



Capítulo VII

Cosecha y manejo poscosecha

Germán Franco

María Cristina García

Germán Alonso Antía Londoño

Juan Camilo Henao Rojas

En la cosecha se refleja el manejo cultural del cultivo de la mora, y es allí donde se reciben los beneficios de este o (si la fruta obtenida no satisface los requisitos del mercado) se sufren pérdidas de insumos, tiempo, recursos naturales, recursos humanos y demás factores utilizados para la producción. De otra parte, la poscosecha es el puente entre la producción y el consumo, por lo tanto, debe garantizar la calidad de la fruta que llega al consumidor, para lo cual, mediante diferentes operaciones de acondicionamiento, se protege la fruta de diversas fuentes de daño y se le transfiere mayor valor. De manera similar a la cosecha, si durante la poscosecha la fruta no se maneja de manera adecuada, se puede malograr su calidad con la respectiva pérdida de la inversión realizada por el productor durante meses o incluso años. Para

llevar a cabo la cosecha y la poscosecha de manera adecuada es importante conocer algunos aspectos básicos de la fisiología en la poscosecha, los cuales explican el comportamiento de la fruta bajo diferentes condiciones o estímulos ambientales.

Aspectos básicos de la fisiología en la poscosecha

Antes de entrar a presentar las recomendaciones para el manejo adecuado de la mora tanto en la cosecha como en la poscosecha, es imprescindible tener presente algunos conceptos básicos de fisiología para llevar a cabo la poscosecha, los cuales constituyen el soporte de las recomendaciones.

Entre los aspectos fisiológicos básicos que hay que tener presentes para realizar un manejo adecuado de la mora durante la cosecha y poscosecha se encuentran los siguientes: en primer lugar, la mora es una estructura viva que respira, transpira, pero también se envejece y muere como todo ser viviente; en segundo lugar, la mora es una fruta no climatérica, lo cual desde el punto de vista práctico significa que una vez cosechada, su proceso de maduración se detiene, es decir sus características sensoriales no mejoran.

Con respecto al primer punto, es importante tener en cuenta que mientras la mora esté sujeta a la planta, esta le proporciona el agua y alimento que requiere para continuar el desarrollo de los procesos fisiológicos que le permiten continuar su crecimiento y maduración, pero una vez retirada de la planta, al ser un tejido vivo, debe tomar el alimento de las reservas que haya logrado acumular mientras estuvo unida a la planta. Mediante procesos de respiración de la fruta, este alimento (azúcares principalmente) que logró acumular lo convierte en energía para realizar todos los procesos metabólicos que le permiten seguir viva, para mantener su calidad. La siguiente ecuación, según Wills, Lee, McGlasson y Hall (1984), muestra cómo, durante la respiración, la fruta toma los azúcares acumulados y los degrada con el oxígeno que toma del ambiente para liberar agua, energía y dióxido de carbono.



Azúcares + Oxígeno \longrightarrow Agua + Dióxido de carbono + Energía

Parte de esta energía la utiliza para llevar a cabo los procesos metabólicos que le permiten continuar viva y retardar los procesos de deterioro que conducen a la muerte del fruto. La otra parte de la energía la libera en forma de calor, por lo cual, cuando se acumula fruta en un lugar cerrado la temperatura del recinto puede aumentar (Wills et al., 1984).

De esta ecuación se puede deducir que si la fruta consume muy rápido los azúcares que acumuló, su tiempo de vida útil será muy corto, por lo que se deteriorará rápidamente (Wills et al., 1984).

Por lo tanto, para lograr mantener la calidad de la mora por largo tiempo es imprescindible reducir la velocidad de consumo de estos azúcares o, en otras palabras, reducir la velocidad o tasa de respiración de la fruta. Para esto es importante conocer cuáles son los factores que aceleran o retardan los procesos de respiración y transpiración de la mora.

El factor ambiental de mayor peso sobre la tasa de respiración de la mora es la temperatura. Todas las reacciones de degradación de la fruta se pueden acelerar con el aumento de la temperatura. Por cada 10 grados centígrados de aumento de la temperatura, la tasa de respiración puede acelerarse hasta tres veces (Kader, 2007) o, en otras palabras, el tiempo de vida útil se puede reducir hasta tres veces. Esto quiere decir que la temperatura constituye el factor externo más importante a controlar para mantener la calidad de la mora por mayor tiempo.

Otro de los factores externos a controlar, para reducir la velocidad de respiración de la fruta, es la composición de la atmósfera que la circunda. Si la fruta está en un ambiente de baja concentración de oxígeno o alta concentración de dióxido de carbono, la mora retardará el proceso de descomposición de los azúcares. En el primer caso, porque el oxígeno es el encargado de descomponer las reservas alimenticias que ha acumulado la fruta, por lo tanto, si hay poco oxígeno no puede descomponer los azúcares tan rápidamente; y en el segundo caso, porque si ya existe dióxido de carbono, el ambiente se satura con este gas y la velocidad de respiración también se reduce.

La transpiración o pérdida de agua de la fruta en forma de vapor de agua, es un proceso fisiológico de importancia. Dado que la mora es un fruto con un alto contenido de agua, esta pérdida de agua se refleja rápidamente en ella, por lo que toma apariencia deshidratada y marchita. Por ello, el control de la transpiración es también un hecho decisivo en el aseguramiento de la calidad de la fruta, y para esto también es importante conocer los factores que afectan la transpiración de la mora.

Los factores externos que determinan la velocidad de transpiración o pérdida de agua son la humedad relativa y la velocidad del aire. Para reducir al máximo la deshidratación o pérdida de agua de la fruta, esta se debe almacenar en condiciones de alta humedad relativa (~ 90 %), con lo cual la diferencia de presión de vapor de agua entre la fruta y el ambiente se reduce y la pérdida de agua por parte de la fruta también disminuye. Sin embargo, en el caso de la mora debe tenerse cuidado de no someterla a condiciones de humedad relativa mayor de 90 %, pues esto favorece el desarrollo de enfermedades.

La velocidad del aire también es un factor decisivo en la transpiración de la fruta. Aunque es recomendable para homogeneizar la concentración de los gases y bajar la temperatura de la fruta, si la ventilación es muy alta el producto se puede deshidratar.

El segundo aspecto fisiológico a tener en cuenta para el manejo de la mora es su carácter no climatérico. Galvis y Herrera (1995), Sora, Fischer y Flórez (2006) y García (2012) han encontrado que la tasa respiratoria es constante a lo largo del proceso de maduración de la fruta y no presenta ningún pico de respiración como sí sucede con los frutos climatéricos cuando inician su maduración. Como se dijo anteriormente, desde el punto de vista práctico, los frutos no climatéricos no siguen madurando una vez cosechados, es decir, sus características fisicoquímicas y organolépticas no mejoran, como sí ocurre con los frutos climatéricos como el mango o el banano, los cuales, si se cosechan verdes, pueden madurar y desarrollar las características buscadas por el consumidor. Por lo tanto, los frutos de mora deben dejarse en la planta hasta que muestren características muy cercanas a las requeridas por el mercado (García & García, 2001; Requena & Tomás, 2008). En estos dos aspectos básicos de la fisiología poscosecha de la mora, se fundamentan todas las recomendaciones para el manejo adecuado de la mora.

El carácter no climatérico obliga a la cosecha en estados de madurez muy cercanos a lo que requiere el consumidor. Por otra parte, con el conocimiento del efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre la calidad y el tiempo de vida útil de la mora, se establecen las recomendaciones para su manejo, tales como el mantenimiento a baja temperatura y la manipulación cuidadosa para evitar causar daños mecánicos que aceleren el proceso de respiración.

Factores precosecha que inciden en la cosecha

La calidad y pérdida de fruta al momento de la cosecha dependen en gran parte del manejo que se le ha dado al cultivo, y de la manera en que es cosechada y manipulada la fruta hasta la entrega al consumidor. Durante el cultivo, cada decisión tomada, desde el mismo momento de la selección del material a sembrar, incide en la calidad y pérdidas poscosecha.

La calidad del material de propagación determina en gran parte la aceptación que tendrá esta fruta en el mercado. Se deben buscar materiales que ofrezcan características de alto contenido de sólidos solubles o azúcares y baja acidez, y que sean de consistencia firme. Esta última condición también ayuda a que la fruta sea más resistente a manipulación y por ende presente mayores tiempos de vida útil. También se deben buscar materiales que presenten algún grado de tolerancia a las principales enfermedades de estos cultivos, con el fin de reducir pérdidas por agentes biológicos. Si a esto se le suman materiales con una alta productividad, se tendrán buenos resultados al momento de la cosecha y comercialización de la fruta. Otros aspectos como la presencia o no de espinas se deben analizar cuidadosamente pues, aunque la ausencia de espinas facilita la cosecha, es importante conocer la aceptación que estos materiales puedan tener en el mercado.

La densidad de siembra es otro aspecto clave a tener en cuenta al establecer el cultivo, ya que puede afectar la calidad de la fruta. Aunque altas densidades son asociadas a alta producción o rendimiento por hectárea, es importante analizar otras consecuencias de esta decisión. Altas densidades de siembra implican cortas distancias entre surcos y entre plantas, al crecer las plantas las calles se cierran y es muy difícil el tránsito en el cultivo, por lo cual las labores culturales como la fertilización, las podas, el control de plagas y las enfermedades se complican. De hecho, estos cultivos tan cerrados limitan en un alto grado la aireación y la entrada de luz a la planta. La falta de aireación crea focos de humedad que pueden favorecer el desarrollo de enfermedades y plagas, con las consecuentes pérdidas de frutos. Por su parte, la entrada limitada de luz genera una amplia variabilidad en las características de los frutos, no solo en tamaño sino también en color.

Con una alta densidad se puede llegar a tener mayor número de frutos por unidad de área, pero no se garantiza que se trate de frutos grandes y homogéneos. Esto también puede repercutir en la calidad y precio pagado al momento de la cosecha, pues el mercado prefiere frutos grandes y homogéneos a frutos pequeños. El movimiento

por calles muy cerradas puede ocasionar daños a la planta, además que el campo visual del operario o recolector se ve reducido, por lo que la eficiencia de la cosecha se reduce. La calidad de los frutos cosechados también se ve afectada, pues el operario no puede hacer una inspección precisa del fruto de manera tal que le permita cosechar aquellos que presenten las características requeridas; por lo anterior, se recomienda utilizar distancias de siembra amplias como 3×3 m o $3 \times 2,5$ m (figura 7.1).



Foto: Germán Franco

Figura 7.1. Distancia de siembra amplia para facilitar las labores culturales y la cosecha y para favorecer la homogeneidad y calidad de la mora.

La poda es otra de las prácticas que influye en la calidad de la fruta, pues cuando la planta no ha sido podada o no se le ha realizado esta práctica de manera correcta, los frutos pueden ser pequeños y poco homogéneos, o puede que la planta predomine la producción de ramas y no de frutos. Además, la poda confiere la arquitectura deseable a la planta y contribuye a una fácil inspección de los frutos.

De manera similar, los planes de fertilización también inciden en la calidad de la fruta a cosechar y en su tiempo de vida útil. Plantaciones fertilizadas, de acuerdo con sus requerimientos y análisis de suelos, conducen a frutos con un buen proceso de maduración, firmes y con mayor tiempo de vida útil.

Así mismo, los programas de manejo de plagas y enfermedades juegan un papel decisivo en la calidad de la fruta cosechada, pero en especial en la inocuidad de la misma. Este es uno de los aspectos de mayor importancia en la comercialización y apertura de nuevos mercados de mora con calidad. Los insumos utilizados para el control de plagas y enfermedades deben aplicarse en las dosis y frecuencia recomendada y respetando el tiempo de carencia. De lo contrario, en los frutos cosechados la presencia de residuos químicos sobrepasará los límites permisibles, lo que pone en riesgo la salud del consumidor.

Cosecha

La cosecha es la actividad en la que se consolida todo el trabajo realizado durante el cultivo, por consiguiente, debe ser llevada a cabo de manera planificada para no malograr todos los recursos puestos en la producción. La cosecha es vista por el agricultor como la recolección y alistamiento de la fruta para entregarla al comprador. Sin embargo, desde el punto de vista empresarial, de acuerdo con Antía y Torres (1998), es la etapa en que el agricultor proyecta, establece, coordina, realiza, verifica y realimenta las labores administrativas, de tal manera que pueda cosechar y mercadear su producto para satisfacer los requisitos del consumidor en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad de suministro y precio.

De acuerdo con lo anterior, la cosecha no inicia con el desprendimiento de la fruta de la planta sino con la planificación de esta, para lograr un proceso eficiente y eficaz, es decir, que conlleve al menor porcentaje de pérdidas de fruta y una rápida recolección (Antía & Torres, 1998).

La decisión de cosechar depende del mercado, pues es este quien decide qué se requiere, cómo (grado de madurez, volumen, presentación) y para cuándo. Con esta información el productor revisa el cultivo y determina qué cantidad de fruta presenta las características buscadas por el mercado y, con base en esta información, planifica la cosecha. Además, determina el número de trabajadores, elementos (guantes, canastillas); y junto con el equipo de trabajo prepara las instalaciones de acopio y se acuerda el transporte para evitar que la mora esté expuesta por largos periodos de tiempo a la lluvia, al sol o a fuentes de contaminación (Antía & Torres, 1998).

Los recipientes, utensilios, herramientas y demás elementos en contacto con la mora deben ser lavados y desinfectados. Para el lavado de los recipientes se deben remojar, aplicar detergente, fregar y enjuagar con abundante agua. Para la desinfección es necesario preparar una solución de yodo al 0,3% (3 cm³ de yodo por litro de agua), aplicarlo y dejarlo actuar como mínimo 10 minutos, luego enjuagar con abundante agua.

Los puntos de acopio en la finca deben estar ubicados lejos de posibles focos de contaminación, como lugares de disposición de basuras o aguas estancadas, y en un lugar de fácil acceso (Antía & Torres, 1998). Igualmente, deben estar protegidos de la entrada de animales, y contar con buena iluminación y ventilación. Durante la cosecha, este espacio debe ser utilizado exclusivamente para el acopio de la fruta, y no utilizarlo para guardar ropa, herramientas, insumos agroquímicos, basuras u otro elemento o insumo que pueda ser un vector de contaminación de la fruta.

Sumado a lo anterior, es importante que los trabajadores sean instruidos sobre la manera de llevar a cabo la cosecha, las características de la fruta a cosechar y el manejo higiénico y sanitario de la fruta. Esto último hace alusión a las buenas prácticas agrícolas (BPA) como, por ejemplo, el lavado y la desinfección de las manos especialmente cuando el empleado cambie de actividad como después de almorzar, de sonarse, de manipular insumos o elementos extraños, o de hacer uso del sanitario. Además, debe hacerse énfasis en evitar que los trabajadores con heridas abiertas o enfermedades contagiosas estén en contacto con la fruta. Debe recomendarse el uso del uniforme completo (gorro, tapabocas, overol), elementos de protección higiénicos y en el caso de las botas desinfectarlas antes de entrar al lote (Antía & Torres, 1998; García & García, 2001).

Con respecto al grado de madurez y características de la fruta a cosechar, se puede ilustrar a los trabajadores presentándoles moras de referencia o por medio de la carta de color de la NTC 4106 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 1997). Una vez capacitados en las características de la mora a cosechar, se instruyen sobre la manera de desprender el fruto de la planta: se toma el fruto suavemente entre los dedos y, mediante una suave torsión y sujeción, se desprende. Es necesario remover completamente el pedúnculo, porque sus agujones causan heridas a otros frutos; entre mayor sea el estado de maduración, más fácil se desprende el fruto de la planta sin pedúnculo y sin cáliz (Franco & Giraldo, 2001).

Estado de madurez óptimo para la recolección

Como se mencionó previamente, la mora es una fruta no climatérica por lo cual debe ser cosechada en estado de madurez muy cercano al requerido por el mercado, pues una vez cosechada no van a mejorar sus características fisicoquímicas. Para determinar el momento óptimo de recolección (MOR) de la mora y decidir si está lista para cosechar, existen diferentes indicadores de madurez como el porcentaje de maduración de la fruta en el lote, el número de días transcurridos entre la fecundación y el estado de fruto maduro; el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) y acidez titulable. En general, se recomienda utilizar al menos dos indicadores (Antía & Torres, 1998; Franco & Giraldo, 2001).

Por la tipología del productor de mora, hay que ofrecerle índices de cosecha sencillos, como la Norma Técnica Colombiana 4106 (Icontec, 1997), la cual ha favorecido este proceso. Al ofrecer un parámetro único con el cual el vendedor y el comprador se pueden guiar para realizar sus operaciones de negocio, se elimina una cantidad de índices y patrones de calidad que hacían el proceso de cosecha y poscosecha confuso y, la mayoría de las veces, desventajoso para el productor.

El mercado requiere mora en estado de madurez 4 o 5 de acuerdo con la NTC 4106. Por lo tanto, cuando la mora se cosecha en estados de madurez 2, 3 o 6 puede ser rechazada por el mercado o castigado su precio. A pesar de las mejores características organolépticas que presenta la mora en estado de madurez 6 (mayor contenido de sólido soluble y menor acidez), también se hace más blanda y susceptible al deterioro, por lo cual el riesgo de pérdida se incrementa, generando su rechazo en el mercado o el castigo de su precio (García & García, 2001).

El estado de madurez más recomendado para la cosecha de la mora, por el equilibrio entre ácidos y azúcares, tamaño y forma, es el estado de madurez 5 según la tabla de color de la NTC 4106 (figura 7.2) (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013b; Icontec, 1997; Rodríguez, López, & García, 2010).

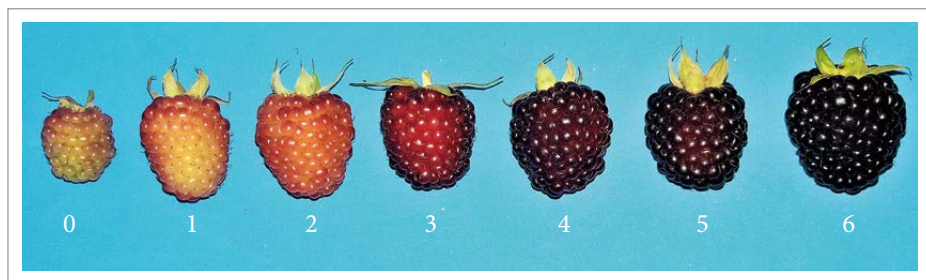
Foto: Jorge Alonso
Bernal Estrada

Figura 7.2. Descripción del color de frutos de mora según su estado de maduración. De acuerdo con Franco y Giraldo (2001): 0. Frutos de color amarillo verdoso, con sus drupillas bien formadas; 1. Predomina el amarillo verdoso con algunas drupillas de color rosado; 2. Se incrementa el área de color rosado; 3. El fruto es de color rojo claro; 4. El rojo del fruto es más intenso; 5. Rojo intenso, con algunas drupillas moradas; 6. Morado oscuro (con base en la tabla de color NTC 4106). Fuente: Gómez (2004)

La mora es una fruta altamente perecedera y susceptible al daño mecánico, por lo cual la manipulación debe reducirse al máximo; por ello, al momento de la cosecha se deben llevar a cabo las operaciones de selección, clasificación, limpieza y empaque; actividades que hacen parte del acondicionamiento de la fruta.

Para la cosecha se deben usar recipientes pequeños, los cuales no deben tener más de 15 cm de profundidad (figura 7.3), con superficies internas lisas, sin puntas, grietas o cualquier imperfección que pueda causar daño a la mora. En consonancia con la reducción de la manipulación de la fruta es recomendable cosecharla directamente en los recipientes de comercialización.



Foto: Germán Franco

Figura 7.3. Recipiente de poca profundidad para recolección de mora con destino al mercado en fresco.

Este empaque debe ser estructuralmente fuerte, de fácil apilamiento para facilitar el acopio y transporte de la fruta. Debe facilitar la exhibición del fruto, pero protegiéndolo de los procesos fisiológicos de respiración y transpiración que aceleran el deterioro de la fruta (Antía & Torres, 1998; Franco & Giraldo, 2001; Galvis & Herrera, 1995; García, 2012; García & García, 2001; Icontec, 2002; Villamizar, 1994), así como de los factores externos como temperatura y humedad relativa que afectan la calidad de la fruta.

Para facilitar la recolección en los recipientes de comercialización y, de hecho, evitar el contacto de estos recipientes con el suelo, se sugiere hacer uso del carro de transporte de fruta en finca, en el cual se puede cosechar y clasificar la mora directamente en los recipientes plásticos de baja capacidad (125, 250 y 500 g), y ubicarla en las canastillas plásticas correspondientes para su transporte hacia los puntos de acopio. Así la fruta siempre estará protegida de fuentes de contaminación presentes en el suelo o transportados por el viento, y se facilitará su transporte por parte de los trabajadores (figura 7.4).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 7.4. Empaques dosificados para comercialización.

Para el mercado industrial, la mora se recolecta en tarros cafeteros (figura 7.5) con capacidad de 10 kg y luego se trasvasa el producto a canastillas, canecas plásticas de diferente tamaño con cierre hermético con capacidad de 25 a 30 kg y de 170 kg (figura 7.6) (Gómez, 2005).



Foto: Germán Franco

Figura 7.5. Recipientes cafeteros para la cosecha de mora.

Foto: Germán Franco

Figura 7.6. Canecas plásticas con cierre hermético de 25-30 kg de capacidad, para la comercialización de la mora a nivel industrial.

La cosecha debe realizarse en las horas más frescas del día y evitar al máximo recogerla cuando esté lloviendo. Pero si no hay alternativa y se debe recoger en días de alta humedad o lluvia, es indispensable acopiar la fruta en lugares cubiertos pero ventilados y en pilas bajas, para facilitar la remoción de la humedad y evitar así el crecimiento de hongos. La mora debe cosecharse dos veces por semana, para garantizar la obtención de frutos homogéneos con las características requeridas por el mercado como ser de consistencia dura, firme, sanos y de color rojo o vinotinto, no morado oscuro ni negro (Franco & Giraldo, 2001; Galvis & Herrera, 1995; García & García, 2001; Villamizar, 1994).

Cuando se recoge una vez por semana se obtiene fruta con una amplia variabilidad de grado de madurez, por lo cual al llegar al mercado el precio es menor al esperado. Además, el tener fruta en estas condiciones dificulta el manejo y comercialización, porque cada grado tiene condiciones específicas de temperatura y humedad para su manejo. Generalmente los frutos verdes transpiran más rápido que los maduros, pero estos últimos son más susceptibles al daño mecánico que los verdes, por lo cual requieren de un proceso más delicado. De otra parte, con lapsos entre recolecciones de siete días los frutos se pueden sobremadurar y caer, lo que se traduce en pérdidas de fruta.

Luego de cosechados los frutos en el lote, para evitar que permanezcan largos periodos expuestos a las condiciones ambientales, inmediatamente se deben llevar a los sitios de acopio transitorio en la finca, exclusivos para el almacenamiento del fruto, con el fin de protegerlos de peligros de contaminación, animales, polvo, basuras y de la radiación solar directa. Los frutos y los recipientes de cosecha no se deben colocar sobre el suelo, hay que protegerlos del viento, la lluvia y evitar someterlos a largos periodos de almacenamiento; se debe descartar la fruta que se encuentre en el suelo, y la enferma y dañada se cosecha al día siguiente (Antía & Torres, 1998; García & García, 2001).

Una dificultad en la cosecha de mora es el carácter espinoso de la mayoría de los materiales cultivados y la presencia en los racimos de frutos en diferentes estados de maduración, por lo cual un recolector debe pasar por un mismo racimo hasta tres veces para cosecharlo completamente. Esto exige, además, un excelente manejo de la poda para poder realizar fácilmente la cosecha, y una rigurosa planeación de esta actividad para la programación de las recolecciones en un mismo lote.

Independientemente del tipo de material de siembra utilizado (estacas o acodos) las primeras recolecciones de fruta se realizan entre los siete y nueve meses después de la siembra en campo; las plantas entran en plena producción después de los 15 meses. Cultivos sembrados con material *in vitro* presentan una diferencia de unos tres meses con respecto al inicio de la producción. Un cultivo bien manejado puede sobrepasar una producción de 25 t/ha/año.

Para la programación de la cosecha es importante conocer las etapas de desarrollo del fruto de mora pues estas varían en tiempo, según la zona y las condiciones predominantes del clima. Para Colombia, en general estos periodos se relacionan en la tabla 7.1.

Tabla 7.1. Estados fenológicos del desarrollo del fruto de mora

Estado	Duración (días)
De yema a botón floral	5-6
De inicio de floración a apertura de flor	22-24
De apertura de flor a polinización	2-5
De polinización a formación de fruto	6-8
De formación de fruto a cosecha	40-48
Total	75-91

Fuente: Elaboración propia con base en Castro et al. (1995), Franco y Giraldo (2001), García y García (2001) y Marulanda et al. (2011)

Manejo en poscosecha

La fase de poscosecha es entendida como el periodo entre la cosecha de la fruta y su consumo. Tiene como objetivo mantener las cualidades de los productos para garantizar su calidad organoléptica, nutricional y mejorar la apariencia externa. La mora presenta una tasa respiratoria alta, por lo cual se considera como un fruto altamente perecedero con una vida en poscosecha corta; esta condición exige que, en esta fase de la explotación, el manejo sea lo más rápido posible para evitar el deterioro del producto.

Acondicionamiento

La fase de acondicionamiento del fruto comprende la selección, la limpieza, la clasificación y el empaque. La selección busca retirar todos los frutos con daño o que no cumplen con las características requeridas por el mercado. La limpieza es la actividad mediante la cual se remueven los materiales extraños a la fruta, como por ejemplo hojas, residuos de suelo, tallos, entre otros. La clasificación es la operación que busca separar la mora en grupos de características similares ya sea en grado de madurez, tamaño o calidad. En la gran mayoría de cadenas de frutas y hortalizas estas operaciones poscosecha se realizan generalmente en centros o lugares de acondicionamiento ubicados en la misma finca o en centros comunales, ubicados en las veredas o en las cabeceras municipales. Sin embargo, en el caso de la mora, como se busca reducir al máximo su manipulación, las operaciones de acondicionamiento se deben llevar a cabo al momento de la recolección. Así, antes de cosecharla, el trabajador debe inspeccionar y asegurarse que el fruto no presenta ningún tipo de daño que impida su comercialización, y que además satisface los requerimientos establecidos por el mercado (García & García, 2001).

Una vez que se ha inspeccionado la mora, se debe cosechar y, de acuerdo con la categoría, clasificarla como extra, primera (i) o segunda (ii) (Icontec, 1997), y disponerla cuidadosamente en el recipiente respectivo. Es importante tener en cuenta que no se debe arrojar para evitar causarle daños. Para clasificarla, al momento de la cosecha, es necesario contar con recipientes subdivididos que permitan separar la mora entre categorías o grupos, o utilizar recipientes diferentes para cada categoría. Esta operación precisa de algunos desarrollos, ya sea de los empaques o de herramientas que permitan manejar dos empaques simultáneamente. Para responder a la segunda opción se ha diseñado un sistema de transporte de fruta que además facilita las labores de selección, clasificación y el transporte de la mora dentro de los lotes (figuras 7.7a y 7.7b). Este sistema de transporte puede albergar canastillas plásticas de 10,0 kg de capacidad, que se pueden dividir en tres secciones o pueden contener empaques dosificados de 125, 250 y 500 g que facilitan la clasificación de la mora. Dicho sistema ayuda en la recolección, disminuye la manipulación, el número de trasvases, y da comodidad y libertad de movimiento al recolector (García & García, 2001).



Fotos: Cristina García Muñoz

Figura 7.7. Sistema de transporte en campo para recolección de la fruta. a. Canastillas con empaques dosificados; b. Mora a granel en canastillas ubicadas en el sistema de transporte.

Acopio

Una vez cosechada la fruta, esta tiene que ser transportada a los puntos de acopio para protegerla de los rayos directos del sol, la lluvia, los vectores de contaminación provenientes del suelo, el viento, los animales, entre otros. Por lo tanto, los puntos

de acopio deben contar con paredes, techo, piso o estibas, así como facilitar la ventilación del producto, y estar en perfectas condiciones de aseo. Si los frutos están húmedos o mojados, estos puntos de acopio deben permitir la fácil ventilación para remover la humedad residual, pues si se almacena la fruta húmeda el desarrollo de hongos es inevitable (Antía & Torres, 1998; García & García, 2001).

Transporte

La fruta debe salir de la finca el mismo día de la cosecha, más aún si no se cuenta con cuartos fríos. Por lo tanto, el transporte se programa previamente, teniendo en cuenta la hora en que se tiene prevista la finalización de la cosecha. Con esto se favorece la conservación de la fruta y por lo tanto su entrega en perfectas condiciones (Antía & Torres 1998; García 2012; García & García, 2001).

Los vehículos deben ser cerrados para proteger el producto de la lluvia y el viento, pero tienen que permitir la circulación de aire para remover el calor, producto de los procesos respiratorios, y con ello disminuir los procesos de respiración y transpiración del fruto que conllevan a su rápido deterioro (Antía & Torres 1998; García 2012; García & García, 2001).

La carrocería del vehículo debe estar en perfectas condiciones de limpieza para evitar la contaminación de la fruta. Es recomendable el uso de estibas dentro del transporte para evitar la contaminación de la fruta por la suciedad y vectores de contaminación presentes en el piso, dado que los trabajadores se suben a los carros sin limpiar o desinfectar el calzado. La carga de la fruta debe hacerse de manera contraria al descargue. El apilamiento de las canastillas debe ser tal que permita la aireación por entre las pilas o columnas de fruta, pero sin que exista riesgo de caída de las moras durante el transporte con el consecuente deterioro de las mismas. No se debe transportar la fruta con ningún otro tipo de producto, insumo, herramienta o personal que pueda contaminarla (Antía & Torres 1998; García 2012; García & García, 2001).

Aunque se prefiere el uso de carros refrigerados (figura 7.8), dado que la mora se conserva muy bien a temperaturas cercanas a 1 °C, se sabe que este tipo de vehículos no es tan común en las regiones productoras de mora, por lo cual se recomienda al menos contar con carrocería cubierta con lona de colores claros para evitar la concentración de calor en su interior (figura 7.9). En estos casos, el acarreo del producto debe realizarse después de las 6:00 p. m. o en las primeras horas del día cuando la temperatura es aún baja (Antía & Torres, 1998; García 2012; García & García, 2001).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 7.8. Furgón con refrigeración para el transporte de mora.



Foto: Cristina García Muñoz

Figura 7.9. Camión con carpa de color claro.

Empaque

Un sistema de empaque es el conjunto de elementos o contenedores rígidos o flexibles que protegen el producto, a los integrantes de la comercialización y al ambiente; además facilitan la trazabilidad del producto, promocionan su venta, mercadeo y consumo. El empaque es fundamental para que el producto llegue al destinatario final en el momento justo y con las expectativas que requiere el consumidor (Villamizar, 2001). El empaque debe ser estructuralmente fuerte para que proteja al producto y soporte el peso cuando se apila, con paredes internas lisas, sin ranuras ni estrías que alberguen patógenos y sin aristas que dañen el fruto; debe ser poco profundo,

máximo 15 cm, con el fin de minimizar los daños causados por la compresión que causa el peso de las frutas para comercialización en fresco, por lo cual el número máximo de capas de mora a ubicar dentro de este debe ser de tres a cinco (Chica, García, & Rojas, 2005). Así mismo, el empaque tiene que facilitar el acopio en pilas estables, para que durante el transporte o almacenamiento no se vayan a caer o se deteriore la fruta. Además, debe facilitar la libre circulación del aire, para remover el calor y humedad que aceleran el deterioro del producto. Los empaques reutilizables que se empleen en estas labores solo deben usarse para la mora (Antía & Torres, 1998; Franco & Giraldo, 2001).

Según el mercado, fresco o agroindustria, se pueden utilizar diferentes empaques. Para el mercado en fresco se recomienda el uso de canastillas plásticas de 7 kg de capacidad y con altura máxima de fruta de 10 cm, para evitar el daño por compresión de la fruta que queda ubicada en la base del mismo. Para mercados de mayor valor agregado se recomienda el uso de cajas plásticas de polietileno tereftalato (PET) de 125, 250 o 500 g; las superficies internas lisas, la adecuada ventilación que presentan estos empaques y su capacidad, favorecen la conservación de la fruta y por lo tanto los hacen recomendables para la comercialización en este tipo de mercados. Para la comercialización en el mercado industrial se usan canecas plásticas con capacidad de 20, 25 y de 170 kg; en estos recipientes la mora no conserva su integridad, pero sí la calidad que exige la industria. Para el mercado de exportación se permite el uso de empaque primario y secundario, además, el producto se debe presentar en empaques dosificados con perforaciones y otras especificaciones acordadas con el importador (Antía & Torres, 1998; Franco & Giraldo, 2001; Gómez, 2005; Icontec, 2002; Peñuela et al., 2004).

La Norma Técnica Colombiana 5141 de Icontec (2002) da las recomendaciones sobre el empaque para mora, y establece los requisitos que debe cumplir este para recolección y comercialización. La norma no recomienda el uso de recipientes de cosecha por las características del producto, por lo cual se debe recolectar directamente en el empaque de comercialización. Para el mercado nacional el empaque primario debe ser plástico y el secundario de madera o cartón.

Almacenamiento

El almacenamiento es una operación que busca prolongar la vida útil de la fruta, para lo cual esta se debe someter a condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, y estar protegida de diferentes causas de daño. Como en la mayoría de

las fincas dedicadas al cultivo de la mora no se dispone de cuarto frío, se sugiere entregar el producto el mismo día de la recolección, de no ser posible, la fruta se debe almacenar en un local o cobertizo techado, protegido por malla, piso de cemento, ventilado, limpio y con estibas; las pilas deben estar distanciadas entre sí, para favorecer la ventilación (Antía & Torres, 1998).

En la tabla 7.2 se listan recomendaciones para el almacenamiento de mora, las cuales pueden ser utilizadas según las condiciones particulares de los cultivos.

Tabla 7.2. Recomendaciones para almacenamiento refrigerado de mora

Autor	Temperatura (°C)	HR (%)	Tiempo de almacenamiento (días)	Observaciones
Gallo (1996) citado por Orozco (2001)	- 0,5 - 0,0	90 - 95	2 - 3	- 0,7 °C Punto de congelación
Mazo (1998) citado por Orozco (2001)	0,0	90	4 - 10	
Thompson y Barriga (s. f.) citados por Acero y Aparicio (1989)	0,0	85 - 90	7 - 14	
Camacho y Romero (1995)	0,0	-	3	
Giraldo, Agudelo y Franco (1996)	0,0 - 1,0	92	4	Asperjar los frutos con ácido ascórbico al 1 %
García y García (2001)	0,0 - 5,0	85 - 95	-	
Instituto de Investigaciones Tecnológicas (1967) citado por Acero y Aparicio (1989)	1,0	90	15	
Galvis y Herrera (1995)	2,0	80	10	Empaque con 13 % de perforación
Galvis y Herrera (1995)	2,0	80	15	Empaque sin perforación
Antía y Torres (1998)	2,0 - 5,0	80	-	Velocidad del aire 1-3 m s ⁻¹

(Continúa)

(Continuación tabla 7.2)

Autor	Temperatura (°C)	HR (%)	Tiempo de almacenamiento (días)	Observaciones
Cadavid y Peña (1994)	3,0	100	8	Aplicar Nicon PQ. 20 cm ³ L ⁻¹
Ayala, Valenzuela y Bohórquez (2012)	3,0	65 - 85	7	Recubrimientos comestibles a base de Alginato de sodio e iones de calcio en empaques termosellados
Luna (2012)	3,0	90	9	Recubrir con solución de quitosano 1,5 % + Ácido ascórbico 10 %
Ciro, Castaño, Salazar y Maya (1998)	4,0	80	5	
Sora et al. (2006)	4,0	90 - 95	6	Atmósferas modificadas activas 20 % CO ₂ - 10 % O ₂ - 70 % N
Farinango (2010)	4,0	90 - 95	10	Empaque PET (polietileno tereftalato)
García (2012)	5,0		10	
Ramírez (2012)	5,0	85	10	Recubrimiento con gel de sábila
González (2010)	5,0		15	aceite esencial de canela 500 ppm
Instituto de Investigaciones Tecnológicas (1967) citado por Acero y Aparicio (1989)	6,0	90	8	
Instituto de Investigaciones Tecnológicas (1967) citado por Acero y Aparicio (1989)	10,0	90	4	
Rodríguez y Echeverri (1998) citados por Orozco (2001)	16,0 - 20,0	-	1	

Fuente: Elaboración propia

La información precedente muestra recomendaciones que van desde la sola aplicación de frío, hasta métodos más sofisticados en los cuales se recomiendan las atmósferas modificadas y algunos aditivos; el acceso a las diferentes tecnologías dependerá del nivel de asociación que tengan los grupos de productores, por ejemplo algunas cooperativas de cultivadores de mora cuentan con cuartos fríos, donde almacenan hasta por un día la fruta antes de enviarla a los mercados de destino, principalmente la industria. En general, se podría recomendar que los procesos de almacenamiento, por su elevado costo, sean realizados a través de las asociaciones de productores, en cuartos fríos con temperaturas alrededor de los 5 °C y humedad relativa entre 85 % y 90 % por un periodo máximo de un día, como una forma de almacenamiento temporal antes de despachar el producto al mercado de destino.

Enfermedades en poscosecha

Durante las operaciones de poscosecha, almacenamiento y comercialización de la mora, se afecta su estado fisiológico y grado de susceptibilidad al ataque de enfermedades, al sufrir daños como magulladuras y abrasiones que facilitan la entrada de patógenos. También las condiciones ambientales pueden incrementar la susceptibilidad de las frutas al ataque de microorganismos. Las principales fuentes de contaminación de la mora en la poscosecha se originan a partir de los implementos, recipientes de cosecha, bodegas y vehículos utilizados para el transporte. Los patógenos que se encuentran en la poscosecha penetran por heridas en los frutos (que son puerta de entrada a los microorganismos) y por penetración directa del patógeno, proceso que ocurre desde la formación de las flores hasta diferentes estados de desarrollo de la fruta (Botero, Franco, Castaño, & Ramírez, 1999). En general, estos daños pasan desapercibidos por el productor debido a que ellos se manifiestan varios días después de entregada la mora al comercializador.

Las enfermedades que se manifiestan con más frecuencia en la poscosecha de los frutos son en su orden *Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr., *Candida* sp., *Geotrichum* sp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp. y *Fusarium* sp. (Botero et al., 1999).

La sintomatología de Moho gris (*Botrytis* sp. Pers. Ex Fr.) fue descrita en el capítulo V; y la figura 7.10 muestra los síntomas de la enfermedad en poscosecha. El manejo se realiza con la separación de los frutos enfermos de los sanos, el lavado de los empaques (tal como se mencionó en este capítulo) y la desinfección de las bodegas y vitrinas exhibidoras con productos a base de amonio cuaternario, además, se deben retirar constantemente los frutos enfermos de bodegas y vitrinas (Botero et al., 1999).

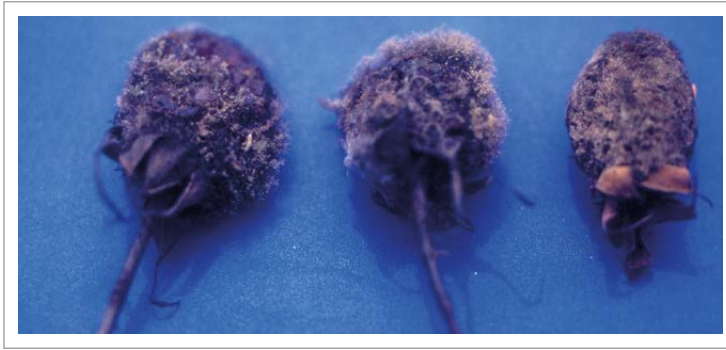


Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.10. Moho gris causado por *Botrytis cinerea* en frutos de mora. Los frutos presentan masas grises de conidias sobre su superficie.

En cuanto a la candidiasis, el hongo (*Candida* sp.) ataca los frutos y les ocasiona zonas blandas y húmedas con un micelio grisáceo que crece sobre la superficie (figura 7.11) (Botero et al., 1999). El manejo se realiza como se indicó para *Botrytis*.

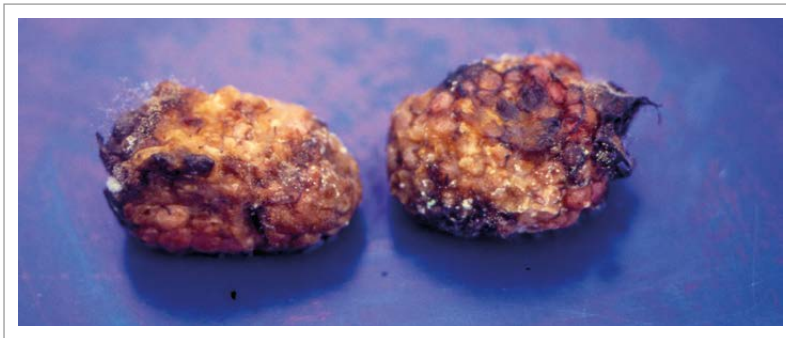


Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.11. *Candida* sp. Lesiones blandas y húmedas con desarrollo de micelio grisáceo.

Otra de las enfermedades es la pudrición amarga (*Geotrichum* sp.). Este hongo ataca desde el interior del fruto y posteriormente lo cubre con una capa delgada y húmeda de micelio de color blanco o crema, para luego transformar el fruto en una masa acuosa descompuesta de olor desagradable (figura 7.12) (Botero et al., 1999). Bajo condiciones de atmósferas modificadas, con alta concentración de CO_2 y baja de O_2 , se presentan daños por este hongo. Mientras que el almacenamiento a 0°C inhibe el patógeno, pero los síntomas aparecen cuando la fruta se pasa a condiciones ambientales (Aragón, 1990).



Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.12. Síntomas en fruto de mora causados por pudrición amarga (*Geotrichum* sp.).

El manejo se realiza al cosechar por separado la fruta sana de la enferma, y al evitar la manipulación excesiva de la fruta para no causar heridas que son la puerta de entrada del hongo. Las demás medidas de manejo son iguales a las descritas para *Botrytis*.

En la enfermedad de la pudrición blanda (*Rhizopus* sp.) el hongo se observa por el crecimiento de sus hifas hacia afuera a través de las heridas (figura 7.13). Los frutos enfermos pueden ser fuente de contaminación a través del contacto con los sanos. Inicialmente los tejidos afectados desprenden un aroma ligeramente agradable, pero con el tiempo, bacterias contaminantes hacen que se desprenda un aroma rancio. Es común encontrar el hongo en las paredes de los recipientes que contienen la fruta (Botero et al., 1999). Para el manejo se debe evitar la manipulación excesiva de la fruta para no causar heridas, durante la cosecha es necesario separar los frutos enfermos de los sanos y realizar el lavado de empaques, bodegas y vitrinas como se ha indicado.

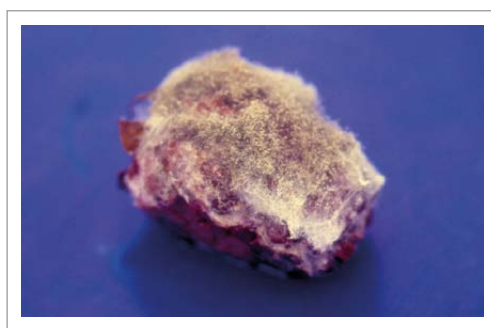


Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.13. Pudrición blanda causada por *Rhizopus* sp. Lesión en mora que muestra esporangios de color gris claro.

Otra enfermedad es el moho verde (*Penicillium* sp.). Inicialmente el hongo se manifiesta en la superficie del fruto con alteraciones vítreas ligeramente pardas, después surgen esporodocios de color blanco grisáceo, con conidióforos blanco grisáceos llenos de esporas verdes pulverulentas (figura 7.14). El hongo solo ataca frutas maduras por lo que se observa únicamente en etapa de poscosecha o en el almacenamiento (Botero et al., 1999). El manejo se enfoca al lavado y desinfección de empaques, bodegas y vitrinas, tal como se ha mencionado, además se deben retirar constantemente los frutos enfermos.

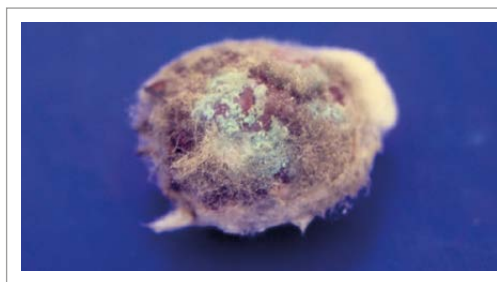


Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.14. Moho verde causado por *Penicillium* sp. y fruto de mora que muestra esporulación de color verde.

El moho rosado (*Fusarium* sp.) consiste en un hongo que produce áreas putrefactas que conforme se extienden, toman apariencia húmeda, a menudo se hunden, y sobre la superficie del fruto aparece un crecimiento de color blancuzco (figura 7.15) (Botero et al., 1999). El manejo se basa en el lavado y la desinfección de empaques, bodegas y vitrinas, tal como se ha mencionado, además se deben retirar constantemente los frutos enfermos.



Foto: María José Botero Ospina

Figura 7.15. Moho rosado causado por *Fusarium* sp. y frutos con crecimiento de color blanco que luego se torna rosado.

Composición nutricional y funcional de la mora

Aunque la mora es reconocida por su alto poder antioxidante e importante contenido de minerales y vitaminas, su composición está en función de muchos factores, como el estado de madurez, las condiciones edafoclimáticas del sitio de cultivo y el manejo agronómico (Moreno & Deaquiz, 2016), razón por la cual en la literatura se encuentran reportes nutricionales bastante variados (Tabla 7.3) (Wintón & Holm, citados en Galvis, 2003).

Tabla 7.3. Composición de la mora

Variable	Contenido
% Agua	85,7
% Cenizas	0,5
% Grasa	0,3
% Fibra	0,5
% Proteína	1,0
% Azúcares reductores	2,3
% Azúcares totales	2,5
% Pectina	0,9
Calcio mg/100 g	22 - 42
Fósforo mg/100g	73,7
Hierro mg/100g	5,7

Fuente: Adaptado de Carmona et al. (1996), Garzón y Gómez (2015), Luna (2012), Mejía (2016) y Ruiz y Sepúlveda (2016)

La tabla 7.4 muestra el contenido de sólidos solubles, la acidez y el pH en función del grado de madurez; en la primera fila, de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 4109, en la segunda y tercera fila, de acuerdo con diferentes estudios.

Tabla 7.4. Características químicas en frutos de mora para diferentes grados de madurez

Factor	NTC 4106			Tena, Cundinamarca*			Cañón del Combeima**		
	GM4	GM5	GM6	GM4	GM5	GM6	GM4	GM5	GM6
Sólidos solubles totales (SST)	6,7	7,2	7,7	7,07	7,2	7,5	6,93	7,92	8,0
Acidez total titulable (ATT)	3,1	2,8	2,5	3,11	1,86	1,48	3,23	2,83	2,25
Índice de madurez (SST/ATT)	2,2	2,6	3,1	2,3	3,9	5,1	2,15	2,80	3,57

*Tena, Cundinamarca (García & García, 2001), **Cañón del Combeima (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013a)
Fuente: Icontec (1997).

Según la tabla 7.4, los valores para proteína, grasa, fibra, calcio, fósforo y hierro son bajos, y no representan un aporte significativo en una dieta normal. Sin embargo, comparada con las demás *berries* presenta un contenido alto de minerales, especialmente de calcio, magnesio, hierro, fósforo, zinc, potasio y sodio (Nile & Park, 2014). En cuanto al contenido de sólidos solubles, acidez e índice de madurez se observan diferencias importantes dependiendo del lugar de origen de la mora. La NTC 4106 (Icontec, 1997), que es de ámbito nacional, reporta valores bajos de sólidos solubles y altos de acidez al compararlos con otras regiones, donde se encontraron valores más altos de sólidos solubles y menores de acidez, lo cual conduce a índices de madurez más altos. El contenido de pectina es medio. La mora es rica en vitamina C, la cual varía entre 103 y 577 mg/100 g en base seca (Amores, 2011; Cabezas, 2008); aunque Sánchez (2012) reportó valores por debajo de los 70 mg para estados de madurez 5, donde se alcanzó la mayor acumulación de vitamina C; mientras que Bernal (2012) reportó valores menores a los 3 mg en estados de madurez avanzados. Por lo tanto, las técnicas de análisis también deben revisarse para asegurar que se obtienen valores comparables.

El contenido de fenoles resulta de gran importancia, ya que estos han sido asociados con actividad antioxidante al proteger contra las acciones dañinas de las especies reactivas del oxígeno (Joh, 2014). El contenido de estos compuestos en el fruto es afectado por una gran cantidad de factores, tanto genéticos como ambientales (grado de radiación solar, temperatura media, localización geográfica, composición del suelo), además del estado de madurez, condiciones de almacenamiento, presencia de enfermedades, entre otros factores. Estos compuestos confieren a la fruta y sus productos derivados un sabor astringente y amargo. Sánchez (2012) encontró que el

contenido de fenoles totales es más alto en los estados de madurez 3 y 4, (NTC 4106) con valores de 383 ± 44 y 349 ± 20 mg ácido gálico por 100 g de fruta fresca; Bernal (2012) indica valores de 268 mg/100 g. A su vez, Llerena (2014) informa de valores alrededor de 6.000 mg de ácido gálico en 100 g de fruta en base seca; Acosta et al. (2010), de 3500 mg ácido gálico por cada 100 g de fruta fresca, muy cercanos a los reportados por Rojas-Llanes, Martínez y Stashenko (2014), quienes encontraron valores del orden de los 3.000 mg ácido gálico por cada 100 g de fruta en base seca.

El color es debido principalmente a las antocianinas, compuestos que se sintetizan en el proceso de la maduración y que se almacenan en las vacuolas de las células (Bernal, Melo, & Díaz, 2014b; Castañeda-Ovando, Pacheco-Hernández, Páez-Hernández, Rodríguez, & Galán-Vidal, 2009; Jean-Hugues & Gould 2009; Joh, 2014; Martínez-Flórez, González-Gallego, Culebras & Tuñón, 2002; Santacruz, 2011). Los elagitaninos y las antocianinas son los principales tipos de polifenoles presentes en la mora (García & Vaillant, 2014). De acuerdo con Mertz et al. (2007), el contenido de antocianinas de la mora está alrededor de 1.000 mg por cada 100 gramos de materia seca; Bernal (2012) reporta valores de antocianinas de alrededor de 25 mg/100 g de fruta; Llerena (2014) afirma que la mora alcanza contenidos de antocianina de alrededor de 1400 mg de cloruro de cianidina-3 glucósido por cada 100 g de fruta en base seca y Acosta et al. (2010), de 520 mg de cianidina/100 g de fruta en base seca. Durante la maduración el contenido de antocianinas aumenta, mientras que el contenido de elagitaninos disminuye, y dado que estos se encuentran en mayor concentración que los primeros, el efecto neto es de reducción de los fenoles totales con la maduración (Acosta et al., 2010).

El poder antioxidante de la mora está dado por el contenido de compuestos fenólicos y de vitamina C, pero debido a las amplias diferencias encontradas por la investigación en el contenido de estos compuestos es difícil llegar a establecer un valor o rango que sirva de indicador.

La mora presenta una riqueza en compuestos funcionales que está por encima de muchas otras frutas (Vasco, Ruales, & Kamal-Eldin, 2008), condición que debe ser explorada y aprovechada por el país, pues las nuevas tendencias mundiales en el consumo de alimentos apuntan hacia el uso de productos con propiedades benéficas para la salud, más allá de los componentes nutricionales (Araya, Clavijo, & Herrera, 2006; Asociación Hortifrutícola de Colombia [Asohofrucol], 2010; Fereidoon, 2009; Tomás, 2010; Vasconcellos, 2000).

Así mismo, la fruta es una fuente rica en elagitaninos, su contenido es del orden de los 3.000 mg por 100 g de materia seca (Mertz et al., 2007). Estos compuestos han sido asociados con diferentes beneficios para la salud como en la lucha contra el desarrollo de enfermedades degenerativas, entre las cuales están el cáncer de colón, mama, próstata y enfermedades cardiovasculares principalmente. Sin embargo, estas sustancias no son absorbidas de manera directa, sino que son metabolizadas parcialmente en la parte superior del tracto gastrointestinal para liberar ácido elágico, el cual, junto con los elagitaninos son degradados por la microbiota intestinal para liberar unos metabolitos conocidos como urolitinas, las cuales son las que ejercen los efectos benéficos sobre la salud (Azofeifa, Quesada, Pérez, Vaillant, & Michel, 2013; Bernal, 2012; Bernal et al., 2014b; Bialonska, Kasimsetty, Khan, & Ferreira, 2009; Cerdá, Espín, Parra, Martínez, & Tomás, 2004; Cerón, Higueta, & Cardona, 2010; Contreras, Calderón, Guerra, & García, 2011; Delgado, Betanzos, & Sumaya, 2010; García, Hernández, Pérez, & Vaillant, 2014; García & Vaillant, 2014; Garzón, Rield, & Schwartz, 2009; Giménez-Bastida et al., 2012; González et al., 2010; Heber, 2008; Larrosa, García-Conesa, Espín, & Tomás-Barberán, 2010; Llerena, 2014; Martínez-Cruz et al., 2011; Mertz et al., 2009; Osorio et al., 2012; Rodríguez et al., 2010; Rojas-Llanes et al., 2014; Sánchez, 2012; Sharma et al., 2010; Shukitt-Hale, Cheng, & Joseph, 2009; Shukitt-Hale, Lau, & Joseph, 2008; Soto, Pérez, & Acosta, 2011; Stoner & Seeram, 2009; Tavares et al., 2012; Vasco, Riihinen, Ruales, & Kamal-Eldin, 2009; Zapata, Piedrahita, & Rojano, 2014).

El aroma de la mora evoluciona durante la maduración de los frutos, debido a cambios en el contenido de azúcares y de algunos ácidos orgánicos que dan origen a volátiles característicos que le confieren el aroma (Bernal et al., 2014a).

La composición del aceite de las semillas de la mora es importante debido a que este es mayoritariamente poliinsaturado y contiene ácido linoleico, esencial para el ser humano, con un contenido de ácido poliinsaturado entre 59% - 66%, y de ácido linoléico con 9% - 18%; además, por el contenido de lípidos la semilla de mora puede ser usada industrialmente como fuente de este nutriente. Los compuestos bioactivos presentes en el aceite de la semilla de mora contienen tocoferoles y fitoesteroles, en cantidades importantes, por lo que se considera una buena fuente de compuestos bioactivos (Acosta, Rojas, & Rincón, 2014; Manríquez, 2008; Soto, Pérez, Thompson, & Vaillant, 2013).

Por lo tanto, la mora tiene un enorme potencial para posicionarse en el mercado internacional como una “superfruta”, como en su momento fue conocida la granada real (*Punica granatum* L.); sin embargo, las tendencias del mercado apuntan no solo al consumo de alimentos funcionales sino también orgánicos (Falguera, Aliguer, &

Falguera, 2012), por lo cual se requiere de un compromiso de todos los integrantes de la cadena para lograr el posicionamiento de la mora de Colombia en estos importantes mercados de alto valor.

Referencias

- Acero, J., & Aparicio, L. E. (1989). *Caracterización y estudio de maduración post-cosecha en atmósfera confinada (CO₂) para la mora de Castilla (Rubus glaucus)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Acosta, D., Rojas, M., & Rincón, J. (2014). Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite fijos de semillas de *Rubus glaucus* (Mora de Castilla). En *Memorias del XII Congreso Colombiano de Fitoquímica*. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Acosta, O., Vaillant, F., Cozzano, S., Mertz, C., Pérez, A., & Castro, M. (2010). Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages. *Food Chemistry*, 119(4), 1497-1501.
- Amores, D. (2011). *Evaluación nutritiva y nutraceútica de la mora de Castilla (Rubus glaucus) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Antía, G., & Torres, J. (1998). *Manejo poscosecha y comercialización de mora* (Serie de paquetes de capacitación sobre manejo en poscosecha de frutas y hortalizas N.º 12). Santafé de Bogotá, Colombia: Natural Resources Institute, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Aragón, N. (1990). Problemas fitopatológicos durante poscosecha. En *Memorias del Simposio Nacional de Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas en México*. Sonora, México: Centro de investigaciones en alimentación y desarrollo.
- Araya, H., Clavijo, C., & Herrera, C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivadas en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4), 361-365.
- Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol). (2010). Se alista campaña para aumentar consumo de frutas y hortalizas. *Frutas y hortalizas*, 14, 10-12.
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2012). Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). *Vitae*, 19(1), 129-131.