %.

El componente registro de aplicación de plaguicidas (RE A) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 67 %, en la siguiente evaluación alcanzo 70 %, la diferencia es de 3 puntos (104 %), y en la tercera evaluación fue de 94 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 27 puntos, es decir, la adopción fue de 140 %.

El componente equipo de aplicación (EA) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 50 %, en la siguiente evaluación alcanzo 60 %, la diferencia es de 10 puntos (120 %), y en la tercera

evaluación fue de 70 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 20 puntos, es decir, la adopción fue de 140 %.

El componente almacenamiento y manejo de plaguicidas (AL) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 50 %, en la siguiente evaluación alcanzo 70 %, la diferencia es de 20 puntos (140 %), y en la tercera evaluación fue de 86 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 36 puntos, es decir, la adopción fue de 172 %.

El componente manejo de envases vacíos de los productos (EV) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 16 %, en la siguiente evaluación alcanzo 30 %, la diferencia es de 14 puntos (187 %), y en la tercera evaluación fue de 86 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 75 puntos, lo cual indica que el personal que labora en la empresa tuvo una concientización cuyo impacto fue muy significativo con 568 %.

El componente higiene y seguridad (HS) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 40 %, en la siguiente evaluación alcanzo 51 %, la diferencia es de 11 puntos (127 %), y en la tercera evaluación fue de 85 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 45 puntos; es decir, la adopción fue de 212 %.

El componente medio ambiente (MA) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 56 %, en la siguiente evaluación alcanzo 60 %, la diferencia es de 4 puntos (107.14 %), y en la tercera evaluación fue de 88 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 32 puntos; es decir, la adopción fue de 157.14 %.

El componente manejo integrado de plagas (MIP) en la primera evaluación el grado de aplicación fue 52 %, en la siguiente evaluación alcanzo 65 %, la diferencia es de 13 puntos (125 %), y en la tercera evaluación fue de 83 %, con diferencia entre la línea cero y final fue de 31 puntos, es decir, la adopción fue de 159.15 %.

### **5.5. Etapa 3.- Determinación**

De acuerdo con el análisis de varianza realizado se determinó significancia entre módulos con  $R^2 = 0.72$  (72%) que indica la variación de rendimientos es debido a manejo por el personal de campo.

En genotipos, sobresale Maviri y la menos rendidora fue Huno. En las tablas 16, 17 y 18 se reportan los rendimientos obtenidos en los módulos, los híbridos y las soluciones nutritivas.

En la evaluación de rendimiento de doce híbridos comerciales con tres tipos de solución nutrimental, se registró mayor producción y calidad de frutos con diferencias estadísticas significativas en el módulo dos, que aportó 2.36 kg/planta (tabla 16). Los híbridos Canek (Ca) (2.97), Maviri (Ma) (2.97) y Moctezuma (Mo) (2.80) son valores más altos en kg/planta (tabla 17) y las soluciones nutritivas convencional y universal tuvieron el mayor rendimiento, por planta con valores superiores a 2.30 kg/planta (tabla 18); sin embargo, es menor al reportado por Salas (2007) de 4.0, 3.6 y 3.4 kg/planta.

**Tabla 16.-** Rendimiento promedio de dos módulos de producción de jitomate en invernadero

Id	Módulos	Rendimiento (kg/Planta)	Significancia
1	Módulo uno	2.12	b
2	Módulo dos	2.36	a
DHS (T)		0.13	

n= 3. Las letras indican diferencias significativas entre módulos de producción de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

**Tabla 17.-** Rendimiento promedio de 12 híbridos de jitomate en invernadero.

Id	Híbridos	Acrónimo	Rendimiento (kg/Planta)	Sig.
1	Cid	Cid	2.02	c
2	Aquiles	Aq	1.87	c
3	Calafia	Cf	1.96	c
4	Maviri	Ma	2.97	a
5	Aníbal	An	2.18	c
6	Huno	Hu	1.22	d
7	Kicapoo	Ki	2.14	c
8	Ramsés	Ra	2.37	b c
9	Seleto	Se	2.19	c
10	Canek	Ca	2.97	a
11	Moctezuma	Mo	2.80	a b
12	Cuauhtémoc	Cu	2.20	c
DHS (T)			0.54	

n= 3. Las letras indican diferencias significativas entre los híbridos de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

**Tabla 18.-** Rendimiento promedio de tres tipos de nutrición en producción de jitomate en invernadero

<b>Id</b>	<b>Módulos</b>	<b>Acrónimo</b>	<b>Rendimiento (kg/Planta)</b>	<b>Significancia</b>
1	Convencional	SNc	2.34	a
2	Dinámica	SNd	2.04	b
3	Universal	SNu	2.34	a
DHS (T)			0.19	

n= 3. Las letras indican diferencias significativas entre módulos de producción de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

El análisis de los frutos se realizó a los híbridos de mayor rendimiento significativo, excepto en Maviri, debido a que algunas plantas fueron afectadas por el virus que se presentó en el ciclo, y la corta vida de anaquel de los frutos, su estado de maduración no fue el adecuado para realizar el análisis. Por esta razón se incluyó a Cuauhtémoc el cual si contaba con suficientes frutos y posee un rendimiento cercano a Moctezuma.

La Norma Mexicana para tomate NMX-FF-031-197-SCFI en materia de productos alimenticios no industrializados, establece la clasificación por grados de calidad del fruto: México 1, México 2 y México 3. Con una combinación entre México 1 y México 2. El criterio es el tamaño de los frutos en base a diámetro ecuatorial, forma, textura, coloración, maduración y conservación del producto.

En los frutos el diámetro ecuatorial fue de tamaño mínimo: mediano y chicos, como lo indican Lippman y Tanksley (2001). El mayor diámetro se registró en el híbrido Moctezuma (Mo) con 53.63 mm y según la NMX-FF-031-197-SCFI corresponde a frutos de tamaño mediano. En la variable peso, luminosidad y croma en frutos de tomate maduros, no se encontraron diferencias significativas; el parámetro de matiz si presentó diferencia estadística significativa, correspondiendo al híbrido Canek (Ca) el dato más alto (41.81 °hue) (tabla 19).

Los costos de producción de jitomate en invernadero se expresan para cada módulo se incluyeron los gastos de cada solución nutrimental. El ejercicio se realizó con el rendimiento de cada solución nutrimental SNc 2.34 kg/planta, SNc 2.04 kg/planta y SNc 2.34 kg/planta; y con precio de venta promedio de \$11.96 en el módulo 1 y \$12.24 en el módulo 2 (tabla 17 y 18).

**Tabla 19.-** Características físicas en frutos de tres híbridos comerciales de jitomate.

Híbridos	D (mm)		Peso (g)		L		C		°hue	
Canek	48.83	c	89.35	a	38.31	a	38.27	a	41.81	a
Moctezuma	53.63	a	99.06	a	38.65	a	37.69	a	40.85	b
Cauhtémoc	50.88	b	99.38	a	37.75	a	37.37	a	40.41	b
DHS (T)	1.93		13.21		1.27		1.07		0.72	

n= 3. Las letras indican diferencias significativas entre híbridos de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).  
D: Diámetro ecuatorial del fruto; L: luminosidad; C: cromaticidad; °hue: Matiz.

La rentabilidad es un indicador financiero que mide el rendimiento de una inversión, la relación entre la ganancia obtenida e inversión. Como se puede observar en la tabla 20 en el módulo 1 y considerando la solución nutritiva convencional SNc que obtuvo un rendimiento de 23 023.26 kg. Al analizar la rentabilidad con la solución nutritiva convencional SNc en el módulo 1 por cada peso invertido se obtiene un 12 % de utilidad, mientras que en el módulo dos también con SNc por cada peso invertido se obtiene un 24 % de utilidad tabla 21.

**Tabla 20.-**Análisis financiero del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, modulo1.

Conceptos	Análisis de costos de producción + costos administrativos		
	SNc (\$)	SNd (\$)	SNu (\$)
Costo de producción	242 064.24	238 008.06	249 384.88
Costo unitario	19.54	19.13	20.29
Rendimiento (kg)	23 023.26	20 071.56	23 023.26
Precio	11.96	11.96	11.96
Venta total	275 358.19	240 055.86	275 358.19
Productividad	1.14	1.01	1.10
Utilidad	33 293.95	2 047.80	25 973.37
Rentabilidad	0.12	0.01	0.09
Punto de equilibrio	411 753.45	5 836 130.08	527 801.91
Punto de equilibrio (%)	149.53	2431.16	191.68

SNc: Solución nutritiva convencional, SNd: Solución nutritiva dinámica, SNu: Solución nutritiva universal.

**Tabla 21.-** Análisis financiero del proceso productivo de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí, modulo dos.

<b>Análisis de costos de producción + costos administrativos</b>			
<b>Conceptos</b>	<b>SNc (\$)</b>	<b>SNd (\$)</b>	<b>SNu (\$)</b>
Costo de producción	233 870.55	231 115.79	243 572.59
Costo unitario	17.09	16.83	17.99
Rendimiento (kg)	25 208.82	21 976.92	25 208.82
Precio	12.24	12.24	12.24
Venta total	308 555.96	268 997.50	308 555.96
Productividad	1.32	1.16	1.27
Utilidad	74 685.41	37 881.71	64 983.36
Rentabilidad	0.24	0.14	0.21
Punto de equilibrio	205 683.02	353 524.00	236 391.58
Punto de equilibrio (%)	66.66	131.42	76.61

SNc: Solución nutritiva convencional, SNd: Solución nutritiva dinámica, SNu: Solución nutritiva universal.

## 5.6. Etapa 4.- Elaboración

El manual se elaboró con información proporcionada y obtenida en las visitas a la empresa Vivero Agroforestal Rubí, integrando información que se generó en una estancia realizada en la Facultad de ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Pasos:

- 1) Con base a las actividades y prácticas desarrolladas, se describió cada una de ellas, siendo una herramienta útil para establecer un manual del proceso productivo de jitomate aplicando (SRRC), que servirá como material de apoyo para los siguientes ciclos.
- 2) Se realizaron visitas a diferentes áreas de producción en el estado de Morelos para observar tecnologías y formas de producción.
- 3) Se integraron sugerencias de las actividades o prácticas en el manual.

Al cumplir con los objetivos específicos fue posible elaborar un modelo del proceso productivo de jitomate en invernadero para la empresa vivero agroforestal Rubí, en donde se consideran las características de los híbridos, SRRC, canales de comercialización, análisis financiero y la sustentabilidad económica social y ambiental (figura 9).



**Cultivo:** Las semillas utilizadas fueron parte fundamental en el proceso de producción del presente estudio. El resto de los insumos agrícolas: agua, fertilizantes, pesticidas y herbicidas, maquinaria, mano de obra, entre otros, pudieron ser mucho más costosos, e influenciaron directamente a las semillas. Las semillas de buena calidad han jugado un papel importante en la revolución verde y han mostrado significativos incrementos de la producción, El desarrollo de variedades e híbridos superiores aceptables para los agricultores ha permitido que los procesos productivos tengan mayor productividad (FAO, 2001).

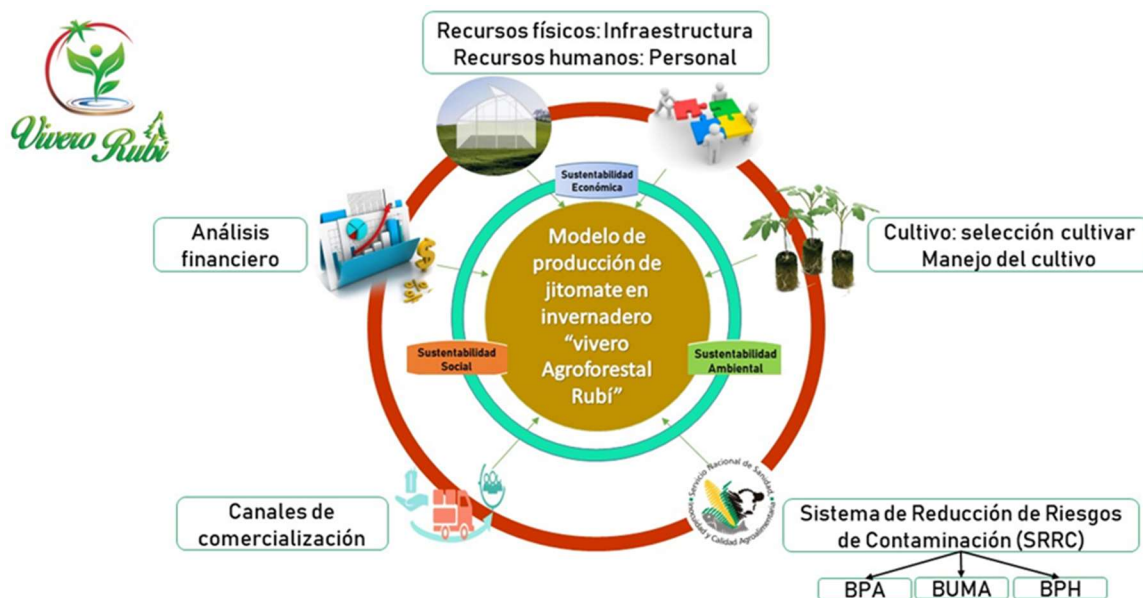
**Sistema de reducción de riesgos de contaminación:** La globalización de los mercados ha acelerado el intercambio comercial de los alimentos, situación que ha tenido como consecuencia que los gobiernos tengan la necesidad de implementar estrategias que contribuyan al aseguramiento de la inocuidad de los productos alimenticios, definiéndose el término de inocuidad como “la característica que tiene un alimento de no causar daño a la salud del consumidor por efectos de algún contaminante”. Los factores que pueden amenazar la inocuidad de un producto son: 1) contaminantes químicos (plaguicidas), 2) biológicos (virus, bacterias, etc.) y 3) físicos (pedazos de metal, astillas, entre otros). Estas características, junto con las propiedades organolépticas, comerciales y nutricionales, constituyen los requisitos básicos que deben considerarse para acceder a los diversos mercados porque brindan un alto grado de confianza al consumidor (SENASICA, 2016).

**Canales de comercialización:** Actualmente, los países que requieren exportar productos agropecuarios para consumo humano deben contar con certificación sanitaria que garantice la calidad de sus productos y pueda asegurarles una participación competitiva y permanente en el mercado, para lograrlo es preciso que cada eslabón de la cadena agroalimentaria establezca controles y actividades que reduzcan al máximo los riesgos de contaminación (SENASICA, 2016).

**Análisis financiero:** Es un proceso mediante el cual se aplican diversos métodos a los estados financieros e información complementaria, para hacer una medición adecuada de los resultados obtenidos por la administración y tener base apropiada para emitir una opinión correcta acerca de las condiciones financieras, de la empresa y sobre la eficiencia de su administración así como para el descubrimiento de hechos económicos referentes a la detección de deficiencias que deben ser

corregidas mediante recomendaciones, son documentos vitales para la toma de decisiones (Hernández, 2006).

Sustentabilidad económica social y ambiental: Desde el punto de vista económico, una empresa es sostenible si logra ser efectiva y eficiente al mismo tiempo. El ser efectiva significa que una firma debe entregar el producto o servicio prometido en un tiempo dado, a un precio justo, a una calidad específica, y con el nivel de servicio adecuado. Por otro lado, una empresa es eficiente si logra una optimización en el uso de sus activos, tales como mano de obra, materias primas, equipos, edificios, y otras infraestructuras. Las empresas deben proponer e implementar medidas para reducir el consumo de agua el ser una empresa sostenible requiere de la incorporación plena de las dimensiones social y ambiental en la estrategia empresarial. Solo con un uso balanceado y responsable de los recursos naturales es que podremos crear un mundo más sostenible para todos (Quesada, 2012).



**Figura 9.-** Modelo de producción de jitomate en invernadero de la empresa Vivero Agroforestal Rubí.

## VI. CONCLUSIONES

- Se identificaron cinco componentes del SRRC con un grado de aplicación >56 % en la empresa.
- Al implementar estrategias de mejora, se elevó el grado de aplicación de los componentes del SRRC > 70 % en la empresa.
- Los híbridos comerciales con mayor producción significativa de frutos fueron Canek y Maviri con 2.97 kg por planta, con la solución nutritiva convencional (SNC) y con una utilidad de 29 % en el módulo 1 y 37 % en el módulo 2.
- El análisis financiero indica que el proyecto resultó viable económica.

El jitomate es una hortaliza cuyo precio oscila en el mercado de acuerdo con la ley de oferta y demanda; sin embargo, se puede incrementar su rentabilidad al optimizar su rendimiento.

La producción de jitomate bajo condiciones de invernadero es una actividad rentable para la empresa. Con estos resultados se logró incrementar la competitividad y la sustentabilidad de la empresa Vivero Agroforestal Rubí.

## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados y experiencias obtenidas durante los trabajos realizados en los ciclos de producción de jitomate en la empresa Vivero Agroforestal Rubí, se describen las siguientes recomendaciones:

- Implementar el Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación.
- Realizar el análisis de peligros específicos en los módulos de producción para que las metodologías de seguridad, inocuidad y calidad alimentaria permanezcan vigentes y actualizadas.
- Realizar capacitación constante al personal administrativo, técnico y jornales.
- Probar las tecnologías aplicadas en el estado de Morelos (Anexo 4)

## VIII. REFERENCIAS

- Ávila-Casillas, E. 2010. Proyecto: Producción de Hortalizas bajo ambiente controlado en el Estado. INIFAP. Lugar de la entrevista: Campo Experimental Valle de Mexicali. 06 de octubre de 2010. Disponible en <https://www.redinnovagro.in/casosexito/03bchortalizas.pdf>
- Ayala-Garay A. V., Carrera-Chávez B., Bustamante-Lara T. 2012. Análisis del sector hortícola en México: un primer acercamiento al estudio de su competitividad. En: Meza Ramos Eduardo, et al. Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría. Edición electrónica Eumed, disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1265/1265.pdf>
- Ayala-Garay A.V., Schwentesius R. R., Carrera-Chávez B. 2012. Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo. Revista Globalización, Competitividad y gobernabilidad. 6(3): 70-88.
- Barboza, R.; Pacheco, P.; Pérez, A. 2002. Manual de pro- Manual de procedimientos: Manual de Referencias Técnicas por Producto. Montevideo, Uruguay. 64 p.
- Boscarol, 2007. Colorimetría. El espacio de color CIELAB. El espacio de color L\*C\*h. Disponible en: [http://www.gusgsm.com/espacio\\_color\\_lch](http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch)
- Cabrera M., López L., Ramírez M. 2011. La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio. Administración de empresas. Número 4. Universidad Central. Colombia.
- CENTA, 2003. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Etapas fenológicas del cultivo de tomate. Disponible en: <http://www.ruralytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/downloads/page0134.pdf>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California, 2008. Protocolo para la Implementación Obligatoria de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los procesos de producción, cosecha y empaque de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el Estado de Baja California. Disponible en: [www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/SANIDAD\\_E\\_INOCUIDAD/Manuales%20de%20Buenas%20Practicas/Agricola/nuez.pdf](http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/SANIDAD_E_INOCUIDAD/Manuales%20de%20Buenas%20Practicas/Agricola/nuez.pdf)
- DOF 1995. Norma oficial mexicana NOM-120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4880184&fecha=28/08/1995](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880184&fecha=28/08/1995)
- Escalona, 2009. Manual De Cultivo De Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Disponible en: [http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales\\_innova/Manual\\_cultivo\\_tomate.pdf](http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf)
- FAO, 2013. “El Manejo Del Suelo En La Producción De Hortalizas Con Buenas Prácticas Agrícolas”. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- FAO, 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015 Año Internacional de los suelos, disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/land-and-soils/es/>

Financiera Rural, 2008. La producción de hortalizas en México. Dirección General Adjunta de Fomento y Promoción de Negocios Dirección Ejecutiva de Diseño de Programas y Productos.

FIRA, 2016. Panorama agroalimentario tomate rojo. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama\\_Agroalimentario\\_Tomate\\_Rojo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf).

Gaucín, D. 2015. Las frutas y hortalizas en México (I). Disponible en: <https://www.economista.com.mx/opinion/Las-frutas-y-hortalizas-en-Mexico-I-20151028-0005.html>

Guía de manejo. Nutrición vegetal de especialidad: Tomate. SQM The Worldwide Business formula.2006.

Harris, M. 2010. Tomates Saladette Indeterminados. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/semillas/harris-moran-proveedora-de-hibridos-con-caracteristicas-superiores/>

Hernán M. M. 2009. Manual de Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf)

Hernández, H. 2006. Importancia del análisis financiero para la toma de decisiones. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/406/Importancia?sequence=1>

Hernández, V. B. 2009. Factores climáticos en la producción de cultivos protegidos. INIFAP. Presentación de resultados 2010. Hernández, V. B. 2009. Factores climáticos en la producción de cultivos protegidos. INIFAP. Presentación de resultados 2010. Disponible en: [http://clima.inifap.gob.mx/siccamex/publicaciones/CAMBIO\\_CLIMATICO.pdf](http://clima.inifap.gob.mx/siccamex/publicaciones/CAMBIO_CLIMATICO.pdf)

Hortalizas, 2018. Temperatura: Productividad en el cultivo de tomate. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/cultivos/tomates/temperatura-productividad-en-el-cultivo-de-tomate/>.

Infoagro. 2016. El cultivo del tomate (1ª parte). Requerimientos edafoclimáticos. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

Intagri, S. C. 2017. La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>.

Manual del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Nodo Hortícola V Iregion, Facultad de Ciencias Agronómicas – Universidad de Chile. Disponible en: [www.umag.cl/biblioteca/tesis/nieto\\_montalba\\_2009.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/nieto_montalba_2009.pdf)

Memoria del IV Seminario de Desarrollo Local y Migración y IV asamblea de la Red de Investigación en Competitividad, Organizaciones y Desarrollo Regional, se editó como memoria electrónica el 25 de enero de 2013, para su publicación de Internet. Tepic, Nayarit, México. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1265/1265.pdf>

- Monografía de cultivos-Jitomate, Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA), SAGARPA, agosto 2010. Disponible: [www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf)
- Morales Maza, A. 2010. Proyecto: Producción de Hortalizas bajo ambiente controlado en el Estado. INIFAP. Lugar de la entrevista: Campo Experimental Valle de Mexicali. 06 de octubre de 2010.
- Morales, M. A. 2009. Producción de Hortalizas Bajo Ambiente Controlado en el Estado. Calabaza (*Cucurbita pepo*) y Pepino (*Cucumis sativus*). Informe Final. INIFAP-Fundación Produce Baja California, A.C.
- Moreno G. V. M., Quevedo V. C., Delgado C. J. M. 2003, Manual de Almacenamiento y Transporte de Frutas y hortalizas Frescas en Materia de Inocuidad. Disponible en: [http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0029/File/Objetos\\_Didacticos/EIA\\_08/Recursos\\_Conceptuales/Manual\\_Almacenamiento\\_y\\_Transporte\\_de\\_Frutas\\_y\\_Hortalizas.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0029/File/Objetos_Didacticos/EIA_08/Recursos_Conceptuales/Manual_Almacenamiento_y_Transporte_de_Frutas_y_Hortalizas.pdf)
- NMX-FF-031-1997-SCFI. Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano - Hortalizas Frescas - Tomate - (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – Especificaciones.
- OIPC A.C. 2013. Organización para los Pueblos Indígenas y Campesinos. Manual de manejo sustentable del cultivo de jitomate en invernadero. Programa integral de Capacitación. Amealco, Querétaro, México.
- Porter M. 1990. “The Competitive Advantage of Nations”, Free Press, Nueva York. Disponible en: [http://www.economie.ens.fr/IMG/pdf/porter\\_1990\\_-\\_the\\_competitive\\_advantage\\_of\\_nations.pdf](http://www.economie.ens.fr/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf)
- Quesada, H., 2012. La combinación exitosa de efectividad y eficiencia hace que una empresa sea sostenible. Departamento de Biomateriales Sostenibles, Virginia Tech.
- SAGARPA 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Guerrero, un guerrero nacional. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/guerrero-un-guerrero-nacional>.
- SAGARPA. 2010. Secretaría de Ganadería Agricultura Pesca y Alimentación. SENASICA, Lineamientos Generales para la Operación y Certificación de Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación en la Producción Primaria de Alimentos de Origen Agrícola, Anexo técnico 1, Requisitos Generales para el Reconocimiento y Certificación de Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación en la Producción Primaria de Alimentos de Origen Agrícola, 3-
- Salas-Pérez, L., González Fuentes, J. A., García Carrillo, M., Sifuentes-Ibarra, E., Parra-Terrazas, S. & Preciado-Rangel, P. 2016. Calidad biofísica y nutracéutica de frutos de tomate producido con sustratos orgánicos. *Nova scientia*, 8(17), 310-325. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052016000200310&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000200310&lng=es&tlng=es).
- Secretaría de Fomento Agropecuario SEFOA. 2009. Inventario de invernaderos y malla sombra en Baja California. SEFOA. Gobierno de Baja California.

- SENASICA. 2016. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Acciones y programas. Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC). Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/sistemas-de-reduccion-de-riesgos-de-contaminacion>.
- Siller-Cepeda, J. H., Báez-Sañudo, M. A., Sañudo-Barajas, A., Báez-Sañudo, R. 2002. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas; Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Culiacán, Sinaloa, México. Disponible en: [www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/Manual-de-Buenas-Practicas-Agricolas\\_Enero2010.pdf](http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/Manual-de-Buenas-Practicas-Agricolas_Enero2010.pdf)
- SNICS. 2016. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172781/Conservaci\\_n\\_y\\_utilizaci\\_n\\_sostenible\\_de\\_las\\_hortalizas\\_nativas\\_de\\_M\\_xico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172781/Conservaci_n_y_utilizaci_n_sostenible_de_las_hortalizas_nativas_de_M_xico.pdf).
- STPS. 2008. secretaria del trabajo y prevención social. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Disponible en: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>
- Torres A., 2017. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Disponible en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf>
- Urbina E. et al., 2015. Presión osmótica de la solución nutritiva en la producción y calidad de liliom (*Lilium* sp.) 'Marlon'. Available from. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/305380072\\_Presion\\_osmotica\\_de\\_la\\_solucion\\_nutritiva\\_en\\_la\\_produccion\\_y\\_calidad\\_de\\_lilium\\_Lilium\\_sp\\_'Marlon'](https://www.researchgate.net/publication/305380072_Presion_osmotica_de_la_solucion_nutritiva_en_la_produccion_y_calidad_de_lilium_Lilium_sp_'Marlon')
- Villegas, C. R. J., González H. V. A., Salazar C. J. A., Livera M. L., Sánchez Del C. F.; Osuna E. T. 2004. Crecimiento y rendimiento del tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Revista fitotecnia mexicana*.
- Vivero Agroforestal Rubí SPR de RL de CV, 2014. Producción de jitomate bajo condiciones de invernadero en Chilpancingo, Guerrero.
- Wahid, A., S. Gelani, M. Ahsraf, and M.R. Fooland. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. *Environ. Exp. Bot.* 61:199-223.



## ANEXOS

### 1.- Encuesta sobre la aplicación de 13 componentes relacionados al SRRC

Nombre: \_\_\_\_\_

PUNTOS DE CONTROL		CUMPLE	
		SI	NO
1	Bitácora de campo		
	¿Se ha establecido un sistema de identificación para cada módulo?		
	¿Se ha establecido un sistema de referencia visual para cada módulo?		
	¿Se archiva toda la documentación de registro cada ciclo de producción?		
2	Manejo del invernadero		
2.1	Riesgos		
	¿Se hizo una evaluación de riesgos de las zonas de producción agrícola que demuestre que el sitio donde se sembró es adecuado para producir alimentos en lo que respecta a inocuidad, seguridad laboral y protección del medio ambiente?		
	¿Hay un plan documentado de acciones, que establece las estrategias para minimizar los riesgos identificados en los nuevos lugares agrícolas?		
3	Gestión del suelo y de áreas de protección		
	¿La preparación del suelo, el encamado y los drenajes se realizan en relación con la pendiente?		
	¿Se han utilizado prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión?		
	¿Se respetan las áreas de protección de cuerpos de agua?		
4	Fertilización		
	¿Se han registrado los siguientes datos de todas las aplicaciones de fertilizantes foliares y del suelo?		
	Fecha de aplicación		
	Módulo de aplicación		
	Responsable de la aplicación		
5	Protección del cultivo		
5.1	Elementos básicos de la protección fitosanitaria del cultivo		
	¿Todo el personal ha recibido capacitación sobre BPA?		
	La protección de los cultivos contra las plagas, ¿se ha logrado con el empleo mínimo y adecuado de los plaguicidas?		
	¿Se tienen implementados sistemas de MIP a través de formación o de asesoramiento? Capacitación recibida		
	¿Verifica la calidad del agua antes de realizar la mezcla? PH y dureza del agua		
	¿Tiene la empresa información de los plaguicidas utilizados, (hojas de seguridad, panfletos, etiquetas)		
	¿Se mantienen los registros de las actividades de capacitación y de los participantes?		
	¿Hay un plan documentado de acciones, que establece las estrategias para minimizar los riesgos identificados en los lugares agrícolas?		
6	Elección de los plaguicidas		

	¿Se emplean plaguicidas, de acuerdo con lo recomendado en la etiqueta y panfleto del producto?		
	¿Se emplean sólo plaguicidas que estén oficialmente registrados en el país?		
	¿Se mantiene una lista actualizada de todos los plaguicidas autorizados para su uso sobre el cultivo?		
	¿El plaguicida es elegido por un asesor o por una persona debidamente capacitada?		
	¿La aplicación es calculada, preparada y documentada con exactitud de acuerdo a las instrucciones del panfleto?		
<b>7</b>	<b>Registro de aplicación de los plaguicidas</b>		
	¿Se ha anotado en el registro (bitácoras) todas las aplicaciones?		
	El área (módulo)		
	Fecha de la aplicación		
	El plaguicida aplicado		
	El encargado de las aplicaciones y la persona que la realiza		
	Los plazos de seguridad (periodo de reingreso)		
	Período de carencia (intervalo entre última aplicación y la cosecha)		
	La dosis del producto aplicado		
<b>8</b>	<b>Equipo de aplicación</b>		
	¿Se mantiene el equipo de aplicación de plaguicidas en buenas condiciones?		
	¿Se realiza la calibración de los equipos al menos dos veces al año?		
	¿Se lleva un registro sobre la calibración de los equipos?		
	¿Se utilizan las boquillas según la clase de plaguicidas: de abanico (herbicidas), de cono (fungicidas, insecticidas, ¿abonos foliares)?		
	¿Se lleva un registro sobre el cambio de las boquillas? (chequear tipos de boquilla: de bronce, plástico, cerámica, acero inoxidable)		
<b>9</b>	<b>Almacenamiento y manejo de plaguicidas</b>		
	¿Se almacenan los plaguicidas en un lugar seguro bajo llave?		
	¿Las bodegas cumplen con el 20% de ventilación según legislación vigente?		
	¿Se cuenta con equipo para medir correctamente los plaguicidas (balanzas y probetas)?		
	¿Hay un inventario de plaguicidas disponible?		
	¿Se almacenan todos los plaguicidas en sus envases originales?		
	Los plaguicidas, ¿se encuentran almacenados según lo establece la metodología BUMA?		
	Las etiquetas y los panfletos, ¿están en buen estado?		
	¿Se tiene equipo y material para recoger derrames debidamente identificado (escoba, pala, balde, arena o aserrín)		
	¿Se almacenan los plaguicidas en una infraestructura sólida?		
	¿Los envases vacíos se almacenan en un sitio seguro, se les realiza el triple lavado y están perforados?		
<b>10</b>	<b>Manejo de envases vacíos de los productos plaguicidas</b>		
	¿Se les practica al triple lavado a los envases de plaguicida vacíos?		
	¿Son perforados los envases vacíos?		
	¿Los envases de plaguicida vacíos son entregados al proveedor o centro de acopio?		
	¿Se tienen boletas de entrega de los envases de plaguicida vacíos?		
<b>11</b>	<b>Higiene y seguridad</b>		
<b>11.1</b>	¿Está disponible el siguiente equipo de protección personal según las instrucciones indicadas en la etiqueta?		

	Camisa de manga larga u overol		
	Botas		
	Mascarilla		
	Guantes		
	Anteojos		
<b>11.2</b>	¿Tienen los trabajadores acceso en las inmediaciones de su trabajo a los siguiente?		
	Lavaojos		
	Ducha		
	Lavamanos		
<b>11.3</b>	<b>Riesgos y primeros auxilios</b>		
	Lista actualizada de números telefónicos de emergencia (policía, ambulancia, hospital, bomberos y otros)		
	¿Hay botiquines de primeros auxilios en todas las instalaciones de trabajo permanentes y en las cercanías de los lugares de trabajo en el campo?		
<b>12</b>	<b>Medio Ambiente</b>		
	¿Tiene la empresa un plan de gestión de conservación del medio ambiente que tome en cuenta en el impacto de las actividades productivas en el medio ambiente?		
	¿Ha considerado en la empresa cómo mejorar el medio ambiente (flora y fauna)?		
<b>13</b>	<b>Manejo Integrado de Plagas</b>		
	¿Se realiza la eliminación de plantas enfermas y/o frutos dañados?		
	¿Se realiza la incorporación oportuna de rastrojos?		
	¿Existe un control adecuado de malezas en el cultivo?		
	¿Existe un control adecuado de malezas en los alrededores?		
	¿Se cuenta con sistema de monitoreo o conteo de plagas?		
	¿Existe rotación de cultivos?		

Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de Piña,

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2016.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Heredia, Costa Rica, Abril, 2010.

Manual de procedimiento. Decimoctava edición. Comisión del Codex Alimentarius, FAO/OMS 2009.

“Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas”.

Adoptado por el 123º período de sesiones del Consejo de la FAO, noviembre 2002.

## 2.- Memoria fotográfica del proceso productivo de jitomate in invernadero



Recorrido de campo



Aplicación de encuestas



Preparación de carteles de BPA



Colocación de cartel de BPA en la oficina del vivero.



Colocación de cartel de BPA en área de recolección de envases vacíos.



Preparación de agroquímicos, cerca del pozo de agua.



Almacenamiento de agroquímicos, cerca del pozo de agua.



Almacenamiento de agroquímicos alejada del pozo de agua

Presentación de nuevo reglamento y del proyecto a realizar, (estancia).



Visita de los Doctores integrantes del comité tutorial

Preparación de terreno



Germinación de plántulas



### Plántulas atacadas por grillo



Monitoreo de supervivencia de plántulas



Tutoreo y desbrote



Visita del asesor técnico del vivero



Visita del asesor de comité tutorial



Producto "Viretrol" recomendado por el asesor del comité tutorial



Aplicación del producto "Viretrol" en  
área experimental vacíos









Corte de hoja



Área experimental M2



Evaluación de vida de anaquel de frutos 12 días después del corte



Cosecha en área experimental



Entrega de Equipo de Protección Personal EPP-BPA



Equipo de Protección Personal - Plaguicidas EPPP-BPA

### 3.- Evaluación del riesgo en la empresa “Vivero Agroforestal Rubí”

Fase	Diagnóstico: factor de riesgo	Peligro significativo probables	Rutas y/o vías de transmisión	Evaluación de la exposición			Caracterización de riesgo (exposición)
				I	S	*S	
<b>Fase preparatoria</b>							
Infraestructura	- Presencia de animales domésticos	<b>B:</b> Parásitos	Contaminación cruzada	2	3		Alto
	- Presencia de basura, heces fecales y otros agentes contaminantes	<b>F:</b> Madera, envases de agroquímicos, charolas germinadoras.	Contaminación directa	1	2		Bajo
		<b>B:</b> Bacterias, virus o parásitos.	Contaminación cruzada.	2	2		Medio
Herramientas y equipos	- El mal uso de herramientas, deterioro de equipos	<b>F:</b> Metales <b>B:</b> Bacterias, hongos. <b>Q:</b> Agroquímicos	Contaminación directa	3	2		Alto Medio Bajo
				2	2		
3				1			
Herramientas y equipos	- Las herramientas y utensilios de cosecha están en contacto con el suelo.	<b>B:</b> Bacterias y otros microorganismos.	Contaminación directa	2	3		Alto
	Cosecha	- Las cajas están en contacto directo con el suelo.	<b>F:</b> Madera, astillas, metales.	Contaminación directa	2	2	
<b>B:</b> Bacterias, parásitos o virus.			Contaminación cruzada.	3	2		Alta

**Dónde:**

<b>I = incidencia</b>	1 = bajo	Exposición baja = 1-3
<b>S = severidad</b>	2 = medio	Exposición media= 4
<b>I*S = incidencia por severidad</b>	3 = alto	Exposición alta = 6-9

#### 4.- Variables evaluadas, etapa 3.

Variables de desarrollo de los híbridos.

Variable	Acrónimo
Altura de planta	Alt/pl
Grosor de tallo	Grosor
Hojas por planta	H/pl
Racimos por planta	Rc/pl
Flores abiertas por planta	Fl/pl

Variables evaluadas en frutos de jitomate.

Variable	Acrónimo
a*	a*
b*	b*
Firmeza	Firmeza
Sólidos solubles totales	(SST),
Acidez total titulable	(ATT),
Potencial de hidrogeniones	pH
Humedad	Humedad

#### 5.- Anexo estadístico, etapa 3.

##### Variables de desarrollo de los híbridos

Análisis de varianza de la altura de planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		Alt/pl (cm)	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	140.95	a
	2	Módulo dos	141.62	a
	DSH (T)		2.72	
Híbridos	1	Cid	121.60	
	2	Aquiles	134.73	
	3	Calafia	130.17	
	4	Maviri	133.73	
	5	Aníbal	145.30	
	6	Huno	126.67	
	7	Kicapoo	152.40	
	8	Ramsés	140.53	
	9	Seleto	130.43	
	10	Canek	149.43	
	11	Moctezuma	177.53	a
	12	Cuauhtémoc	152.90	
DHS (T)		11.17		
Tipo de nutrición	1	Convencional	137.03	
	2	Dinámica	138.12	
	3	Universal	148.72	a
	DHS (T)		3.99	

Dónde: Alt/pl= altura de planta. sig.= significancia.

Análisis de varianza del grosor del tallo de planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		Grosor (mm)	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	10.74	a
	2	Módulo dos	10.56	a
	DSH (T)		0.18	
Híbridos	1	Cid	9.83	
	2	Aquiles	10.83	b
	3	Calafia	10.27	
	4	Maviri	11.53	a b
	5	Aníbal	10.73	
	6	Huno	9.88	
	7	Kikcapoo	11.00	a b
	8	Ramsés	10.40	
	9	Seleto	10.77	
	10	Canek	10.77	
	11	Moctezuma	11.73	a
	12	Cuauhtémoc	10.00	
DHS (T)		0.75		
Tipo de nutrición	1	Convencional	10.61	b
	2	Dinámica	10.33	
	3	Universal	10.99	a
	DHS (T)		0.27	

Dónde: Grosor= Grosor del tallo de la planta. Sig.= significancia.

Análisis de varianza del número de hojas por planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		H/pl	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	18.07	b
	2	Módulo dos	22.31	a
	DSH (T)		0.38	
Híbridos	1	Cid	20.30	b
	2	Aquiles	20.47	a b
	3	Calafia	19.50	
	4	Maviri	21.97	a
	5	Aníbal	21.30	a b
	6	Huno	18.13	
	7	Kikcapoo	19.20	
	8	Ramsés	20.43	a b
	9	Seleto	18.67	
	10	Canek	20.83	a b
	11	Moctezuma	21.13	a b
	12	Cuauhtémoc	20.30	b
DHS (T)		1.57		
Tipo de nutrición	1	Convencional	20.13	b
	2	Dinámica	19.73	b
	3	Universal	20.70	a
	DHS (T)		0.56	

Dónde: H/pl= hojas por planta. Sig.= significancia.

Análisis de varianza del número de racimos por planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		Rc/pl	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	5.22	b
	2	Módulo dos	6.86	a
	DSH (T)		0.14	
Híbridos	1	Cid	5.73	
	2	Aquiles	6.33	a b
	3	Calafia	5.73	
	4	Maviri	6.27	a b
	5	Aníbal	6.20	a b
	6	Huno	5.47	
	7	Kicapoo	5.83	b
	8	Ramsés	6.30	a b
	9	Seleto	5.73	
	10	Canek	6.27	a b
	11	Moctezuma	6.60	a
	12	Cuauhtémoc	6.00	b
DSH (T)		0.56		
Tipo de nutrición	1	Convencional	5.81	b
	2	Dinámica	6.07	b
	3	Universal	6.24	a
DSH (T)		0.20		

Dónde: Rc/pl= racimos por planta. Sig.= significancia.

Análisis de varianza del número de flores por planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		Fl/pl	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	1.32	a
	2	Módulo dos	1.32	a
	DSH (T)		0.25	
Híbridos	1	Cid	1.90	a b
	2	Aquiles	1.23	
	3	Calafia	1.80	a b
	4	Maviri	2.30	a b
	5	Aníbal	2.63	a
	6	Huno	0.50	
	7	Kicapoo	1.43	b
	8	Ramsés	2.03	a b
	9	Seleto	0.40	
	10	Canek	0.63	
	11	Moctezuma	0.47	
	12	Cuauhtémoc	0.50	
DSH (T)		1.03		
1		Convencional	1.59	a

Tipo de nutrición	2	Dinámica	1.12	b
	3	Universal	1.25	a b
	DHS (T)		0.37	

Dónde: Fl/pl= flores por planta. Sig.= significancia.

Análisis de varianza del número de frutos por planta de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

	ID		Fr/pl	Sig.
Módulos	1	Módulo uno	24.31	a
	2	Módulo dos	23.41	a
	DSH (T)		1.38	
Híbridos	1	Cid	19.07	
	2	Aquiles	20.40	
	3	Calafia	21.23	
	4	Maviri	29.60	a b
	5	Aníbal	24.93	b
	6	Huno	16.67	
	7	Kicapoo	21.27	
	8	Ramsés	24.27	
	9	Seleto	23.00	
	10	Canek	30.57	a b
	11	Moctezuma	31.53	a
	12	Cuauhtémoc	23.77	
DHS (T)		5.66		
Tipo de nutrición	1	Convencional	22.08	b
	2	Dinámica	22.26	b
	3	Universal	27.23	a
DHS (T)		2.02		

Dónde: Fr/pl= frutos por planta. Sig.= significancia.

Análisis de varianza del peso promedio del fruto de 12 híbridos de jitomate en dos módulos con tres tipos de nutrición.

		ID		Grs/pl	Sig.
Módulos		1	Módulo uno	86.26	b
		2	Módulo dos	101.21	a
		DSH (T)		0.41	
Híbridos		1	Cid	103.20	a
		2	Aquiles	92.20	
		3	Calafia	89.77	
		4	Maviri	100.20	b
		5	Aníbal	92.47	
		6	Huno	78.43	
		7	Kikcapoo	99.27	b
		8	Ramsés	98.70	b
		9	Seleto	93.60	
		10	Canek	96.13	
		11	Moctezuma	86.13	
		12	Cauhtémoc	94.70	
	DHS (T)		1.67		
Tipo de nutrición		1	Convencional	104.71	a
		2	Dinámica	91.22	b
		3	Universal	85.28	
	DHS (T)		0.60		

Dónde: Grs/pl= peso promedio del fruto. Sig.= significancia.

### Variables evaluadas en frutos de jitomate

Análisis de varianza de color a\* b\* del fruto de 3 híbridos de jitomate con tres tipos de nutrición.

		ID		a*	Sig.	b*	Sig.
Fechas		1	13-jun-17	30.37	a	27.73	a
		2	16-jun-17	28.43	b	24.79	b
		3	20-jun-17	27.93	b	23.97	b
		4	26-jun-17	27.04		22.84	
	DSH (T)			1.11		1.06	
Híbridos		1	Canek	28.43	a	25.51	a
		2	Moctezuma	28.45	a	24.71	a b
		3	Cauhtémoc	28.44	a	24.28	b
	DHS (T)			0.87		0.84	
Tipo de nutrición		1	Convencional	28.31	a	25.63	a
		2	Dinámica	28.59	a	24.30	b
		3	Universal	28.43	a	24.57	b
	DHS (T)			0.87		0.84	

Dónde: a\*= color rojo (valores positivos) o verde (valores negativos), b\*= color amarillo (valores positivos) o azul (valores negativos). Sig.= significancia.



Análisis de varianza de pH, SST, ATT y SST/ATT del fruto de 3 híbridos de jitomate con tres tipos de nutrición.

	ID		pH	g.	SST	Sig.	ATT	Sig.	SST/ATT	Sig.
Fechas	1	19-jun-17	4.57	b	9.11	a	0.64	b	0.07	b
	2	21-jun-17	4.56	b	9.41	a	0.69	a	0.07	b
	3	26-jun-17	4.71	a	8.15	b	0.23		0.62	a
	DSH (T)		0.07		0.78		0.02		0.01	
Híbridos	1	Canek	4.60	b	9.04	a	0.54	a	0.27	a
	2	Moctezuma	4.55	b	9.19	a	0.55	a	0.26	b
	3	Cuauhtémoc	4.68	a	8.44	a	0.46	b	0.24	
	DHS (T)		0.07		0.78		0.02		0.01	
Tipo de nutrición	1	Convencional	4.71	a	7.11		0.45		0.21	
	2	Dinámica	4.58	b	9.26	b	0.53	b	0.25	b
	3	Universal	4.55	b	10.30	a	0.58	a	0.30	a
	DHS (T)		0.07		0.78		0.02		0.01	

pH= acidez de un alimento (de 0-acidos-7- básico/ alcalino 14) SST= solidos solubles totales ATT= acidez total titulable SST/ATT= índice de sabor.

Análisis de varianza de humedad del fruto de 3 híbridos de jitomate con tres tipos de nutrición.

	ID		Humedad (%)	Sig.
Tipo de nutrición	1	Convencional	93.94	a
	2	Dinámica	94.62	a
	3	Universal	94.78	a
	DHS (T)		0.99	
Híbridos	1	Canek	95.25	a
	2	Moctezuma	93.86	b
	3	Cuauhtémoc	94.23	b
	DHS (T)		0.99	

Análisis de varianza de firmeza del fruto de 3 híbridos de jitomate con tres tipos de nutrición.

		Du	El	Co	Go	Ma	Re						
Fechas	19-jun-17	36.31	a	0.59	a	0.52	a	18.62	a	11.42	a	0.25	a
	21-jun-17	34.85	a	0.59	a	0.49	a	17.15	a	10.26	a	0.22	a
	DSH (T)		5.73		5.73		0.06		0.04		2.782		2.44
Híbridos	Canek	38.23	a	0.63	a	0.51	a	19.63	a	12.48	a	0.25	a
	Moctezuma	35.78	a	0.59	a	0.51	a	18.14	a	10.80	a	0.23	a
	Cuauhtémoc	32.73	a	0.56	a	0.5	a	15.89	a	9.233	a	0.23	a
	DHS (T)		8.52		8.52		0.1		0.06		4.140		3.63
Tipo de nutrición	Convencional	33.82	a	0.56	a	0.51	a	16.68	a	9.583	a	0.24	a
	Dinámica	37.59	a	0.59	a	0.49	a	18.50	a	11.05	a	0.23	a
	Universal	35.33	a	0.63	a	0.52	a	18.49	a	11.89	a	0.24	a
	DHS (T)		8.52		8.52		0.1		0.06		4.140		3.64

Du= Dureza, EL= Elasticidad, Co= Cohesividad, Go= Gomosidad, Ma= Masticabilidad y Re= Resiliencia.

## 6. Tecnologías aplicadas en el estado de Morelos



Sopladora, se utiliza para la polinización.



Membrana para agua de riego, con bomba de gasolina.



Rampa de salida de cosecha



Transporte de la cosecha hacia la rampa de salida



Tecnología para el riego de plántulas



Uso de abejorros como polinización natural



Producción de tomate Cherry bajo invernadero, con bolis de fibra de coco como sustrato .



Sistema de riego por inyección.