

Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento¹

COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA²

Prof. Guillermo J. Fornaris³

Momento para cosechar

Las primeras frutas de pimiento del tipo “cubanelle” pueden estar listas para cosecharse de 60 a 70 días después del trasplante, mientras que en el pimiento del tipo “campana” pueden tardar alrededor de 70 a 80 días. Luego de que una flor de pimiento abre y se poliniza, tomará de 35 a 50 días para que la fruta que se desarrolle de ella esté lista para cosechar. Estos períodos de tiempo dependen de la variedad que se siembre, la etapa de madurez en que se coseche la fruta y de las condiciones prevalecientes durante su crecimiento y desarrollo, tales como condiciones ambientales, época del año, aspectos del manejo de la siembra, y disponibilidad de nutrimentos y humedad.

El pimiento generalmente se cosecha cuando las frutas se han desarrollado completamente en tamaño, y están fisiológicamente hechas pero aún verdes en color (verde-hechas). Éstas deben sentirse firmes y crujientes al apretarlas levemente, y con su piel brillante. Algunos mercados, particularmente para el pimiento tipo “campana”, las prefieren cuando están completamente rojas al madurar (amarillas, anaranjadas, púrpuras o marrón en algunas variedades). Para éstas se recomienda como índice de cosecha un mínimo de 50% de coloración. Las frutas de color verde que todavía no están fisiológicamente hechas se consideran de calidad pobre por tener todavía la pared blanda y perder humedad fácilmente (se marchitan y arrugan). Para simplificarles la selección de las frutas a los cosechadores, independientemente del color de fruta a cosechar, muchas veces se les indica que cosechen frutas consideradas “grandes y firmes” dentro de la variedad producida. Cuando las frutas se cosechan en su etapa madura (rojas u otro color) se requiere un mejor manejo postcosecha para ellas por ser éstas más susceptibles a daños físicos que las frutas verde-hechas.

Proceso de la cosecha

En una siembra comercial se realizan alrededor de seis a ocho cosechos o pases en el pimiento tipo “cubanelle” y de tres a cinco en el pimiento tipo “campana”. El número de cosechos dependerá de la variedad sembrada, las condiciones de la plantación y los precios del

¹ Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

² Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento: Tipos ‘cubanelle’ y ‘campana’* (Publicación 164, Junio 2005).

³ Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

producto en el mercado. El pimiento se cosecha comúnmente una vez a la semana, pero en ocasiones es necesario cosechar más frecuentemente (ej., cada cuatro días). Se recomienda cosechar con la frecuencia que sea necesaria para asegurar que se obtengan frutas en su estado óptimo, lo que también promueve el desarrollo de las frutas pequeñas y de nuevas flores en la planta.

Los pimientos se cosechan a mano, desprendiendo con cuidado la fruta de la planta al presionar ligeramente con el dedo pulgar sobre la unión entre el pedúnculo de la fruta y la rama de la planta. El pedúnculo se deja adherido a la fruta, preferiblemente dejándolo intacto o casi intacto. Dependiendo de la variedad, en ocasiones se requiere presionar más fuerte para que el pedúnculo de la fruta se desprenda de la rama. Se debe tener cuidado de no desgarrar las ramas de la planta de pimiento ya que éstas son muy frágiles. Algunos cosechadores usan una cuchilla o tijera para cosechar las frutas. Cuando se usan estas herramientas, las mismas se deben desinfectar periódicamente durante el proceso de cosecha para prevenir la transmisión de algunas enfermedades (principalmente bacterianas y virales). Si la fruta sufre un desgarre, puede ocurrir pérdida de agua a través del tejido dañado y permitir la entrada de patógenos.

Durante la cosecha se debe evitar causar daño a las plantas para no afectar las frutas pequeñas y permitir así que éstas puedan seguir desarrollándose, lo que favorecerá la cosecha de frutas por más tiempo. De ser posible, se recomienda realizar la cosecha cuando el follaje de las plantas no esté húmedo para prevenir la diseminación de enfermedades. Como práctica preventiva de saneamiento, las frutas descartadas durante la cosecha deberán ser removidas del predio. Para evitar contaminación de la fruta cosechada con algún organismo patógeno al ser humano, es recomendable que los cosechadores tengan acceso a alguna facilidad de servicio sanitario, permanente o portátil, que esté bien mantenida y donde se provea agua limpia, jabón y toallas desechables para que se laven bien las manos antes de regresar a cosechar.

Cuando las frutas se empacan en el campo, a medida que se cosechan se colocan directamente en las cajas en que serán mercadeadas, o se pasan a estas cajas después de haberlas cosechado en envases plásticos utilizados para este propósito (ej., pailas o baldes plásticos, canastas plásticas). Si se van a empaclar en otro lugar, las frutas se pasan de los envases plásticos a cajones de madera (field bins), carretones, góndolas u otros tipos de envases grandes en los cuáles serán transportadas al lugar de empaque. En algunos casos, especialmente en predios grandes, puede que se justifique el utilizar algún tipo de ayuda mecánica durante la cosecha. Ésta podría consistir de un equipo que se desplaza lentamente en el predio, con brazos mecánicos extendidos sobre varias hileras, y en los cuales se encuentra una corredera con una correa sin fin (conveyer belt) donde se van colocando los pimientos. Esta correa los mueve hasta una plataforma móvil donde se empacan en el campo, o hasta los envases grandes o carretones en donde se transportarán a granel al centro de clasificación y empaque. Existen actualmente en el mercado otros sistemas mucho más sofisticados de plataformas móviles para empaclar en el campo. Las frutas cosechadas deben estar protegidas del sol, inclusive cuando éstas son transportadas. Para reducir el movimiento de las frutas durante su transportación, es importante mantener en buenas condiciones tanto los caminos como el sistema de suspensión del vehículo de transporte.

Independientemente del sistema de cosecha que se utilice, es necesario adiestrar y supervisar al personal que participa en esta operación en cuanto al manejo correcto de las frutas para evitar que éstas sufran daños físicos por impacto, compresión, cortaduras o magulladuras. Por ejemplo, las frutas se ‘colocan’ y no se ‘tiran’ en las cajas o envases utilizados. Muchas veces el efecto perjudicial de los daños causados a la fruta no se observa hasta después de varios días, lo que puede afectar la aceptación de nuestro producto por parte de los que participan en la cadena de mercadeo.

Para que el calor no afecte las frutas de pimiento, se debe evitar cosechar durante horas de intenso calor o sol. Tan pronto sean cosechadas, las frutas se deben colocar en un área bajo sombra con buena ventilación para comenzar a bajarles la temperatura, la cual durante el verano puede alcanzar 90° F o más. De esta manera ayudamos a reducir la velocidad del proceso natural de deterioro. Para que mantengan su calidad por más tiempo, lo ideal es enfriar las frutas de pimiento a 45-50° F en las primeras horas después de la cosecha. Antes de almacenar las frutas se recomienda someterlas a un *pre-enfriamiento* (precooling) o proceso de enfriamiento rápido, para que éstas alcancen lo antes posible dicha temperatura. Una buena producción de frutas de alta calidad se puede echar a perder si las mismas no son manejadas con cuidado durante y después de su cosecha.

Clasificación

La primera clasificación del pimiento se realiza durante el proceso de cosecha, descartando las frutas que no cumplen con las exigencias mínimas del mercado (frutas no mercadeables), bien sea por madurez excesiva, deformidades, daños o defectos severos, o por pudrición. Esta clasificación es muy importante en las frutas que son empacadas directamente en el campo porque normalmente no volverán a ser clasificadas. Si este fuese el caso, la clasificación que se realice al momento de la cosecha debe ser una más completa, con personal más adiestrado y requerirá mayor supervisión. La clasificación que se lleva a cabo durante la cosecha también es muy importante para las frutas que van a un centro de clasificación y empaque, ya que así se reduce la cantidad de frutas transportadas que luego tendrán que ser descartadas en dicho lugar por ser no-comerciales (culls). También se reduce la posibilidad de transportar frutas con daños por enfermedades que puedan contaminar las frutas sanas.

Aunque se tomen estas medidas preventivas, si las frutas se lavan en la línea de clasificación y empaque es conveniente que el agua recirculada se mantenga continuamente clorinada (75 a 100 ppm de cloro) y con un pH de 6.8 a 7.2. Se requiere un sistema de monitoreo de estos parámetros en el agua mediante un muestreo periódico, ya sea de forma manual o automatizado. El uso de un tanque de flotación para recibir las frutas en la línea de clasificación y empaque generalmente no se recomienda en pimiento, especialmente en lugares donde han habido problemas con la pudrición blanda bacteriana de las frutas, ya que el agua en el tanque podría entrar a la fruta por el área del cáliz o por la cicatriz de la flor. Toda agua que entre en contacto con las frutas debe ser de una calidad potable para evitar que éstas se contaminen con microorganismos que podrían causarles enfermedades a los consumidores. Por lo tanto, el agua a utilizarse también debe ser analizada para determinar la presencia de microorganismos patógenos al ser humano (ej., bacterias, protozoarios y virus).

Cuando la clasificación se completa en un centro de clasificación y empaque, el proceso se puede realizar de forma más minuciosa que si se realiza totalmente en el campo. El tamaño de las facilidades y el equipo varían, pero en este lugar siempre se llevan a cabo algunas prácticas básicas en la clasificación de las frutas. Entre éstas se encuentran el descartar las frutas consideradas no-comerciales (culls), dividir las frutas comerciales por su madurez (color), para luego clasificarlas por grado de calidad (posibles deformidades, defectos) y por tamaño. Este proceso se realiza mayormente de forma visual, aunque la clasificación por tamaño también se puede hacer mecánicamente. Es necesario mantener una buena iluminación en las áreas donde el personal lleva a cabo el proceso de clasificación. Se deben tomar precauciones para evitar que las frutas sufran daños físicos durante este proceso, como los causados por la presencia de bordes filosos, superficies muy duras o ásperas, y por caídas altas, tanto al ser recibidas como al pasar de una sección a otra en la línea de clasificación y empaque.

Además de la clasificación, en estas facilidades también se pueden llevar a cabo otras prácticas, las cuales en ocasiones son requeridas para llevar la fruta al mercado. Una de éstas es limpiar las frutas si vienen del campo con mucho polvo o con tierra. Las frutas se pueden limpiar en seco con el uso de rolos de cepillo. También, se pueden limpiar duchándolas con agua clorinada (75-100 ppm de cloro), y removiéndoles inmediatamente el exceso de agua pasándolas sobre una serie de rolos de esponja y/o aplicándoles aire a presión. No se recomienda el uso de un tanque de flotación para lavar las frutas de pimiento porque podría entrarles agua contaminada al interior. En la línea de clasificación y empaque también es posible encerar las frutas, aplicándoles una capa fina de cera de grado comestible (food grade) soluble en agua, lo cual además de mejorar su apariencia le puede alargar la vida postcosecha al protegerlas de la pérdida de humedad y de algunos daños causados por abrasión. Otra práctica a considerar es la aplicación de fungicidas (algunos vienen mezclados con las ceras) para reducir daños postcosecha causados por hongos fitopatógenos. La rigurosidad del proceso de clasificación que se utilice y de otras prácticas que se lleven a cabo, dependerá de las exigencias del mercado donde se planifica vender el producto y del precio de venta. Todos estos procedimientos deberán ser considerados, junto a un estimado de la cantidad de frutas a ser manejadas cada día, al momento de seleccionar o diseñar la línea de clasificación y empaque requerida para una operación en particular.

La clasificación por grados de calidad de las frutas comerciales provee un lenguaje común entre vendedores y compradores. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) tiene establecidos estándares para la clasificación en grados de calidad de las frutas de los “Sweet Peppers”. Estos estándares van dirigidos al pimiento tipo “campana” y no al tipo “cubanelle”. Los grados de calidad en que actualmente se clasifica el pimiento tipo “campana” (efectivos desde el 3 de enero de 1989) son: “U.S. Fancy”, “U.S. No.1” y “U.S. No.2”. A las frutas no clasificadas bajo ninguno de los grados anteriores se les conoce por el término “Unclassified”, el cual no representa un grado, y solamente se provee como una designación de que ninguno de los grados de calidad ha sido aplicado sobre el lote de frutas. Las características que se toman en consideración para clasificar las frutas de pimiento tipo “campana” en grados de calidad, usando como ejemplo el grado “U.S. Fancy”, son: que sean frutas verde-hechas, de características varietales similares, firmes, bien formadas, y libres de escaldadura de sol, daño por congelación, pudrición y de daños causados por cicatrices, granizo, quemaduras del sol,

enfermedades, insectos, o por causas mecánicas u otras. Los requisitos de tamaño para cada uno de los tres grados de calidad, en términos del diámetro mínimo y el largo mínimo requerido, son:

<u>Grado</u>	<u>Diámetro Mínimo (pulg.)</u>	<u>Largo Mínimo (pulg.)</u>
“U.S. Fancy”	3	3 ½
“U.S. No.1”	2 ½	2 ½
“U.S. No.2”	Ninguno	Ninguno

Cuando un lote de frutas cumple con todos los requisitos del grado en que se clasificó, excepto con el requisito del ‘color verde’ de sus frutas (frutas verde-hechas), el lote se designa de ese grado de calidad, por ejemplo: “U.S. Fancy”, pero en conexión con dicho grado se le incluye el ‘color característico especificado’, por ejemplo: “U.S. Fancy - Red”. Esto es así si por lo menos el 90% de las frutas del lote muestra alguna cantidad del ‘color característico especificado’, el cual en este ejemplo es el ‘color rojo’. Cuando las frutas del lote no cumplen con el requisito del ‘color verde’ y tampoco cumplen con el requisito de que por lo menos el 90% de sus frutas muestre alguna cantidad de un ‘color característico especificado’, estas frutas son identificadas entonces como frutas de un ‘color mixto’, en este ejemplo como “U.S. Fancy – Mixed Color”. Estos criterios en cuanto al color de las frutas aplican de igual forma para los grados de calidad “U.S. No. 1” y “U.S. No. 2”.

Para información más detallada sobre los diferentes aspectos del proceso de clasificación en grados de calidad de las frutas de pimiento, puede comunicarse con las oficinas del “USDA Agricultural Marketing Service” o con la Oficina de Inspección de Mercados del Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

Empaque

La mayoría de los pimientos tipo ‘cubanelle’ y tipo ‘campana’ producidos en Puerto Rico son empacados en cajas de cartón corrugado con capacidad para un volumen de 1 1/9 bushel (1 “bushel” = 32 cuartillos = 2,150.42 pulgadas cúbicas). El empaque se realiza colocando dentro de cada caja frutas similares (ej., en cuanto a color, tamaño y grado de calidad). Las frutas se colocan al azar dentro de cada caja, sin ningún orden en particular, ya que para la mayoría de los mercados no se requiere colocarlas de una forma o patrón específico. Algunos mercados del pimiento tipo “campana” requieren un número aproximado de frutas por caja, de acuerdo a una clasificación por tamaño establecida que puede variar de un mercado a otro (ej., “Small”, “Medium”, “Large”, “Extra Large”, “Jumbo”). En ocasiones, se les conoce como “Choice” o “Choppers” a las frutas en cajas donde no se especifica el tamaño de las frutas o el número aproximado de frutas por caja.

Las cajas no se deben llenar más arriba de su borde superior, ya que de estar sobre-llenas, al colocarles otras cajas encima el peso recaerá sobre las frutas dentro de ellas, causando daños por compresión. Por otro lado, cuando las cajas no se llenan completamente las frutas dentro podrían moverse durante el transporte y sufrir daños por abrasión, especialmente en las cajas colocadas en la parte de arriba de las estibas. Para cerrar las cajas es preferible que se utilice pegamento y no grapas de metal, ya que éstas podrían causarle daño a las frutas. Las cajas más

utilizadas localmente se cierran mediante un diseño en el doblez de sus tapas que no requiere el uso de grapas o pegamento.

Las cajas de cartón corrugado que se utilicen para empacar los pimientos deben ser lo suficientemente fuertes como para que se puedan estibar unas sobre otras durante su transporte y almacenamiento sin afectarse su fortaleza estructural, necesaria para la protección de las frutas dentro de ellas (especialmente en las cajas de abajo). Para que dicha fortaleza estructural no se afecte cuando se almacenan bajo condiciones de humedad relativa alta, es recomendable que el cartón del cual están hechas las cajas esté recubierto con una capa de cera (por lo menos en la parte interior de la caja). Además de no absorber humedad del aire, esto también evita que el cartón absorba humedad de las frutas. Si una caja cede al peso de la caja que está sobre ella, todo ese peso recaerá directamente sobre las frutas dentro de la caja y como resultado sufrirán daños por compresión.

En el mercado de los pimientos existen otros tipos de empaque, como las cajas de madera y alambre, y otros tipos de cajas de cartón con distintas capacidades o volúmenes para acomodar diversos pesos o números específicos de frutas. Independientemente de cuál se utilice, todas deben tener las aperturas necesarias para permitir la ventilación requerida por las frutas empacadas. Si, al ser estibadas, las cajas se unen unas a las otras sin dejar espacio entre ellas, las aperturas de unas deben coincidir con las de las otras para que se mantenga la ventilación entre y en cada una de las cajas.

Por lo menos en dos de los cuatro lados de una caja se debe proveer información sobre el producto empacado, la cual le será de utilidad a los que participan en la cadena de mercadeo. Entre la información que se acostumbra a proveer se encuentra: la clase de producto que contiene (en este caso, pimiento), variedad o tipo, marca bajo la cual se mercadea, empacador/productor, dirección, país de origen, tamaño (por el número aproximado de frutas en la caja o por el diámetro mínimo y largo mínimo de las frutas en la caja), peso neto aproximado, grado de calidad, entre otros. Se recomienda incluir un número de identificación asignado al lote de frutas empacadas, mediante el cual se pueda identificar en un momento dado el predio de origen y la fecha de empaque de las frutas en cada caja.

Una ventaja de empacar en el campo al momento de la cosecha es que las frutas se manipulan mucho menos antes de que sean empacadas, lo que reduce los daños que sufren las frutas, y aumenta el porcentaje de frutas empacadas del total cosechado. El costo de manejar las frutas hasta el momento de ser vendidas también se reduce. Sin embargo, para mantener la calidad del producto empacado, el empacar en el campo requiere mayor supervisión y personal más adiestrado.

Se debe evitar colocar las cajas directamente sobre el suelo para prevenir que éstas se contaminen con microorganismos, algunos de los cuales podrían causarles enfermedades postcosecha a las frutas y otros podrían causarles enfermedades a los consumidores. Se recomienda colocar las cajas sobre paletas de madera o algún tipo de plataforma en el campo. Esto también evita que las cajas se ensucien con tierra y se afecte su apariencia. Las cajas que no se estén utilizando deben mantenerse protegidas para evitar la posible contaminación por

parte de aves, roedores y otros animales que pueden ser portadores de microorganismos patógenos a los seres humanos.

Condiciones de almacenamiento o transporte

Temperatura y humedad relativa - Para mantener la calidad de las frutas de pimiento durante el almacenamiento o transporte, se recomienda mantenerlas a una temperatura de 45 a 50° F y una humedad relativa de 90 a 95%. Bajo estas condiciones podrían mantenerse de dos a tres semanas.

La remoción del *calor de campo* (field heat) a las frutas se realiza más rápido mediante el *pre-enfriamiento* (precooling), siendo el método de aire frío forzado el más recomendado (especialmente después de empacadas las frutas). El enfriar las frutas en un almacén o salón refrigerado es el método más común en Puerto Rico y en otros lugares, pero es el más lento. Lo ideal es tener acceso a unas facilidades donde se tengan disponibles dos o más salones refrigerados para que en uno de ellos se puedan colocar las frutas que acaban de llegar del campo y así no afectar la temperatura de las que ya estaban refrigeradas. El salón donde se reciben se podría utilizar para el *pre-enfriamiento* de las frutas mediante el método de aire frío forzado realizando algunas modificaciones en el salón (ej., instalación de abanicos especiales y sistema de refrigeración con mayor capacidad). Cuando las frutas se enfrían lo antes posible después de su cosecha, se extiende su vida útil en el mercado al reducirse en ellas la respiración, la pérdida de agua, el cambio en color y el desarrollo de enfermedades postcosecha.

Al mantener las frutas de pimiento a temperaturas menores de los 45° F durante varios días (ej., a 41° F por dos semanas), la pérdida de agua en ellas se logra reducir más aún que cuando son mantenidas a las temperaturas recomendadas de 45° a 50° F pero las frutas pueden sufrir *daño por frío* (chilling injury). El daño por frío en las frutas es acumulativo y se manifiesta con síntomas de depresiones o áreas hundidas en la superficie de la fruta (pitting), oscurecimiento del cáliz, decoloración de la cavidad de la semilla, y el desarrollo de pudrición. Estos síntomas de daño se manifiestan mayormente después de colocarlas bajo condiciones típicas de venta al detal, donde las temperaturas son un poco más altas que en almacenamiento o tránsito. Las frutas de pimiento maduro o con color son menos sensitivas al daño por frío que las verde-hechas, pero normalmente duran menos tiempo en almacenamiento o tránsito. Si las frutas se mantienen a temperaturas sobre los 50° F, el proceso natural de maduración será relativamente más rápido y también lo será el desarrollo de enfermedades. El proceso de maduración de la fruta culmina con su deterioro y senescencia.

Para calcular los requisitos de refrigeración durante su almacenamiento y transporte, es importante saber cuál es la cantidad de *calor de respiración* (heat of respiration) que generan las frutas de pimiento. Este calor lo generan las frutas de forma continua como resultado del proceso natural de respiración que ocurre en ellas para que sus tejidos se mantengan vivos. La cantidad de calor de respiración que generan varía con la temperatura interna de las frutas, estimándose en 2,200 a 3,520 Btu por tonelada por día cuando las frutas se mantienen con una temperatura interna de 50° F. Mientras más alta la temperatura de las frutas, mayor será el calor de respiración que ellas estarán generando. Si se van a transportar en un furgón o vehículo refrigerado, es bien importante haberles bajado previamente la temperatura a las frutas a unos 45°

a 50° F y que el propio transporte ya esté frío antes de comenzar a cargarlo. Los sistemas de refrigeración de estos transportes están diseñados para mantenerle la temperatura al producto pero no tienen la capacidad de bajarle la temperatura a frutas que no han sido previamente enfriadas. Ya sea un almacén, salón o transporte refrigerado, no sobrecargue las facilidades de enfriamiento y estibe las cajas de tal forma que se permita una buena circulación de aire.

Si no se llevan a cabo prácticas de manejo para prevenir la pérdida de agua en las frutas, la misma les causará reducción en su firmeza, desecación (marchitez, arrugamiento) y deterioro general de su calidad. Esto puede agravarse más aún cuando la fruta ha sufrido algún daño físico. Se recomienda que el aire sobre la superficie de la fruta tenga una humedad relativa de 90 a 95%. De esta manera se reduce el movimiento de humedad del interior de los tejidos de la fruta hacia fuera a causa del gradiente de humedad, ya que se estima en cerca del 100% la humedad relativa del aire que se encuentra entre las células en los tejidos internos de la fruta. También se pueden encerar las frutas o envolverlas en una lámina o bolsa de plástico encogible (principalmente como grupo dentro de una caja). Es preferible que el plástico sea uno perforado y que las frutas se hayan enfriado antes de empacarlas. La condensación de agua sobre la fruta o su exposición a períodos extendidos bajo condiciones de humedad relativa mayores a 95% pueden ser perjudiciales a la fruta porque favorecen el crecimiento de organismos patógenos.

Gas etileno – El pimiento verde-hecho tiene poca o ninguna respuesta a la presencia de etileno, incluyendo cuando este gas se utiliza con el propósito de lograr la maduración o un cambio en color (degreening) en la fruta. Para este propósito se considera más efectivo el someter a condiciones de temperatura de 68° a 77° F y de humedad relativa de más de 95% las frutas que ya han cambiando parcialmente de color. La fruta de pimiento es una no-climatérica, por lo que genera etileno a una tasa relativamente baja (0.1 a 0.2 $\mu\text{L/kg/hr}$ a 50-68° F). Es importante tener esta información al momento de determinar la generación de etileno en el área de almacenamiento o en el transporte, especialmente cuando se tienen cargas mixtas de productos. En este caso es preferible usar levanta-cargas (forklifts) eléctricos en las áreas de almacenamiento y transporte porque los de motores de combustión interna generan etileno. Ventile las áreas de almacenamiento para reducir los niveles de etileno en el aire.

Atmósfera controlada – El almacenamiento o transporte bajo condiciones de atmósfera controlada, en la cual se baja la concentración atmosférica de oxígeno y/o se sube la de dióxido de carbono, no se utiliza comercialmente para el pimiento. El bajar la concentración atmosférica del oxígeno a 2-5% tiene un leve efecto en mantener la calidad del pimiento, mientras que el subir la del dióxido de carbono a más de 5% le puede ser dañina. Se considera que la atmósfera controlada (ej., a 3% de oxígeno y 5% de dióxido de carbono, a 41-50° F por 3 a 4 semanas) puede ser más beneficiosa para frutas maduras que para frutas verde-hechas.

Olores objetables – Según la fruta del pimiento va madurando se va produciendo un olor que puede ser absorbido por la fruta de la piña. Este olor se considera objetable en la piña, por lo que no es recomendable almacenarlas o transportarlas juntas. Por su parte, el pimiento es sensitivo al olor a pescado.

Manejo general de enfermedades postcosecha

Las enfermedades postcosecha del pimiento son una fuente importante de pérdidas en la cantidad y calidad de las frutas durante el transporte, almacenamiento y también al nivel del consumidor. Algunos de los desórdenes patológicos que pueden afectar las frutas durante la etapa postcosecha son:

- antracnosis (anthracnose), causada por el hongo *Colletotrichum orbiculare* (sin. *Colletotrichum lagenarium*)
- mancha bacteriana (bacterial spot), causada por varias razas de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*
- pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot), causada por la bacteria *Erwinia carotovora*, subsp. *carotovora*
- pudrición del moho gris (gray mold rot), causada por el hongo *Botrytis cinerea*
- pudrición por Alternaria (Alternaria fruit rot), causada por el hongo *Alternaria tenuis*
- pudrición por Cladosporium (Cladosporium rot), causada por el hongo *Cladosporium herbarum*

En la sección de **ENFERMEDADES** de esta publicación se presenta información específica sobre síntomas, condiciones que las favorecen y el manejo de cada una de las enfermedades postcosecha antes mencionadas. De surgir algún problema con enfermedades es necesario su identificar las mismas para saber cuáles prácticas de manejo usar y así evitar que en un futuro vuelvan a ocurrir.

La contaminación de las frutas de pimiento con un patógeno puede ocurrir en el campo, antes o durante la cosecha, o en cualquier momento de su manejo posterior. En algunos casos estos organismos contaminan la superficie de las frutas pero no se desarrollan hasta que las condiciones les sean favorables. Hay organismos que tienen la capacidad de disolver el tejido para penetrar la fruta y otros que necesitan de aperturas para poder invadir el interior de la misma. Las aperturas pueden ser naturales o causadas en la superficie de la fruta debido a daños por insectos, cortaduras, magulladuras, daño por frío, impactos, compresión u otras condiciones que debilitan el tejido.

Las prácticas de manejo pueden variar de una enfermedad a otra, pero existen algunas de tipo general que ayudan a reducir la incidencia de muchas de ellas. En el manejo preventivo de las enfermedades postcosecha, es necesario:

I. Realizar prácticas sanitarias que reduzcan la presencia de los organismos patógenos–

- Manejar adecuadamente las enfermedades en el campo hasta terminar los cosechos.
- Eliminar del predio frutas enfermas; no transportarlas junto a las cosechadas.
- Limpiar cada día de cosecha los equipos y herramientas utilizados en ese proceso (ej., tijeras, baldes, cajones, carretones). Lavarlos con agua para eliminar residuos de cosecha y luego desinfectarlos con una solución de cloro.
- Mantener los niveles adecuados de cloro (75-100 ppm) y de pH (6.8-7.2) del agua utilizada para el lavado de las frutas, cuya calidad debe ser la de agua potable.

- Mantener las frutas que ya han sido lavadas y empacadas en un área separada de las frutas que llegan sucias del campo.
- Limpiar adecuadamente cada día las facilidades de clasificación y empaque, y mensualmente las facilidades de almacenamiento. Lavarlas con agua para eliminar residuos de plantas, frutas u otras posibles fuentes de contaminación, y luego desinfectarlas con una solución de cloro u otro desinfectante.
- Inspeccionar el medio de transporte (ej., camión o furgón refrigerado) y, de ser necesario, limpiarlo antes de cargarlo.
- Descartar, durante el manejo postcosecha, toda fruta que presente síntomas de pudrición o condiciones que la predispongan a desarrollar pudrición posteriormente.
- Considerar el uso del control químico postcosecha del patógeno (ej., fungicidas, bactericidas y otros productos además del cloro), de ser necesario y estar disponible.

II. Manejar con cuidado *las frutas* para evitar causarle daños físicos que facilitarían su contaminación –

- Evitar desgarrar las frutas al cosecharlas.
- Evitar rasguños a las frutas por uñas largas (usar guantes).
- Usar envases sin bordes filosos o superficies ásperas que puedan lastimar las frutas.
- Colocar las frutas con cuidado en los envases o cajas, no tirarlas.
- Evitar quemaduras del sol a las frutas cosechadas, colocarlas lo antes posible a la sombra.
- Evitar exponer las frutas a bordes filosos, superficies ásperas o caídas altas durante el movimiento de las frutas en el área de recibo y en la línea de clasificación y empaque.
- Llenar completamente la caja para que las frutas dentro de ella no se puedan mover durante su transporte y evitar daños por abrasión, especialmente en las cajas colocadas en la parte de arriba de las estibas.
- No llenar cada caja más arriba de su borde superior, ya que de estar sobre-llena, al colocarle otras cajas encima el peso recaerá sobre las frutas dentro de ella, causándoles daño por compresión.

III. Mantener *condiciones ambientales* que no favorezcan el desarrollo de las enfermedades después de la cosecha –

- Entre los métodos utilizados para el control de las enfermedades postcosecha, el manejo de la *temperatura* es extremadamente importante. Aunque las temperaturas consideradas como óptimas para el transporte y almacenamiento de las frutas de pimiento (45-50° F) permiten el crecimiento de muchos de los patógenos, su razón de crecimiento se minimizará comparado con el que ocurriría generalmente a temperaturas más altas que éstas. Por lo tanto, es importante bajarle la temperatura a las frutas de pimiento hasta las consideradas óptimas lo antes posible después de su cosecha, para luego mantenerlas a esas mismas temperaturas en una ‘cadena de frío’ de forma continua durante su almacenamiento, transporte, y venta hasta el consumidor.
- La *humedad relativa* alta puede favorecer tanto a que la fruta de pimiento se mantenga túrgida como al desarrollo de muchos de los patógenos. Lo ideal para beneficio de la fruta es una humedad relativa entre 90 y 95%, donde su superficie

todavía se mantenga seca, mientras que lo ideal para el desarrollo de la mayoría de los patógenos es una humedad relativa entre 95 y 100%, donde la superficie de la fruta está húmeda por la presencia de agua libre. Cuando ocurre algún tipo de daño a la superficie de la fruta, como una cortadura o magulladura, aunque el resto de su superficie esté seca habrá presencia de agua libre en el área donde ocurrió el daño a las células.

- El uso de *atmósfera modificada o controlada*, aunque actualmente no se utiliza en pimiento, es una práctica que puede tener efectos sobre las enfermedades postcosecha. Al igual que los tejidos de la fruta, el patógeno lleva a cabo el proceso de respiración para mantenerse vivo y el bajar la concentración de oxígeno o subir la de dióxido de carbono podría suprimir el crecimiento del patógeno.