

MANEJO DE COSECHA Y POSCOSECHA EN ARÁNDANO

9

Bruno Defilippi¹

Ingeniero Agrónomo, PhD.

Paula Robledo¹

Ingeniero Agrónomo

Cecilia Becerra¹

Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN

Al igual que en otras frutas, dentro de la cadena de manejo para la producción de arándano, la etapa de poscosecha de la fruta constituye un punto clave para llegar al consumidor con un producto de calidad. Calidad que está definida por una serie de factores como color, firmeza, ausencia de daños, balance dulzor/acidez y aroma. Existe una gran gama de variedades que hoy son cultivadas a nivel comercial que pueden diferenciarse en muchos aspectos, incluyendo hábito de crecimiento, fecha de producción, sabor, entre otros. Además es importante considerar que el comportamiento en poscosecha puede ser distinto entre variedades, ya que éstas pueden presentar un metabolismo distinto en lo que dice relación con respiración y producción de etileno, susceptibilidad a pudriciones, firmeza a la cosecha y poscosecha, relación azúcar/ácidos, etc. Sin embargo, existe un punto común para todas ellas, y es que se caracterizan por ser muy perecibles después de cosecha. Entre las principales causas de deterioro en arándano están: pudriciones, deshidratación, pérdida de firmeza, pérdida de apariencia, desarrollo de desórdenes y calidad sensorial.

Por lo tanto, el desafío de llegar con un producto de calidad es aún mayor bajo nuestras condiciones, ya que los principales mercados consumidores se encuentran distantes (EE.UU., Europa) por lo cual la fruta debe mantener su integridad y calidad por un período prolongado.

¹INIA La Platina, Av. Santa Rosa 11610, La Pintana, Santiago (bdefilip@inia.cl; probledo@inia.cl).

Características fisiológicas del fruto

Los arándanos presentan un comportamiento respiratorio climatérico, caracterizado por una alza respiratoria y de etileno durante la madurez. Sin embargo, a diferencia de otros frutos climatéricos, como la manzana, los arándanos deben cosecharse cercanos a madurez de consumo ya que los atributos organolépticos (sabor) no mejoran después de cosecha. Es importante considerar que las variedades pueden presentar distintos niveles de respiración. Además la tasa respiratoria está influenciada, como en otros productos frescos, por la temperatura.

Cuadro 9. 1. Respiración del fruto de arándano a diferente temperatura.

Temperatura (°C)	Respiración (mL CO ₂ /kg por h)
0	3
10	9
20	34

Fuente: Universidad de California Davis.

Debido al pequeño tamaño de la fruta que se traduce en una mayor relación entre área superficial y volumen, los arándanos son más susceptibles a la pérdida de agua (o deshidratación) que frutas de mayor tamaño como manzana. Quizás una de las pocas ventajas prácticas de esta característica morfológica es el menor tiempo requerido para los procesos de enfriamiento. Por otro lado la epidermis (piel) de la fruta es delgada y muy susceptible a daño mecánico y pérdida de agua. Sin embargo, una característica morfológica que contribuye a disminuir la pérdida de agua es el contenido de cera de la cutícula ubicada sobre la epidermis. Por lo tanto la mantención de esta cutícula durante la cadena productiva tiene un efecto cosmético, tanto al contribuir a la disminución de la deshidratación como al *blooming* de la fruta.

En general los arándanos no muestran una gran producción de etileno comparado con otros frutos. Sin embargo la tasa de producción de esta hormona así como la respuesta a ella tiene relación con la variedad.

Todos los factores antes descritos hacen que los manejos de poscosecha deben orientarse principalmente al manejo de la temperatura y humedad relativa.

MANEJO DE COSECHA

Calidad del fruto

La calidad está definida por una serie de factores que podemos agrupar en calidad visible, calidad organoléptica y calidad nutritiva. La calidad visible se refiere a la apariencia de la fruta, la cual en arándanos se define como: (i) un fruto de color azul uniforme, (ii) presencia de cera en la superficie de la fruta (conocida como *bloom*) que el consumidor relaciona a una fruta fresca, (iii) ausencia de defectos como daño mecánico y pudriciones, (iv) forma y tamaño de la fruta, y (v) fruta con firmeza adecuada. La calidad organoléptica está determinada por un contenido adecuado de azúcares, ácidos y compuestos volátiles responsables del aroma característico de la fruta. Por lo tanto, todas las operaciones de precosecha y poscosecha deben ir orientadas a maximizar la llegada de un producto de calidad hasta el consumidor. Los índices de calidad normalmente usados por la industria de fruta fresca son: color, tamaño, forma, ausencia de defectos, firmeza y sabor.

Madurez del fruto

Gran parte del potencial de duración de poscosecha de la fruta (o mantención de calidad) se define en el momento de cosecha, especialmente para *berries*. El primer factor a considerar es la selección del momento de cosecha adecuado, el cual para arándanos está definido por el color de la fruta. A pesar de su característica climatérica, los arándanos deben tener un desarrollo de color azul uniforme para obtener una fruta de buena calidad. Frutas cosechadas de color rojo, si bien mantienen una mayor firmeza y desarrollarán un color azul posterior a cosecha, tendrán calidad organoléptica inferior a un fruto cosechado con un color apropiado. En este momento, se deben tomar todas las precauciones para disminuir daños por golpe y exposición a altas temperaturas, lo que sólo se logrará con una buena capacitación del personal de cosecha. Un mayor manipuleo de la fruta sólo contribuirá a causar daño y remover la cera de la piel del arándano. Si los contenedores de cosecha son sobrellenados, el daño por compresión causa un efecto directo sobre la fruta y por otro lado dificultará su posterior enfriamiento.

Si la cosecha se realiza directamente en el contenedor de exportación, la fruta es sometida a un menor manipuleo, lo que favorece entre otras cosas la mantención

del bloom, menor daño por compresión y menor exposición a contaminación. Otro factor importante es evitar la exposición de la fruta a alta temperatura durante las labores de cosecha, por lo que es fundamental un rápido transporte a packing.



Figura 9. 1. Color de la fruta principal factor a considerar al momento de la cosecha.

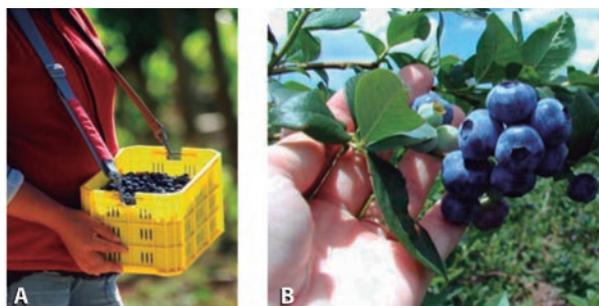


Figura 9. 2. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. A) Bandejas cosecheras, B) manipulación cuidadosa del fruto.



Figura 9. 3. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. A) Manipulación cuidadosa del fruto, B) y C) bandejas protegidas del sol.

MANEJO DE POSCOSECHA

Manejo de temperatura y humedad relativa

Uno de los puntos más críticos para la prolongación de la vida de poscosecha de arándanos es la temperatura, la cual debe ser manejada desde el huerto al momento de la cosecha mediante el uso de sombreaderos o el desplazamiento rápido a los lugares de embalaje (packing) donde existe un control de temperatura. Si las condiciones de cosecha no permiten un traslado rápido y frecuente de los frutos al packing, se recomienda cubrir las bandejas con materiales que permitan reflejar el sol evitando el aumento de temperatura de la fruta.

La temperatura tiene una relación directa con el metabolismo de la fruta y con la vida en poscosecha. Durante la cosecha los frutos se encuentran en general bajo condiciones de alta temperatura ambiente, lo que hace que se encuentran respirando a una alta tasa. En el proceso de respiración se consume oxígeno (O_2) y se produce dióxido de carbono (CO_2) para poder producir energía necesaria para mantener la vida; sin embargo, como subproductos existe calor de respiración y agua liberados al medio. La respiración y sobre todo aumentos en su tasa pueden afectar la calidad de la fruta, por ejemplo producto del calor de respiración que aumenta la temperatura se produce pérdida de agua en el proceso y además es posible observar en muchos casos una baja de la acidez porque los ácidos son usados como sustratos preferenciales para el proceso de respiración.

Después de la cosecha y llegada al packing, son necesarios sistemas eficientes para lograr una rápida remoción del calor de campo previo al almacenamiento y llegar a una temperatura de entre 0 y 1 °C que es la recomendada para el almacenamiento y transporte.

Con estrategias de enfriamiento por aire forzado es posible reducir la temperatura de huerto a temperaturas de almacenamiento (0-1 °C) en menos de 1 h. Se ha demostrado que arándanos enfriados a 1,5 °C en 2 h presentaron menor nivel de pudrición después de almacenamiento que los enfriados a la misma temperatura pero en 48 h. El control de frío puede llegar hasta la línea de packing, donde se puede incorporar un túnel de pre-frío que permite obtener fruta con temperatura cercana a 0 °C al final de la línea. Otro punto importante a tomar en cuenta para

hacer eficiente el enfriamiento por aire forzado, son las perforaciones de los materiales de embalaje, así como su orientación para favorecer el flujo de aire frío. Otra forma de enfriado utilizada es en cámara convencional en forma pasiva. Sin embargo la remoción de calor es lenta e ineficiente, ya que los frutos ubicados al centro de envases o *pallets* reciben un enfriamiento inadecuado, generando además condiciones de condensación al liberar aire cálido a los frutos del exterior que están a menor temperatura.

Una vez realizado el enfriamiento rápido y que la fruta ha alcanzado su temperatura óptima de almacenamiento-transporte, es importante mantener la cadena de frío para evitar las alzas de temperatura. Es así como para evitar quiebres térmicos, una operación ideal para arándanos considera las labores de prefrío (aire forzado), embalaje en un ambiente refrigerado y luego un almacenamiento-transporte a una temperatura constante a 0 °C, condición que se debe mantener hasta su recepción final.

En general los arándanos son muy susceptibles a la pérdida de agua, lo que afecta de manera negativa la apariencia de la fruta ya que se observan “arrugamientos”. Por este motivo es crítico mantener la fruta a la temperatura y humedad recomendadas para disminuir así el déficit de presión de vapor y la deshidratación. Junto con el uso de baja temperatura, los arándanos deben almacenarse con una alta humedad relativa (95% a 0 °C), condición que contribuirá a reducir la pérdida de agua de la fruta. Con un buen manejo de cosecha, rápido enfriamiento y almacenaje a 0 °C, en condiciones de humedad relativa de entre 90 y 95%, los arándanos tienen una duración mínima de 14 días.



Figura 9. 4. Pallet con cajas de arándanos embaladas para exportación en cámara de frío a 0 °C.

Uso de atmósferas controladas y modificadas

Teniendo como base de manejo de poscosecha en arándanos el uso de baja temperatura (0 °C), se ha evaluado una serie de tecnologías para extender su vida de poscosecha. Las más utilizadas, atmósfera modificada (AM) y controlada (AC), se basan en la modificación de la composición de gases (O_2 y CO_2) durante almacenamiento y/o transporte. En ambas técnicas el principal efecto sobre la fisiología de la fruta es la disminución de la actividad metabólica así como el control de hongos. Dentro de los potenciales beneficios de estas tecnologías se pueden mencionar una reducción de la deshidratación (AM principalmente) y menor desarrollo de pudriciones, siempre y cuando se utilicen correctamente. Los niveles de gases logrados a través del uso de AM son dependientes de características de la fruta (tasa respiratoria, temperatura), de la cubierta o *film* (permeabilidad principalmente), y ambiente (temperatura). Al contrario, en AC los niveles de gases a utilizar son mantenidos y/o ajustados en forma automática durante todo el almacenamiento de la fruta, lo que lo independiza de los factores mencionados para AM.

Una opción que es utilizada en AM para llegar en forma más rápida a la concentración de gases final es realizar una inyección inicial, la que posteriormente se mantiene a través de la respiración de la fruta y características del film (atmósfera modificada activa). Para arándano, las concentraciones que han mostrado ventajas en la extensión de poscosecha son 2-5% de O_2 y 10-15% de CO_2 a 0 °C. Los efectos de alto CO_2 pasan básicamente por el control de patógenos como *Botrytis*, concentraciones mayores a un 10% han demostrado ser eficientes en el control de patógenos. Uno de los factores que determina qué concentraciones utilizar para alcanzar un máximo beneficio en poscosecha es la susceptibilidad de una determinada variedad a bajos niveles de O_2 y altos de CO_2 . Niveles bajos de O_2 (< 2%) o altos de CO_2 (25%) pueden desarrollar procesos metabólicos que resulten en el desarrollo de sabores o aromas extraños en la fruta, pardeamientos o decoloraciones y una mayor incidencia de pudriciones, que sin duda son causa de rechazo al momento de la venta. El desarrollo y severidad de los problemas antes mencionados están dados en parte por concentraciones de CO_2 y O_2 alcanzadas, tiempo de exposición a las mismas, y la susceptibilidad que pueda presentar la variedad. Uno de los factores primordiales para tener éxito con AM es la mantención de una temperatura apropiada durante toda la cadena,

de lo contrario se acelerarán los procesos detrimentales ya mencionados. Además es importante considerar el factor varietal, ya que las tasas respiratorias varían dependiendo de la variedad. Un efecto anexo del uso de AM es reducir la pérdida de humedad, sin embargo si se produce una excesiva condensación ésta puede aumentar los problemas de pudrición.

Dentro de las precauciones que hay que considerar al trabajar con AM se incluyen: los procesos de enfriamiento del producto son más lentos, no se debe dañar el film ya que de lo contrario se perderá la atmósfera benéfica, y evitar el uso de films con baja permeabilidad al vapor de agua ya que esto generará una alta humedad relativa que beneficiará el desarrollo de patógenos.

Incidencia de pudriciones

De los principales problemas en la poscosecha de arándanos, el desarrollo de pudriciones sin lugar a dudas ocupa un lugar preponderante. De los patógenos que frecuentemente atacan a estos frutos tenemos botritis (*Botrytis cinerea*), antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y rhizopus (*Rhizopus* sp.).

Sin embargo, el principal problema fungoso en la poscosecha de arándanos es botritis. Si bien con un buen manejo de temperatura se puede reducir la incidencia de este hongo no pueden frenar su desarrollo, ya que es capaz de desarrollarse incluso a 0 °C. El uso de alto CO₂ en manejos de AC o AM también son capaces de reducir el nivel de incidencia del patógeno, pero sin duda todas estas estrategias de poscosecha deben ser apoyadas por un buen manejo de la precosecha y cosecha; es así como la aplicación de fungicidas en momentos críticos de infección en precosecha como por ejemplo floración, ayudan a reducir los niveles de incidencia en poscosecha, además se deben evitar las cosechas en días con alta humedad o agua libre.

El desarrollo de otros patógenos como rhizopus durante poscosecha está muchas veces asociado a un deficiente manejo en la temperatura, y a falta de higiene durante los procesos de cosecha y embalaje.

Se menciona que la presencia de etileno durante el almacenamiento puede estimular el crecimiento de *Botrytis cinerea*, organismo causante de pudriciones. Sin embargo, en general no se han observado beneficios directos en la fruta al utilizar productos para reducir la síntesis o acción de etileno.



Figura 9. 5. Pudriciones observadas en arándanos a lo largo del almacenamiento en frío.