

FISIOLOGÍA DE POSTCOSECHA DE LA PALTA

Mary Lu Arpaia *

1. INTRODUCCIÓN.

Para los productores y exportadores, especialmente para países como Chile, dónde las exportaciones son importantes para su economía. el factor más importante es mantener una buena calidad. El objetivo básico del manejo de post-cosecha es el de asegurar que esto se cumpla.

Antes de iniciarse en el tema de la fisiología y manejo de post-cosecha, es necesario definir el concepto denominado calidad. Esta se puede definir como las características o atributos inherentes al producto (la palta) que determinan su grado relativo de excelencia. Esto incluye la manera como el manejo de post-cosecha influye sobre la apariencia, el sabor y la textura del fruto.

Todos los cultivos hortofrutícolas tienen ciertas características que son importantes de recordar cuando se trata de desarrollar estrategias para mantener la calidad después de la cosecha. Es de vital importancia recordar que la palta es un tejido vivo, con altos contenidos de agua, cuya pérdida es importante evitar. Además, está sujeta al ataque de organismos patógenos y si el fruto está bajo stress, será más susceptible a la descomposición, por lo tanto, al igual que en los árboles, se debe minimizar cualquier stress de los frutos después de cosechados.

2. COMPORTAMIENTO CLIMACTERICO DEL FRUTO.

2.1. Relaciones entre climacterio y otros cambios de madurez del fruto.

Es básico recordar que la palta es un fruto CLIMACTERICO; en segundo lugar, es muy susceptible al daño por frío, lo que significa que durante el almacenaje el fruto podría sufrir una descomposición fisiológica. Pero se pueden realizar muchos manejos que mitigan éstos daños.

(*) Diplomada en Botánica 1975, 1975 M.Sc. Horticultura (1980) Universidad de California. Ph. D. Fisiología Vegetal Universidad de California.

Después de que el fruto se ha cosechado, al ser un tejido vivo, respira, es decir, consume oxígeno y produce dióxido de carbono (CO₂). Por lo tanto, el fruto madura después de la cosecha, y en una primera etapa, hay una tasa respiratoria muy baja, es decir, se produce poco CO₂. A medida que madura, tiene un gran aumento de la respiración.

Al mismo tiempo, el fruto produce una fitohormona denominada ETILENO. La tasa de producción de etileno después de la cosecha y mientras madura el -fruto sigue el mismo patrón que la respiración.

Para ilustrar esto, muchos frutos son climactericos, como manzanas, tomates, plátanos, Kiwis y chirimoyas. Todos los frutos climactericos sufren un proceso de maduración después de la cosecha, que va desde un fruto no muy apto para el consumo hasta un fruto delicioso, y durante éste proceso tienen éste aumento característico de la producción de CO₂ y etileno.

Por el contrario, ejemplos de frutos no climactericos son las frutillas, la uva y los cítricos, los cuales no cambian mucho después de cosechados. En vez de tener un aumento en la respiración, ésta se mantiene constante.

Durante el manejo de post-cosecha, la respiración es un fenómeno muy importante, si estamos hablando de la respiración aeróbica, lo que significa utilizar los carbohidratos de reserva del fruto que se combina con el oxígeno y produce CO₂, agua y calor. Por ello al disminuir la tasa respiratoria se disminuye la pérdida de agua.

La respiración es un proceso muy importante porque utiliza los carbohidratos almacenados en el fruto. Cuando el fruto está en el árbol, es un excelente sink, lo cual significa que atraen muchos nutrientes y agua del resto del árbol. Una vez cosechados debe ocupar sus propias reservas para mantener su status de vida.

Además, en la respiración se consume oxígeno del aire, lo cual es importante de considerar al diseñar sitios para el empaque y almacenaje de la palta, el cual debe disponer de ese elemento para evitar que se produzca una respiración anaeróbica, con la cual se desarrollan sabores indeseables. También es indispensable conocer la cantidad de calor (energía), CO₂ y agua que produce el fruto, cuando se desarrollen los requerimientos de ventilación y refrigeración de una cámara de almacenaje o de frío. Los ingenieros deben conocer la tasa respiratoria del fruto para poder diseñar un adecuado intercambio de aire y refrigeración.

La mayor parte de la información presentada aquí pertenece a estudios realizados durante los últimos 25 años por Err Ecks, de la Universidad de California, Riverside.

Es característico de la palta que el peak de producción de etileno ocurra antes que el peak de producción de CO₂ (peak de respiración).

Comparada con otros frutos, la palta es un fruto que produce altas cantidades de etileno y también, altas cantidades de CO₂, por lo tanto, el calor, producto de la respiración, es muy alta. Existen pocos frutos que son más que la palta y uno de ellos es la chirimoya.

La cantidad de etileno y CO₂ producido difiere con la variedad; por ejemplo. La Pinkerton produce aproximadamente un 20% menos CO₂ que Hass, y también produce menos etileno.

Relacionando la curva climactérica con la firmeza del fruto, en la medida que aumenta la primera el fruto se ablanda, ya que, si se mide la tasa respiratoria se puede tener una idea muy clara del ablandamiento del fruto.

Al relacionar las curvas de etileno y CO₂ con lo que está ocurriendo con las enzimas responsables de la maduración de la palta, la más importante es la celulasa. La segunda en importancia es la poligalactouronasa y la luego la pectinmetilesterasa.

Qué ocurre durante la maduración?

Envolviendo las células vegetales existe una pared celular, que encierra enzimas en las células. A medida que la palta madura, las enzimas traspasan la pared celular y degradan la porción media de ésta. La celulasa ataca la lamela media, siendo degradada el resto de la pared por las otras dos enzimas mencionadas. Con todo, el fruto al momento de consumirla, adquiere una textura suave y cremosa.

Mediante la técnica denominada fraccionamiento por congelación se congela el tejido rápidamente y se rompe. Cuando el fruto está inmaduro, las células se abren y es posible observar vacuolas con gotitas de aceite. Cuando se aplica la técnica a frutos maduros, no hay pared celular que le dé rigidez al tejido, por lo cual, en vez de romper el tejido, sólo es posible ver unas bolsas, que corresponden a los rudimentos de las células; no se rompen, sólo quedan como bolsas de agua. Esto demuestra que la maduración del fruto es un proceso dinámico y para que tenga éxito se debe ser cuidadoso con su manejo. Reconociendo que el alza climactérica está estrechamente relacionado con la maduración del fruto, es posible examinar cómo diferentes stresses pueden influenciar el peak climactérico.

2.2. Efecto de la temperatura.

En particular se tratará la influencia que tienen las altas temperaturas. Se realizó un ensayo manteniendo paltas a temperaturas entre 5 y 40 grados Celsius en forma continua. A 5 grados, el climacterio no ocurre durante los 12 primeros días. Al aumentar a 15 grados el climacterio ocurre pero más tarde que en las otras temperaturas. A 20, 25, 30 y 33 grados Celsius el climacterio ocurre al mismo tiempo, pero a 40 grados se inhibe el alza climactérica, de manera que no se obtiene una maduración normal a ésta temperatura.

En el caso de la producción de etileno, no hubo producción a 5 grados: a 15 grados se demora más y el peak es mucho menor. A 20 y 25 grados hay una típica curva climactérica pero a 30 o más la producción de etileno se deprime. Al analizar sólo las temperaturas entre 20 y 40 grados se observa que sobre 25 grados hay una depresión en el etileno y con respecto a la tasa respiratoria, hay un aumento en la cantidad máxima hasta los 35 grados en cambio a 40 grados disminuye.

Analizando el comportamiento de Hass almacenados continuamente a temperaturas, entre 6 y 39 grados celsius, a 9 grados los frutos demoran 30 días en completar su madurez, deprimiéndose la producción de etileno y la tasa respiratoria. A 21 grados disminuye drásticamente el tiempo que demora en madurar, alrededor de 10 días, lo cual se mantiene hasta los 30 grados. Cuando se almacena a temperaturas mayores de 30 grados la maduración del fruto es irregular y su calidad muy pobre. Los frutos almacenados a 40 grados nunca maduran, lo cual se refleja en las mediciones de producción de etileno y respiración.

El daño provocado a ésta temperatura es reversible; al almacenar fruta a 40 grados durante dos días y luego llevados a una temperatura de 20 grados, es capaz de madurar. Si se mantiene por más de 2 días a dicha temperatura, el fruto no madura.

Actualmente se están realizando ensayos manteniendo fruta a 30 y 40 grados celsius por menos de dos días, ó, 12 y 24 horas después de cosecha. Resultados preliminares indican que si se mantienen los frutos 6 horas a 40 grados, es suficiente para afectar la calidad de los frutos después de tres semanas.

2.3. Efecto del almacenaje.

En otros estudios sobre la respiración de la palta a 20 grados después de distintos períodos de almacenaje: 0, 2, 4 y 6 semanas. A 10 grados sin almacenaje la fruta madura en 10 días. Después de dos semanas de almacenaje, y puestas a 20 grados, la fruta madura mucho más rápido (tres días) comparadas con la que no se almacenó. Esto es un comportamiento típico de la palta, maduran más fácilmente si se almacenan y luego se llevan a temperaturas más altas. A 10 grados hay mucha fruta que madura y se ablanda, y cuando se saca después de 4 semanas hay una disminución, y lo que ha ocurrido es que la fruta ha tenido su peak climactérico a 10 grados. Si se espera hasta 6 semanas, ésto es aún más evidente, y ya se ha pasado el peak climactérico.

Con frutos almacenados a 5 grados, se demora 6 días en madurar después de 2 semanas de almacenaje, así es que ésta fruta demora más que la fruta dejada a 10 grados. Después de 4 semanas de almacenaje, la fruta no ha madurado completamente, y el peak ocurre después. Pero después de 6 semanas, la fruta ha madurado y por lo tanto ya ha ocurrido el peak climactérico.

A 0 grados generalmente no hay maduración. Después de 2 semanas de almacenaje la fruta aún demora 10 días en alcanzar la madurez, aunque después de 4 semanas la maduración aumenta. Después de 6 semanas, hay una disminución en la tasa respiratoria, pero en éste caso no significa que no ha madurado, sino que ha habido daño por frío, lo cual estimula la respiración durante el almacenaje.

Con respecto al ablandamiento de la palta almacenada, se realizó un ensayo con Pinkerton y Hass, cosechadas del mismo huerto y en tres épocas. Las paltas se almacenaron a tres temperaturas: 1, 5 y 8 grados. Comúnmente, las paltas se almacenan entre los 5 y 8 grados celsius. A 1 grado no hubo ablandamiento en ninguno de los casos. A 5 grados hay ablandamiento, pero es menos rápido que a 8 grados.

Es de saberse que el ablandamiento durante el almacenaje de la palta depende de la madurez, obteniendo un ablandamiento más rápido mientras más maduro es el fruto a la cosecha.

2.4. Efecto del etileno.

Se mencionó el efecto del etileno sobre la maduración; teniendo ésto en cuenta, se puede utilizar el etileno para favorecer el proceso de maduración. Estudios indican que en frutos expuestos a 1 ppm de etileno, no se observa mucho realce en la rapidez con que madura, sólo alrededor de 2 días. En cambio, si se tratan frutos con 10 o 100 ppm, los frutos maduran dentro de 4 días.

Esto es característico. y los agricultores en California aprovechan ésta situación en un programa denominado "Ripe for Tonight", es decir, "Madura para esta noche", de manera que el consumidor pueda comprar fruta madura y no tenga que esperar una semana para consumirla.

La capacidad del etileno para aumentar la maduración de la palta depende de dos factores. Una es la concentración del etileno y se sabe que si es mayor de 10 ppm se obtiene una maduración más uniforme. En segundo lugar influye la madurez del fruto y en tercer lugar el tiempo de exposición al etileno. Se realizó un estudio en California cosechando paltas Hass en diferentes épocas. Cuando se cosechó en Noviembre, que corresponde al inicio de la época de cosecha de ésta variedad, los frutos fueron expuestos a una concentración de 10 ppm de etileno durante 6, 12 o 24 horas. Las 2 primeras no aumentaron la rapidez para madurar, en cambio, cuando se expuso la fruta durante 24 horas la velocidad para madurar se aumentó en 6 días. En ésta época de cosecha, la madurez natural demoró 10 días.

Al cosechar en mayo (media temporada), la madurez natural (testigo) ocurrió en 6 días lo cual indica, comparando con el dato anterior, que, a medida que la fruta se cosecha más madura, la madurez natural tendrá lugar en menos tierna®. Con ésta época de cosecha, exposiciones de 6 horas no afectaron el tiempo de maduración, sin embargo, exposiciones de 12 y 24 horas afectaron éste parámetro de manera similar.

3. SENSIBILIDAD DE LA PALTA AL FRÍO.

3.1. Características del daño por frío.

El daño provocado por frío es un desorden fisiológico y en las paltas se manifiesta de 4 maneras.

La primera es externa; frutos almacenados a 1 grado celsius aparecen con un ennegrecimiento irregular en la superficie del fruto. Al cortar los frutos después de un almacenaje prolongado, es posible observar 3 manifestaciones de daño interno, uno es el ennegrecimiento de la pulpa, lo cual varía según la variedad: en Pinkerton, Bacon y Fuerte, la pulpa se torna negra o café. Esto también puede ocurrir en Hass pero con igual frecuencia puede tomar un color rojizo.

Otra manifestación del daño por frío es el oscurecimiento de los haces vasculares. Esto también se puede observar en frutos no almacenados, pero en general cuando han estado almacenados y se sacan para madurar, los haces vasculares están aun más dañados.

Un tercer desorden posible de observar es el manchado de la pulpa. Este no ocurre en California, sin embargo el Dr. whiley lo mencionó como ocurriente en Australia y estaría relacionado con la nutrición de calcio en los frutos y especialmente con los primeros estados de desarrollo de la fruta. Este desorden es análogo al bitter pit que ocurre en manzanas por las mismas razones. Se observa como manchas café grisáceas, localizadas especialmente en las partes apicales del fruto. En California no ocurre debido a que existen altos niveles de calcio en el agua de riego y en el suelo. El ennegrecimiento de la pulpa y la decoloración de los haces comienzan en la porción distal del fruto en la base de la semilla y a medida que se agrava se extiende por los lados de la cavidad de la semilla.

3.2. Causas del daño por frío.

Se ha estudiado mucho sobre la causa del oscurecimiento del fruto en Sudáfrica, relacionándolo con el aumento de la cantidad de la enzima polifeniloxidasas libre durante el almacenaje. Esta es la enzima que provoca el oscurecimiento de la pulpa después del almacenaje.

Estudios recientes realizados por John Cutting en la Universidad de Stellenbosch ha avanzado más sobre las posibles causas. Ha podido relacionar el daño por frío con la fitohormona denominada ácido abscísico (ABA).

El ABA puede afectar directamente la cantidad de polifeniloxidasas disponible para provocar el oscurecimiento del fruto. En un experimento, el mencionado investigador inyectó ABA al vacío al interior del fruto a temperatura ambiente para luego dejar que la fruta madurara, obteniendo más frutos con daño cuando se inyectaron con ABA.

3.3. Factores que inciden sobre el daño provocado por frío.

La sensibilidad de la palta al daño por frío depende de muchas variables. La variedad es muy importante, por ejemplo, la Bacon es la más sensible que la autora ha visto, pudiendo desarrollarse el daño después de 2 semanas de almacenaje. La Fuerte es intermedia y la más tolerante sería la Hass.

La madurez del fruto juega un papel importante porque se ha visto que aquellos muy inmaduros o sobremaduros tienden a desarrollar más síntomas.

Hay cierta evidencia de que la ubicación geográfica también influye sobre la cantidad de daño que se desarrolla.

Además hay informaciones en California y Sudáfrica que relacionan los manejos del agricultor que tienen influencia sobre la aparición de daños.

También influyen los procesos de manejo de post-cosecha.

Humedad relativa (HR): hay estudios sudafricanos que demuestran que el almacenaje en condiciones de HR menor a 80% hay más daño por frío en los frutos.

Atmósfera del almacenaje: el uso de atmósfera controlada puede ayudar a disminuir el daño por frío.

Preacondicionamiento o aplicaciones de etileno: en California se ha utilizado el etileno para ayudar en la comercialización del producto, sin embargo han habido algunos problemas. Cuando se han tratado paltas con etileno y luego almacenadas, han aparecido daños.

Etapa climactericas es muy importante sobre la susceptibilidad que puede tener el fruto al daño por frío. Frutos que están en etapa preclimacterica son menos susceptibles que frutos que han comenzado el alza climacterica, es decir, en el punto cuando el fruto está comenzando a madurar existe mayor susceptibilidad al daño por frío. Esto es muy importante cuando se considera cómo se maneja la fruta. Si se descuida el enfriamiento de la fruta o si se deja a temperaturas muy altas, se la lleva al punto de mayor susceptibilidad. Lo ideal sería poder almacenar fruta madura pero desde el punto de vista práctico no se pueden embarcar frutos maduros debido a que se pueden provocar daños físicos. Lo cierto es que paltas maduras son menos sensibles que las inmaduras.

Sin embargo, hay mucha variabilidad en la gravedad de los daños en una misma variedad en una misma caja. Algunas tendrán severa decoloración de los haces vasculares pero la pulpa estará normal y viceversa.

Más estudios con Hass y Pinkerton apoyan lo anterior. Cosechadas en enero (media estación para Pinkerton, Hass muy inmadura) y en abril (final de temporada para Pinkerton, óptima para Hass), y almacenadas a 1, 5 y 8 grados.

Resultados demostraron que en la primera época, el 100% de la fruta Hass es afectada severamente por daño interno. En la segunda fecha, Pinkerton tuvo severo daño interno y en ambas fechas, éste es menor a 1 grado celsius.

En cuanto a daño externo, en general en la Pinkerton es menos severo a 1 grado. En cosechas muy tempranas, Hass muestra mucho daño externo, y al madurar se mantiene verde debido a que la fruta estaba demasiado inmadura, sin embargo, al cosechar Hass en su época óptima hay daño externo, pero se enmascara después que el fruto madura al tornarse negra. En Pinkerton, cuando está madura y sale de un prolongado período de almacenaje, se observa un oscurecimiento de las lenticelas, y el fruto toma un color verde muy oscuro y opaco. En condiciones óptimas, debe ser verde intenso y brillante.

La variedad Gwen se comporta en forma similar a Pinkerton; hay decoloración externa después de 4 semanas ya sea a 1 o 5 grados. Cosechadas en 4 épocas, en la primera no hubo daño; en las otras fechas hay mucho daño por frío en almacenaje. Además, he observado que después de un almacenaje prolongado, es la variedad más susceptible a antracnosis.

Haciendo una comparación en cuanto a susceptibilidad a daño por frío se tendría de menor a mayor: Pinkerton < Hass < Gwen < Fuerte, Zutano y Whitsell.

3.4. Relación entre el daño por frío y etileno.

En relación a la interrelación entre el daño por frío y el uso de etileno para madurar frutos, al tratar Gwen y Hass con 20 ppm de etileno por 24 horas, a 20 grados y luego enfriadas a 5 grados y almacenados 5, 10 y 15 días, para luego remover la fruta para madurar. Frutos tratados con etileno tienden a tener más daño externo, lo cual ocurre también al interior del fruto. Esto significa que, al medir la tasa respiratoria del fruto, cuando se tratan los frutos con etileno se llevan al punto de alta susceptibilidad mencionado anteriormente. En la práctica, se debe entonces minimizar la exposición de la palta al etileno durante su manejo.

Por otro lado existe mayor daño por frío y ablandamiento cuando fruta almacenada en frío es expuesta al etileno durante el almacenaje.

Al concluir, quisiera enfatizar que los productores deben entender que el fruto es una entidad viva por lo cual responde a los manejos que se le dé. Si la fruta está expuesta a temperaturas muy altas, se puede inhibir la maduración completamente. Si se expone a etileno, aumentará la susceptibilidad al daño por frío. Además, la madurez del fruto es muy importante. Si se comercializa fruta inmadura o que apenas alcanza el mínimo de madurez, se debe tener mucho más cuidado de cómo se maneja esa fruta que aquella que se cosecha con madurez óptima.