

Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía¹

COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA²

Prof. Guillermo J. Fornaris Rullán³

Momento para cosechar

Cuando sembramos variedades de sandía que producen frutas de tamaño grande, como las híbridas ‘Starbrite’ y ‘Royal Sweet’ o las de polinización abierta ‘Charleston Gray’ y ‘Jubilee’, se estima que las primeras frutas de estas variedades pueden estar listas para cosechar entre 80 y 90 días después de la siembra (i.e., directamente en el campo o en el semillero). En el caso de las variedades de fruta pequeña (ej., ‘Sugar Baby’), el primer cosecho de frutas podría ocurrir de 70 a 80 días después de la siembra de la semilla. Cuando sembramos la semilla en un semillero, como parte de los períodos de días antes mencionados se incluyen las dos a tres semanas que van a tardar las plántulas en desarrollarse adecuadamente antes de su trasplante al campo. Estos periodos de tiempo van a depender de la variedad de sandía sembrada, y también de los factores que afectan las condiciones prevalecientes durante su crecimiento y desarrollo, tales como la época del año y las condiciones ambientales, el manejo de la siembra en general, y la disponibilidad en el suelo de nutrimentos y humedad. Se estima que luego de que la flor abre y se poliniza, toma de 26 a 45 días (dependiendo de la variedad) para que la fruta que se desarrolle de dicha flor ya esté lista para cosechar.

Es importante cosechar las frutas en el estado correcto de madurez, preferiblemente cuando ya se encuentren completamente maduras. En esta etapa deben de haber alcanzado un buen nivel de azúcar en su pulpa, pero debemos de tratar de evitar que alcancen la etapa de sobremaduras. Cuando las frutas de sandía maduran, estas no se desprenden del bejuco de forma natural porque en ellas no se forma una ‘zona de abscisión’ en la unión de la fruta y el pedúnculo, como ocurre en el melón tipo “cantaloupe” o “muskmelon”. Como regla general, el proceso de maduración en la fruta de sandía no continúa en ella después de haber sido cosechada por ser esta una fruta no-climatérica. Por tal razón, luego de su cosecha, no debemos de esperar que en las frutas de sandía ocurra desarrollo de su color interno (de ocurrir, sería muy poco), ni tampoco un aumento en su contenido de azúcar.

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 Sandía* (Publicación 159), cuya primera versión fue publicada con fecha de Marzo 2000. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2015.

³ Investigador Asociado (Retirado), Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

Índices de cosecha para la sandía – Inicialmente no es fácil determinar cuándo las frutas de sandía ya han alcanzado su madurez comercial, por lo tanto, es necesario contar con personal diestro para llevar a cabo la cosecha. En la fruta (y la planta) ocurren cambios que nos pueden ayudar a determinar la etapa de madurez en que esta se encuentra; estos cambios pueden ser diferentes para las distintas variedades de sandía. Algunos de los cambios que pueden servir como indicadores para determinar la etapa de madurez de las frutas y el comienzo de la cosecha se mencionan continuación.

- Apariencia visual de la fruta - Según la fruta madura, la superficie de esta pierde un poco de brillo y su color se torna algo pálido, opaco. La superficie de la fruta que descansa sobre el suelo cambia de un color ‘blanco’ a uno ‘amarillo claro’ (cremoso, pálido). El color en dicha área puede llegar a cambiar a uno ‘amarillo brillante’, lo que en algunos casos podría significar que la fruta ya se pasó y está sobre-madura. El cambio gradual en color en esa parte de la fruta se considera como un indicador bastante consistente de la etapa de madurez de la fruta entre las distintas variedades de sandía.
- Sonido que la fruta emite al golpearla - Al golpear con los dedos la fruta inmadura se produce un sonido algo metálico, vibrante (resonante); en contraste con el sonido de la fruta ya madura que es uno más suave, algo opaco o hueco (apagado). Dicha prueba es más efectiva si se realiza durante la mañana porque el resultado de la misma se puede ver afectado al aumentar la temperatura de la fruta. Se pueden observar diferencias entre las variedades, en relación al sonido que emite la fruta al golpearla y en cuanto a cuán marcado es el cambio en sonido que ocurre en la fruta según esta va madurando.
- Apariencia visual del zarcillo - Al madurar la fruta, el zarcillo directamente opuesto a esta se debería de estar marchitando, adquiriendo gradualmente un color marrón a medida que el mismo se va secando. Este criterio siempre se deberá de utilizar en conjunto con los dos anteriores, ya que en algunos casos podemos encontrar que las frutas están maduras pero el zarcillo todavía se mantiene bastante verde. Muchas veces este se marchita pero no se seca por completo; si esperamos a que el zarcillo se seque por completo la fruta ya podría estar sobremadura. Con respecto a este criterio, se pueden observar diferencias entre las variedades de sandía.
- Evaluación de su calidad interna - Como parte del proceso para determinar la etapa de madurez en que se encuentran las frutas, se deben cosechar algunas de las frutas que ya se considerarían maduras de acuerdo a los criterios anteriores. El muestreo de frutas se debe llevar a cabo en diferentes lugares del predio. Las frutas se deben abrir en el campo para evaluar su calidad interna; su pulpa se evaluará en cuanto a color, textura y sabor (incluyendo su contenido de azúcar). Si se confirma que las frutas seleccionadas ya se encontraban realmente maduras, es muy probable que otras en el mismo predio con características similares también lo estén. Para variedades con semilla, otro indicador utilizado para determinar si la fruta se encuentra madura es que la cubierta de las semillas ya se encuentre dura y que alrededor de las mismas ya no se observe una capa gelatinosa. El muestreo de frutas adquiere una mayor importancia cuando la variedad sembrada es una que todavía nosotros no conocemos bien.

Calidad interna de las frutas - En la mayoría de las variedades de sandía, la calidad interna de las frutas está determinada principalmente por una pulpa comestible de color rojo profundo (de un color rojo claro o uno amarillo en algunas variedades), una textura crujiente y placentera, y un contenido de azúcar alto (ej., 9-10% SS). El que las frutas posean dichas características dependerá en gran medida de la variedad sembrada, la etapa de madurez de las frutas al momento de la cosecha, y su manejo durante y después de la cosecha. La calidad interna estará influenciada también por las condiciones en que se encontraba la siembra al momento de y previo a comenzar la cosecha, especialmente durante las últimas 2 a 3 semanas. En el caso de frutas de las variedades de pulpa roja, en muchas ocasiones estas presentan un color de pulpa ‘rosa’ cuando la fruta todavía está inmadura, un color ‘rojo o rojo oscuro’ cuando ya se encuentra madura y un color ‘anaranjado rojizo’ cuando está sobremadura.

El porcentaje de sólidos solubles en la pulpa de la fruta, medido con un refractómetro, nos da un índice de su dulzura. En algunos casos podemos encontrar diferencias considerables entre variedades con respecto a la concentración de sólidos solubles en las frutas maduras. En términos generales, un contenido de sólidos solubles preferiblemente de 9-10% (siempre más de 8%) cerca del centro de la pulpa de la sandía es un indicador de que la fruta está adecuadamente madura, siempre y cuando que su pulpa también se encuentre firme, crujiente y de buen color. El contenido mayor de azúcar se observa en el centro o corazón de la pulpa, siendo más bajo hacia el extremo distal (“blossom end”) de la fruta y aún más bajo en el extremo proximal (“stem end”). Dicho valor también se reduce según nos movemos del centro de la pulpa hacia la cáscara. La medida de °Brix es un indicador confiable del porcentaje de azúcares solubles en la fruta, ya que las azúcares solubles comprenden la gran mayoría de los sólidos solubles presentes en el jugo de la pulpa. Por otro lado, el contenido de las azúcares fructosa y sucrosa en la fracción de los sólidos solubles varía con la variedad, como la fructosa es más dulce que la sucrosa es posible tener una fruta de una variedad con un sabor más dulce que la fruta de otra variedad aunque la lectura del refractómetro (°Brix) en ambas sea la misma. Luego de la cosecha, en la sandía ocurre una pérdida continua de azúcares solubles, ya que esta fruta no tiene una reserva de carbohidratos que puedan ayudar a mantener constantes los niveles de azúcares solubles en la fruta una vez los mismos se vayan degradando.

Proceso de la cosecha

En la mayoría de los casos, en una siembra comercial de sandía se realizan de dos a cuatro cosechos o pases (en raras ocasiones, hasta cinco o seis), a intervalos de 10 a 14 días. El número de cosechos y el intervalo de días entre estos van a depender principalmente de la variedad sembrada, de las condiciones en que se encuentre la plantación y de los precios en el mercado de sandía al momento de la cosecha. Se le debe dar atención especial a evitar causarle daños a las frutas como resultado de un manejo brusco de estas durante o después de su cosecha. Las frutas que accidentalmente se caen durante la cosecha o durante su posterior manejo no deben ser enviadas al mercado porque aunque en dicho momento no se observen en ellas los síntomas del daño, los mismos se harán visibles posteriormente en la superficie y en el interior de la fruta.

Es bien importante que durante la cosecha no se aplique riego en el predio, pues las frutas maduras se hienden; es recomendable suspender el riego unos días antes de la cosecha. Cuando cosechamos temprano en la mañana, dichas hendiduras pueden ocurrir con más frecuencia en las frutas, ya que temprano en la mañana las frutas se encuentran más túrgidas y contienen más agua, por lo cual la presión interna en la fruta es mayor. Para reducir la incidencia de dicho daño en las frutas, se recomienda comenzar la cosecha un poco más tarde en el día.

Nunca desprenda la fruta halándola porque esto puede causarle un daño severo. Para desprender la fruta de la planta se debe utilizar un cuchillo o tijera bien afilada, dejando alrededor de 1 a 1 ½ pulgada (3 cm) del pedúnculo adherido a la fruta, con el propósito de prevenir la pudrición por dicho extremo proximal de la fruta. El corte en el pedúnculo podría ser tratado con una pasta o cera para limitar posteriormente el posible acceso de microorganismos patógenos por dicho corte. Al cosechar, las frutas se pueden colocar sobre el banco, en la zanja o llevarse hasta un callejón. No las deje caer, ni las pare sobre una de sus puntas y tampoco permita que se mantengan mucho tiempo bajo el sol.

Coloque las frutas lo antes posible y con cuidado en cajones grandes (“field bins”), camiones o carretones para transportarlas al área de empaque, almacenamiento o directamente al mercado. Dichos cajones o tipos de transporte deben tener una superficie lisa en su interior, preferiblemente recubierta con algún tipo de material acojinado para prevenir magulladuras, raspaduras y rajaduras durante la transportación.

A continuación, dos ejemplos del Proceso de la Cosecha, entre las muchas posibles variantes que pueden existir dentro del mismo:

Ejemplo #1- Los cosechadores van desprendiendo las frutas de las plantas mediante un corte en el pedúnculo, al frente del grupo va una persona con mucha experiencia que les va indicando cuáles frutas cosechar. Otros obreros van detrás de ellos recogiendo las frutas y las van colocando en los callejones o pasillos del predio (ej., cada 8 a 10 hileras) en grupos o estibas de una altura de no más de tres frutas. En este caso un grupo de obreros las recogen y se las pasan a otros que las van colocando dentro de cajones grandes (“field bins”), o en los camiones o carretones, en donde serán transportadas. Estos últimos van estibando las frutas dentro de dichos cajones o transportes, en estibas de no más de cinco frutas de altura. En ningún momento deberán caminar sobre las frutas, ni tampoco sentarse sobre ellas durante su transportación.

Ejemplo #2- Las frutas cosechadas no se estiban en los callejones o pasillos del predio, ya que según las mismas se van cosechando los obreros las van pasando de mano en mano y estas son colocadas directamente en los cajones grandes (“field bins”) o en los carretones o camiones. Dentro de los mismos, en el fondo y a los lados, se recomienda el uso de algún tipo de acojinamiento para proteger las frutas. Es importante recalcar que en la medida en que se reduzca el número de veces que se tengan que mover las frutas, se reducirán las probabilidades de que estas sufran algún daño físico.

Las frutas se deberán manejar con cuidado todo el tiempo para evitar causarle magulladuras y hendiduras, además de posibles daños internos. No se recomienda cosechar o manejar las frutas cuando estas se encuentren húmedas, porque esto aumenta la posibilidad de

que posteriormente se desarrolle pudrición en la fruta. Como mencionamos anteriormente, las frutas se encuentran más túrgidas temprano en la mañana y por tal razón estarán más susceptibles a daños físicos, de los cuales deberán ser protegidas en todo momento durante su manejo. Un manejo brusco puede causar daño interno en la pulpa, siendo esto la causa de gran parte de la pérdida en calidad de las frutas que ocurre luego de su cosecha; cualquier deterioro en su pulpa deteriora su calidad.

Las frutas cosechadas no deben exponerse al sol por mucho tiempo, especialmente la parte de abajo de estas por ser la más sensitiva a sufrir escaldadura solar. Las frutas deberán ser colocadas a la sombra lo antes posible para evitar que se calienten o sufran daño directo del sol. Temperaturas sobre los 90° F (32.2° C) causan la descomposición interna de la fruta y un aumento en su deterioro y pudrición, daños que requieren varios días para ser aparentes. Las frutas que se van a almacenar bajo refrigeración se deben de enfriar lo antes posible después de su cosecha. Generalmente no se someten a pre-enfriamiento o enfriamiento rápido (ej., pre-enfriamiento mediante aire forzado) antes de su almacenamiento o transporte refrigerado. La exposición de las frutas a condiciones de alta humedad, el permitir que su temperatura interna suba, o atrasos en su enfriamiento pueden resultar en la activación de antracnosis, una enfermedad que ya puede estar latente en el campo.

Durante la cosecha se podría utilizar algún tipo de ayuda mecánica, como por ejemplo, un equipo con brazos mecánicos extendidos sobre varias hileras. Cada brazo mecánico puede consistir de una corredera, con una correa sin fin (“conveyor belt”), sobre la cual se van colocando las frutas de sandía. Dicha correa mueve las frutas a lo largo del brazo mecánico hasta el camión o carretón, o hasta una plataforma donde serían colocadas en los envases grandes (“field bins”), dentro de los cuales van a ser transportadas.

Selección y Clasificación

Al momento de la cosecha se realiza una selección y clasificación básica de las frutas de sandía. El agricultor y su personal cosechan aquellas frutas que ya están suficientemente maduras y que se encuentran libres de daños, defectos severos o pudrición, descartando en ese momento las frutas consideradas no-mercadeables (“culls”). Aunque en algunas operaciones las frutas luego se llevan hasta un centro de clasificación y empaque, esta primera selección y clasificación en el campo siempre debe realizarse para evitar transportar frutas que no cumplan con los requisitos mínimos de calidad. En algunas operaciones las frutas van a ser clasificadas por tamaño (peso), ya que hay compradores que las prefieren de tamaños específicos. El tamaño promedio de la fruta va a depender de varios factores, pero en gran medida el mismo va a estar determinado por la variedad que se siembre. Además, el tamaño promedio de la fruta se va a reducir según se vayan realizando los cosechos en un predio.

La rigurosidad de todo el proceso de selección y clasificación dependerá de las exigencias del mercado en el cual planificamos vender el producto. Si fuéramos a participar de un mercado que exija una clasificación específica o si se requiere que la misma esté certificada por un inspector, hay que transportar la fruta hasta un lugar donde dicha clasificación se pueda llevar a cabo.

Clasificación según el USDA - El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), desde el 23 de marzo de 2006, tiene establecidos estándares de clasificación para los siguientes tres grados de calidad en sandía: "U.S. Fancy", "U.S. No. 1" y "U.S. No. 2". Usando como ejemplo el grado "U.S. Fancy", un lote de sandía clasificado bajo dicho grado consistirá de frutas que cumplan con los siguientes requerimientos básicos: que estas sean frutas maduras, similares en cuanto a sus características varietales, bastante bien formadas, no sobre-maduras; libres de antracnosis, pudrición, escaldadura solar y corazón blanco; y libres de daño por cualquier otra razón. El tamaño (peso) se puede especificar en términos del peso promedio, peso mínimo, o peso mínimo y máximo.

En relación con el grado en que se clasifique el lote de frutas, también se pueden especificar requerimientos opcionales en cuanto a la calidad interna (dulzura): "Muy Buena" o "Buena", según determinado mediante el uso de un refractómetro aprobado por el *USDA Agricultural Marketing Service* (USDA-AMS). Una calidad interna "Muy Buena" significa que el jugo combinado de la porción comestible de una muestra de sandías seleccionadas al azar contiene no menos de 10% de sólidos solubles; en el caso de calidad interna "Buena", contiene no menos de 8% de sólidos solubles.

Un inspector del USDA-AMS destacado en el lugar donde se lleva a cabo el proceso de clasificación, certificará el grado del producto empacado. Los estándares de clasificación para grados de calidad pueden ser muy útiles en el proceso de mercadeo porque nos brindan un lenguaje común entre los vendedores y compradores. Para más información sobre este tema, pueden comunicarse con las oficinas del *USDA Agricultural Marketing Service* o con la Oficina de Inspección de Mercados del Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

Lavado

Las frutas de sandía usualmente no se lavan. De tener que hacerlo se deberá de usar una solución de agua limpia (calidad potable) con cloro, a una concentración de 100-150 ppm de cloro libre y con un pH cerca de neutral (6.5-7.5). La concentración de cloro y el pH del agua deben ser monitoreados periódicamente para que los mismos se mantengan en los niveles establecidos. Si fuera necesario lavar las frutas es sumamente importante secarlas por completo lo antes posible.

Empaque

Aunque la mayoría de las frutas de sandía mercadeadas en Puerto Rico no se empacan, cierta cantidad de ellas sí son empacadas y transportadas en cajas de cartón corrugado. En muchos casos se empacan de 3 a 5 frutas por caja y de 6 a 8 en el caso de frutas más pequeñas. El uso del empaque en cajas facilita el manejo de las frutas y también las protege de daños físicos. En ocasiones también se utilizan cajones grandes con capacidad para alrededor de 1,000 a 1,200 lb (500 a 545 kg). El tipo de empaque utilizado va a variar con las exigencias del mercado y el tipo de transporte a utilizar.

Cuando las frutas no se empaquetan y van a ser transportadas o almacenadas sueltas (a granel), estas deberán ser colocadas de forma apropiada para evitar que algunas de ellas sufran daños por compresión. Al estibar las frutas unas sobre otras podría ocurrir daño por compresión en aquellas que se encuentran en la parte inferior de la estiba, debido al peso de las frutas que se encuentran sobre ellas. El arreglo en que se coloquen las frutas puede depender de su tamaño y forma. En ocasiones, se recomienda que las frutas alargadas con un peso de más de 20 libras se coloquen en estibas con una altura de no más de cuatro capas de frutas, o en estibas de cinco capas de altura si estas pesan menos. En el caso de las frutas redondas, algunos recomiendan colocar las frutas que pesan más de 20 libras en estibas de una altura de tres capas de frutas; y si pesan menos, colocarlas en estibas de cuatro capas.

Como mencionamos en la clasificación de las frutas, el tamaño de estas puede ser especificado en el empaque en términos de su peso promedio, peso mínimo, o peso máximo. En algunos mercados, las frutas las clasifican por tamaño en dos grados de acuerdo a su peso: las No.1, frutas con un peso de 14 a 26 lb (6.4 a 11.8 kg); y las No.2, con un peso de 8 a 14 lb (3.6 a 6.4 kg). Las frutas también se podrían clasificar en tres tamaños de acuerdo a pesos específicos, por ejemplo: “Small”, de menos de 18 lb; “Medium”, de 18 a 25 lb; y “Large”, de más de 25 lb. La clasificación por tamaño en las frutas de sandía dependerá en última instancia de las exigencias del mercado en el cual vamos a estar vendiendo las frutas.

Factores a considerar durante el almacenamiento o transporte

Las frutas de sandía no toleran un período largo de almacenamiento, por tal razón lo ideal es que las mismas sean consumidas durante las primeras dos o tres semanas después de su cosecha. A temperaturas altas se acelera el deterioro natural, interno y externo en las frutas de sandía (senescencia) y se puede favorecer el desarrollo de algunos tipos de pudrición causadas por ciertos microorganismos patógenos. Por otro lado, a temperaturas bajas las frutas pueden desarrollar síntomas de daño por frío y un deterioro en su calidad interna. En el caso de las frutas que se van a refrigerar, un buen compromiso sería el mantenerlas a una temperatura dentro del rango de 50 a 59 °F (10 a 15 °C). La sandía que no se va a refrigerar se puede almacenar bajo condiciones de ambiente por varios días (ej., 7 días), a la sombra, en un sitio ventilado y fresco, preferiblemente a unos 70° F (21° C). Durante su transporte, las frutas de sandía deberán de mantenerse bajo las mismas condiciones en que se encontraban durante su almacenamiento.

En Puerto Rico, al igual que en muchos otros lugares, el almacenamiento y transporte de las frutas de sandía se lleva a cabo generalmente bajo condiciones de temperatura ambiente. Estas frutas no son refrigeradas, y de así hacerlo habría que mantenerlas continuamente, bajo las mismas condiciones de temperatura durante todas las etapas de su manejo (ej., transporte, almacenamiento). Si las frutas que se encontraban refrigeradas se exponen a temperaturas más altas, se condensará agua sobre su superficie. Bajo dichas condiciones de temperatura alta y agua libre sobre la superficie de las frutas, se favorecería el desarrollo de pudrición en ellas.

Ya sea que el almacenamiento se lleve a cabo bajo condiciones de ambiente natural o bajo refrigeración, siempre es importante contar con una buena *ventilación* que permita la circulación de aire alrededor de las frutas. Si estas se van a mantener dentro de cajones grandes (“field bins”), de madera o plástico, los mismos deben tener aperturas de ventilación para facilitar la remoción del exceso de humedad y calor alrededor de las frutas.

El contenido de azúcar en la frutas de sandía no aumentará después de su cosecha durante el almacenamiento o transporte. Sin embargo, el sabor de aquellas frutas que no estaban completamente maduras al momento de su cosecha puede que mejore un poco debido a una posible reducción o pérdida de acidez en su pulpa durante el período de almacenamiento.

Calor de campo y calor de respiración - El *calor de campo* consiste de la energía de calor que se ha acumulado en el producto luego de su cosecha (o desprendimiento de la planta), principalmente durante el período de tiempo en que la fruta cosechada se mantuvo en el campo. Debemos evitar que su temperatura aumente después de la cosecha, lo cual puede ocurrir cuando la fruta se expone a una temperatura ambiental mayor que su temperatura interna inicial. Este aumento en temperatura también ocurre por efecto del *calor de respiración* (“heat of respiration”) que la propia sandía va generando de forma continua, como parte del proceso de *respiración* que ocurre en ella por ser la misma un tejido vivo. Si se aumenta la temperatura de la fruta, aumenta la *razón de respiración* en sus tejidos y a su vez el *calor de respiración* que se libera en dicho proceso fisiológico; lo contrario ocurre al bajarle su temperatura interna. Por ejemplo, se estima que el *calor de respiración* generado por la fruta de sandía es de 2,640 a 3,960 BTU/ton/día, cuando su temperatura interna es de 50° F (10° C); pero cuando la temperatura interna es de 68° F (20° C), el mismo se estima en unos 7,480 a 11,000 BTU/ton/día. Dichos valores son importantes para determinar los requisitos de refrigeración que tiene la fruta de sandía, los cuales dependerán de la temperatura a la cual planificamos mantenerla durante su almacenamiento o transporte. Estos datos son importantes para determinar la capacidad que deberá tener el equipo o sistema de refrigeración a ser utilizado para el almacenamiento o transporte refrigerado de las frutas.

Pre-enfriamiento – En Puerto Rico y en muchos otros lugares, las frutas de sandía casi nunca son pre-enfriadas previo a su almacenamiento o transporte. Sin embargo, dado que luego de cosechadas su temperatura interna en el campo puede subir a 90° F (32.2° C) o más, es importante el removerle el *calor de campo*. Para lograr esto, debemos de bajarle su temperatura de forma rápida y lo antes posible después de su cosecha, hasta alcanzar la temperatura a la cual las mismas se mantendrán posteriormente durante su almacenamiento y transporte, ya sea bajo condiciones de ambiente [ej., 68 a 77 °F (20 a 25 °C)] o bajo refrigeración [ej., 50 a 59 °F (10 a 15 °C)]. El bajarle la temperatura a la fruta de sandía ayuda a reducir la pérdida de agua y a reducir la razón de crecimiento de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes, aumentando las posibilidades de que las frutas puedan mantenerse en buenas condiciones por más tiempo.

Control de temperatura y humedad relativa bajo condiciones de refrigeración - Durante el almacenamiento y transporte refrigerado de las frutas de sandía debemos controlar su temperatura interna y la humedad relativa del aire que las rodea; las condiciones que se consideran como óptimas son: una temperatura de 50 a 59 °F (10 a 15 °C) en combinación con

una humedad relativa de 85 a 90%, para un período de almacenamiento de dos semanas y en algunos casos hasta tres semanas. Si las frutas se mantienen de forma continua a una temperatura de 45 a 50 °F (7.2 a 10 °C) se podría alcanzar un periodo de almacenamiento de tres semanas, pero con el riesgo de que las frutas puedan sufrir daño por frío.

Generalmente se recomiendan condiciones de humedad relativa alta, de 85 a 90%, con el propósito de reducir la desecación y la pérdida de brillo en la fruta. Una humedad relativa de 80 a 85% también resulta aceptable bajo las condiciones de refrigeración antes mencionadas, ya que a dichas temperaturas la pérdida de agua en las frutas es muy poca. Al mantener la fruta a una humedad relativa menor de 90% disminuye la incidencia de la pudrición proximal (“stem-end rot”), en la zona donde está adherido el pedúnculo a la fruta.

Daño por frío - Si la temperatura interna de las frutas de sandía se mantiene por más de 7 días a 45° F (7.2° C) o menos, estas podrían sufrir daño por frío (“chilling injury”). En algunos casos se han observado síntomas de daño por frío luego de dos semanas de almacenamiento a 50° F (10° C). Los síntomas se van a manifestar en las frutas posteriormente, una vez se colocan por varios días a temperaturas un poco más altas, típicas de los lugares de venta al detal [ej., ~ 68° F (20° C)]. El resultado del daño por frío consiste en una pérdida de calidad interna (ej., deterioro en el color y el sabor de la pulpa) y en la formación de depresiones en la superficie de la fruta (“pitting”) donde posteriormente se podría desarrollar pudrición.

Gas etileno – Las frutas de sandía son sensitivas a la presencia del gas etileno, el cual acelera su deterioro (senescencia). Por esta razón, las mismas no deberían ser almacenadas o transportadas en camiones cerrados con otros productos perecederos que liberen cantidades considerables de gas etileno, como algunas frutas y hortalizas (ej., tomates, melón ‘cantaloupe’, guineos). Este gas natural puede causar el ablandamiento de la pulpa, un sabor pobre y sobre-maduración, lo que las hace inaceptables para el consumo. Esto puede ocurrir mediante la exposición de las frutas a este gas a concentraciones tan bajas como 5 ppm por 7 días a 64° F (18° C). El etileno es liberado también por las emanaciones de motores de combustión interna, concentrándose en lugares cerrados, por lo que los levanta-cargas utilizados para su manejo deben ser preferiblemente eléctricos. Las propias frutas de sandía también producen etileno de forma natural, pero en cantidades bajas [0.1 a 1.0 µL/kg-h, a 68° F (20° C)].

Enfermedades postcosecha - Aunque en ocasiones las enfermedades causadas por hongos y por algunas bacterias pueden ser una fuente importante de pérdidas después de la cosecha, generalmente este tipo de pérdidas son bajas comparadas con las pérdidas debidas a los daños físicos como las magulladuras ocasionadas por el manejo brusco de las frutas. Estos daños a su vez facilitan la entrada de organismos patógenos causantes de enfermedades. Son varias las enfermedades en sandía que en un momento dado podrían causar el desarrollo de daños postcosecha en la fruta, especialmente luego de tener condiciones de lluvia y humedad alta durante el período de producción y cosecha. Algunas de las enfermedades más comunes que se podrían encontrar en los mercados afectando las frutas de sandía son causadas por los siguientes hongos fitopatógenos, en orden alfabético por su nombre común:

- antracnosis (anthracnose), causada por el hongo *Colletotrichum* spp.
- pudrición negra (black rot), causada por el hongo *Didymella bryoniae*

- pudrición por Fusarium (Fusarium rot), causada por el hongo *Fusarium* spp.
- pudrición por Phytophthora (Phytophthora fruit rot), causada por varias especies del hongo *Phytophthora*, principalmente *P. capsici*
- pudrición proximal o del pedúnculo (stem-end rot), causada por el hongo *Lasiodiplodia theobromae* (sin. *Diplodia natalensis*)

Información específica sobre cada uno de los organismos patógenos antes mencionados se encuentra disponible en el capítulo de **Enfermedades** de este conjunto tecnológico. Dicha información incluye la descripción de síntomas, las condiciones que favorecen cada enfermedad y su manejo.

Es importante poder identificar las enfermedades que afectan la sandía después de su cosecha para determinar cuáles son las prácticas de manejo que podrían reducir la posibilidad de que en un futuro vuelva a repetirse la misma situación. La contaminación de las frutas por el organismo causal de una enfermedad puede ocurrir en el campo, antes o durante la cosecha, o en cualquier momento durante su posterior manejo. En algunos casos estos organismos contaminan la superficie de la fruta, pero no se desarrollan hasta que las condiciones les sean favorables. Ciertos organismos patógenos tienen la capacidad de disolver el tejido para penetrar la fruta y otros necesitan de aperturas para poder invadir el interior de esta. Las aperturas pueden ser aquellas naturales en la fruta o las causadas en su superficie por daños de insectos, cortaduras, magulladuras, daño por frío, impactos, compresión u otras condiciones que debilitan el tejido.

En el manejo preventivo de las enfermedades que afectan la sandía después de su cosecha (o las que podrían afectar al consumidor) hay que considerar el “triángulo de la enfermedad” formado por la presencia de un **organismo patógeno**, la **fruta de sandía** como hospedero y las **condiciones ambientales** que le son favorables. Por tal razón es necesario:

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

- Manejar adecuadamente las enfermedades en el campo hasta terminar de cosechar.
- Eliminar del predio frutas enfermas; no transportarlas junto a las frutas sanas.
- Limpiar el equipo y herramientas utilizadas en la cosecha (ej., tijeras, cuchillas, cajones, carretones). Lavarlos con agua para eliminar residuos de cosecha y luego desinfectarlos con una solución de cloro u otro desinfectante.
- De tener que lavar las frutas, práctica que usualmente no es deseable, se deben mantener los niveles adecuados de cloro (100-150 ppm) y el pH (6.5-7.5) en el agua utilizada, la cual debe ser de calidad potable.
- Mantener las frutas limpias y empacadas en un área separada de las frutas que llegan sucias del campo.
- Inspeccionar el medio de transporte, y de ser necesario, limpiar y desinfectar el mismo antes de cargarlo.
- Limpiar las facilidades utilizadas en la clasificación y empaque, el lugar de almacenamiento y los medios de transporte.
- Descartar durante todas las etapas del manejo postcosecha toda fruta que presente síntomas de pudrición o condiciones que la predisponen a posteriormente desarrollar pudrición.

- De ser necesario y estar disponible, considere usar control químico postcosecha del patógeno (ej., fungicidas, bactericidas y otros, además del cloro).

II. Manejar con cuidado las *frutas de sandía* para evitar causarles daños físicos o mecánicos que facilitarían su contaminación -

- Evitar causarle daños a las frutas al cosecharlas.
- Evitar rasguños a las frutas por uñas largas (usar guantes de ser necesario).
- Evitar tirar las frutas. Las mismas se deben colocar con cuidado en los envases o cajas.
- Evitar que las frutas cosechadas sufran quemaduras de sol; colocarlas bajo sombra lo antes posible.
- Evitar exponer las frutas a bordes filosos, superficies ásperas o caídas durante la cosecha o al mover las frutas en el área de recibo y/o en una línea de clasificación y empaque.
- Evitar hacer estibas muy altas de frutas sueltas o en sacos, ya que las que se encuentren en la parte de abajo pueden sufrir daño por compresión causado por el peso de las frutas que se encuentran sobre ellas.
- Evitar llenar las cajas de empaque más arriba de su borde superior, ya que si la caja está sobrellena, cuando le colocamos otras cajas encima el peso no recaerá sobre la caja sino sobre las frutas dentro de ella, causándoles daño por compresión.
- Evitar que las frutas se muevan dentro de las cajas durante un transporte prolongado y que como consecuencia sufran daño por abrasión, especialmente las frutas que se encuentran en las cajas colocadas en la parte superior de las estibas. Para evitar esto deberá llenar completamente las cajas o en algunos casos colocar entre las frutas algún material protector (ej., divisiones de cartón).

III. Mantener las frutas bajo *condiciones ambientales* que no favorezcan el desarrollo de los organismos patógenos que causan las enfermedades -

- El manejo de la *temperatura* es extremadamente importante para el control de las enfermedades postcosecha. Aunque las temperaturas consideradas como óptimas para el transporte y almacenamiento refrigerado de las frutas de sandía permiten el crecimiento de muchos de los patógenos [50 a 59 °F (10 a 15 °C)], la razón o velocidad de crecimiento de estos será menor que la que tendrían a temperaturas más altas. Las temperaturas prevalecientes durante el manejo típico postcosecha de la sandía en Puerto Rico fluctúan mayormente entre los 68 a 86 °F (20 a 30 °C), por lo que es importante poner en práctica todas las recomendaciones de manejo postcosecha que ayudan a reducir las pérdidas. En Puerto Rico nos favorece el hecho de que la mayoría de las sandías llegan a manos del consumidor en menos de una o dos semanas luego de haberlas cosechado.
- La *humedad relativa* alta puede favorecer el desarrollo de muchos de los patógenos. Para beneficio de la fruta de sandía, se recomienda una humedad relativa de 85 a 90%, pero manteniendo su superficie seca. Esta humedad relativa recomendada no favorece el desarrollo de muchas de las enfermedades, ya que lo ideal para el desarrollo de la mayoría de los patógenos es una humedad relativa de 95 a 100%, con la superficie de la fruta húmeda por la presencia de agua libre.
- La *presencia de agua libre sobre la superficie de las frutas* se debe evitar en sandía. No coseche o maneje frutas mojadas. No permita que las frutas cosechadas se mojen.

De tener que lavar las frutas, práctica que usualmente no es deseable, debe secarlas por completo lo antes posible. Lo ideal para las frutas que son refrigeradas es mantenerlas de forma continua a la misma temperatura durante el resto de su manejo porque de ser expuestas a temperaturas más altas ocurrirá condensación de agua sobre su superficie. Cuando la superficie de la fruta sufre algún tipo de daño, como una cortadura o magulladura, aunque el resto de la superficie de la fruta esté seca habrá presencia de agua libre y nutrientes en el área donde ocurrió el daño a las células, lo que favorecerá el desarrollo de los patógenos.

- El uso de **atmósfera modificada o controlada**, aunque actualmente no se utiliza o es de uso bien limitado en sandía, es una práctica que también podría 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 al bajar la concentración de oxígeno y/o subir la de dióxido de carbono se podría suprimir el crecimiento del patógeno.

Referencias

- Baameur, A., T. K. Hartz, T. Turini, E. Natwick, E. Takele, J. Aguiar, M. Cantwell y J. Mickler, 2009. Watermelon production in California. UC Vegetable Research & Information Center, University of California at Davis. Vegetable Production Series, Publication 7213. 5 p. Versión electrónica en: <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7213.pdf>
- Bratsch, T., 2009. Notes on Harvesting and Handling Melons. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia Cooperative Extension. 2p. Versión electrónica en: <http://pubs.ext.vt.edu/2906/2906-1308/2906-1308.pdf.pdf>
- Elwakil, W. M. y M. A. Mossler, 2013. Florida Crop/Pest Management Profile: Watermelon. University of Florida, IFAS Extension. Document CIR1236, p. 5. Versión electrónica en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/PI/PI03100.pdf>
- FAO-PRODAR, 2014. Sandía (*Citrullus lanatus*). En: Productos frescos de frutas – fichas técnicas. INPHO-FAO. p. 67-70. Versión electrónica en: <http://www.fao.org/in-action/inpho/library/detail/en/c/2478/>
- Hardenburg, R. E., A. E. Wataba y C. Y. Wang, 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA, ARS. Agriculture Handbook #66. p. 62.
- Hurst, W. C., 2014. Harvest and handling. En: Commercial Watermelon Production. The University of Georgia Cooperative Extension; College of Agricultural and Environmental Sciences & College of Family and Consumer Sciences. Bulletin 966. p. 23-26. Versión electrónica en: http://extension.uga.edu/publications/files/pdf/B%20996_3.PDF
- Maynard, D. N. y D. L. Hopkins, 1999. Watermelon fruit disorders. American Society for Horticultural Science. HortTechnology Vol. 9 (2):155-161. Versión electrónica en: <http://horttech.ashspublications.org/content/9/2/155.full.pdf>
- Robinson, R. W. y D. S. Decker-Walters, 1996. Cucurbits. Crop Production Science in Horticulture Series, Book #6. CAB International. Oxon, UK. p. 152-153, 160.
- Rushing, J. W., J. M. Fonseca y A. P. Keinath, 2001. Harvesting and postharvest handling. (capítulo 10) En: Watermelons - characteristics, production and marketing (D. N. Maynard, Editor). American Society for Horticultural Science, ASHS Horticulture Crop Production Series. p. 156-164.

- Rushing, J. W., 2004. Watermelon. *En*: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks (Preliminary On-line version - Draft Revised 2004). USDA, ARS. Agriculture Handbook 66. 3 p.
Versión electrónica en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/watermelon.pdf>
- Ryall, A. L. y W. J. Lipton, 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Vegetables and Melons (2^{da} Ed.). AVI Publ. Co., Westport, CT, p. 203-204, 472-475.
- Sackett, C., 1975. Watermelons (4^{ta} Ed.). Fruit & Vegetable Facts & Pointers series, United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Virginia. p. 14-18.
- Saltveit, M. E., 2003. Mature Fruit Vegetables. Capítulo 27, *En*: Bartz, J. A. y J. K. Bretsch. (Editores). Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables, 2^{da} Edición. Marcel Dekker, Inc. New York, NY. p. 371, 666.
- Suslow, T. R., 1997. Watermelon: Recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technology Center, Department of Plant Sciences, University of California at Davis. 2 p.
Versión electrónica en: <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Watermelon/#>
- Thompson, H. C. y W. C. Kelly, 1957. Vegetable Crops (5^{ta} Edición). McGraw-Hill Book Company, Inc. p. 537-538.
- USDA, 2006. United States standards for grades of watermelons. USDA Agricultural Marketing Service. Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch. 11p.
Versión electrónica en:
http://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Watermelon_Standard%5B1%5D.pdf
http://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Watermelon_Standard%5B1%5D.pdf
- Wehner, T. C., 2010 (versión revisada). Choosing a ripe watermelon (for field harvest). *En*: Watermelon Crop Information – Cucurbit Breeding. Department of Horticultural Science, North Carolina State University, Raleigh, NC. 1 p. Versión electrónica en:
<http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wmelon/wmhndbk/wmfruitripeness.html>