

Anexos



TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
TEHUACÁN

Autor:
Diego Flores González

Contenido

Contenido.....	84
Lista de Figuras	85
Lista de Tablas.....	85
INTRODUCCIÓN	86
1Definiciones	88
2Objetivo y alcance de las BPA.....	89
3Directivas generales para la producción agrícola	90
4Adecuación del Invernadero	93
5.-Mantenimiento e instalación de los sistemas de riego	96
6.-Riego	101
7.-Preparación de sustrato:.....	102
8.-Siembra	103
9.-Cuidados del cultivo.....	104
10.-Poda y tutorado	104
11.-Remoción de brotes.....	106
12.-Polinización.....	107
13.- Raleo (remoción de frutos no aptos)	108
14.- Cosecha.....	109
15.- Empaquetado	110
Anexo 1 Formato para el Registro de Datos del Productor, para implementar las Buenas Prácticas Agrícolas	111
Anexo 2.: Tablas para el Registro de las Actividades Hortofrutícolas	113
Fuentes bibliográficas	115

Lista de Figuras

Figura 1.1 Plantas de jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) cultivadas en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán haciendo uso de BPA (Adaptado por el autor).....	87
Figura 2.1 Plantas de jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), edad: 4 meses cultivadas en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (Adaptado por el autor)	89
Figura 3.1 Organigrama general de una empresa agrícola. Tomado de (6)	90
Figura 3. 2 equipo de fumigación y capacitación técnica llevada a cabo por estudiantes de Ingeniería Bioquímica en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).	92
Figura 4.1 Remoción de maleza en alrededores de invernadero por estudiantes de Ingeniería Bioquímica en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).	94
Figura 4.2 Cultivo en invernadero (adaptado por el autor).	94
Figura 4.3 Cultivo en campo abierto acolchado (Fuente 4).	95
Figura 5.1 Piqueta agrícola en un sistema semi hidropónico. Instalaciones del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)	96
Figura 5.2 Línea de alimentación principal. Instalaciones del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)	97
Figura 5.3 Colocación de un “inicial con goma”. Fuente (5)	98
Figura 5.4 Conexiones se manguera a la línea de alimentación principal (adaptado por el autor).....	99
Figura 5.5 Llave de paso “mariposa” (adaptado por el autor).....	99

Figura 5.6 Revisión del sistema de riego en cultivos de jitomate en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).....	100
Figura 7.1 Cernido de tezontle para cultivos de jitomate, en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)	102
Figura 8.1 Trasplante de plántulas de jitomate de almacigueros a bolsas agrícolas, como sustrato tezontle (adaptado por el autor).	103
Figura 10.1	105
Figura 11.1	106
Figura 12.1 Polinización mecánica (adaptado por el autor).....	107
Figura 13.1 Raleo de frutos de jitomate (adaptado por el autor)	108
Figura 14.1 Selección de frutos de jitomate a cosechar (adaptado por el autor)	109
Figura 15.1 Selección de frutos de jitomate cosechados en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)	110

Lista de Tablas

Tabla 1.1 Registro de análisis del suelo. Fuente (5).....	113
Tabla 1.2 Registro de semillas compradas. Fuente (5)	113
Tabla 1.3 Registro de análisis del suelo. Fuente (5).....	114
Tabla 1.4 Registro de riego (adaptado por el autor).....	114
Tabla 1.5 Registro de cosecha (adaptado por el autor).....	114

INTRODUCCIÓN

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), según FAO/OMS, “consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios, inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social”.

La implementación de las BPA tiene como objetivo la producción de alimentos sanos, inocuos y de calidad, mediante el cuidado de los procesos y las condiciones de producción, y el cuidado, principalmente, de la salud del trabajador rural y su familia y de la sociedad en su conjunto, como así también la preservación de los recursos naturales.

Según los datos del INEGI (2018), el 72% de la producción de jitomate en el estado de Puebla es mediante invernadero. A partir de un estudio que se realizó sobre el efecto de las características tecnológicas de las unidades de producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero (manejo tecnológico y de equipamiento) y las características socioeconómicas de los productores (nivel de escolaridad, la experiencia en la producción bajo invernadero y el tamaño del invernadero) en cuatro municipios del estado de Puebla, se concluye que el nivel tecnológico en las unidades de producción, así como el nivel escolar, la superficie cultivada y la experiencia en la producción bajo invernadero por parte de los productores, son factores estrechamente relacionados con la productividad del cultivo (Coxca *et al.*, 2020). Las capacitaciones a los productores en materia de las BPA garantizan también que adopten medidas suficientes para asegurar un alto rendimiento en armonía con prácticas ecológicas, seguras, inocuas, libre de agroquímicos tóxicos y económicamente viables.

En el presente manual de capacitación permite implementar estrategias a los productores para el manejo seguro, inocuo y sustentable de la producción de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), como brindar asesoría y capacitación en el uso

adecuado de las tecnologías disponibles y asegurarles acceso a herramientas y equipos necesarios para su producción bajo invernadero (ver Figura 1.1).



Figura 0.1 Plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum L.*) cultivadas en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán haciendo uso de BPA (Adaptado por el autor).

1Definiciones

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son una manera especial de producir y procesar los productos agrícolas, de modo que los procesos de siembra, cosecha y poscosecha de los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente. Así, las Buenas Prácticas Agrícolas:

- Promueven que los productos agrícolas no hagan daño a la salud humana y animal ni al medio ambiente.
- Protegen la salud y la seguridad de los trabajadores.
- Tienen en cuenta el buen uso y manejo de los insumos agrícolas.

Este documento busca aunar esfuerzos para que esta información pueda llegar a toda la sociedad, desde el productor más pequeño hasta los consumidores, considerando a toda la cadena agroalimentaria. El cuadernillo de capacitación abarca el proceso de producción, señalando los requisitos a implementar para lograr el cumplimiento de las BPA en la producción agrícola del jitomate, basándose en la capacitación del personal y abarcando desde la siembra del cultivo hasta el manejo postcosecha del fruto.

La información se agrupa en una serie de puntos que se detallan a continuación:

1. Definiciones
2. Objetivo y alcance de las BPA
3. Directivas generales para la producción agrícola
4. Adecuación del área de trabajo
5. Mantenimiento e instalación de los sistemas de riego
6. Riego
7. Preparación de sustrato
8. Siembra
9. Cuidados del cultivo

10. Poda y tutorado
11. Remoción de brotes
12. Polinización
13. Raleo (remoción de frutos no aptos)
14. Cosecha
15. Empaquetado

2Objetivo y alcance de las BPA

El objetivo de este documento es proporcionar a los productores agrícolas de jitomate del Valle de Tehuacán-Cuicatlán un cuadernillo de capacitación para la adopción de Buenas Prácticas Agrícolas durante la siembra, transplante, manejo de cultivo, cosecha y manejo postcosecha de jitomate en un sistema semihidropónico en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tehuacán, con el interés particular de obtener materia prima inocua, libre de agroquímicos tóxicos (como el glifosato) y bajo un esquema sustentable que permita incrementar su productividad (ver Figura 2.2).



Figura 2.2 Plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), edad: 4 meses cultivadas en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (Adaptado por el autor).

3 Directivas generales para la producción agrícola

Organización del equipo de trabajo

Ya sea un invernadero de pequeña o gran escala, es necesario identificar las áreas en las que normalmente se divide una producción agrícola, teniendo beneficios como la administración de tareas, trabajadores y distribución del espacio en caso de expansión o acoplamiento de más o menos personal (Figura 3.1).

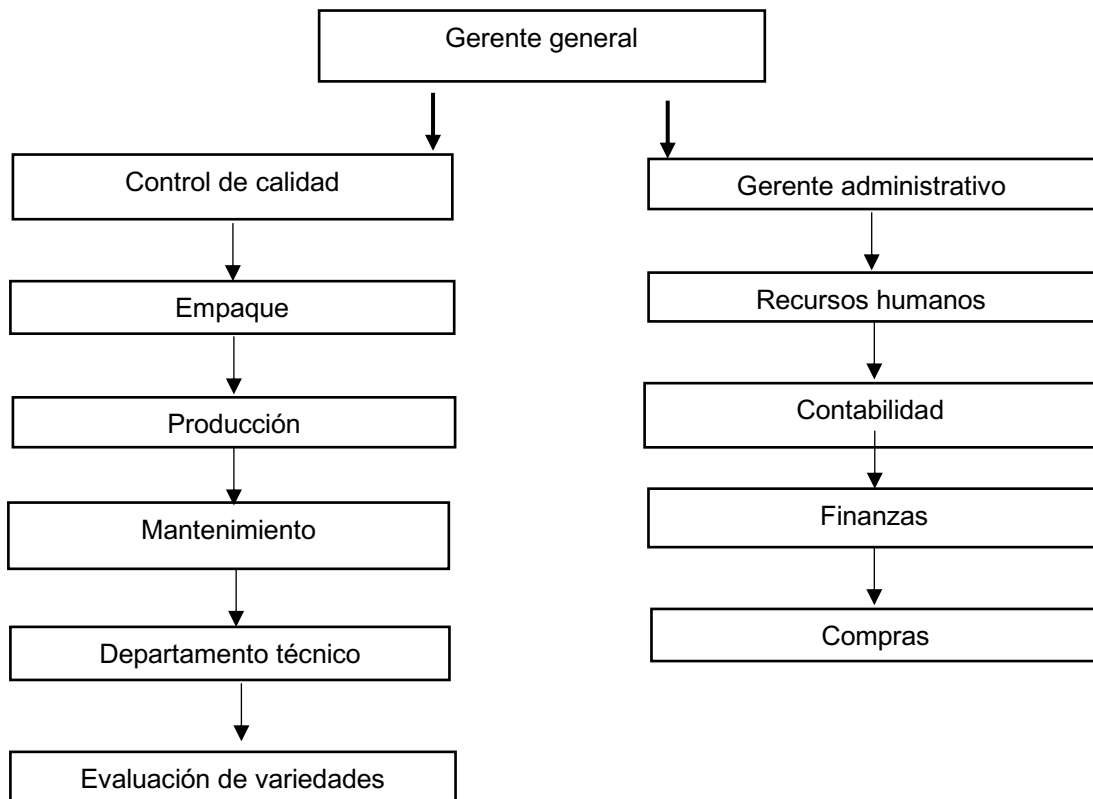


Figura 3.3 Organigrama general de una empresa agrícola. Tomado de (6)

1.1 Capacitación de personal

Se recomienda que cada trabajador este registrado con un formato que tenga datos específicos para poder tener un registro que facilite su inscripción a programas de apoyo (Anexo 1). Para cada trabajador es importante dar consideraciones específicas sobre el uso correcto de los equipos con los que se utilizan los agro insumos.

3.2.1 Responsabilidades del personal:

1. Aseo personal diario
2. Limpieza de uniformes (en caso de no contar con ellos, se recomienda un uso estricto de colores que eviten atraer insectos, estos por lo regular son amarillo, rojo y azul).
3. El calzado usado debe ser especializado para no comprometer la seguridad del personal, se recomienda el uso de botas sanitarias de color blanco.
4. Uso de cofia, con especial énfasis en el área de manufactura.
5. Lavarse las manos antes de ingresar a cualquier área productiva.
6. Se recomienda que las prendas usadas no contengan bolsillos ya que pueden guardar distintos contaminantes.
7. No se deben realizar actividades ajenas al área donde se encuentren las personas como jugar, correr o manipular de manera descuidada los equipos asignados a las distintas áreas.
8. Colocarse el equipo de seguridad indicado antes de cualquier operación de fumigación, por menor que sea el riesgo marcado en el producto.
9. Mantener las áreas de trabajo limpias y en orden evitando cualquier acumulación de residuos.
10. Para el caso de sistemas de cultivo en espacios cerrados como invernaderos, las puertas de acceso deberán estar siempre cerradas y los usuarios no deben pasar de un área a otra, para evitar la contaminación cruzada.
11. Los contenedores de residuos o agro-insumos deben permanecer cerrados y aislados del resto de otros materiales.

12. Las herramientas no deben estar cerca de los lugares recreativos como comedores o áreas de descanso.
13. Cada una de las medidas anteriormente mencionadas pueden ampliarse o mejorarse si el productor así lo considera.

Aplicación de los fertilizantes: Es importante saber qué tipo de agroquímico será aplicado, para ello se debe leer con detenimiento las recomendaciones impresas en cada producto. Es importante que en cada fertilización (foliar o en drench) el personal lleve consigo el equipo de protección necesario, como son: lentes de protección, mascarilla antigases, guantes y overol (ver figura 3.2), así como llenar un registro (Anexo 2, Tabla 1.3); para la prevención de cualquier tipo de reacción alérgica en el personal.

Almacenamiento de agro insumos: En cada fertilización o fumigación es probable que quede un excedente de las aplicaciones, lo cual debe evitarse en medida de lo posible. Lo anterior se puede evitar realizando anotaciones del agroquímico excedente o faltante después de cada aplicación, en caso de tener un sobrante este debe colocarse en un sitio destinado al almacenamiento de agroquímicos. Si es viable según el etiquetado del producto, este excedente se puede utilizar en futuras aplicaciones.



Figura 3. 2 equipo de fumigación y capacitación técnica llevada a cabo por estudiantes de Ingeniería Bioquímica en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).

4Adecuación del Invernadero

Antes de iniciar el cultivo de cualquier producto agrícola, se debe hacer una inspección profunda de tres áreas principales: área destinada al cultivo, área donde se preparan los fertilizantes y caseta.

En caso de sistemas de cultivo cerrados como los invernaderos como primer punto se debe tener en cuenta que el espacio es hermético, para evitar la aparición de plagas; así también revisar que el área de tuberías no tenga fugas, ya que por dichas tuberías circulará la solución nutritiva lo que implica un gasto económico considerable si existiera una filtración y en tercer lugar tenemos la remoción de maleza, lo que incluye la remoción de la fauna nociva (Figura 4.1) y por último se debe tener cuidado con la preparación del sustrato, para el relleno de las bolsas agrícolas y las plántulas de jitomate.

En los sistemas de campo abierto, las recomendaciones más importantes son conocer el entorno, por ejemplo, las distintas plagas y enfermedades existentes en la región. Se debe asegurar que el suelo donde se pretende realizar el cultivo agrícola no haya sido usado como vertedero de productos tóxicos, y si es el caso realizar un análisis de suelo en conjunto con laboratorios locales de manera que se analice el riesgo o las medidas necesarias para realizar un cultivo.

Para el caso de sistemas ya sea abiertos o cerrados, es importante analizar la estación del año en la que se realiza el cultivo, aunque en sistemas cerrados es menos relevante dicha situación, puede ayudar a minimizar costos/dificultades en el control de atmosferas.



Figura 4.4 Remoción de maleza en alrededores de invernadero por estudiantes de Ingeniería Bioquímica en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).

En Sistemas cerrados como son los invernaderos la malla anti-áfidos será la encargada de la protección contra plagas, esta es resistente a la radiación solar, su medida es de 100 micras, misma que está presente en las tres naves del presente proyecto. La malla anti-áfidos cubre una sección de las paredes de los invernaderos y permite circular el aire del ambiente, sin embargo, por las tardes (5:00 pm) se recomienda bajar las “cortinas”; con el fin de hacer que las temperaturas no bajen tanto en la noche o en temporada hibernal (Figura 4.2).



Figura 4.5 Cultivo en invernadero (adaptado por el autor).

En sistemas abiertos para cultivos en campo abierto, la remoción de maleza como de plagas son factores más difíciles de controlar; para ello se recomienda el uso de acolchado agrícola que hace que la maleza perezca debido a la ausencia de luz, además de que colores como el blanco pueden ayudar a dispersar insectos (Figura 4.3). En el caso de las plagas pueden emplearse métodos como el uso de microorganismos que viven en simbiosis con los cultivos como la *Beauveria bassiana* que es un hongo capaz de eliminar numerosas especies de insectos. Otra opción es el uso de insecticidas comerciales usando las BPA.



Figura 4.6 Cultivo en campo abierto acolchado (Fuente 4).

5.-Mantenimiento e instalación de los sistemas de riego

Existen distintas formas de riego para sistemas de cultivo abiertos y cerrados, como pueden ser sistemas de riego por aspersión, hidropónicos, semi hidropónicos, “temporal” (depende de la estación del año), entre otros. El sistema de riego dependerá con los requerimientos de la planta, ya sea que se trate de plantas que necesiten riegos más cortos o largos, si se quiere tener más información sobre recomendaciones de riego, lo ideal es averiguar si se trata de plantas c3 (vía de 3 carbonos), c4 (vía de 4 carbonos) o CAM (Metabolismo ácido de las crasuláceas).



Figura 5.1 Piqueta agrícola en un sistema semi hidropónico. Instalaciones del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)

En los sistemas cerrados como los invernaderos, se utilizan tuberías generalmente de PVC hidráulico. Generalmente esta tubería tiene un diámetro de 1 pulgada (2.54 cm) esta tubería va conectada a una bomba que a su vez esta conectada a un sistema de alimentación como tinacos o cisternas, estas fuentes de alimentación deben contar con llaves de paso, ya que al finalizar un riego el agua por gravedad sigue fluyendo a través del sistema lo cual puede derivar en un desperdicio de agua.

Después de la conexión a la bomba lo que se recomienda es que el sistema pase por debajo de la tierra a una profundidad de 10 a 15 cm para evitar que las temperaturas causen daños a la tubería de PVC. Esta línea subterránea deberá pasar a lo ancho del invernadero a manera que cubra las líneas sembradas.



Figura 5.2 Línea de alimentación principal. Instalaciones del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)

Después de colocar la línea de alimentación principal, se deben colocar las líneas de alimentación secundarias que van en medio de las líneas sembradas, para ello, en la tubería de PVC se hace una ranura de 16mm para conectar un “inicial con goma”, cabe destacar que la inserción de dichas gomas con los conectores se hace a presión, como se muestra a continuación:

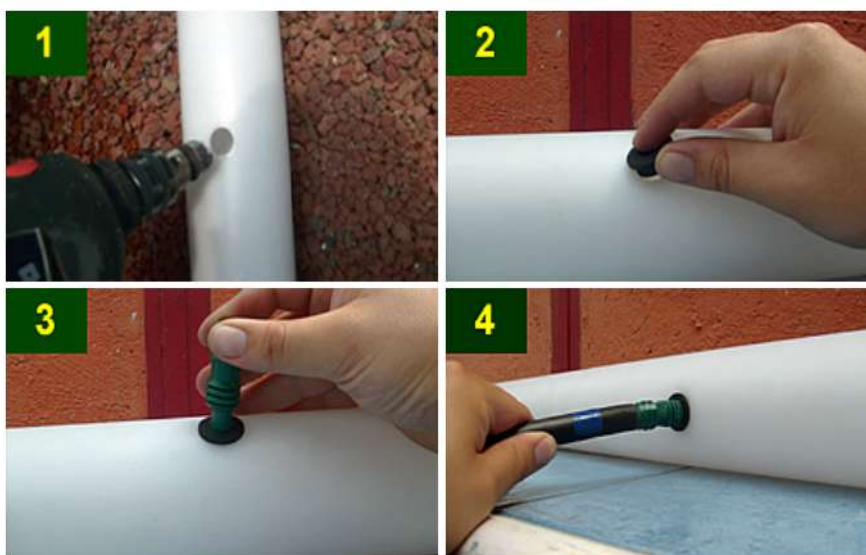


Figura 5.3 Colocación de un “inicial con goma”. Fuente (5)

Como primer paso se debe ubicar donde ira el orificio y hacer que las demás conexiones sigan la misma distancia y posición, según las líneas de plantas a sembrar, se recomienda que dichos orificios tengan una inclinación 30° a 45° para que el impulso que genera el flujo del agua no tenga mucha dificultad para subir, luego de eso, con una broca de igual o con de preferencia de diámetro de 15 mm se hace la perforación.

En el segundo paso se procede a embonar la goma, para en el tercer paso meter a presión el conector, esta parte debe hacerse con mucho cuidado o de lo contrario la goma puede rasgarse, se recomienda engrasar el conector para luego meterlo a presión, es muy importante **no girar el conector al meterlo** pues se compromete la integridad de la goma.

Una vez que las tuberías de PVC hidráulico han sido instaladas hacia la bomba y los conectores colocados, se conectan las líneas de alimentación que son de manguera de riego por goteo para huerto de 20mm, sellándolas al final de la línea.



Figura 5.4 Conexiones se manguera a la línea de alimentación principal (adaptado por el autor)

Ahora que las mangueras de alimentación han sido instaladas correctamente, se procede a colocarles llaves “mariposa”, las cuales nos permiten regular el riego de manera adecuada, permitiendo más o menos presión hacia la línea, para colocarlas se debe hacer un corte entre dos secciones de la manguera, y luego embonar a presión la llave mariposa, usar aceite como lubricante facilitara más la tarea además de dar un mejor resultado:



Figura 5.5 Llave de paso “mariposa” (adaptado por el autor)

El mantenimiento de las tuberías debe ser periódico y registrado para poder garantizar un abastecimiento de agua lo más uniformemente posible (se hace una limpieza general de las tuberías al menos una vez a la semana), ya que tienden a obstruirse debido a la cantidad de minerales existentes en el agua. El mantenimiento consiste en realizar una purga del sistema (para purgar el sistema, la línea de alimentación tiene que ser abierta, a su vez que la bomba del sistema de alimentación se enciende, de manera que el agua sale a presión llevándose consigo gran parte de sarro, algas y otros residuos), así como también es importante la observación de fugas en el sistema y asegurarse que las instalaciones eléctricas estén correctamente funcionando (Figura 5.1).



Figura 5.6 Revisión del sistema de riego en cultivos de jitomate en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor).

6.-Riego

Un adecuado sistema de riego aporta la cantidad necesaria de agua en el momento que se necesita, humedeciendo el suelo hasta la profundidad que requiera el cultivo.

Actualmente existen diferentes sistemas de riego recomendables para cada región y/o cultivo, algunos de ellos son: riego por goteo, por aspersión, por bombeo y por gravedad, entre otros.

El riego por goteo se caracteriza por ser una fuente eficiente de ahorro de agua, el cual consiste en suministrar la cantidad necesaria para cada planta por medio de un sistema de válvulas, tuberías y mangueras con emisores.

Puede utilizarse tanto a cielo abierto como en siembras bajo invernadero. Se recomienda para cultivos como huertas, montes frutales, agricultura orgánica, jardinería y sistemas agroforestales.

En el caso de los cultivos de jitomate sembrados en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán utiliza un sistema de riego semi hidropónico en tezontle, por medio de piquetas agrícolas, estos riegos se distribuyen en 3 a lo largo del día (9 AM, 1 PM, 3PM), intervalos de 5 minutos en caso de climas fríos (10-15 °C o menos) y de 7 minutos en caso de climas con temperaturas altas (20°C o más).

Una forma de hacer un seguimiento de los riegos es registrándolos mediante su aforo (cantidad que suministra el sistema de riego por un tiempo determinado). Es importante llevar a cabo un registro de riegos, ya que las plantas pueden sufrir un estrés hídrico por exceso o falta de agua (Anexo 2, tabla 1.4).

7.-Preparación de sustrato:

Para sistemas semi hidropónicos como invernaderos, se busca que los sustratos utilizados sean lo más inertes posible, como lo es el tezontle, es un mineral de origen volcánico que no presenta gran reactividad con otras sustancias, haciéndolo ideal como sustrato agrícola. El tezontle debe pasar por un proceso de desinfección para evitar enfermedades a las plantas, el cual consiste en su desinfección con cloro diluido en agua (200 mL cloro /20 L de agua) por al menos 20 minutos.

Se recomienda cernir el tezontle utilizando una malla de 5x5 mm, de esta forma las raíces podrán desarrollarse con mayor facilidad (Figura 7.1).



Figura 7.7 Cernido de tezontle para cultivos de jitomate, en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)

Para sistemas en campo abierto, se requiere un análisis de suelo para saber las deficiencias de macro y micronutrientes, análisis que se lleva a cabo por especialistas de cultivos agrícolas (Anexo 2, tabla 1.1). En sistemas abiertos se recomienda hacer la rotación de cultivos para evitar que el suelo sufra desgastes en los nutrientes. Evitar la erosión también es fundamental, por lo que se recomienda colocar zanjas en los alrededores para evitar la fuga de nutrientes y tierra

8.-Siembra

Para cultivos en invernaderos y otros sistemas cerrados, las plántulas o semillas certificadas que se usen, deben estar certificadas por instituciones gubernamentales como la SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). Esto da la garantía que tanto las semillas como plántulas han sido seleccionadas entre especímenes sanos, además de que las plántulas tendrán, mayor crecimiento y rendimiento a lo largo de su vida. Se recomienda hacer una desinfección de la parte radicular de las plántulas al momento de extraerlas del almaciguero, para evitar cualquier plaga y/o enfermedades. Así mismo también es importante que cada instrumento utilizado para la germinación o trasplante sea adecuadamente desinfectado (Figura 8.1). Se recomienda tener un registro ya sea de semillas o plántulas (Anexo 2, tabla 1.2).



Figura 8.8 Trasplante de plántulas de jitomate de almacigueros a bolsas agrícolas, como sustrato tezontle (adaptado por el autor).

9.-Cuidados del cultivo

A lo largo de la vida del cultivo se presentarán plagas o enfermedades ya sea en menor o gran escala, ya sea por la interacción con el medio o el personal encargado; para ambos casos es importante generar sistemas preventivos (agroquímicos o productos biológicos), para ello es importante consultar con expertos en la materia como lo son los promotores de desarrollo rural más cercanos en la región donde se encuentre.

10.-Poda y tutorado

En hortalizas como el jitomate, pepino y otros frutos que tengan guías es importante darles un soporte adecuado, de lo contrario la carga que ejercen los frutos pueden llegar a trozar a la planta debido a que crecen de manera natural. Para este proceso, primero se coloca un anillo plástico a la base de la planta, luego se amarra con trozo de rafia agrícola calibre .75, de aproximadamente 3.53 metros (o la altura que tenga el invernadero en cuestión), misma que pasara por encima del cable de tensión que recorre el largo del invernadero sobre la línea de plantas.

Durante el tutorado es importante que al pasar por un estrato, la rafia pase por encima o muy por debajo, ya que al sujetar el tutorado a los cables de tensión localizados en la parte superior del invernadero crean una tensión, además de que la planta continuara creciendo, y se puede comprometer la integridad del estrato, que es una de las cosas más importantes durante la producción de jitomate, otras recomendaciones son que la rafia usada no sea muy delgada, o de lo contrario la planta puede llegar a presentar lesiones por corte, las cuales pueden aumentar la proliferación de microorganismos patógenos.

El nudo de tutorado consiste en que una vez que la rafia ha sido pasada alrededor del tronco de la planta de jitomate en forma de espiral (se recomienda solo hacer las vueltas necesarias para mantener firme el tallo principal), se tome parte de la rafia que queda encima de la planta, aproximadamente 30-50 cm de la “corona”, de la rafia se toma un semi círculo y se amarra se forma que quede un orificio de 4cm de diámetro, donde se introducirá el resto de la rafia que pasa por encima del cable de tensión, mismo que se amarra al orificio dejado anteriormente, este nudo al ser desamarrado nos permite tensar la rafia atada a la planta de modo que podamos recorrer o ajustar la rafia según sea el caso que la planta necesite (Figura 10.1).

En cuanto a la poda, esta normalmente se realiza después de la cosecha o cuando las hojas de la planta se encuentran debilitadas por enfermedades o la propia edad de la planta. La poda tanto de brotes como hojas se debe realizar con condiciones higiénicas de usuarios, así como herramientas (Cerdas, MM; Montero, M. 2002).



Figura 10.9 Tutorado de planta de jitomate (adaptado por el autor)

11.-Remoción de brotes

En distintas plantas, principalmente en las hortalizas encontramos “chupones”, que son brotes que crecen en la planta, algunas veces son injertados para un mayor rendimiento lo que implica un análisis sobre cuantos nutrientes serán los adecuados para no disminuir la calidad del fruto. En caso de que ya se tengan establecidas las cantidades de nutrientes para obtener determinado rendimiento, es importante no alterar dicho resultado, por lo que hay que remover los brotes adicionales al brote principal de la planta (Figura 11.1). Estos brotes a edad temprana son fácilmente removibles e incluso pueden quitarse con la mano, sin embargo, es importante la higiene al momento de hacerlo y usar guantes; además de que al remover brotes de las otras plantas en una línea de cultivo se deben desinfectar las herramientas con las que se realiza dicha acción para evitar enfermedades entre plantas (Alvarado, P. 2009.).



Figura 11.10 Remoción de un brote de jitomate (adaptado por el autor)

12.-Polinización

En sistemas abiertos esta parte puede darse de forma natural o de forma controlada ya sea que los insectos polinizadores de la región ayuden en el proceso o bien se haga uso de servicios especializados como colmenas domesticadas. Sin embargo, su interacción debe ser analizada para evitar que en caso de usar algún insecticida este dañe o elimine a los polinizadores. Para sistemas cerrados como invernaderos, esta parte puede hacerse de forma mecánica agitando los cables con los que se tutoran las hortalizas o con ventiladores que esparzan el polen, aunque también es posible introducir colmenas dentro de los invernaderos (Figura 12.1).



Figura 0.11 Polinización mecánica (adaptado por el autor)

13.- Raleo (remoción de frutos no aptos)

Algunos frutos no se desarrollan adecuadamente en el momento en que aparecen, porque la distribución de nutrientes varía de una planta a otra, ya sea por factores como la cantidad de luz solar disponible, lesiones, plagas, u otros factores. Debido a esto, aquellos frutos que no se desarrollan adecuadamente en un racimo, se eliminan para evitar el desperdicio de nutrientes, de modo que las plantas distribuyan más nutrientes al resto de los frutos (Figura 13.1). Haciendo que sus características mejoren al ser menos cantidad de frutos por racimo. (León, GHM (2006)).



Figura 0.12 Raleo de frutos de jitomate (adaptado por el autor)

14.- Cosecha

En esta etapa el índice de madurez es el que determinara si es viable o no proceder con una cosecha, ya sea porque el mercado demanda productos con un índice de madurez de cierto tipo según la región o bien si se requiere extender la vida de anaquel. Es importante que antes de proceder con la cosecha se anticipen consumidores, para evitar que los frutos se almacenen por tiempo indefinido, factor que influye en las características organolépticas del fruto. Una vez identificado un mercado, así como clientes, la producción debe pasar por un control de calidad que determinara color, tamaño y forma, para luego pasar al empaquetado (Figura 14.1). Ante un rendimiento positivo es importante llevar un registro de la temporada y su precio para poder tener ganancias mas altas (Anexo 2, tabla 1.5).



Figura 0.13 Selección de frutos de jitomate a cosechar (adaptado por el autor)

15.- Empaquetado

Antes de introducirse en taras, empaque bolsas u otro tipo de contenedores, cada fruto debe ser desinfectado adecuadamente para garantizar la inocuidad del producto. Es importante hacer un análisis de vida de anaquel del producto para poder determinar qué condiciones se requieren en caso de que el producto no sea vendido a la brevedad, dado que lo ideal es ofrecer un producto de calidad, limpio y fresco (Figura 15.1).



Figura 0.14 Selección de frutos de jitomate cosechados en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tehuacán (adaptado por el autor)