

Capítulo VIII

Agroindustria

Carlos Eduardo Orrego
Yeimy Alejandra Rodríguez
Lady Joana Rodríguez
Natalia Salgado Aristizábal

La mora es un fruto originario de las zonas altas de América, empleada con fines alimenticios, industriales y cosméticos. Las moras son altamente apetecidas por su sabor, contenido de carbohidratos, fibra y minerales como el potasio, altos niveles de antocianinas y otros compuestos fenólicos, principalmente flavonoides y elagitaninos. Dicho contenido contribuye a que este fruto tenga una alta capacidad antioxidante y otras actividades biológicas que ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras.

De las 116 mil toneladas de mora producidas al año (Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano [Agronet], 2015) aproximadamente el 55 % es dirigido hacia el consumo en los hogares, y el 10 % es adquirido por la agroindustria para la preparación de jugos, pulpas, mermeladas, conservas, confites y colorantes (Cámara de Comercio de Bogotá [CCB], 2015). La fracción restante (entre el 40 % y 50 %), como sucede con otras frutas y vegetales altamente perecederos, no llega al consumidor final debido a procesos de degradación microbiológica (hongos y bacterias), macrobiológica, daños físicos, deshidratación y sobremaduración en la cadena de suministro (Food and Agriculture Organization, [FAO], 2013). Por lo tanto, para disminuir tal porcentaje de pérdidas en la poscosecha se aplican tecnologías que contribuyen a prolongar la conservación del fruto y adicionarle valor.

En este capítulo se describirán diferentes procesos convencionales y no convencionales de industrialización de la mora. Los primeros incluyen almacenamiento, congelación, obtención de pulpa, extracción de jugos, elaboración de mermeladas, conservas y secado. Los segundos describen técnicas promisorias en la elaboración de nuevos *snacks* con mora, y para el aprovechamiento de los residuos generados durante la cosecha, transporte y transformación de la fruta, los cuales han sido estudiados en el Instituto de Biotecnología y Agroindustria de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, mediante proyectos financiados por entidades como el Fondo regional de tecnología agropecuaria (Fontagro), el Departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación (Colciencias) y la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia (DIMA).

Distribución y transformación

La calidad de la mora está definida por un conjunto de factores que incluyen su apariencia y tamaño (forma, color, brillo), textura (firmeza, jugosidad), sabor (dulzor, sabor, aroma), contenido de sólidos y nutrientes e inocuidad (calidad microbiológica, residualidad de agroquímicos, etc.). Estas características cambian según las condiciones ambientales de la zona de producción y las condiciones de cosecha, transporte y almacenamiento de la fruta.

La elevada tasa de respiración y fragilidad de la mora hacen que sufra deterioro nutricional y microbiológico rápido, lo que resulta en una vida útil corta. La norma NTC 5141, del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec] (2002), establece los requisitos que debe cumplir el empaque utilizado para la

recolección y comercialización de la mora, tanto para el mercado fresco (nacional o de exportación) como para la agroindustria. Tradicionalmente la fruta se transporta y ofrece en cajas de madera y canastillas plásticas (la primera no cumple con el capítulo 7 del decreto 3075 de 1970, modificado por resolución 2674 de 2013 de la legislación sanitaria colombiana que regula todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Para la agroindustria se empaca en canecas de diferente capacidad, tapadas herméticamente y refrigeradas para su conservación (CCB, 2015).

Para una temperatura de 4 a 6 °C se puede esperar un tiempo de vida útil de la mora de seis días aproximadamente. Para determinar este valor, se seleccionan diferentes parámetros de calidad o índices de deterioro, que varían en el tiempo y que su ausencia o presencia indican que la fruta no es apta para la comercialización o consumo (Giraldo, 1999). En la tabla 8.1 se presentan los cambios de algunas propiedades en la mora durante un periodo de almacenamiento de seis días.

Tabla 8.1. Cambios fisicoquímicos estimados para la mora (5 ± 1°C)

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (días)	
	0	6
Pérdida de peso (%)	0	10,1 ± 2,6
Firmeza (N)	35,8 ± 1,4	12,5 ± 0,544
Color [ángulo de tono (°)]	299,4 ± 6,4	285,1 ± 5,1
Acidez titulable (mg Ac/100g)	3,5 ± 0,5	2,8 ± 0,4
Sólidos solubles totales (°Bx)	6,6 ± 1,5	8,5 ± 0,6
Contenido de polifenoles*	30,1 ± 8,5	46,9 ± 9,4
Capacidad antioxidante**	274,9 ± 44,4	334,2 ± 72,6

*mg equivalente de ácido gálico/100 gramos de muestra

** μmol Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC)/100 gramos de fruta

Fuente: Parra (2016)

En las grandes superficies se encuentran presentaciones de mora fresca en recipientes PET (polietileno tereftalato) de 500 y 1.000 g y moras congeladas en bolsas desde 250 hasta 1.000 g (CCB, 2015).

Solo una adecuada cadena de distribución permite conservar estas propiedades y/o agregar valor a través del desarrollo de nuevos productos, durante el tiempo de permanencia de esta fruta o sus derivados dentro de la cadena de comercialización (figura 8.1).

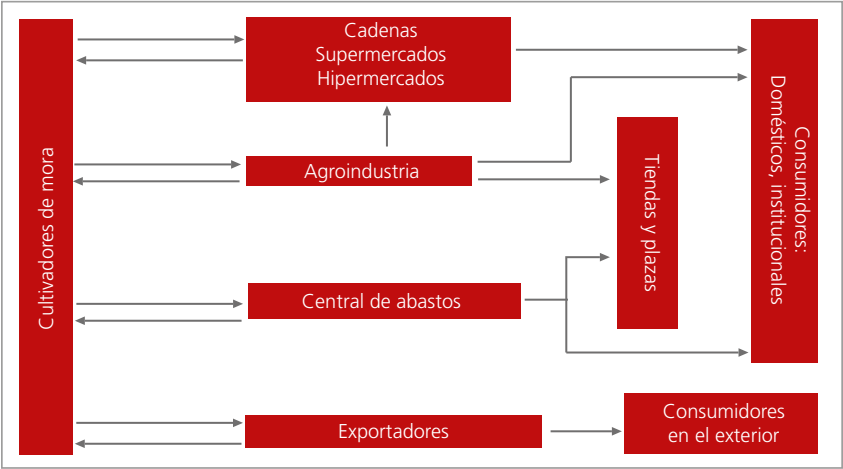


Figura 8.1. Modelo de comercialización de la mora.
Fuente: Elaboración propia

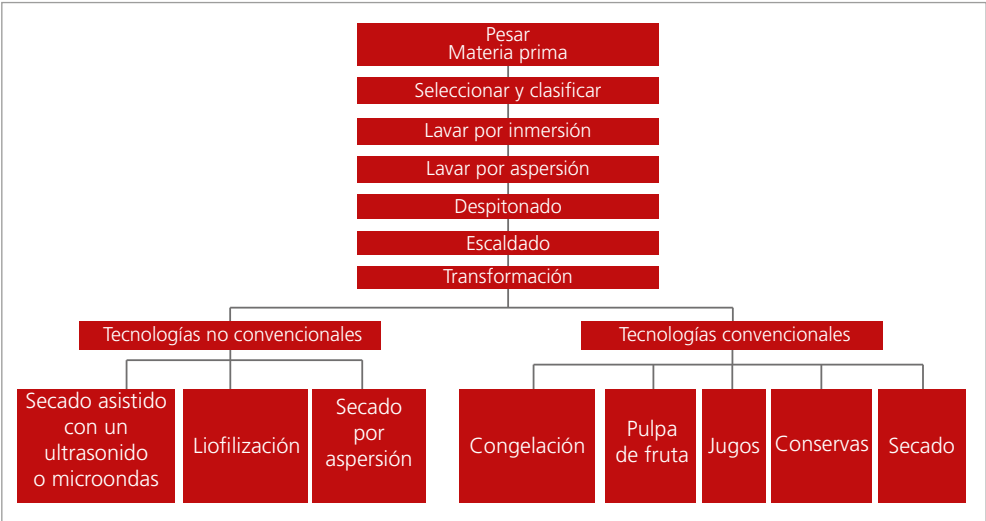


Figura 8.2. Procesos de transformación de la mora.
Fuente: Adaptado de Sinha, Sidhu, Barta, Wu y Cano (2012)

Como todos los procesos de transformación de frutas y verduras, la industrialización de la mora involucra una secuencia de etapas generales, a saber: recepción, selección, preservación, procesamiento, empaque y distribución. Cuando se recibe la mora se realiza un proceso de preparación que incluye pesaje, selección, limpieza, despitonado y escaldado. Luego la fruta pasa directamente a la planta de transformación o a almacenamiento por congelación. La secuencia de preparación y las alternativas de transformación se esquematizan en la figura 8.2.

Fruta y pulpa congeladas

La congelación es uno de los mejores métodos para prolongar la vida útil de las moras ya que conserva el color, el sabor y el valor nutritivo; además, previene el deterioro por cambios químicos, bioquímicos y físicos. Aunque muchos de estos cambios continúan durante el congelamiento, lo hacen de manera más lenta inhibiéndose además la actividad microbiana.

Antes del congelamiento se deben realizar operaciones que preserven la textura y controlen la actividad enzimática. Para incrementar la firmeza se puede sumergir la fruta en soluciones de sales de calcio. El escaldado o exposición rápida al agua caliente o vapor evita cambios indeseables en el color, la textura y el valor nutritivo durante la congelación. Para controlar el pardeamiento enzimático también se usan el dióxido de azufre, ácidos cítrico y málico. Puede utilizarse con el mismo fin el ácido ascórbico que, aunque resulta más caro, adiciona valor nutricional, retiene sabores y aromas, reduce la proporción de agua congelada y proporciona una barrera para la entrada de oxígeno.

La congelación se realiza en cuartos fríos o en equipos de IQF (*Individually Quick Frozen*). El congelador industrial convencional es un cuarto frío que opera entre -18 y -20 °C con aire impulsado por ventiladores. El tiempo de congelamiento en cuartos fríos es alto (de 6 a 20 h dependiendo de la relación entre el peso del lote de fruta y la potencia y tamaño del cuarto frío). El IQF o congelación rápida de manera individual es un método de congelación en el que se forman cristales de hielo de tamaño muy pequeños dentro de las células, lo que evita que las paredes celulares se perforen y que al descongelar se drene el jugo y, por consiguiente, haya pérdida de textura, valor nutritivo y sabor. Estos congeladores, generalmente de operación continua, se conocen también como congeladores criogénicos que usan nitrógeno líquido como medio refrigerante y alcanzan tiempos cortos de congelación (10-20 min). Después de este proceso la mora puede conservarse entre 8 y 10 meses.

Pulpa de fruta

Para la elaboración de la pulpa se deben controlar la acidez, el grado de maduración y los sólidos solubles de la mora. A partir de esta información y el tipo de mercado, se definen los parámetros de operación del despulpado o refinación, la pasteurización (disminución de la carga bacteriana) o el uso de enzimas (para obtener mayor rendimiento). En general, el rendimiento obtenido de la pulpa de mora es del 96 %. Las pulpas obtenidas pueden ser empacadas en bolsas plásticas de polietileno con llenadoras-empacadoras manuales o con sistemas de empaque aséptico como se muestra en la figura 8.3. Después del proceso del almacenamiento en congelación, la pulpa puede durar hasta 12 meses, siempre que no haya interrupción de la cadena de frío.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 8.3. Pulpa de mora empacada y productos comercializados en mercados locales.

La figura 8.4 ilustra el proceso de fabricación de pulpa congelada y en la tabla 8.2 se observan las características obtenidas para uno de los tipos de mora.

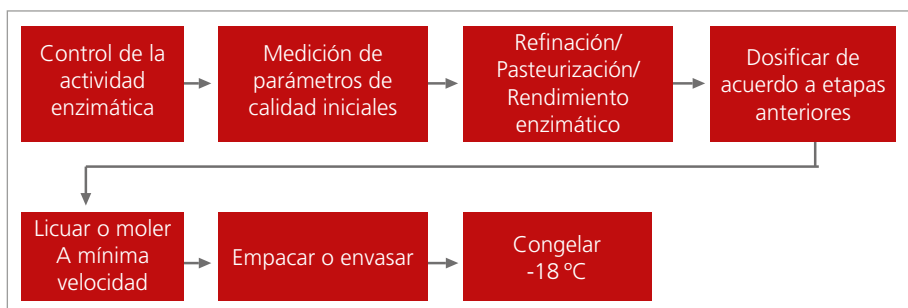


Figura 8.4. Proceso de elaboración de pulpa congelada de mora.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.2. Características de la pulpa de mora

Características fisicoquímicas	Sólidos solubles expresados como °Bx: 6,5-8,0 pH: 2,65-3,50 Acidez expresada como % de ácido cítrico: 2,00-2,90
Características microbiológicas	• Recuento de mesófilos aerobios UFC /g o ml: <3.000 • Recuento de coliformes totales UFC /g o ml: <10 • Recuento de coliformes fecales UFC /g o ml: <10 • Recuento de esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor UFC/g o ml: <10 • Recuento de mohos y levaduras UFC/g o ml: <200

Fuente: Alimentos S. A. S. (2014)

Procesamiento de jugos

Los jugos representan un importante segmento en la industria de las frutas, y la elaboración de un producto de alta calidad depende principalmente de las características de las materias primas empleadas. Después de las etapas de preparación, la extracción del jugo puede ser mediante prensado o por tratamiento enzimático, luego de esto se realiza el tratamiento de decantación. En la figura 8.5 se presenta el esquema general para el procesamiento de jugos.



Figura 8.5. Esquema general para la elaboración de jugo de frutas.

Fuente: Adaptado de Barrett, Somogyi y Ramaswamy (2014)

Proceso de extracción

La extracción es la etapa crítica del proceso de elaboración de jugos, se debe realizar rápidamente para minimizar lo más posible la oxidación que pueden causar las enzimas presentes en forma natural. El procesamiento de pequeñas frutas como la mora no requiere de etapas de despulpado ni deshuesado. La desintegración de la fruta implica el rompimiento del tejido celular; para el paso por prensado se recomiendan tamaños de 5 a 8 mm, mientras que tamaños menores a 5 mm son indicados para la decantación. Algunos de los equipos empleados para la desintegración de la fruta son los molinos de martillo, de cuchillas, de discos, trituradoras y despulpadoras como la que se muestra en la figura 8.6. En determinados casos, con el fin de maximizar el rendimiento de la extracción, se emplea un proceso conocido como *hot break*: esta técnica presenta mayor interés en jugos altamente coloridos, ricos en compuestos fenólicos, como los de uvas, cerezas, ciruelas, fresas, moras y arándanos.



Foto: Natalia Salgado Aristizábal

Figura 8.6. Despulpadora industrial de fruta.

Clarificación

La clarificación empleada para la obtención de jugos transparentes requiere de múltiples pasos y acondicionamientos. Puede ser realizada mediante tratamiento enzimático o separación mecánica; en el primero, se emplean enzimas como la pectinasa para descomponer la pectina. Las partículas suspendidas se agregan y se desplazan hacia el fondo del recipiente. Con la clarificación no enzimática se rompe la emulsión con calor, adición de gelatinas, caseínas, combinaciones ácido-proteína, y combinaciones de miel-proteína. La clarificación por separación mecánica puede ser realizada por decantación, lográndose reducción de sólidos en la suspensión hasta del 1 %, según las características del jugo y de las condiciones de operación. Otra técnica para la remoción de sólidos insolubles en los jugos es la centrifugación, que se usa para producir jugos opacos sin sólidos suspendidos.

Concentración

La concentración del jugo se usa como opción de reducción del volumen de almacenamiento y costo del transporte. Los concentrados bajo atmósferas controladas y a bajas temperaturas reducen el riesgo de crecimiento de levaduras y prolongan la vida del producto. El jugo es concentrado por evaporadores de película, crio-concentradores, o por combinación de operaciones con membranas y de concentración.

Pasteurización y procesos no térmicos

La pasteurización es un tratamiento térmico que elimina la carga bacteriana con baja alteración de la composición y cualidades del producto. Para jugos ácidos se realiza alrededor de los 70 °C, seguido por una etapa de enfriamiento rápido. El envasado en caliente llega hasta los 88 y los 95 °C, con un tiempo de retención cercano a tres minutos antes del enfriamiento. Es indicado para jugos de arándanos, moras, fresas y uvas. Está disponible también la técnica de procesamiento aséptico del jugo, para la cual se requieren tres sistemas de esterilización: uno para el jugo antes de su envase, otro para el envase y un tercero para el llenado y cerrado del envase. También se encuentran técnicas que combinan pasteurización y refrigeración, y procesos no térmicos que usan luz ultravioleta, procesamiento a alta presión, campos eléctricos pulsados, irradiación, procesamiento con dióxido de carbono, y esterilizadores químicos. Para la pasteurización de jugos también se suelen emplear técnicas no térmicas como la producción de jugos en frío, este método ofrece diferentes ventajas como la conservación de las características frescas y aumento en la vida útil. Además,

se han implementado tecnologías como luz ultravioleta (UV), irradiación con haz de electrones, procesamiento de alto dióxido de carbono y campos eléctricos pulsados, procesamiento a alta presión y esterilizantes químicos (Barrett et al., 2014).

Envasado

El envasado es la etapa final del proceso de producción de un jugo. Sus funciones son retardar o prevenir la pérdida de la calidad, protegerlo contra la contaminación ambiental y proporcionarle al consumidor información nutricional y de vencimiento. Generalmente, los jugos son empacados en envases de lata, de vidrio, de PET y de cartón (recubiertos por capas que crean barreras contra el oxígeno).

Mermeladas y conservas

Las mermeladas son productos de consistencia gelatinosa obtenidos mediante la cocción y la concentración de frutas. La elaboración de mermeladas es uno de los métodos más tradicionales y populares para la conservación de las frutas.

Ingredientes

El azúcar es esencial para obtener un adecuado grado de gelificación, al mezclarse con la pectina. Para ello la concentración de azúcar llega al 60 % del peso final de la mermelada, con lo que se evita la formación de cristales o fermentación. La pectina es un biopolímero natural gelificante presente en las frutas. Las que son ricas en pectina requieren de menor cantidad de este ingrediente. La mora, pobre en dicha sustancia, suele necesitar mayor cantidad para la gelificación, aunque también se han empleado las carrageninas y el almidón modificado como sustituto de la pectina. El ácido cítrico, que ayuda a la gelificación, confiere brillo, mejora el sabor, ayuda a prevenir la cristalización y prolonga la vida útil de la mermelada. Los conservantes (generalmente sorbato de potasio y el benzoato de sodio) son añadidos para evitar el deterioro del producto, pues previenen el crecimiento de hongos y levaduras.

Proceso de elaboración

El proceso de elaboración de mermeladas tiene las mismas etapas de preparación descritas en la fabricación de los productos anteriores (selección, pesaje, lavado, pulpeado o licuado). Una vez lista la pulpa o el jugo de fruta, se hace una precocción

suave que evapora parte del agua antes de adicionar el azúcar y los demás ingredientes. La etapa de cocción es la principal del proceso, en esta se manejan temperaturas que van desde los 60 a 80 °C, aunque también puede hacerse a temperatura ambiente si se maneja la operación a vacío. Un tiempo de cocción corto permite preservar mejor las características de sabor y color y se evita, además, la caramelización y la cristalización. Terminado el proceso de cocción, y luego de un enfriamiento hasta una temperatura no menor a los 85 °C se realiza el envasado en caliente. Se coloca la tapa para proceder al enfriado rápido del producto que genera vacío al interior del envase. El etiquetado y almacenado son las etapas finales del proceso.

Secado de frutas

La mora tiene un alto contenido de humedad (alrededor del 90 % en peso) y consecuentemente, una alta actividad de agua ($a_w \geq 0,8$) lo que la hace susceptible al deterioro microbiológico con proliferación de hongos y levaduras. La deshidratación reduce el contenido de agua y su actividad, lo que la hace una técnica efectiva de conservación. Este proceso puede generar cambios en propiedades tales como olor, sabor, color y apariencia, además de propiedades estructurales como densidad, porosidad, volumen específico, textura, velocidad y capacidad de rehidratación, y características nutricionales como el contenido de proteínas y vitaminas, lo cual en algunos casos mejora uno o varios índices de calidad como sabor y digestibilidad o los afecta en forma negativa alterando vitaminas y aromas, entre otros.

Los procesos convencionales de secado incluyen el secado solar, donde el material se calienta aproximadamente entre 30 a 35 °C dentro de un recinto expuesto al sol. Aunque es un proceso económico, los tiempos del proceso son prolongados (< 36 horas) y la humedad final es alta (> 20 %), generando un riesgo de contaminación. El secado convectivo, que es el más usado en la industria alimenticia, consiste en poner en contacto al producto con una corriente de aire caliente entre 60-80 °C; requiere de un tiempo considerable (10 - 20 h) y se obtienen deshidratados con 15 al 25 % de humedad, con diversas alteraciones físicas, fisicoquímicas y nutricionales (Orrego & Salgado, 2015). La osmodeshidratación es un proceso que permite reducir alrededor del 50 % del contenido de agua con un requerimiento energético mínimo, a través de la inmersión del material en una solución saturada (alta presión osmótica) de sal o sacarosa. Entre sus ventajas está la posibilidad de impregnación del producto con otras sustancias de interés; su mayor desventaja es el fluido residual de la operación (Bedoya, Vélez, & Márquez, 2004).

Entre los secados no convencionales se encuentran el secado al vacío que se hace a bajas presiones (entre 4.000 a 8.000 Pa) y temperaturas, por lo que se minimizan las degradaciones oxidativas (pardeamiento, degradación del contenido de nutrientes, etc.). La liofilización es un proceso de deshidratación, en el que el agua es removida por sublimación de una muestra previamente congelada aplicando vacío. Los alimentos liofilizados tienen características de alta calidad, tales como retención de color, aroma y nutrientes, un mejor sabor, menor densidad aparente, alta porosidad y buenas propiedades de rehidratación en comparación con productos deshidratados por otras alternativas de secado (Orrego, 2008). En el secado por aspersión se atomiza una materia prima líquida en una explosión donde pequeñas gotas son rápidamente deshidratadas durante el contacto de estas con aire caliente, en una cámara de secado cilíndrica vertical, lo que produce gránulos secos, polvos o aglomerados (Castillo, Cristancho, & Arellano, 2003). Estos tipos de secado permiten obtener productos de alta calidad, con humedades finales que oscilan entre el 2 y el 7 %, pero con altos costos de producción.

Las técnicas descritas pueden ser asistidas con microondas y ultrasonido, que permiten ser aún más eficientes al disminuir los tiempos de operación y conservar las características organolépticas y nutricionales de la fruta. En la figura 8.7 se resumen los sistemas de secados descritos.

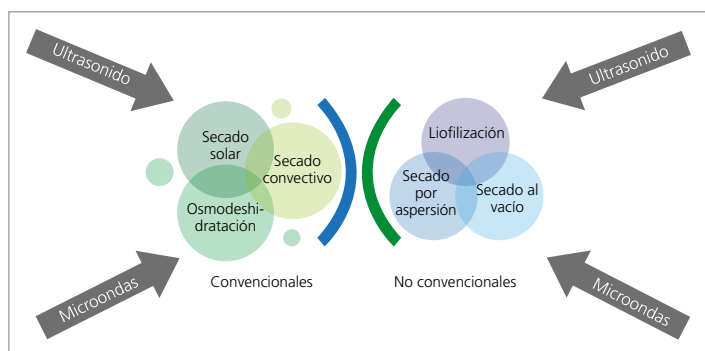


Figura 8.7. Operaciones de secado de la mora.

Fuente: Adaptado de Orrego y Salgado (2015)

En Colombia la mora deshidratada no es comercializada al consumidor final sino a consumidores intermedios que la utilizan para la elaboración de otros productos, por lo que su producción se realiza bajo contratos comerciales o pedidos. Algunas de las industrias que deshidratan frutas en el país y que ofrecen mora seca se presentan en la tabla 8.3.

Tabla 8.3. Empresas deshidratadoras de mora en Colombia

Empresa	Ubicación	Procesos	Presentaciones
Alimentos Naranja Verde Ltda.	Pereira, Risaralda	Deshidratación convectiva	Granular, polvo y rodajas (mínimo 1 kg)
Fontus S. A. S.	Bogotá, Cundinamarca	Liofilización	Polvo (0,5 a 1 kg)
Planta Deshidratadora Varav Engineering & Co. S. A. S.	Ibagué, Tolima	Deshidratación convectiva	Trozos (0,01 a 10 kg)
Frutombia S. A. S.	Dosquebradas, Risaralda	Deshidratación convectiva	Trozos (No reporta)
Fruverfit Deshidratados Botero S. A. S.	San José de Cúcuta, Norte de Santander	Deshidratación convectiva	Trozos (0,035 a 40 kg)
FLS Trading S. A. S.	Santa Rosa de Cabal, Risaralda	Osmodeshidratación	Trozos (0,05 a 50 kg)
Toscana y Sorrento Gourmet S. A. S.	Norte de Santander	Deshidratación convectiva	Trozos (0,06 a 1 kg)
Colombian Seeds and Fruit S. A. S.	Duitama, Boyacá	Deshidratación convectiva	Tisanas (0,01 a 1 kg)
Sero Colombia S. A. S.	Candelaria, Valle Del Cauca	Liofilización Deshidratación convectiva	No reporta
Drycol S. A. S.	Funza, Cundinamarca	Liofilización Deshidratación convectiva	No reporta
Tecnologías de Alimentos de Colombia S. A. S.	Sabaneta, Antioquia	Liofilización Deshidratación convectiva	No reporta
Alicolsa Alimentos Liofilizados de Colombia S. A.	Bogotá, Cundinamarca	Liofilización	No reporta

Fuente: Elaboración propia

Nuevas tecnologías de procesamiento

Las barras de fruta hacen parte del universo de los *snacks* saludables. Son productos de fácil consumo, que conservan gran parte del valor nutricional de la fruta fresca (en términos de energía, minerales, antioxidantes y fibra), los cuales han alcanzado

una tasa de crecimiento anual compuesta del 4,7 % al 2015 y se estima del 5,7 % para el 2020 (Schouten, 2016). En la figura 8.8 se presenta un flujograma de actividades u operaciones que se puede usar para la manufactura de las barras de fruta.

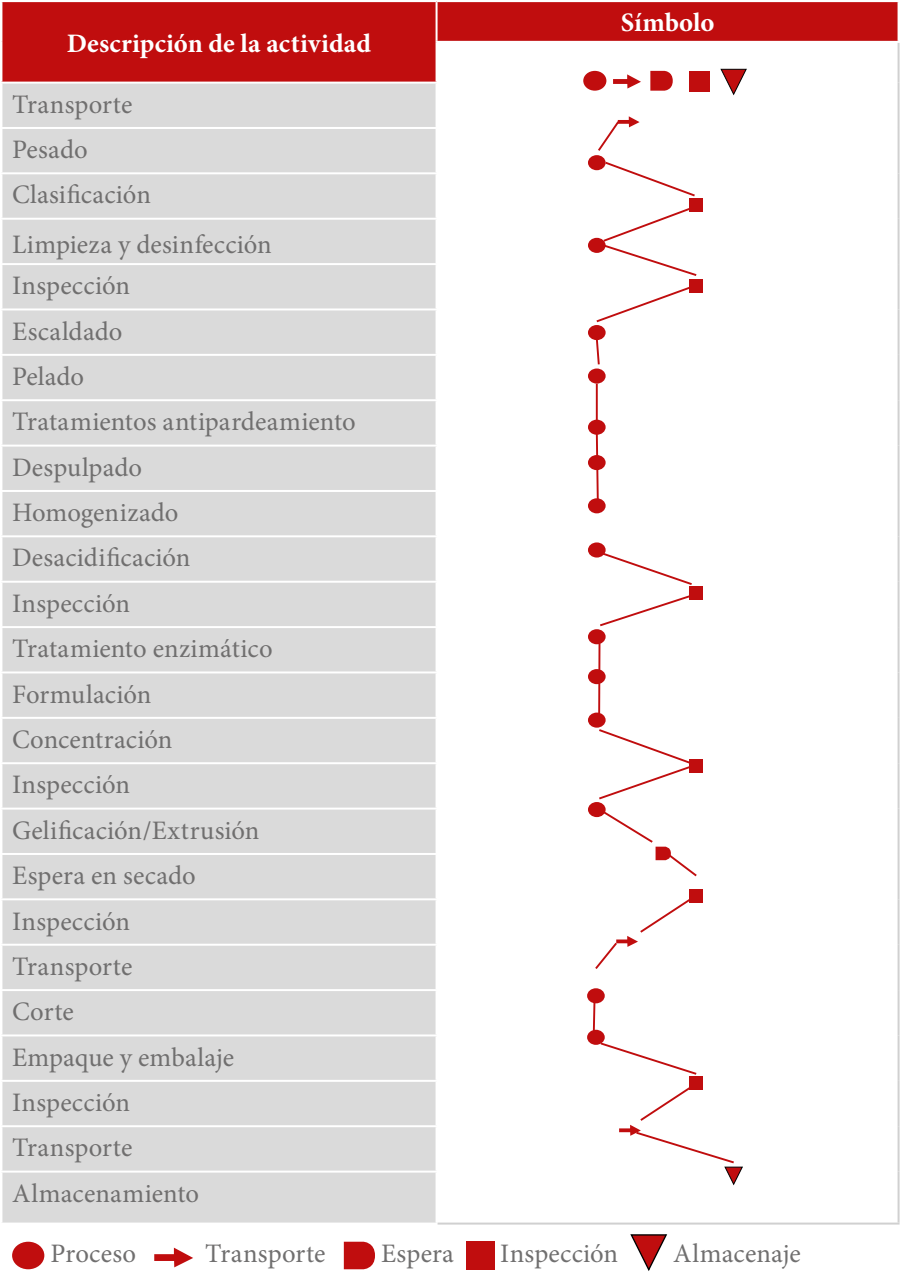


Figura 8.8. Diagrama de flujo de procesos para la producción de barras de fruta de mora.
Fuente: Adaptado de Orrego y Salgado (2015)

Estos productos pueden obtenerse por distintas secuencias o etapas de procesamiento, entre las que se destacan transformaciones de fruta que incluye su combinación con otros ingredientes (azúcares, hidrocoloides) y operaciones diversas dentro de las que se destacan la gelificación, la extrusión y el secado (Orrego, Salgado, & Botero, 2014).

Otra alternativa, para agregar valor a los efectos benéficos de los antioxidantes de la mora, es el encapsulado de su pulpa en matrices biopoliméricas para obtener un ingrediente estabilizado (los polifenoles son muy reactivos con el oxígeno del aire y se afectan con las condiciones del tracto gastrointestinal al ser consumidos) (Fang & Bhandari, 2010; Munin & Edwards-Lévy, 2011). El proceso de encapsulación se presenta en la figura 8.9.

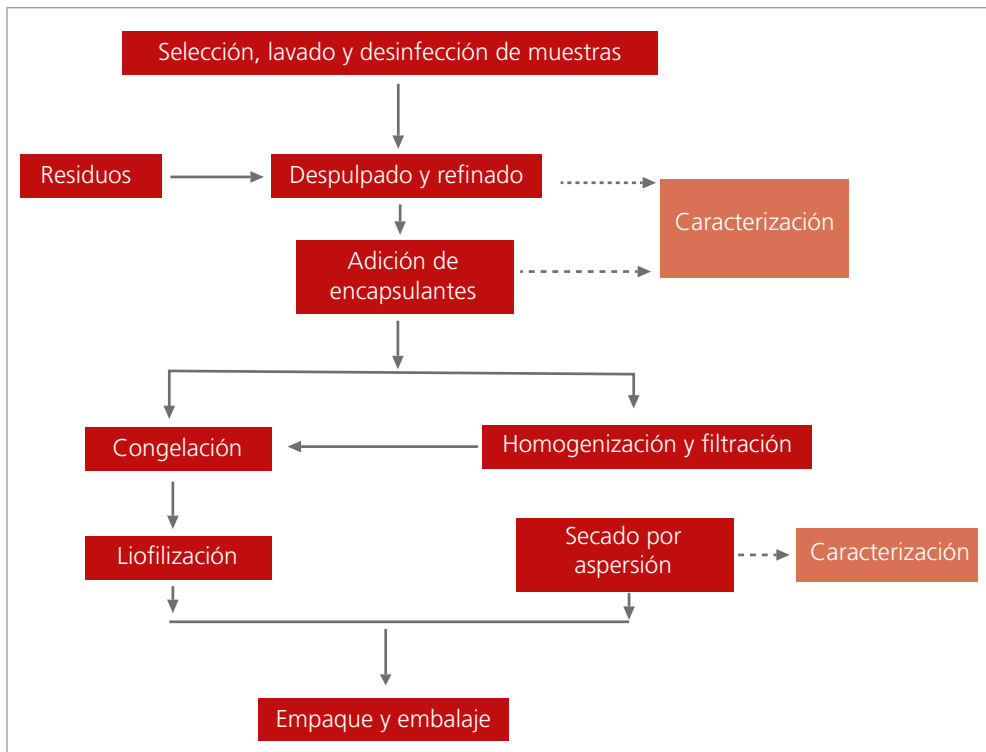


Figura 8.9. Proceso de encapsulación para la producción de ingredientes nutraceuticos de mora, a través de liofilización o secado por aspersión.

Fuente: Elaboración propia

Aprovechamiento de residuos

Los residuos obtenidos de la mora pueden ser recolectados en dos etapas de la cadena de valor. La primera es durante o después de la cosecha, como tallos y hojas. La segunda es durante la transformación industrial, como bagazo (semillas). Estos residuos generan pérdidas económicas, ya que su disposición en el terreno dificulta el control de plagas y en la industria se incurren en costos adicionales para su disposición. La tabla 8.4 muestra los subproductos que pueden ser obtenidos.

Tabla 8.4. Subproductos de la mora a partir de los residuos

Poscosecha	Fibras lignocelulósicas: cabuya, papel		
Industriales	Extracción de aceites Fibras dietarias Alimento para mascotas	Compuestos bioactivos Suplementos Industria farmacéutica	Cosméticos Polifenoles Antioxidantes

Fuente: Elaboración propia

Los residuos agroindustriales de la mora contienen fibras dietarias y bioactivos tales como antioxidantes en niveles cercanos a 126,41 mg/kg (Dávila, 2016), compuestos que generan beneficios en el tracto urinario (Mann, 2002). Algunas fibras pueden encontrarse en el mercado como fibras de mora, y en productos de panadería o alimentos para mascotas. Las hojas pueden utilizarse como una solución de enjuague bucal y para hacer gárgaras, por su riqueza en taninos o sustancias amargas astringentes, que poseen poderosas propiedades antisépticas naturales. De los residuos de los tallos se pueden extraer fibras naturales, materiales lignocelulósicos útiles para la elaboración de cuerdas, como materia prima de papel y como refuerzo de materiales compuestos.

Referencias

Alimentos S. A. S. (2014). *Ficha técnica de pulpa de mora congelada*. Bogotá, Colombia: Alimentos S. A. S. Recuperado de <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20MORA%20CONGELADA.pdf>

- Barrett, D., Somogyi, L., & Ramaswamy, H. (2014). *Processing fruits: Science and technology*. Pensilvania, Estados Unidos: CRC Press.
- Bedoya, D., Vélez, L., & Márquez, C. (2004). Osmodeshidratación de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) con tres agentes edulcorantes. *Facultad Nacional de Agronomía*, 57(1), 2253-2268.
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2015). *Manual mora*. Bogotá, Colombia: CCB.
- Castillo, E., Cristancho, D., & Arellano, V. (2003). Estudio de las condiciones de operación para la digestión anaerobia de residuos sólidos urbanos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 5(2), 11-22.
- Colombia, Ministerio de Salud y Protección Social (2013). *Resolución número 00002674*. Recuperado de <https://www.invima.gov.co/resoluciones-en-alimentos/resolucion-2674-2013-pdf/detail.html>
- Dávila, J. (2016). Residuos de mora y aguacate con potencial para la industria farmacéutica. *Unimedios Agencia de noticias UN Ciencia & Tecnología*. Recuperado de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/residuos-de-mora-y-aguacate-con-potencial-para-la-industria-farmaceutica.html>
- Fang, Z., & Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols – a review. *Trends in food science & technology*, 21(10), 510-523.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2013. *Global initiative on food losses and waste reduction*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>
- Giraldo, G. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2002). *Norma técnica colombiana, NTC 5141. Frutas frescas. Mora de Castilla*. Especificaciones del empaque. Bogotá, Colombia: Icontec.
- Mann, D. G. (2002). *Infused vegetable, herb, and/or seed fiber product and dietary supplements containing same*, U. S., Patente de Estados Unidos 6.440.467. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US6231866B1/en>
- Munin, A., & Edwards-Lévy F. (2011). Encapsulation of natural polyphenolic compounds; a review. *Pharmaceutics*, 3(4), 793-829.
- Orrego, C. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos*. Manizales, Colombia: Gobernación de Caldas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Universidad Nacional de Colombia.
- Orrego, C., & Salgado, N. (2015). *Alternativas innovadoras para la agregación de valor a las frutas colombianas*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Orrego, C., Salgado, N., & Botero, C. (2014). Developments and trends in fruit bar production and characterization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1), 84-97.
- Parra, S. L. (2016). *Variación de la calidad de frutos andinos frescos durante su almacenamiento* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet). (2015). *Estadísticas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Schouten, R. (2016). The forces fueling the healthy snack segment. *Food Business News*. Recuperado de <https://www.foodbusinessnews.net/articles/8382-the-forces-fueling-the-healthy-snack-segment>
- Sinha, N., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J., & Cano, M. (2012). *Handbook of fruits and fruit processing*. Iowa, Estados Unidos: John Wiley & Sons.

