

7. Cosecha y manejo poscosecha

7.1. Evaluación de riesgos de higiene en la cosecha y el centro de acopio

El propósito es establecer los puntos críticos de control que permitan disminuir, evitar o controlar factores biológicos, físicos o químicos que alteren el producto final.

El sistema de prevención de peligros para la inocuidad de los alimentos, sugerido por Codex Alimentarius, es el denominado Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por su sigla en inglés), el cual es aceptado internacionalmente como un parámetro de referencia.

7.1.1. ¿Por qué utilizar el sistema HACCP?

- Gestión de seguridad
- Incidentes
- Limitaciones de inspecciones y presiones externas.

Gestión de Seguridad del Producto

- En la industria alimentaria, la seguridad de los productos es la máxima prioridad, y no es negociable, como las características organolépticas o el costo del producto.
- Los clientes esperan alimentos seguros, y el HACCP garantiza esta seguridad.
- El HACCP es un sistema de control de los alimentos, basado en la prevención, que identifica los puntos donde probablemente aparecerán los peligros en el proceso de producción y así, se tiene la oportunidad de aplicar las medidas para evitar estos peligros. Todo peligro para la seguridad de los alimentos es parte del HACCP: biológicos, químicos y físicos.
- El HACCP es un sistema lógico de evaluación sistemática de todos los aspectos relacionados con la seguridad de alimentos, desde la materia prima, pasando por producción y distribución y terminando con el uso final por parte del consumidor.
- Es muy rentable implementarlo: se obtienen menos productos rechazados y devoluciones, se asegura la confianza del consumidor, se adecua una nueva cultura organizacional que termina en la certificación ISO 9000.

Incidentes relacionados con la seguridad de los alimentos

- Cuando un alimento está mal, puede producir molestias o enfermedades a nivel local o general, y el costo para la empresa implicada puede ser enorme.
- Incluso el hecho de no causar enfermedad alguna, sino de descubrir que un alimento representa peligro para los consumidores, puede acabar con la empresa.

- Los procesos judiciales rutinarios están relacionados con la presencia de sustancias extrañas en los alimentos, pero los peligros microbiológicos producen impactos mayores.

Limitaciones de inspecciones y análisis

- ¿Qué está mal en lo que se hace habitualmente: inspeccionar y analizar?
- Inspeccionar el 100% de los productos no es rentable ni adecuado en ciertos casos. Además, en el caso de análisis microbiológicos o químicos es 100% destructivo.
- Los operarios se distraen por ruidos propios del trabajo o simplemente al hablar con alguien.
- La capacidad humana de concentración es limitada cuando se desarrollan actividades rutinarias y los “peligros” pueden pasar por alto durante la inspección visual.
- Muestrear un producto para detectar un peligro se basa en: 1) La capacidad para detectar un peligro de un modo fiable utilizando una técnica analítica apropiada.
- 2) La capacidad para detectar el peligro en la muestra elegida para el análisis.
- La capacidad para detectar un peligro en una muestra depende de: 1) La distribución del peligro en el lote 2) La frecuencia con la que el peligro aparece en el lote.
- Los peligros distribuidos homogénea y frecuentemente en un lote son, desde luego, más fácilmente detectables que los peligros distribuidos heterogénea e infrecuentemente.

7.1.2. Objetivos clave

- Producir siempre alimentos seguros
- Proporcionar la evidencia de una producción y manipulación seguras.
- Confiar en los productos propios.
- Cumplir con la solicitud de un cliente de un HACCP.
- Llevar la empresa hacia un sistema de gestión de la calidad.
- Hacer uso eficaz de los recursos.

7.1.3. Metodología

En esencia se trabajan dos aspectos:

7.1.3.1. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM):

Se analiza la cosecha y el empaque a la luz del Decreto 3075 de 1997, donde están los siguientes puntos descritos:

- Edificación e instalaciones (localización y accesos, diseño y construcción, abastecimiento de agua, disposición de residuos líquidos y sólidos, instalaciones sanitarias).
- Centro de acopio (pisos y drenajes, paredes, techos, ventanas, puertas, escaleras, iluminación, ventilación).
- Equipos (condiciones generales, instalación y funcionamiento).
- Personal manipulador de alimentos (estado de salud, educación y capacitación, prácticas higiénicas).
- Aseguramiento y control de la calidad (sistema de control, saneamiento).

7.1.3.2. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP):

Es un sistema que nos permite, bajo una metodología definida, definir los puntos críticos biológicos, físicos o químicos que afectan la calidad final de la fruta y evitan su comercialización.

Principios del HACCP:

Principio 1: Realizar un análisis de peligros. Preparar una lista de las etapas del proceso en las que pueden aparecer peligros significativos, y describir las medidas preventivas.

- Elaborar diagrama de flujo del proceso con todas sus etapas, desde materias primas hasta producto final.
- Luego se identifican los peligros que aparecen en cada punto y se describen las medidas necesarias para su control.
- Estas medidas pueden ser las existentes o las requeridas.

Principio 2: Identificar los Puntos Críticos de Control —PCC— del Proceso.

- El equipo HACCP decide en qué puntos el control es crítico para la seguridad del producto.

Principio 3: Establecer los límites críticos para las medidas preventivas asociadas con cada PCC.

- Los límites críticos establecen la diferencia en cada PCC entre productos seguros y peligrosos. Debe incluir parámetros medibles y puede ser descrito como la tolerancia absoluta del PCC.

Principio 4: Establecer los criterios para la vigilancia de los PCC. A partir de los resultados de la vigilancia, determinar el procedimiento para ajustar el proceso y mantener el control.

- El equipo HACCP debe especificar los criterios de vigilancia para mantener los PCC dentro de los límites críticos. Implica establecer las acciones de vigilancia, su frecuencia y responsables.

Principio 5: Establecer acciones correctoras que se deben realizar, cuando la vigilancia detecte una desviación fuera de un límite crítico.

- Especificar acciones correctoras y responsables de llevarlas a cabo.
- Incluye acciones necesarias para poner el proceso bajo control, y acciones con los productos fabricados si el proceso está fuera de control.

Principio 6: Establecer un sistema eficaz de registro de datos que documente el HACCP:

- Guardar los registros para demostrar que el HACCP está funcionando bajo control y se han realizado acciones correctoras adecuadas. Esto demuestra la fabricación de productos seguros.

Principio 7: Establecer el método para verificar que el sistema HACCP, está funcionando correctamente.

- El sistema de verificación debe desarrollarse para mantener el HACCP y asegurarse que sigue trabajando eficazmente.

Responsables

Son los responsables de verificar la higiene en cosecha y el acopio, tanto los cosechadores como el personal de empaque.

Registros

Se llevarán los registros que exige el plan HACCP anexo a este documento.

7.2. Principales fuentes de contaminación en un cultivo de tomate

- El agua utilizada en diferentes procesos como el riego, el lavado y limpieza del producto, el lavado de las herramientas y en la higiene del personal.
- Los abonos y los desechos orgánicos sin un manejo apropiado.
- Contaminación química por medio de los insumos utilizados en el cultivo en localidades vecinas.
- La falta de limpieza e higiene del personal.
- La falta de higiene de las instalaciones de clasificación y empaque del producto.
- La presencia de plagas como roedores y animales silvestres y domésticos en los cultivos e instalaciones de manejo del producto.
- El medio de transporte utilizado para el transporte del producto, y los diferentes insumos aplicados en el sistema de producción.
- El equipo y los utensilios utilizados para la cosecha cuando no se lavan o desinfectan de manera apropiada.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas de hortalizas de fruto cultivadas en invernadero, de la Comisión Nacional de BPA del

gobierno de Chile (2003), a continuación se describen las BPA para el manejo de la cosecha en el cultivo de tomate bajo invernadero:

- Todos los materiales de cosecha, contenedores y otros deben estar limpios.
- En todo momento se debe evitar la incorporación de tierra, barro, agua y otros contaminantes a los productos cosechados o a los materiales de cosecha.
- Se debe instruir al personal para separar y no utilizar materiales y contenedores sucios.
- La cosecha del tomate debe realizarse evitando el daño o deterioro de la planta y de los frutos.
- Los frutos deben recolectarse en contenedores adecuados, los que deben estar en buenas condiciones y limpios. La manipulación de los frutos debe realizarse con cuidado, evitando las pérdidas por golpes o partiduras.
- Al traspasar el producto cosechado a contenedores de mayor tamaño, se debe hacer con cuidado para no dañar los frutos. Estos envases también deben estar en buenas condiciones y limpios.
- El personal que trabaja en la recolección de los frutos debe estar capacitado en esta faena, especialmente en el manejo higiénico del producto.
- Los materiales y contenedores utilizados en la cosecha deben permanecer resguardados durante la noche o al término de cada jornada.
- El área donde se guarden o mantengan los materiales de cosecha y contenedores debe estar limpia.
- Se deben evitar en todo momento las contaminaciones cruzadas con materiales sucios, estiércol, abonos y otros.
- Nunca se debe permitir el ingreso de animales a los sectores de cultivo y de acopio de productos cosechados.
- Si previamente a la cosecha se utilizaran productos fitosanitarios, aquella debe realizarse una vez cumplido el periodo de carencia especificado en la etiqueta del producto utilizado.

Las personas que manipulen los alimentos en las labores de cosecha y poscosecha deben tener en cuenta las siguientes normas higiénico–sanitarias, para evitar la contaminación del producto y garantizar la salud de los operarios:

- Deben bañarse todos los días, mantener los dientes limpios, y uñas cortas, limpias y sin esmaltes.
- Mantener el cabello limpio y corto o bien recogido.
- No consumir alimentos y bebidas en lotes, bodegas y sala poscosecha.
- Llevar el uniforme completo, limpio y ordenado
- No utilizar relojes, anillos, aretes ni collares cuando se encuentren manipulando las hortalizas.
- No escupir en ningún área de la empresa.
- Taparse la boca al estornudar o toser, y luego lavarse las manos.

- No manipular dinero (billetes, monedas) mientras esté en contacto con los alimentos.
- No fumar en las labores de cosecha y poscosecha.
- El personal no debe utilizar lociones ni cremas de manos.
- No almacenar o guardar alimentos en los casilleros por más de un día, pues son focos de contaminación que atrae plagas, roedores y microorganismos.
- Depositar las basuras en los recipientes indicados, teniendo en cuenta el tipo de desecho; si tiene tapa, verificar que quede debidamente cerrado.
- Si padece alguna enfermedad como: faringitis, amigdalitis, laringitis, otitis, conjuntivitis, diarrea o lesiones infectadas, informar al supervisor o a su jefe inmediato para que tome las medidas pertinentes.
- Lavarse las manos antes y después de manipular las hortalizas, antes o después de comer o de rascarse cualquier parte del cuerpo, al estornudar o toser, al manipular recipientes de basura, aspersores de fumigación, escobas u otros utensilios sucios, al hacer uso del sanitario, antes de ingresar a la sala poscosecha.

7.3. Cosecha

La cosecha del tomate es una actividad muy importante de la cual depende, en gran parte, la calidad final del fruto.

El momento más adecuado de cosecha está dado por las preferencias del mercado, el tiempo que demora el producto en llegar desde el campo al consumidor y del objetivo de la producción, ya sea semillas, agroindustria o consumo en fresco.

7.3.1. Momento de cosecha

El fruto del tomate es climatérico, es decir, sigue madurando una vez ha sido cosechado. Esta característica se debe tener en cuenta a la hora de elegir con qué grado de madurez se van a cosechar los frutos.

Idealmente, el momento de cosecha en nuestro país tiende a acercarse lo más posible al estado verde maduro (figura 229), debido a que la tecnología de poscosecha es todavía precaria y por lo tanto cosechar en estados incipientes de madurez permite un margen adecuado para la manipulación de cosecha, embalaje, transporte y llegada al consumidor sin problemas graves de sobremadurez.

Una excepción a la regla es la cosecha de tomates larga vida que permiten, por su firmeza en poscosecha, ser arrancados con más color.



Figura 229. Fruto en estado de cosecha

7.3.2. Maduración

La madurez fisiológica se reconoce porque la parte inferior del fruto comienza a mostrar una coloración anaranjada, mientras que el resto del fruto permanece verde.

El signo más visible de la maduración organoléptica en tomate es el cambio de verde a rojo, que se debe a la descomposición de la clorofila y a la síntesis de licopeno y carotenoides (figura 230). El segundo signo característico de esta maduración es el ablandamiento que acompaña al cambio de color. Este cambio ocurre por la síntesis de la enzima poligacturonasa, la cual es activa en la degradación de la pared celular y, por lo mismo, en el ablandamiento. La producción de esta enzima es iniciada por el etileno, lo cual ayuda a explicar la importancia del etileno en la maduración natural y artificial de tomates.



Figura 230. Índice de madurez fisiológica en el fruto

Como el color es un indicio de la madurez del tomate, existe toda una graduación en cuanto al estado de cosecha y consumo de los frutos, pasando desde el verde al rojo. En general, los tomates se cosechan en los siguientes estados:

Verde maduro: son tomates que han alcanzado el desarrollo máximo; son de color verde y el extremo apical presenta una mancha blanca.

Pintón o virado: son tomates que presentan un comienzo de la aparición del color típico de la variedad.

Rosado: son tomates con leve coloración rosada en casi toda su superficie.

Rojo firme: son tomates que tienen el color típico de la variedad.

Las preferencias por un determinado tamaño de tomate varían entre consumidores y depende de la intención de uso de los frutos (figura 231).

7.3.2.1. Clasificación de color

Estado 1 - Verde Maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar.

Estado 2 - Rompiendo: aparición de otro color, además del verde de fondo, en no más del 10% de la superficie del fruto.

Estado 3 - Pintón: entre un 10 a un 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.

Estado 4 - Rosado: entre un 30 a un 60% de la superficie, mostrando color rosado o rojo.

Estado 5 - Rojo claro: entre un 60 hasta 90% de la superficie de color rojo

Estado 6 - Rojo: más del 90% de color rojo.

Grados de madurez del TOMATE



Grado 1



Grado 2



Grado 3



Grado 4



Grado 5



Grado 6

Figura 231. Grados de madurez del tomate

7.3.2.2. Utilización de etileno

La maduración de tomates es iniciada por el etileno que ellos mismos producen. Comercialmente, en la práctica, los tomates verdes maduros podrían ser tratados con etileno suplementario, para favorecer la maduración y lograr uniformidad dentro del lote; frutos en estados más avanzados de madurez mantenidos a temperaturas adecuadas de maduración, producen suficiente etileno, de manera que aplicaciones suplementarias son innecesarias. Para el tratamiento, los tomates son expuestos a 100-150 ppm de etileno por 24-48 horas a 20-25° C y 85-90% de HR.

Las ventajas del uso del etileno en tomates se puede resumir así:

- Reducción en el costo de clasificación de los tomates, debido a la uniformidad de maduración.
- Reducción de las pérdidas de peso debido a la rápida maduración.
- Prolongación de la vida en estante, en estado verde maduro.
- Reducción de los tiempos de ocupación de las salas de maduración.
- Lograr tomates maduros más tempranos en las épocas de primicia y altos precios.

7.3.2.3. Preenfriado

Se realiza sobre todo si se quiere disminuir el avance de la maduración. Es necesario preenfriar cuando los tomates son transportados a distancia, o si deseamos conservar el color, para ello hay diferentes métodos:

Aire forzado: Es una técnica sencilla, siendo posible preenfriar tomates verde maduros con una corriente de aire a una temperatura menor a 5° C, sin que sea perjudicial (si el tiempo de exposición no es mayor a 24 horas).

Hidroenfriado: Es utilizado para enfriamiento rápido. Se deben agregar 100 ppm de cloro al agua para evitar patógenos. Para enfriar los tomates de 30° C a 15° C se necesitan de 13 a 15 minutos, y no hay peligro de daño por enfriamiento aunque el agua esté a menos de 5° C. Los tomates no se deben sumergir en el agua porque tienden a absorberla por el pedúnculo; conviene hacerlo por aspersion de agua.

7.3.2.4. Temperatura

Es el factor más importante que afecta la maduración de los frutos.

Temperatura baja

En general se consideran temperaturas bajas aquellas por debajo de 12-13° C. La razón es que el fruto de tomate es sensible al daño por enfriamiento y por ello las temperaturas deben manejarse cuidadosamente.

Los períodos de enfriamiento para la fruta son acumulativos, así que el frío acumulado en el campo, durante el transporte y el almacenaje, se suman.

Los frutos verdes maduros son más sensibles a bajas temperaturas, decreciendo la sensibilidad a medida que se avanza en el grado de madurez. En el rango de 10-12° C, los tomates verde maduros pueden madurar, aunque con sabor y color inferior al normal.

Frutos mantenidos por debajo de 10° C se vuelven susceptibles a podredumbres por alternaria, durante la subsecuente maduración.

Frutos totalmente maduros (rojos), se pueden enfriar a 2-5° C por pocos días. De otra manera se ponen pálidos, se ablandan excesivamente y pierden el aroma y el sabor característicos.

Altas temperaturas:

Tomates almacenados a una temperatura por encima de 30° C sufren daños, y se producen disturbios en la coloración normal (coloreados amarillo o naranja en vez de rojo).

El desarrollo del licopeno (pigmento rojo) se detiene a altas temperaturas, pero la síntesis de carotenoides (amarillos y naranjas) continúa. Este efecto puede ser revertido alternando temperaturas de conservación entre 18-24° C; tal alternancia simula los cambios diurnos-nocturnos de temperatura en el campo.

La mejor temperatura para la maduración es el rango entre 18-21° C, con una humedad del 85-88% de HR. Tomates muy maduros pueden arrugarse o marchitarse algo con esa humedad, pero el 90% favorece podredumbres.

7.3.2.5. Humedad relativa

La humedad relativa adecuada fluctúa entre 85-95%; humedades relativas más bajas pueden llevar a pérdidas excesivas de agua y marchitamiento o deshidratación después de pocos días, y HR más elevadas pueden favorecer ataques fúngicos.

Las pérdidas de agua están en función de la relación superficie-volumen; por ello, son los frutos más pequeños los propensos a este tipo de problema. Cualquier ruptura de la superficie, rajadura o golpe, aumenta en forma importante la pérdida de agua.

La zona de separación del fruto con el pedúnculo es responsable de casi el 90% de la pérdida de agua en tomates sanos. Por ello, el hecho de cosechar los tomates larga vida con el pedúnculo disminuye también la pérdida de humedad.

7.3.3. Factores que afectan la calidad de los tomates

La apariencia de los tomates está muy influenciada por la presencia y la magnitud de los defectos. Defectos de menor envergadura que no comprometan la calidad comestible son aceptables, pero defectos serios pueden influenciar su apariencia, firmeza, marchitamiento y susceptibilidad a las enfermedades. Los defectos originados antes de la cosecha son: frutos huecos, podredumbre apical, rajaduras radiales y concéntricas, daños por insectos, quemaduras de sol, ablandamiento excesivo y maduración irregular.

El daño físico puede ocurrir durante la cosecha y en los pasos de manipulación poscosecha. Esto no es sólo desagradable, sino que además hay pérdidas de humedad, y los decaimientos o podredumbres pueden resultar en una pérdida de sabor. La presencia de podredumbre es un defecto serio que hace invendible el tomate.

Firmeza

Después de la apariencia visual, el factor más importante en la calidad del tomate es la firmeza, la cual está íntimamente ligada con el estado de madurez. La mayoría de los consumidores prefieren frutos firmes. Esta percepción de la firmeza que realiza el consumidor consiste en tomar un fruto entre los dedos índice y pulgar y ejercer presión sobre él; de acuerdo a cuánto ceda el fruto bajo la fuerza ejercida, producirá en el comprador una sensación agradable o no y por lo tanto decidirá si lleva el producto o lo rechaza. Por esta causa y, sobre todo para sistemas de venta donde el comprador toca y elige el producto que va a llevar, es que se han impuesto los híbridos de tomate denominados *long shelf life* (larga vida en estante), que permiten trabajar con frutos más atractivos (estados de madurez más avanzados, especialmente color rojo) y no provocan un rechazo por parte del comprador.

La firmeza afecta la susceptibilidad de los tomates al daño físico y, consecuentemente, su resistencia al transporte.

La calidad de los tomates es influenciada por la dureza de la epidermis, la firmeza de la pulpa y la estructura interna del fruto (relación material pericarpio / material lóculos), los cuales varían mucho entre cultivares. La producción de la enzima solubilizante de la pared celular (poligalacturonasa) durante la maduración, desempeña un rol significativo en los cambios de textura.

Sabor

El sabor del tomate, lógicamente, es función de la percepción del degustador, que es influenciada por los aromas de muchos constituyentes químicos. Los azúcares, los ácidos y sus relaciones son importantes para la dulzura, la acidez y sobre todo para la intensidad del sabor de tomate.

La porción del pericarpio contiene más azúcares reductores y menos ácidos orgánicos que la porción locular. Por lo tanto, cultivares con una gran porción locular y altas concentraciones de ácidos y azúcares tienen mayor sabor que aquellos con una pequeña porción locular.

Los componentes volátiles son importantes, no solamente por el aroma sino por el sabor general.

7.4. Poscosecha

El periodo transcurrido desde la recolección de los productos en el campo hasta que son consumidos en estado fresco o son utilizados en un proceso de preproducción o transformación, se le conoce con el nombre de poscosecha. La poscosecha comprende las etapas de selección, clasificación, empaque, embalaje, transporte, y almacenamiento. Sin embargo, su realización total y parcial o la secuencia de ellas depende de cada cultivo.

7.4.1. Selección y clasificación

- La selección de los frutos para comercializar se debe hacer descartando todos aquellos que presentan algún grado de descomposición o daño mecánico, entre otros.
- Eliminar en forma adecuada los frutos descartados, no se debe olvidar que pueden servir de inóculo de plagas y enfermedades en el futuro.
- Todas las operaciones de selección y clasificación se deben efectuar en instalaciones o áreas que posean condiciones de higiene y seguridad controladas (figura 232).
- Tanto el personal que labora en la selección de las hortalizas, como los materiales y elementos de trabajo, deben cumplir con condiciones de higiene adecuadas al manejo de un producto alimenticio.



Figura 232. Sala poscosecha

En la clasificación se tiene en cuenta la forma y desarrollo de los tomates, de acuerdo con la variedad que se esté cosechando, el porcentaje de daños que determina en qué categoría de calidad se ubica el producto, el color, el cual está directamente relacionado con el estado de madurez del fruto y el tamaño del fruto.

En el momento de la clasificación se debe realizar una limpieza de los frutos para obtener una adecuada higiene y una buena presentación para su comercialización (figura 233); es necesario eliminar la suciedad y las materias extrañas de la epidermis de los tomates. Esta suciedad tiene orígenes muy diversos: tierra, polvo, residuos de agroquímicos, hojas, y microorganismos. Su eliminación se puede efectuar mediante cepillado suave, lavado o la combinación de ambos.



Figura 233. Limpieza de frutos

El cepillado se puede complementar con la acción de soplado con una máquina de aire frío.

La limpieza de los tomates mediante lavado se realiza por medio de duchas, ojalá de agua pulverizada, y debe apoyarse con el cepillado y un secado final. Es conveniente el uso de agua clorada para evitar la proliferación de microorganismos.

7.4.2. Empaque y embalaje:

- Se debe embalar en forma cuidadosa para no dañar los frutos.
- El embalaje debe ser realizado por personal capacitado, sobre todo respecto a inocuidad e higiene.
- Los materiales de embalaje deben ser, en lo posible, nuevos, o en caso de ser reutilizados deben estar bien lavados. Al momento de utilizarse éstos deben encontrarse limpios y en buen estado.
- Los materiales de embalaje deben ser almacenados y manipulados en condiciones que permitan su uso para un producto alimenticio.
- El proceso de embalaje debe efectuarse en un sitio protegido, de forma que se evite la contaminación del producto.
- El personal que participa en las faenas de embalaje debe disponer de las instalaciones necesarias para su higiene y hacer uso de ellas.
- El personal que participa en la cosecha, transporte, embalaje, manejo de materiales y almacenamiento debe cumplir estrictamente con las medidas de higiene y de salud del personal, y mantener los cuidados necesarios para evitar la contaminación del producto.

Básicamente, el empaque se realiza manualmente y los pasos dentro de la caseta de poscosecha son:

- Recepción (cajones cosecheros).
- Separación tamaño-color.
- Embalaje (cajas de 10 o 20 kg).

Durante este proceso, la fruta es sometida a innumerables golpes por parte de los empacadores, debido a que cada movimiento del fruto significa un golpe y, por último, la forma tradicional de embalaje ayuda a compactar aún más el producto. A veces, esta forma de llenar el cajón es necesaria sobre todo cuando proviene de zonas lejanas (1.500 km), debido a que los movimientos que sufre la carga en el trayecto lastiman los frutos, por fricción de un fruto contra el otro, si no están bien ajustados en el cajón.

Existe maquinaria para lograr mecanizar las labores de la caseta de empaque, desde la recepción, separación de colores y calibrado. La complejidad de la instalación dependerá de la inversión que se quiera realizar, la que a su vez estará relacionada directamente con el volumen que procese la caseta de empaque.

Fuera de lo que es comercialización mayorista, es posible observar el empaque de tomate en bandejas con láminas plásticas. Este empaque genera una atmósfera modificada y, consecuentemente, reduce el decaimiento, ablandamiento y la pérdida de sólidos solubles de los frutos durante el almacenaje. La reducción de pérdidas por

transpiración y respiración incrementa la vida en estante y mantiene la calidad de los frutos; pero, sin lugar a dudas, el mayor beneficio de estos embalajes más pequeños es evitar la deshidratación.

Los empaques más utilizados en la comercialización del tomate en el país son guacales de madera (figura 234), canastillas plásticas (figura 235) y cajas de cartón (figura 236).



Figura 234. Guacales de madera



Figuras 235. Canastillas plásticas



Figura 236. Caja de cartón

7.4.3. Almacenamiento

El proceso de comercialización se debe realizar lo antes posible, para evitar el deterioro del producto cosechado durante el almacenamiento, para el cual, el lugar seleccionado debe contar con las siguientes características:

- Ser un sitio adecuado para el almacenamiento de frutos.
- Cumplir con un adecuado aislamiento y resguardo.
- Tener las protecciones necesarias contra vectores y plagas. Además, debe contar con los resguardos para impedir el ingreso de distintos tipos de animales.
- Deben existir y encontrarse operativas las protecciones contra las adversidades climáticas.
- Los accesos a los lugares de almacenamiento deben ser controlados. Sólo podrá entrar personal autorizado.
- Las personas que laboren en estos recintos deben cumplir con las normas higiénicas correspondientes.

Los tomates son sensibles a la exposición a temperaturas bajas (menores de 12-13° C); por eso, recomendar una temperatura de almacenamiento depende de la madurez de los frutos. El manejo de la temperatura es crítico para mantener la calidad. El manejo de la temperatura es delicado, porque la aplicación de un rango depende de:

- 1- Estado de madurez.
- 2- Efecto que queremos lograr: - Para mantener el estado de madurez.
 - Para lograr avanzar el color.
- 3- Tiempo que queremos conservar el producto.

7.4.3.1. *Atmósfera controlada*

Una concentración de 3% de oxígeno y 97% de nitrógeno en tomates verde maduros nos permite conservar los frutos más de 6 semanas a 13° C. Luego de renovar el aire y ponerlos a 18° C, madurarán normalmente con sabor aceptable.

Someter tomates verde-maduros a niveles de CO₂ por encima de 3-5% durante un tiempo, puede ocasionar daños. Los síntomas incluyen retardo y maduración irregular, ablandamiento prematuro y aparición de áreas marrones en el extremo apical.

Si la concentración de O₂ es reducida a 2% o menos, se presentan problemas de desuniformidad de color y mal sabor. La atmósfera controlada reduce pérdidas de clorofila y de síntesis de licopeno, carotenoides y xantófilas.

Tomates verde maduros pueden ser almacenados a 13° C por siete semanas con una combinación de 4% de O₂, 2% de CO₂, y 5% de CO, y aún mantendrán una adecuada vida comercial y calidad aceptable por una o dos semanas a 20° C.

7.4.4. Transporte

El transporte en nuestro país desde las diversas zonas de producción se realiza mayoritariamente en camiones; y entre éstos, es más común la utilización de transportes abiertos, sin control de temperatura y cubiertos con lonas, que la utilización de camiones refrigerados.

Cuando el tomate es transportado en camiones sin control de temperatura, la carga es sometida a deterioros de su calidad por efectos de la incidencia del viento y la temperatura ambiente, y a la elevación de la temperatura generada por el mismo proceso respiratorio de los frutos. Si la temperatura durante el viaje es muy baja (0°C), posiblemente la parte superior de la carga sufra daños por congelamiento.

Cuando transportamos tomates en camiones refrigerados, tenemos que tener en cuenta que la capacidad de circulación del aire está diseñada para el mantenimiento, no para el descenso de la temperatura del producto. Por eso la carga debe ingresar al termo previamente enfriada (figura 237).



Figura 237. Transporte refrigerado

El modelo de conducción de aire en camiones con circulación de aire superior es usualmente a lo largo, y del frente (equipo) hacia atrás. El aire viaja desde el equipo de refrigeración sobre el producto, va hacia abajo por los costados y la parte posterior del producto, y regresa a través y/o abajo del mismo y sube por el frente hacia la unidad de refrigeración.

Para que las temperaturas de tránsito recomendadas se mantengan independientes del método de carga elegido, el transportista debe estibar la carga para proveer canales de aire a lo largo de todo el transporte.

7.4.5. Pérdidas poscosecha

Las pérdidas de poscosecha son consecuencia de alteraciones fisiológicas, físicas y patológicas. La magnitud de estas pérdidas varía en gran medida de acuerdo con el área de producción, la manipulación, el sistema de distribución y el tiempo transcurrido entre cosecha y consumo.

7.4.5.1. Desórdenes fisiológicos

Daño por enfriamiento (DPE)

El daño por enfriamiento puede ser definido como un daño causado por exposiciones a bajas temperaturas (pero no de congelación). Esto se manifiesta por maduración desigual (ocurre básicamente en tomates verde maduros, que han sido enfriados por un tiempo prolongado y no maduran uniformemente aun después de ser transferidos a condiciones óptimas de maduración) y aumento de susceptibilidad a podredumbres, básicamente alternaria.

Otros síntomas del DPE son: punteado superficial, ablandamiento superior al normal para cierto grado de madurez, y pardeado de las semillas.

Maduración irregular (Blotchy ripening)

Se presentan áreas de color amarillo, madurando en forma heterogénea (figura 238). Estos frutos son descartados en general en la caseta de empaque.



Figura 238. Maduración irregular en frutos cosechados

Causas

- Daño por enfriamiento.
- Virus (retrasan o suprimen la síntesis de licopeno en lugares del fruto).
- Exposición excesiva a altas temperaturas (aparecen áreas amarillas porque las temperaturas altas interfieren la síntesis de licopeno).

Quemaduras de sol

Se presentan en la superficie del fruto, como llagas o quemaduras secas y de color blanco.

Fruto hueco o puffines

Una fertilización inadecuada origina un desarrollo incompleto de la sustancia gelatinosa que recubre la cavidad locular; el fruto hueco se produce además por mala polinización. Estos frutos se magullan más rápido que los demás, son más livianos y pueden ser separados en líneas de empaque que tengan descarga en agua, porque flotan.

Podredumbre apical

Generada por problemas de traslocación del calcio. Se manifiesta en la parte apical de los frutos en forma de lesiones oscuras de aspecto seco.

Rajaduras o grietas

Pueden ser radiales o concéntricas, producidas por una expansión desigual de los tejidos durante el crecimiento o un simple fenómeno de turgencia. Ocurren normalmente, debido a la presencia de bajas temperaturas y rocío nocturno (figura 239).



Figura 239. Presencia de rajaduras o grietas en frutos cosechados

7.4.5.2. Daños mecánicos

Según distintas investigaciones, el daño mecánico produce más defectos durante la comercialización que todos los otros problemas combinados, incluyendo podredumbres. El problema es grave porque los productores y fleteros no reconocen cuán dañino puede ser golpear la fruta en la manipulación. No se ve el daño porque éste no aparece hasta que los tomates maduran. El problema comienza en la cosecha y continúa hasta el consumo del producto.

Los frutos que son arrojados, en vez de ser depositados en el contenedor de cosecha, pueden deformarse si el contenedor de cosecha o transporte es muy profundo; pueden ser dañados durante el vaciado del cosechero en una mesa de selección o correa transportadora (si la mesa o correa transportadora están sucias, el movimiento de los frutos les causa abrasión); comprimidos en los cajones al ser embalados; los cajones

pueden ser tirados, golpeados o comprimidos por peso; los caminos malos remueven los frutos y los magullan; los cajones, a su vez, pueden ser maltratados al descender del camión y, por último, los frutos pueden ser tirados y apretados en la bolsa del consumidor final.

El daño puede ser minimizado en el transporte empacando los frutos en forma apretada y no suelta en los cajones, porque un empaque apretado inmoviliza los frutos, un empaque suelto les permite moverse y rodar, con machucones y abrasiones como resultado.

El tipo de recipiente, ya sea de madera o cartón, no tiene mucha relevancia en la medida en que el empaque sea lo suficientemente fuerte para soportar el peso del contenido de la caja y las presiones de los recipientes superiores y laterales. La superficie interior es importante, ya que las paredes ásperas inevitablemente erosionan los frutos, cosa evitable con paredes lisas.

El grado de madurez de los frutos tiende a influenciar el tipo y la cantidad de daño. La mayor incidencia de daño en frutos rojos que en verdes es lógica, porque cuanto mayor sea el grado de madurez, más blando será el fruto.

7.4.5.3. Pérdidas por problemas fitopatológicos

Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora*)

Esta enfermedad puede ser muy grave en el período que va desde la cosecha hasta la comercialización. El agente causal es una bacteria, habitante natural del suelo, que se encuentra además en restos vegetales, recipientes y depósitos.

La podredumbre se desarrolla en cualquier parte del fruto que ha sido dañado por alguna causa: rajaduras, abrasiones o insectos. La lesión se presenta como una podredumbre blanda, que transforma los tejidos en una masa acuosa de olor desagradable.

Las causas que inciden en la aparición de la enfermedad son:

- Temperaturas entre 25-30° C, después de cosecha.
- Humedad Relativa alta, después de cosecha.
- Manejo inadecuado de tomates en el embalaje.
- Recipientes y depósitos sucios.

Control

- Mantener estado sanitario en cultivo.
- Cosecha en condiciones de baja humedad relativa ambiental.
- Manejo adecuado de los frutos en la recolección.
- Refrigerar el tomate de acuerdo a la temperatura para cada estado de madurez.

- Desinfectar cajones con retorno (soluciones bactericidas).

Podredumbre por Phytophthora parasítica

Aunque es una enfermedad del cultivo, aparece en poscosecha debido a que frutos infectados pasan inadvertidos, pero su aparición se produce durante el transporte y la comercialización siendo realmente explosiva, la infección se transmite del fruto enfermo al sano.

En los frutos aparecen manchas con una alternancia de zonas claras y oscuras; los tejidos se mantienen firmes. La infección se inicia aun con el fruto sano. Las causas que inciden en la aparición del problema son:

- Suelos mal drenados.
- Épocas de humedad relativa y temperaturas elevadas.
- Frutos que tocan el suelo o que, estando cerca del mismo, por salpicaduras reciben tierra.

Control

- Cultivar tomate en áreas de bajas precipitaciones o de suelos bien drenados.
- Realizar los tratamientos fúngicos en cultivo efectivos contra esta enfermedad.

Podredumbre agría (Geotrichum candidum)

Es una enfermedad típica de poscosecha, su aparición es bastante frecuente y produce grandes pérdidas. El agente causal es un habitante natural del suelo; la difusión del hongo se puede producir por insectos, lluvias y viento, y al ponerse en contacto con lesiones del fruto se desarrolla la podredumbre, la cual se manifiesta por una desintegración de los tejidos, de consistencia firme y luego húmeda. La epidermis se presenta arrugada y puede aparecer un micelio blanco-amarillento y olor característico a vinagre.

Las condiciones predisponentes son: alta humedad relativa y temperaturas de 30° C. Ataca tanto los frutos verdes como los maduros.

Control

- Evitar golpes, descartar frutos rajados.
- Temperaturas de conservación adecuadas para cada estado de madurez.
- Buen manejo sanitario en el campo.

Podredumbre húmeda (Rhizopus stolonifer)

Es tal vez la enfermedad más seria en poscosecha, de difícil aparición en campo. El hongo penetra por heridas y ataca preferentemente frutos maduros. Las condiciones predisposición son: alta humedad relativa y temperaturas entre 23 y 26° C.

Los síntomas en frutos son manchas pardas, los tejidos se ablandan y drenan líquido al romperse la piel, y aparece un olor característico a fermentación y la eflorescencia oscura del hongo que lo diferencia de *Erwinia carotovora*.

Control

- Temperaturas de conservación bajas detienen el proceso.

Podredumbre por Alternaria tenuis

Es una enfermedad que aparece en el campo y también en almacenamiento. La zona afectada se mantiene firme y seca y toma una coloración negruzca con la superficie algo húmeda. Sobre la lesión se desarrolla una eflorescencia gris oscura, constituida por el micelio y la fructificación del hongo.

Son condiciones de predisposición:

- Rajaduras en la epidermis.
- Picaduras de insectos.
- Temperaturas bajas durante el ciclo del cultivo.
- Temperaturas que produzcan DPE.
- Quemaduras de sol.
- Podredumbre apical.
- Humedad Relativa alta y temperaturas entre 24-28° C.

Control

- Mantener condiciones sanitarias del cultivo mediante aplicaciones de ditiocarbamatos.
- Tratar de no cosechar o producir tomates en épocas que estén sometidas a bajas temperaturas frecuentes, que debilitarán los frutos y facilitarán la aparición de *A. tenuis*.

Podredumbre gris (Botrytis cinerea)

No es común encontrarla en el mercado, pero si aparece es más probable que se verifique con tiempo húmedo y frío. Las lesiones sobre el fruto emergen con más frecuencia en las áreas del hombro adyacentes a la cicatriz del pedúnculo y cáliz. Las áreas pueden tener un aspecto acuoso, virando las manchas del color verde al marrón. Ataca tanto los frutos maduros como verdes (figura 240).

La aparición del hongo de color grisáceo se produce en las lesiones que han agrietado, o se puede desarrollar lentamente sobre la superficie en el centro de las manchas más avanzadas.



Figura 240. Presencia de Botrytis en frutos cosechados

El desarrollo del hongo es más rápido a temperaturas de 24-16° C, y aunque es menos rápido a temperaturas bajas, continúa el desarrollo incluso a 0° C. Tomates expuestos a temperaturas moderadas bajas por períodos prolongados, tanto en el campo como en el transporte, parecen ser más susceptibles a la podredumbre que aquellos a temperaturas normales. La enfermedad puede ser, por lo tanto, más dominante a temperaturas bajas que a temperaturas de 24-26° C, las cuales son aptas para el desarrollo del hongo. Aunque la podredumbre puede diseminarse desde los frutos podridos a frutos sanos en el empaque, la mayoría de las podredumbres vistas en el mercado son originadas por infecciones ocurridas en el campo, en el momento de la cosecha o del empaque.

Control

- Buen manejo sanitario en plantación.
- Tomates verde maduros deben ser transportados entre 13-18° C
- Frutos virados deben mantenerse a menor humedad relativa (85%) y 21° C.

Para el manejo de las enfermedades en poscosecha se recomienda la aplicación de productos foliares a base de calcio durante el cultivo, ya que el calcio fortalece los tejidos de los frutos y disminuye los problemas fisiológicos y patológicos en poscosecha. Además es importante ofrecer al cultivo las condiciones adecuadas de luminosidad y aireación.

Durante la cosecha se deben utilizar guantes y recipientes limpios y en buen estado. En el cultivo se deben adecuar sitios protegidos del sol para evitar que los frutos sean trasladados y manipulados de manera excesiva y prolongada. Los cuartos de selección, clasificación y almacenamiento deben poseer condiciones de buen aseo, ventilación y luminosidad.

Muchos de los organismos que son plagas y patógenos en poscosecha y las impurezas (tierra, mugre, residuos de plaguicidas) pueden ser removidos mediante prácticas de lavado con surfactantes o dispersantes (Agrotin SL, Inex-A, jabón detergente) y desinfección de frutos con hipoclorito de sodio al 0,5% y lavado con agua y secado posteriores mediante flujos de aire cálido. Las fuentes de agua deben

ser limpias, ya que se ha comprobado que en ocasiones pueden diseminar organismos patógenos. Aunque la calidad inicial de la fruta no puede ser mejorada aplicando tecnologías poscosecha, la aplicación de sistemas adecuados para su conservación sí permite mantener la calidad de la cosecha por espacios largos de tiempo.

La utilización de cuartos de almacenamiento con refrigeración es indispensable para hacer más lento el proceso de deterioro de los frutos, y limita el desarrollo de muchos de los patógenos poscosecha. Experimentalmente, algunos aislamientos de la levadura *Pichia onychis* en el manejo de los hongos *R. stolonifer*, *A. alternata* y *B. cinerea*, han sido efectivos en tratamiento poscosecha de frutos de tomate.

Los cuartos de almacenamiento, las bandejas de siembra, así como las canastillas en las cuales se transportan y comercializan las hortalizas, se deben desinfectar mediante aspersión en los cuartos, o inmersión de bandejas y canastillas en productos a base de hipoclorito de sodio al 1 o 2%, o yodo agrícola (Agrodyne SL en dosis de 2 a 3cc/l).

7.5. Manejo de residuos de cosecha

Los residuos orgánicos se pueden compostar en sitios o en lugares acondicionados para su elaboración.

Se debe capacitar a los productores sobre técnicas y estrategias de reciclaje de los residuos orgánicos de la finca.

La producción de tomate es un sistema altamente generador de residuos de cosecha y de otros tipos, que resultan de podas, plantas enfermas y renovación del cultivo. El manejo tradicional de estos residuos por el agricultor es incorporarlos al suelo sin ningún tratamiento, al momento de preparar el terreno para nuevas siembras. Generalmente, estos residuos son portadores de hongos, bacterias, y nemátodos fitopatógenos y de plagas fitófagas, que actúan como fuente de inóculo o de infestación para el nuevo cultivo, de esta forma se perpetúa el ataque de plagas y enfermedades, y el productor se ve obligado a aplicar, cada vez con más frecuencia, fungicidas e insecticidas para controlarlas.

La producción de compost a partir de residuos de cosecha (figura 241), para la obtención de materia orgánica, es una valiosa estrategia en la producción limpia de hortalizas. El compost maduro aporta nutrientes y humus, mejora la capacidad de retención de agua, el drenaje y la aireación del suelo, reactiva la microflora del suelo, ayuda a la formación de sustancias protectoras, antibióticos, auxinas y otros componentes bióticos que permiten la defensa de las plantas al ataque de plagas y enfermedades. También mejora la asimilación de los nutrientes minerales del suelo, al permitir la disminución de la dependencia de aplicaciones externas de fertilizantes sintéticos, y es una solución para el manejo de residuos de cosecha que pueden ser fuente de inóculo de plagas y enfermedades.



Figura 241. Compostaje para el manejo de residuos de cosecha

En el proceso de descomposición de los residuos de cosecha actúan una serie de microorganismos benéficos, que favorecen el proceso de fermentación necesario para la obtención de materia orgánica, tales como bacterias ácido-lácticas, levaduras y algunas bacterias fotosintéticas, hongos actinomicetos y otro tipo de microorganismos. También favorecen la degradación de plaguicidas, suprimen los hongos del suelo que pueden atacar las plantas cultivadas, incrementan el reciclaje de nutrientes en el suelo y producen compuestos bioactivos, tales como vitaminas, hormonas y enzimas que estimulan el crecimiento de las plantas.

Entre estos microorganismos del suelo se pueden mencionar:

Las bacterias *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, y *Pseudomonas putida*, que producen antibióticos para el control de hongos fitopatógenos. Los hongos *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium fumiculosum*, *Aspergillus ochraceus*, que controlan hongos del suelo del género *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.* y *Phytophthora sp.*

Los hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces spp.* y *Nomurea rileyi*, que afectan las poblaciones de insectos plaga del suelo, como chiza y trozadores.

El hongo *Paecilomyces lilacinus*, un eficiente controlador de los nemátodos fitopatógenos, los cuales también son afectados por los hongos depredadores *Athrobotrys sp.*, *Dactylaria sp.* y ciertas bacterias quitinolíticas.

Los nematodos benéficos entomófagos como *Steinernema carpocapsae*, *Heterorahbdityes spp.* y otros, que parasitan los insectos del suelo y ciertos nemátodos fitopatógenos.

En el comercio existen varios productos, con combinaciones de diferentes microorganismos, cuya función principal es la de acelerar el proceso de descomposición de residuos de cosecha para la producción de materia orgánica en el suelo e incrementar la comunidad de organismos benéficos del mismo.

8. Costos de producción

8.1. Conceptos básicos

Se entiende por costo la inversión requerida para producir un bien o prestar un servicio. El costo tiene la connotación de contribuir a un objetivo productivo, en esto se diferencia del concepto de gastos.

Los costos de producción agrícola son un instrumento para tomar decisiones; como tal, deben proveer la mejor información posible con el fin de disminuir el riesgo. Por esta razón, es básico construir costos de producción lo más cercanos a la realidad.

Algunas de las decisiones que se toman con base en los costos agrícolas son:

- Decisiones sobre política
- Orientar la investigación
- Establecer ventajas comparativas para invertir en un cultivo

- Otorgar financiación para inversiones agrícolas
- Constituir seguro de cosecha
- Recibir prendas sobre cultivos
- Avalúo de daños

La producción agrícola, a su vez, es el resultado del uso eficiente de la energía solar; esta eficiencia depende de la interacción de varios elementos, los cuales se pueden agrupar así:

- Potencial genético de la especie cultivada
- Disponibilidad de agua
- Disponibilidad de nutrientes
- Talento humano (manejo del cultivo, administración, control de plagas y enfermedades)

8.2. Factores que afectan los costos agrícolas

Los costos agrícolas son la inversión requerida para obtener una determinada cantidad de producto, dependen de la oferta ambiental, que es propia de cada ecosistema, del balance hídrico de la región, la luminosidad, la humedad relativa, las heladas, entre otros elementos. Así, el aporte de agua por precipitación determinará la necesidad de obtener costos por riego o mantenimiento de drenajes. La fotosíntesis depende de la luminosidad, la presencia de hongos patógenos puede estar influenciada por una

mayor humedad relativa o mayor nubosidad. Los cambios bruscos de temperatura causan estrés a la planta y alteran su fisiología.

Igualmente, los costos agrícolas dependen de los patrones de tecnología. El uso indiscriminado o inadecuado de insumos industriales puede encarecer innecesariamente los costos.

De acuerdo con estos criterios se obtienen los costos totales por unidad de superficie, los cuales son específicos para cada ecosistema.

8.3. Costos unitarios

El costo unitario se obtiene del costo total del cultivo dividido por el número de unidades producidas, es decir, el costo de producir una unidad de producto, ya sea un kg o una tonelada. Este costo unitario de producción se puede comparar con el precio unitario que paga el mercado por el producto, para, a partir de ahí, tomar decisiones.

Si se mantiene constante el patrón de costos totales, en la medida en que la producción sea más eficiente, expresada como cantidad mayor de unidades producidas, el costo unitario disminuye; por el contrario, una menor producción aumenta el costo unitario. De igual forma, si se mantiene constante la producción, pero disminuyen los costos totales, se logra bajar el costo unitario del producto.

En general, la disminución de costos unitarios garantiza la competitividad del cultivo y su permanencia en el mercado, y debe ser un propósito de los productores apoyados por los investigadores, extensionistas y asistentes técnicos.

Con base en el costo total, es importante conocer en qué proporción cada uno de estos costos participa en el costo final y tener la estructura de costos.

Con estos conceptos se establece la importancia de los costos de producción agrícola y, por ende, de la necesidad de profundizar en el tema, adelantar una discusión sobre el mismo y llegar a un sistema de clasificación y un procedimiento para establecerlo.

8.4. Clasificación de los costos agrícolas

Hay diferentes maneras de establecer los costos. Para establecer los costos agrícolas se utiliza la clasificación de acuerdo a la identidad con respecto al producto. Algunos costos pueden ser identificables por su participación en la elaboración del producto; en otros casos, esto no es fácil de hacer; entonces se clasifican en:

- *Costos directos*: pueden ser fácilmente identificables con la producción; se causan directamente para el proceso productivo. Tal es el caso de insumos,

mano de obra, transporte, arrendamiento de tierras, empaques, maquinaria, materiales.

- *Costos indirectos*: usualmente son costos globales que demanda el negocio. Es muy difícil identificarlos con el producto, por ejemplo: honorarios profesionales, relaciones públicas, seguros, servicios públicos y asesorías. Igualmente, papelería, licencias, trámites, contabilidad, etc.
Los costos de ventas corresponden a las comisiones pagadas por ventas, publicidad y gastos de notaría y registro.
- *Los costos financieros*: corresponden al costo del dinero vinculado con el proyecto de inversión, comprenden los valores financiados por el sistema financiero. Generalmente en los proyectos agrícolas y de construcción equivalen al 80% de los costos directos. Sin embargo, los recursos financieros propios del inversionista tienen un interés de oportunidad, ya que podrían generar rendimientos si no estuviesen vinculados al proyecto; por esta razón se estima el costo financiero sobre los saldos negativos dentro del flujo de caja en el período analizado.
El valor del dinero sale de un costo promedio ponderado entre el interés de oportunidad del dinero del inversionista y el costo del dinero en el sistema financiero.

8.4.1. Costos en proyectos de mediano y tardío rendimiento

Los negocios tienen ciclos de acuerdo con su complejidad y duración; un proyecto de inversión puede contemplar: etapas de preinversión, como estudios de pre y factibilidad, etapa de puesta en marcha o inversión y etapa de operación.

Los costos de preinversión corresponden generalmente a estudios, investigaciones y diseños preliminares; si el proyecto muestra viabilidad, estos costos son imputables a la inversión.

8.4.2. Costos de inversión

Se puede decir en términos generales que los costos de inversión comprenden todas las erogaciones hasta el momento en que el negocio empieza a producir beneficios. Pueden ser los estudios preliminares, compra de terrenos, construcciones, maquinaria y equipos, establecimiento de cultivos, compra de semovientes, etc.

8.4.3. Costos de operación

Cuando el negocio inicia la producción de beneficios, termina la fase de inversión y tiene lugar la fase de operación. En esta etapa, los costos que se causan se denominan costos de operación, y corresponden a las erogaciones rutinarias para que

el negocio funcione: insumos, mantenimiento, servicios, administración, costos de ventas, etc.

8.5. Método para determinar los costos

El nivel de tecnología establecido para un cultivo da lugar a una serie de actividades, cada una de las cuales tiene unos costos, para determinarlos se establecen, en primera instancia, las unidades físicas requeridas expresadas en magnitud y número. Por ejemplo: fertilizantes requeridos: 300 kg/ha; para control de malezas: 25 jornales/ha.

Este patrón de actividades es más o menos constante para cada cultivo, de tal manera que una vez establecido se sigue utilizando hasta que se produzca un cambio tecnológico significativo.

Para cada ciclo del cultivo se establece el costo de cada unidad y de cada actividad, y para ello se toman los precios de mercado; estos precios son el elemento variable, y para cada época es necesario investigarlos.

La suma de todos los costos corresponde a los costos totales. Una vez que se establecen los costos totales y se conoce el número de unidades que se espera producir, se obtiene la relación entre los dos datos para obtener el costo por unidad producida.

Ejemplo:

Los costos totales de un cultivo ascienden a \$1'500.000 pesos, el total de unidades producidas es de 2.500 kg, de tal manera que el valor por unidad productiva es igual a:

$$\text{Costo Unitario} = \$1'500.000/2.500 \text{ kg} = \$600/\text{kg}$$

Si el precio del mercado de ese producto es de \$800/kg, el negocio analizado es viable; si, por el contrario, fuese únicamente de \$500/kg, el negocio no es rentable. Con estos datos el productor tiene elementos de juicio para tomar decisiones.

En la tabla 18 se relacionan los costos de producción para 1.000m² de tomate bajo invernadero, discriminando todas las actividades de producción, así: mano de obra, fertilizantes, plaguicidas, infraestructura y otros.

Tabla 18. Costos de producción de 2.272 plantas de tomate bajo invernadero de 1.000 m².

Actividades	Producto utilizado	Unidad	1.000 m ²	Valor total
Mano de obra				
Transplante			3	45.000

Aporque			3	45.000
Fertilización			26	390.000
Tutorado			31	465.000
Deschuponado			29	435.000
Fertilización foliar			5	75.000
Poda de hojas			15	225.000
Descolgado			22	330.000
Poda de yema terminal			3	45.000
Control sanitario			15	225.000
Cosecha			24	360.000
Subtotal			176	2.640.000
Porcentaje de participación				44,71
Insumos	Materia orgánica	Kilos	350	56.000
Fertilizante	Cal Dolomítica	Kilos	100	18.000
	Sulfato de magnesio	Kilos	10	1.600
	Sulfato de potasio	Kilos	50	73.600
	Nitrato de calcio	Kilos	50	78.600
	10-20-20	Kilos	150	165.000
	17-6-18-2	Kilos	350	350.000
	Vicor 2	Kilos	50	63.900
	Folkabo	Kilos	1	15.000
	Nitrato de potasio	Kilos	200	400.000
	Foskaprin	Litros	1	15.000
	Nitro cal	Litros	4	50.000
	Fosfato de amonio DAP	Kilos	50	55.000
	Wuxal magnesio	Litro	1	25.000
	Micorrizas	Kilos	50	60.000
Subtotal				1.285.700
Porcentaje de participación				21,78
Plaguicidas	Benoagro	bolsa 100 g	3	27.300
Fungicidas y bactericidas	Curzate	Libra	1	15.000
	Koccide 1001	Kilo	1	18.100
	Cobrethane	Kilo	1	18.210
	Antracol	bolsa 400 g	1	15.000
	Previcur	Litro	1	100.000
	Kasumin	Litro	1	77.000
	Score	Frasco 500 cc	1	100.000
	Derosal	Frasco 500 cc	1	34.000
Subtotal				404.610
Porcentaje de participación				6,85
Insecticidas	Match	Frasco 500 cc	1	75.000
	Decis	Frasco 500 cc	1	50.000
	Dipel WG	Libra	1	80.000
	Capsiallil	Frasco 500 cc	1	50.000
	Ecomix	Frasco 500 cc	1	16.000
	Polo	Frasco 500 cc	1	25.000
Subtotal				296.000
Porcentaje de participación				5,01
Otros	Semilla	plta	2.386	357.900
	Argollas	unidad	6.818	340.900
	Fibra	conos (9.000)	6	42.000
				740.800

Porcentaje de participación				12,55
Total				5.367.110
Imprevistos 10%				536.711
Porcentaje de participación				9,09
Gran total				5.903.821

Producción por planta	7 kg
Rendimiento por 1.000 m ²	15.904 kg
Porcentaje de pérdidas (-10%)	1.590 kg
Rendimiento neto	14.314 kg
Precio de venta de un kilo	\$800
Costos de producción 1.000 m ²	\$5.903.821
Costo de producción por planta	\$2.598,50
Costo de producción de un kilo	\$371
Utilidad de un kilo	\$429
Ingreso 1.000 m ²	\$11.451.200
Utilidad neta	\$5.547.379
Rentabilidad	115,57%

Tabla 19. Costo de Invernadero 1.000 m²

Infraestructura	Unidad	Valor unidad	Valor total
Costo invernadero*	1 m ²	9.000	9.000.000
Riego**	1 m ²	1.400	1.400.000
Estacones***	300	3.500	1.050.000
Grapas****	1	4.900	4.900
Alambre N.º 12*****	15	4.500	67.500
Total			11.522.400
Análisis de suelos			120.000

* El costo se puede diferir a 6 cosechas; **diferir a cinco cosechas; ***diferir a tres cosechas; ****diferir a cuatro cosechas.

9. Salud, seguridad y bienestar

9.1. Condiciones de trabajo y de los trabajadores

Uno de los ejes fundamentales de las Buenas Prácticas Agrícolas es la protección a los trabajadores de los predios agrícolas. Para esto se deben cumplir las especificaciones que se mencionan a continuación y, de manera anexa, toda la legislación relacionada con el tema.

Hay que subrayar que todos los trabajadores deben contar con contratos de trabajo, tener sus cotizaciones provisionales al día y tener un horario de trabajo establecido. Estas mismas exigencias se deben hacer al trabajar con contratistas. Se debe guardar copia de estos documentos en el predio.

9.1.1. Capacitación

- Todo el personal que labora en la finca debe recibir capacitación en las labores que realiza.
- Todo el personal, tanto permanente como temporal, debe recibir capacitación básica sobre higiene para el manejo de los productos. Se debe dar especial énfasis a la higiene de las manos, la protección de cortes en la piel y la limitación de fumar, comer y beber en los lugares permitidos.
- Todo el personal que trabaje con productos fitosanitarios debe recibir una capacitación especial referida a la preparación, manipulación y aplicación de fitosanitarios, y al uso del equipo de protección personal y de los equipos de aplicación.
- Las normas entregadas en las actividades de capacitación deben ser proporcionadas por escrito y de manera entendible para el personal.
- Esta capacitación debe ser efectuada por cualquier institución, profesional o monitor con experiencia comprobable en el tema.
- Cada capacitación debe quedar registrada y contar con un certificado de asistencia o aprobación. Se debe indicar tema de capacitación, fecha, encargado de la capacitación, nombre y firma del participante. Estos documentos deben quedar archivados.
- Cada vez que ingrese un nuevo trabajador, o que una persona sea removida de una función a otra, debe capacitarse en su nueva labor.

9.1.2. Seguridad

- Se debe desarrollar un plan de acción que promueva condiciones de trabajo seguras y saludables.

- Deben prepararse procedimientos para casos de emergencia y accidentes. Estas indicaciones deben estar escritas y ser de fácil entendimiento para los trabajadores. Se deben incluir los teléfonos de emergencia para incendios, accidentes, intoxicaciones, etc.
- Los distintos peligros que se presenten en el predio deben ser claramente identificados mediante señalizaciones.
- Debe haber botiquines equipados adecuadamente en el lugar donde se realice alguna labor. La ubicación del botiquín debe ser de fácil acceso y conocida por el personal.
- Los trabajadores deben contar con el equipamiento necesario para su protección personal según las labores que realicen. Esta condición reviste especial importancia en el caso de manipulación de productos fitosanitarios.
- Las maquinarias y equipos de trabajo, y los equipos eléctricos deben mantenerse en buen estado. Se les debe realizar revisiones periódicas para evitar accidentes de los trabajadores.

9.1.3. Servicios básicos para el personal

- En todas las jornadas se debe de contar con agua potable o potabilizada destinada a la bebida y lavado de manos del personal (Figura 242).



Figura 242. Agua potable

- El agua debe ser distribuida por medios sanitariamente adecuados. En caso de utilizar envases:
 - Deben estar limpios, exterior e interiormente.
 - No deben tener sedimentos en su interior.
 - Deben tener una llave dispensadora para sacar el agua.
 - Se deben mantener sobre alguna estructura que evite su contacto con el suelo.
 - El agua debe estar limpia, fría y sin olores extraños.
 - Los bidones con agua de bebida deben mantenerse a la sombra.
- Se debe disponer de baños fijos o móviles para el personal. Éstos deben mantenerse en buen estado y limpios; deben estar en número adecuado para la cantidad de trabajadores y ser de fácil acceso (figura 243).



Figura 243. Baños para uso del personal que labora en el predio

- Los baños deben ubicarse a más de 100 m de fuentes o cursos de agua.
- Todos los baños deben contar con un sistema de recepción de aguas servidas. No se puede verter esta agua a cursos de agua o directamente en los campos.
- Cualquiera que sea el tipo de baños existente en la finca, se debe cumplir con las siguientes normas mínimas de higiene:
 - Deben ser fáciles de lavar y deben mantenerse siempre limpios, interior y exteriormente.
 - Si los baños se utilizan durante faenas nocturnas, deben tener iluminación.
 - Las puertas deben cerrar bien.
 - Deben contar con basureros con tapa.
 - Deben contar con dispensador de papel higiénico.
 - Deben tener señalización que indique la obligación de lavarse las manos después de usar el baño.
 - No deben contaminar el suelo, agua, materiales ni equipos, por ejemplo a través de filtraciones.
- A la salida de los baños debe haber instalaciones para el lavado de manos. Deben contar con los siguientes elementos mínimos:
 - Agua potable o potabilizada. Puede estar contenida en un recipiente de plástico, cerrado y con llave dispensadora para sacar el agua.
 - Dispensadores de jabón.
 - Elementos para secado de manos, los cuales deben ser desechables.
- Se debe elaborar un programa de limpieza de los baños que incluya productos, dosis, frecuencia de aplicación, persona encargada y lista de verificación. Se debe llevar un registro de esta actividad.
- Aquellos predios que cuenten con colectivos o viviendas para el personal, deben cumplir con lo siguiente:
 - Mantenerlos en buen estado, limpios, bien ventilados y con una iluminación adecuada.

- Tener piso liso.
- Contar con servicios higiénicos (baños y duchas) de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente.
- Se debe contar con un programa de higiene del lugar y se debe incluir en el programa de control de vectores y plagas.
- Deben existir instalaciones básicas para la alimentación del personal. Se puede disponer de comedores fijos o móviles, los cuales deben:
 - Mantenerse limpios y ordenados.
 - Contar con basureros con tapa.
 - Tener agua potable o potabilizada para el lavado de manos del personal.
 - Contar con un medio de conservación de los alimentos, cocinilla y lavaplatos cuando los trabajadores deban llevar su alimento.
 - Ubicarse en áreas protegidas del sol o de otros factores climáticos (viento, lluvia, etc.).
 - Existir un programa de limpieza del recinto. En él se debe documentar la forma de limpieza, los productos, dosis y frecuencia de aplicación, y el encargado de ello.
 - Las superficies de las mesas deben ser lavables y deben permanecer limpias.

9.1.4. Medidas de higiene

- El personal debe respetar las medidas de higiene e inocuidad dispuestas por el predio.
- El personal debe conocer las distintas señales educativas presentes en el predio y respetar lo que se quiere de ellas, en lo referente a medidas de higiene (“Lávese las manos”; “Use los baños”), restricción de acceso a lugares prohibidos y zonas habilitadas para comer y fumar.
- El personal con enfermedades contagiosas o con síntomas de ellas (diarrea, vómito, etc.), debe dar aviso al encargado, y no trabajar manipulando producto fresco.
- Las visitas que lleguen al recinto deben cumplir con las mismas exigencias que el personal que labora en él.

9.1.5. Vías de intoxicación por plaguicidas en el organismo humano

Los plaguicidas pueden ingresar al cuerpo humano por varias vías: por ingestión (vía oral), por inhalación (por la nariz), y por contacto con la piel (vía dérmica)) y los ojos. Usualmente los trabajadores agrícolas solamente tienen claro el concepto de la intoxicación por vía oral.

Vía oral o ingestión: es la vía que generalmente produce las consecuencias más graves. Se presenta en intoxicaciones accidentales por diversas causas como son:

- Comer, beber o fumar con las manos (o los guantes) contaminados.
- Consumir alimentos contaminados. Los alimentos pueden contaminarse en el almacenamiento o durante el transporte, o por guardar alimentos, aguas u otras bebidas en recipientes que han contenido plaguicidas, etc. Igualmente, se consumen alimentos contaminados cuando no se tienen en cuenta los plazos recomendados entre la última aplicación del plaguicida y la cosecha (periodo de carencia).
- Por errores o confusiones que se presentan por reenvasar plaguicidas en recipientes de alimentos o bebidas. Por ejemplo, un plaguicida líquido en una botella de cerveza o gaseosa, un polvo blanco en un tarro de leche en polvo, etc.
- Por tratar de destapar las boquillas o los filtros de los equipos soplándolos.

Vía respiratoria: Puede presentarse por causas tales como:

- Preparar mezclas y cargar los equipos de aplicación con productos tóxicos y volátiles en ambientes cerrados o con baja ventilación, especialmente en climas cálidos.
- Preparar mezclas o cargar los equipos con productos en polvo, expuesto al viento.
- Aspirar la nube de aspersión. Esta circunstancia se da sobre todo al hacer aplicaciones en ambientes cerrados como bodegas o invernaderos o a cultivos altos (arriba de la cintura del aplicador o mayores).
- Aspirar la nube de polvo al aplicar sustancias sólidas para espolvoreo.
- Aspirar los vapores o gases de productos de fumigación, bien sea al momento de la aplicación o después.
- Aspirar nieblas finas como las producidas por aerosoles o termonebulizadores.
- Aspirar humos o vapores procedentes de incendios en los cuales estén involucrados plaguicidas o de quemas de envases contaminados.
- En las bodegas o almacenes, aspirar vapores tóxicos, procedentes de recipientes mal cerrados o rotos, o de derrames no limpiados oportunamente.
- Usar respiradores inadecuados o filtros contaminados.

Por la vía respiratoria es que se presentan efectos más rápidamente y éstos generalmente son graves. Cuanto más pequeñas sean las partículas suspendidas en el aire, más fácil y profundamente penetran por esta vía. Partículas menores de 10 micras pueden llegar hasta el alvéolo pulmonar. Partículas de 50 a 100 micras son retenidas por la cavidad nasal y se absorben por las mucosas. La superficie de absorción de los pulmones es de unos 70 metros cuadrados y el alvéolo pulmonar, donde se produce el intercambio de gas carbónico y el oxígeno en la sangre, sólo presenta una capa de células, de modo que los gases, vapores, humos o partículas en general que logren llegar al alvéolo, se incorporan fácilmente en la sangre.

Vía dérmica: Es la vía más frecuente de intoxicación ocupacional con plaguicidas. Se estima que un 90% de las intoxicaciones ocupacionales se presentan por esta vía. La intoxicación por vía dérmica ocurre por causas tales como:

- Derrames o salpicaduras en la piel de productos concentrados (por ej.: al medir los productos o tanquear los equipos de aplicación) o diluidos (por ej.: por fugas en los equipos de aplicación, tanques, mangueras o conexiones).
- Por exposición continuada a la nube de aspersión o a su depósito.
- Por el uso de ropas o elementos de protección contaminados o rotos.
- Por tocarse la piel con los guantes contaminados (por ej.: para limpiarse el sudor o quitarse el respirador).
- Por malos hábitos de higiene o carencia de ellos.
- Por reparar equipos de aplicación contaminados.

La piel es una buena barrera contra algunas sustancias, pero también puede absorber otras que entran en contacto con ella; no todas las zonas del cuerpo humano tienen la misma capacidad de absorción. En ensayos hechos con productos organofosforados se encontró que la parte externa del antebrazo era la de menor absorción; en comparación, la absorción por la cara y el cuero cabelludo es unas cuatro veces mayor, por el abdomen unas dos veces mayor y en la región genital casi doce veces mayor.

Los ojos, la lengua y la boca tienen también una gran capacidad de absorción. Las heridas, raspaduras e infecciones en la piel, así como la sudoración, aumentan la capacidad de absorción.

La formulación de un plaguicida también influye en la facilidad con que es absorbido por la piel. Las formulaciones líquidas que contienen solventes, como los concentrados emulsionables, penetran más rápidamente que las formulaciones secas como los granulados, polvos mojables o de espolvoreo, etc. Los ingredientes activos que son solubles en grasas (liposolubles) penetran más fácilmente por la piel.

Cuando hay contaminación de la piel, la probabilidad de intoxicación aumenta en proporción con el área contaminada y con el tiempo que transcurra entre la contaminación y el lavado de la piel.

10. Registros y trazabilidad

10.1. Establecer un sistema documentado de implementación de trazabilidad

Un sistema de trazabilidad hace parte de las Buenas Prácticas Agrícolas (véase norma NTC 5400:2005), por tanto contribuye al logro de la inocuidad alimentaria, porque permite a los productores, fabricantes y autoridades sanitarias seguir la pista de un alimento desde su origen hasta que llega a manos del consumidor, incluyendo las materias primas y el material de empaque; contribuye además a que las autoridades sanitarias activen la red de alerta alimentaria e inmovilicen rápidamente los productos inseguros y, si es necesario, los retiren del mercado, cuando se tengan sospechas fundadas de que un alimento puede causar problemas de salud. Igualmente, a los productores y fabricantes les sirve para localizar rápidamente un lote problemático, de manera que el resto de la producción no se vea afectado.

A los consumidores les da tranquilidad saber que, si surge una inconformidad con el producto, pueden utilizar su derecho de reclamación y asegurar la toma de acciones correctivas, además del derecho que tienen a recibir información sobre el origen y otros datos esenciales del alimento que les permitan decidir si consumen o no ese producto.

En términos de implementación, la trazabilidad se inicia con la identificación de la finca y los respectivos lotes de producción. Se recomienda elaborar un plano topográfico que permita visualizar toda el área, ubicar la infraestructura, las vías de acceso, los nacimientos y corrientes de agua, las áreas cubiertas con bosque y cada uno de los lotes. En forma complementaria se debe elaborar documentación que registre todas las actividades que se desarrollen en el predio en función de obtener el producto.

Esta información, además de permitir rastrear el producto, permite hacer seguimiento y tener control sobre las diferentes operaciones que se realizan en la unidad productiva, y con base en ello establecer los planes de mejoramiento continuo.

Para implementar un sistema de trazabilidad se requiere establecer una codificación que permita identificar el producto, el lote, la finca, la comercializadora y las personas que participan en el proceso, de tal manera que en cualquier momento sea posible hacer el rastreo.

10.2. Plan de manejo de documentación y registro

Los planes operativos estandarizados, el manual de procedimientos y los instructivos son documentos que permiten unificar criterios en torno al objetivo y la forma de realizar cada una de las actividades, para evitar pérdidas de recursos y de tiempo. Los procedimientos deben ser realizados bajo los lineamientos de manejo de documentación contenidos en la Norma ISO 9000 versión 2000. Los instructivos y procedimientos deben contener:

- Definición y alcance: describir lo que se quiere hacer. Objetivo: Es el propósito que se espera alcanzar.
- Contenido: describe la forma, cómo, con qué y la frecuencia como se deben realizar las diferentes tareas u operaciones que, en su conjunto, permitirán lograr el objetivo.
- Documentos de referencia que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del instructivo o procedimiento.

Los procedimientos o instructivos principales que se requieren elaborar para BPA son:

- Obtención de semillas de calidad.
- Toma de muestras de suelos.
- Aplicaciones de fertilizantes.
- Aplicaciones de productos fitosanitarios.
- Operaciones de cosecha.
- Operaciones de manejo poscosecha.
- Preparación del terreno para la siembra.

Los formatos de registros son documentos de especial importancia en los que se guarda información sobre cada una de las labores que se realizan en las diferentes etapas de la cadena, que le sirven al empresario para evaluar su desempeño y aplicar correctivos para mejorar en forma continua. Con vistas a implementar Buenas Prácticas Agrícolas, se recomienda registrar la información por lotes. Los registros principales en las BPA son:

Libro diario de actividades

El formato debe contener, como mínimo: en el encabezado el nombre de la finca, la ubicación (vereda, municipio), el lote, el cultivo, la variedad, la fecha de siembra, si se trata de árboles el número de plantas, y las distancias de siembra. En el cuerpo del formato debe consignarse:

- La fecha.
- La actividad.
- Las horas o jornales invertidos.
- Los insumos utilizados describiendo el nombre de cada uno, la cantidad aplicada y el nombre del responsable de la aplicación.

Registro de aplicación de fertilizantes

Este formato debe contener en su encabezado el nombre de la finca, la vereda y el municipio; el propietario, el cultivo, el lote, la especie, la variedad, la fecha de siembra, las distancias de siembra, el número de plantas, y el nombre del asistente técnico. El cuerpo del formato debe contener:

- Fecha
- Nombre del fertilizante
- Presentación
- Justificación de la aplicación
- Dosis
- Equipo de aplicación
- Nombre del operario que realizó la aplicación

Registro de aplicación de abonos orgánicos

Los registros para las aplicaciones de abonos orgánicos, en su encabezado, deben contener: el nombre de la finca, la vereda, el municipio y el propietario; el cultivo, la especie, el lote, la variedad, la fecha de siembra, las distancias de siembra, el número de plantas, y el nombre del asistente técnico. El cuerpo del formato debe contener:

- Fecha
- Nombre del abono orgánico
- Registro ICA
- Presentación (líquido, sólido)
- Justificación de la aplicación
- Dosis
- Equipo de aplicación
- Nombre del operario que realizó la aplicación

Registro de nuevas siembras

Los registros para nuevas siembras en su encabezado deben contener: el nombre de la finca, la vereda, el municipio y el propietario; el cultivo, la especie, el lote, la variedad, la fecha de siembra, las distancias de siembra, el número de plantas, y el nombre del asistente técnico. El cuerpo del formato debe contener:

- Fecha de siembra
- Distancias
- Procedencia (de la misma finca o comprado en viveros)
- Certificación o Registro sanitario
- Cantidad de plantas
- Edad
- Nombre de la persona responsable de la compra

Registro de aplicaciones de productos fitosanitarios:

Los registros para las aplicaciones de productos fitosanitarios en su encabezado deben contener: el nombre de la finca, la vereda, el municipio y el propietario; el cultivo, la especie, el lote, la variedad, la fecha de siembra, las distancias de siembra, el número de plantas, y el nombre del asistente técnico; El cuerpo del formato debe contener:

- Fecha
- Nombre del producto fitosanitario
- Ingrediente activo
- Presentación (líquido, sólido)
- Categoría toxicológica
- Justificación de la aplicación
- Dosis
- Equipo de aplicación
- Nombre del operario que realizó la aplicación

Registro de cosecha:

Los registros para la cosecha en su encabezado deben contener: el nombre de la finca, la vereda, el municipio y el propietario; el cultivo, la especie, el lote, la variedad, la fecha de siembra, las distancias de siembra, el número de plantas, y el nombre del asistente técnico. El cuerpo del formato debe contener:

- Fecha de cosecha
- Lote
- Total de kilos cosechados
- Calidades (Primera, segunda, terceras)
- Rechazos o pérdidas poscosecha
- Destino del producto
- Nombre del operario que supervisó la cosecha

Otros registros:

En las unidades productivas también se recomienda llevar registros sobre:

- Aplicaciones de productos protectantes, desinfectantes o desinfectantes de fruta en poscosecha.
- Registro de visitantes a la unidad productiva.
- Registro de capacitaciones del personal de apoyo.

10.3. Planes y procedimientos para la obtención de materiales de propagación

Con base en la reglamentación nacional y que propende por la calidad de los materiales de propagación, en cuanto a resistencia a plagas y enfermedades, se

recomienda elaborar un plan que describa en forma precisa los procedimientos para obtención de materiales de propagación.

Si la decisión es producir material en la unidad productiva porque la especie así lo permite, se debe elaborar un procedimiento o instructivo escrito, el cual como mínimo debe contener:

- Título: Procedimiento para la selección, obtención o tratamientos del material de propagación.
- Definición y alcances.
- Objetivo.
- Contenidos:
 - Procedimiento para la selección de plantas madre.
 - Procedimiento para la obtención del material de propagación (semillas, acodos, colinos, esquejes, estacas).
 - Procedimiento para la desinfección del material de propagación.
 - Procedimiento para el almacenamiento del material de propagación.
- Si la decisión es comprar el material de propagación, se debe asegurar que le garanticen calidad genética, calidad sanitaria, calidad fisiológica y calidad acorde con la oferta ambiental (suelo y clima).

En todos los casos de compra de material de propagación vegetal, exija los documentos que acreditan al vendedor como ente autorizado con su respectivo registro ICA y que le aseguren calidad. Recuerde que el inicio de un cultivo con calidad de semilla garantizada le asegura un 50% del éxito del negocio.

11. Medio ambiente

Los agricultores deben demostrar que las actividades que realizan impactan mínimamente la flora, la fauna y el entorno. Igualmente deben poner en práctica los programas regionales de acuerdos de producción más limpia, conservación de suelos y protección del medio ambiente y mantenimiento de la biodiversidad.

11.1. Impacto ambiental derivado de la explotación de recursos agropecuarios

El problema ecológico y la crisis ambiental surgen del hecho de que los seres humanos pueden intervenir activamente el medio para satisfacer sus necesidades, y a través de ello están causando mucho daño al medio y a todos los seres vivos que dependen de ese medio.

La intervención de la humanidad sobre la naturaleza se ha ampliado en la era moderna como consecuencia del desarrollo científico y tecnológico. Algunas personas han sometido la naturaleza a una sobreproducción, explotando recursos naturales renovables y no renovables de manera incontrolada, de este modo, han puesto en peligro la vida sobre el planeta.

Las actividades agrícolas y las de ganadería contribuyen a la contaminación del ambiente. El desequilibrio ecológico que se genera al introducir labores agrícolas en un ambiente produce tal desajuste que da lugar a la propagación de plagas que atacan las cosechas. Para poder combatir las plagas, se desarrolló la producción de plaguicidas (fungicidas, herbicidas, insecticidas, bactericidas), sustancias capaces de acabar también con la vida de cualquier especie vegetal y animal.

Infortunadamente, los plaguicidas matan la plaga pero ocasionan los siguientes problemas:

- Interfieren en el equilibrio ecológico porque dañan especies que no tienen nada que ver con el cultivo.
- Entran en la cadena alimentaria a través de los consumidores de primer orden como son los herbívoros, y luego causan daños a las personas.
- Ocasionan daños en la salud de los seres humanos como intoxicaciones o dermatitis, cuando se consumen vegetales que han sido irrigados por plaguicidas.
- Contribuyen a la contaminación del agua, cuando se infiltran hacia aguas subterráneas que surten ríos y lagos.

Por su parte, los fertilizantes son sustancias químicas producidas por la industria con el fin de suministrar nutrientes al suelo, como sales nitrogenadas, fosfatadas o de potasio, calcio, magnesio y azufre, para favorecer las cosechas y aumentar la productividad vegetal.

La contaminación del suelo, aire y agua por la utilización de fertilizantes se debe principalmente a:

- La utilización indiscriminada del fertilizante por parte de los agricultores en los cultivos.
- La forma de distribución del fertilizante sobre grandes extensiones agrícolas.
- Los nitritos presentes en los fertilizantes pueden provocar enfermedades graves como el cáncer.
- Por su parte, la tala de árboles crea un desequilibrio ecológico, y la quema para renovar los pastos destruye la materia orgánica que enriquece los suelos, y promueve la extinción de animales y plantas.
- Las especies desarrollan resistencia a los plaguicidas cuando son utilizados con mucha frecuencia, de ese modo, las concentraciones de estas sustancias se aumentan para que sean efectivas contra la plaga.

11.2. Actividad agropecuaria en Colombia

La agricultura en Colombia se considera irracional porque viola los principios que regulan los sistemas ecológicos, produce grandes impactos en el medio ambiente, como la tala y quema de bosques con el objeto de aprovechar las tierras para el cultivo; se cultiva en zonas no adecuadas, lo cual genera agotamiento en la fertilidad de los suelos, y deterioro de los suelos agrícolas por el abuso de los fertilizantes e insecticidas y el uso de tecnología inapropiada.

Alternativas de solución

- Alternar diferentes cultivos para disminuir la degradación del suelo.
- Usar enemigos biológicos naturales para combatir las plagas sin dañar el ambiente.
- Desarrollar cepas vegetales resistentes a los insectos por ingeniería genética, en vez de insecticidas
- Evitar la tala y quema indiscriminada, para proteger el suelo de la erosión.
- Controlar la deforestación. En caso necesario, hacerlo en la medida y cantidad de suelo que se requiera, dejando zonas boscosas que sirvan de refugio a la fauna del lugar.

Para regular el uso irracional de los recursos, la Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare —CORNARE—, a través de un proceso en el cual participó ampliamente la comunidad, los entes territoriales, las ONG, y las entidades públicas y

privadas, formuló su Plan de Gestión Ambiental Regional “Oriente Antioqueño, región desarrollada y limpia” 1998- 2006.

El Plan de Gestión Ambiental Regional —PGAR— para el Oriente Antioqueño constituye un instrumento de planeación de mediano y largo plazo que orienta las acciones y responsabilidades de quienes habitan y actúan en la región, en torno a la consecución de un desarrollo sostenible, con una proyección al año 2020.

En el plan de gestión ambiental se contemplan acuerdos dirigidos a la protección y regulación del recurso hídrico y del recurso suelo, la conservación de la cobertura boscosa en un 80% del total del área y la conservación de la densidad máxima de ocupación de una vivienda por hectárea en la zona de aptitud forestal. Igualmente, se plantea en los artículos segundo y tercero del Acuerdo 016, cuáles zonas son consideradas de protección, que presentan limitaciones lo suficientemente severas para restringir su uso; así mismo, en las zonas de protección se permiten únicamente usos y actividades de conservación de los recursos naturales, enriquecimiento forestal, manejo de la sucesión vegetal o reforestación, preferiblemente con especies nativas y con fines de protección, investigación, educación e interpretación ambiental. Las zonas de protección son las que presentan las siguientes características:

1. Pendiente superior al 75%.
2. Alto riesgo de desastre.
3. Cobertura en bosque natural primario.
4. Áreas de retiro de los cauces de la red hídrica.
5. Relieve escarpado con condiciones de susceptibilidad alta al deterioro.

Todos los acuerdos firmados por la entidad rigen a partir de su publicación, y son de amplia circulación en el Departamento de Antioquia.

Bibliografía

- ABI SADE. 1997. Cultivo bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot. Israel. 144 pp.
- AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS. 2001. Hortalizas en condiciones protegidas. En: Revista Horticultura. Proyecto de asistencia técnica sostenible. Gobierno de Japón. Junio. 5 pp.
- ARIAS, K. 2003. Tomate comercio internacional. En: Dirección de mercadeo y agroindustria. Servicio de información y de mercados. Informe No. 3. Costa Rica. 4 pp.
- ÁVILA C.; VELANDIA, J. y LÓPEZ A. 1999. Enfermedades y plagas de las hortalizas y su manejo. Instituto Colombiano Agropecuario —ICA—, División de Sanidad Vegetal. Unidad de Proyectos de Prevención. Boletín N.º 16. Bogotá. 68 pp.
- AZROM. 2004. Invernaderos innovaciones agrícolas. Israel. 41 pp.
- BARBOSA D. R. y NEVILLE V. 2000. VI Curso internacional de Producción de Hortalizas. Octubre a noviembre de 2000. Brasilia (Brasil). 27 pp.
- BARÓN, C.; BARÉS, C. y MARADEI, F. 2000. Manejo poscosecha del tomate. En: Inspección de frutas y hortalizas. Buenos Aires (Argentina). 13 pp.
- BARRETO, J. D. *et al.* 2002. Manual del cultivo de tomate tipo milano, pimentón, maíz dulce y frijol en el sistema de siembra en camas plastificadas, bajo las condiciones agroecológicas de la Meseta de Ibagué. Colciencias, Cooperativa Serviarroz, Corpoica, Sena. Ibagué. p. 3-42.
- BARTUSCH, MARÍA C. 2004. Buenas Prácticas Agrícolas en el manejo de agroquímicos o productos fitosanitarios. Argentina. 12 pp.
- BERNAL E., J. A. y DÍAZ D., C. A. 2005. Tecnología para el cultivo del brevo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —CORPOICA—, Centro de Investigación La Selva. Manual técnico N.º 4. Rionegro, Antioquia (Colombia). 160 pp.
- BRAVO, A. 1989. Producción de semillas de tomate. En: Curso Internacional en investigación y producción de semillas de hortalizas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación —FAO—, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, pp. 233-241.
- BRUZÓN, S. 2000. La producción de tomate bajo invernadero. En: Revista Asiava. N.º 56. Palmira (Colombia). pp. 21-22.

CANO, J. *et al.* 1977. Diez temas sobre la huerta. 2.^a edición. Ministerio de Agricultura. Madrid. 164 pp.

CARRIJO, O. A. y MAKISHIMA, N. 2000. Principios de hidroponía. En: Circular Técnica Embrapa Hortalizas. Noviembre. Brasilia (Brasil). 27 pp.

CASTILLA, N. y HERNÁNDEZ, J. 1994. El cultivo protegido en el área mediterránea. En: Revista Horticultura. Madrid. pp. 37-42.

CASTILLA, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En: El cultivo de tomate. Ediciones Mundiprensa. Madrid. pp. 190-221.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA —CATIE. 1990. Proyecto regional manejo integrado de plagas. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba (Costa Rica). 73 pp.

CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas. Hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Octubre. 47 pp.

CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas. Hortalizas de fruto al aire libre. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Octubre. 48 pp.

CISNEROS U., F. H. 1980. Principios del Control de las plagas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima (Perú). 189 pp.

COLINAGRO S. A. Boro: su singular función. Noticias Agrícolas. Departamento técnico. 2 p.

_____. Nitrógeno, fósforo y potasio. Noticias Agrícolas. Elementos de descontento. Departamento técnico. 8 p.

_____. El zinc, clave para obtener beneficios. Noticias Agrícolas. Departamento técnico. 4 p.

_____. Micronutrientes. Noticias Agrícolas. Departamento técnico. 4 p.

_____. El cobre como macronutriente. Noticias Agrícolas. Departamento técnico. 4 p.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL —CCI. 1999. Agricultura ecológica. Una opción promisoría para el campo. Bogotá. 215 pp.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL —CONPES. 2005. Política nacional de sanidad agropecuaria

- e inocuidad de alimentos para el Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Bogotá (Colombia). Septiembre. 39 pp.
- DODSON, J. *et al.* 1997. Enfermedades del tomate. Seminis Vegetable Sedes. California (EE. UU.). 61 pp.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. 2001. Gotejamiento: Opção para a irrigação do tomateiro para processamento nos cerrados. Brasília, D.F. 4 pp.
- ESCOBAR, H. y LEE, R. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales —CIAA—, Colciencias. Bogotá. 134 pp.
- ESCOBAR H.; UBAQUE, H.; FUENTES, L. S. y LEE, R. 2002. Información práctica para la producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, Colciencias. Bogotá. 52 pp.
- FUENTES Y., J. L. 1991. Características agronómicas del riego por goteo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. Madrid. 23 pp.
- GRANOBLES, J. Manejo de tomate riogrande híbrido. Reporte Técnico. Peto Seed.
- _____. Manejo de tomate kada híbrido. Reporte Técnico. Peto Seed.
- GUARÍN M, H.; PELÁEZ V, G. y GALEANO A. 2003. Hospederos, enemigos naturales e insectos asociados a cultivos susceptibles a *Trips palmi*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. Boletín divulgativo N.º 7. 24 pp.
- HERNÁNDEZ, J.; ESCOBAR, I. y CASTILLA, N. 2000. Nivel tecnológico de los invernaderos en costa andaluza. Caja rural de Granada (España). 21 pp.
- _____. 2001. Radiación solar en invernaderos mediterráneos. Finca Experimental “La Nacla”. Junta de Andalucía, Caja Rural de Granada (España). 34 pp.
- HERNÁNDEZ, M. I. y CHAILLOUX, M. 2001. Ensayo de la nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). En: Temas de ciencia y tecnología. Vol. 5, N.º 13. pp. 11-27.
- HOWELER, R. H. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales. Centro internacional de agricultura tropical. 27 pp.
- IMPULSORES INTERNACIONALES LTDA. 2005. Manual técnico. Impulsemillas. Bogotá. 175 pp.

INFOAGRO. 2004. El cultivo de tomate. Disponible en: www.infoagro.com [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2004]. 24 pp.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO —ICA. 1992. Fertilización en diversos cultivos, quinta aproximación. Manual de asistencia técnica N.º 25. Centro de investigación Tibaitatá. Noviembre. 64 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS —Icontec. 2005. Norma Técnica Colombiana NTC 5400. Buenas Prácticas Agrícolas para frutas, hierbas aromáticas culinarias y hortalizas frescas. Registros Generales. Bogotá. 27 pp.

JARAMILLO N., J. E. 2001. El manejo agronómico de cultivos como herramienta de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades tendientes a la producción limpia de hortaliza. En: Hortalizas: plagas y enfermedades. Compendio de eventos 1. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. Sociedad Colombiana Entomológica —Socolen—. pp. 5-21.

JARAMILLO N., J. E. y ATEHORTÚA L. 2002. El poder de los vegetales. Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. Asociación Hortofrutícola de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, C. I. La Selva. Rionegro, Antioquia. 64 pp.

JARAMILLO N., J. E.; RODRÍGUEZ V. P.; GUZMÁN A. M. y ZAPATA C., M. A. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín técnico N.º 21. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. C. I. La Selva. Rionegro, Antioquia. 48p.

_____. 2006. Investigación en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas (Proyecto piloto). Informe final Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica— C. La Selva. Rionegro, Antioquia. 54 pp.

JARAMILLO N., J. E.; DÍAZ D., C. A.; SÁNCHEZ L., G. D. y TAMAYO M., P. J. 2006. Manejo de semilleros de hortalizas. Manual técnico N.º 8. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, C. I. La Selva. Rionegro, Antioquia. 52 pp.

JARAMILLO N., J. E.; GUZMÁN A. M. y ZAPATA C., M. A. 2006. Evaluación y selección de materiales hortícolas importados para la región del Oriente Antioqueño con participación de productores. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, C. I. La Selva. Rionegro, Antioquia. 64 pp.

- LATORRE, B.; APABLAZA, J. U.; VAUGHAN, M. A.; KOGAN, M.; HELFGOTT, S. y LORCA, G. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. Oficina regional de la FAO. Santiago de Chile.
- LOAIZA C., A. L. 2005. Lineamientos de políticas sobre uso y manejo mesurado de plaguicidas con énfasis en el sector agropecuario y forestal del Departamento de Antioquia. Gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo del Medio Ambiente —DAMA—, Corporación para la Educación Integral y el Bienestar Ambiental —CEIBA—, Corporación Autónoma Regional de los Ríos Negro y Nare —Cornare—. Medellín. 116 pp.
- LOBO M. A. y JARAMILLO V. J. 1985. Tomate. En: Hortalizas. Manual de asistencia Técnica. Instituto Colombiano Agropecuario —ICA—. pp. 41-47.
- LÓPEZ A.; MUÑOZ, D. F. y AGREDO, D. M. 2000. Normas nacionales e internacionales sobre niveles de tolerancia de plaguicidas en frutas y hortalizas (valores límite). Servicio Nacional de Aprendizaje —SENA—. Tecnología en poscosecha. Popayán. 38 pp.
- LUNA G., L. A. 2001. Producción, uso y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. Málaga, Santander. 60 pp.
- MAKISHIMA, N. y CARRIJO, O. A. 1998. Cultivo protegido do tomateiro. En: Circular técnica Embrapa Hortaliças. Brasília D.F. 18 pp.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA W., L. C. y MORETTI, C. L. 2001. Gotejamiento: opção para irrigação do tomateiro da agricultura pecuaria e abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. EMBRAPA Hortalizas. Brasília. 4 pp.
- MARTÍNEZ P. F. 2001. Materiales plásticos para cubierta de invernadero. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Agencia Española de Cooperación Internacional. Santa Cruz de la Sierra (Bolivia). Octubre. 15 pp.
- _____. 2001. Control climático en cultivo protegido. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Agencia Española de Cooperación Internacional. Santa Cruz de la Sierra (Bolivia). Octubre. 37 pp.
- MATEOS, C. 2005. Tomates. Nuevas evidencias científicas sobre la eficacia del tomate en la prevención del cáncer y los infartos. Centro de Investigaciones Biológicas Aplicadas. CIBA. España. 4 pp.

- MAYA P., DÍAZ R., L. B. 2004. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación —FAO. 20 pp.
- MENESES, J. R. 1992. Producción de tomate en América Latina y el Caribe. En: Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. FAO. Santiago (Chile). pp. 173-218.
- MESA, N. C. 2001. Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agroecosistema de tomate y propuesta de un manejo integrado de plagas. En: Compendio de eventos hortalizas, plagas y enfermedades. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, Regional 4, Rionegro, Antioquia (Colombia). pp. 23-29.
- MICROFERTISA. Manual Técnico. Bogotá. 100 pp.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, DIRECCIÓN DE DESARROLLO SECTORIAL SOSTENIBLE. ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES —ANDI—. CÁMARA DE LA INDUSTRIA PARA LA PROTECCIÓN DE CULTIVOS. 2003. Guías ambientales para el subsector de plaguicidas. 103 pp.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA —SAC—. FONDO NACIONAL DE FOMENTO HORTIFRUTÍCOLA; ASOCIACIÓN HORTOFRUTÍCOLA DE COLOMBIA. 2002. Guía ambiental para el subsector hortifrutícola. Dirección general ambiental sectorial. 77 pp.
- MORALES J. Coadyuvantes, una respuesta a la agricultura del siglo XXI. En: Ventana al campo andino. Sección desarrollo Cosmoagro S. A. 2 pp.
- MUÑOZ A., R. 1995. Fertilización del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Colombia. En: Memorias del Seminario sobre fertilización de cultivos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Comité Regional de Antioquia. pp. 56-75.
- _____. 1996. Toma de muestra de suelos e interpretación de análisis químicos. En: Memorias del Curso Pasturas Tropicales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. C. I. La Selva. Medellín. 20 pp.
- NATHAN R. 2005. La fertilización combinada con el riego. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Centro de Cooperación Internacional para el desarrollo agrícola —CINADCO—; Ministerio de Relaciones Exteriores. Centro de Cooperación Internacional —MASHAV—, Servicio de extensión. Departamento de Riegos y Suelos. Israel. 79 pp.
- NUEZ, FERNANDO. 1995. El cultivo de tomate. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 224 pp.

- OLSEN, J. K. *et al.* 1999. Effects of network of mycorrhizae on capsicum (*Capsicum annuum*) grown in the field with five rates of applied phosphorus. En: Aust. J. Agric. Res. N.º 50, pp. 239-252.
- PALACIOS, CARLOS N. Manual para el instructor. Curso para productores y exportadores de frutas y hortalizas. CroLife Latin America. Guatemala. 173 pp.
- PALACIOS, Y. 1989. El cultivo de tomate en Colombia. En: Taller sudamericano de manejo integrado de plagas y el cultivo de hortalizas. Santa Cruz de la Sierra (Bolivia). 13 pp.
- _____. 1992. Preparación de semilleros y observaciones sobre la producción de plántulas en condiciones controladas. En: Primer curso nacional de hortalizas de clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario —ICA. Tibaitatá, Cundinamarca. pp. 23-36.
- PARRADO, C. A. y UBAQUE, H. 2004. Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano, PRONATTA, CIAA. Bogotá. 34 pp.
- PEDRAZA R., J. M. 2006. Línea programática de Buenas Prácticas Agrícolas y Pecuarias para la cadena agroindustrial. Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas. Servicio Nacional de Aprendizaje —SENA—, Dirección de Formación Profesional. Grupo de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Regional Quindío. 19 pp.
- PETOSEED. Semillas de Hortalizas. Cultivo de tomate. En: Catálogo Petoseed. 20 pp.
- RAMOS A. A. 2005. Uso adecuado y eficaz de productos para la protección de cultivos. 4.^a edición. Servicio Nacional de Aprendizaje —SENA—. Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos, ANDI. 233 pp.
- RODRÍGUEZ R, M. D. *et al.* 1994. IPM Tomate. Programa de Manejo Integrado en el cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. España. 78 pp.
- SÁNCHEZ, G. D. 2002. Producción de tomate bajo cubierta. En: Taller de hortalizas. Productividad y mercadeo. Corpoica. Tibaitatá, Cundinamarca. pp. 53-61.
- SEMPRECOL Ltda. Catálogo de semillas. Sakata, Semillas profesionales. Bogotá.
- SERNA B., R. y CASTRO R. P. 2003. Aseguramiento de la calidad en la producción de hortalizas. Revista Universidad Católica de Oriente N.º 16. pp. 109 -119.
- SERRANO C. Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Sevilla (España). 638 pp.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE —SENA. Cámara de la Industria para la protección de cultivos, ANDI. 2005. Manual de instrucciones para entrenamiento de agricultores y extensionistas en el uso seguro y eficaz de plaguicidas. 541 pp.

_____. 2004. Cómo hacer de manera segura la aplicación de productos para la protección de cultivos con aspersoras de espalda. 59 pp.

_____. 2004. Cómo hacer el mantenimiento, limpieza, y calibración de su bomba de espalda. 60 pp.

SGANZERLA, E. 1987. Nova agricultura a fascinante arte de cultivar com os pásticos. Sao Paulo (Brasil). 297 pp.

Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 1994. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Editorial Guadalupe LTDA. Bogotá. 1994. 528p.

TAMAYO M., P. J. y JARAMILLO N. J. E. 2006. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia. Guía para su diagnóstico y manejo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, C. I. La Selva, Rionegro, Antioquia. 100 pp.

TAMAYO M., P. J. y LONDOÑO M. E. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol. Manual de campo para su reconocimiento y control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—. C. I. La Selva, Rionegro, Antioquia. 80 pp.

TAMAYO M., P. J. 1994. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas. Guía ilustrada. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, Boletín de divulgación. Regional N.º 4. C. I. La Selva, Rionegro, Antioquia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRÍCOLA LA MOLINA. 2006. Proyecto Implementación de una Unidad de Investigación. Enseñanza y Manejo de Invernaderos. 41 pp.

VEGA C. y MOLINA J. A. 2003. ¿Qué es el riego? ¿Por qué, cuándo y cuánto regar? Universidad Nacional Experimental de Táchira. Departamento de Ingeniería Agronómica. Plegable informativo. San Cristóbal (Venezuela).

WITTWER S. H. y CASTILLA N. 1995. Protected cultivation of horticultural crops worldwide. Hort Technology. Enero- Marzo. pp. 6-22.

YARA INTERNATIONAL. Tomato plantmaster. Oslo (Noruega). 37 pp.

ZEIDAN, O. 2005. Tomato production under protected conditions. MASHAV, CINADCO, Ministry of Agriculture and Rural Development, Extension Service. Israel. 99 pp.

ANEXO 13. Registro de monitoreo de plagas, enfermedades y organismos benéficos

Finca _____ Vereda _____ Municipio _____
 Área invernadero _____ Cultivo _____ N.º plantas _____
 Distancia de siembra _____ Fecha de Siembra _____ Variedad _____
 Lote _____ Estado fenológico _____ Fecha de monitoreo _____ Responsable _____

N.º muestra	Plaga (1) o enfermedad					Observación (2)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

(1) Para las plagas indique los estados observados (Ej: huevo, pupa, ninfa, adulto)
 (2) Indique algún organismo benéfico u otra observación importante

ISBN 978-92-5-305833-4



9 789253 058334

TC/MA1374S/1/10.07/1000

