



AGUACATE HASS... EN BUSCA DE LA ETERNIDAD

Dr. Gerardo Loreto Gómez¹

¹ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Uruapan
gerardo.lg@uruapan.tecnm.mx

El aguacate es considerado uno de los frutos más ricos, además de su sabor y textura, las propiedades alimenticias que contiene han hecho que sea el fruto favorito de miles de personas, ¿Te imaginas, aguacates que nunca se echen a perder?, que llegues a tu casa del supermercado, los guardes en tu refrigerador y tengas aguacates que duren para siempre, ¿No más aguacates podridos?, ¿Puede la tecnología hacer que el aguacate sea eterno?

La tecnología que permite mantener el aguacate fresco ha existido durante mucho tiempo, sin embargo, no se ha podido lograr extender indefinidamente su vida útil, esto permitiría reducir la gran cantidad de desperdicio en alimentos que existen hoy en día. El objetivo de este artículo es conocer las diferentes tecnologías que están actualmente utilizándose para la conservación del aguacate cultivar Hass. Pero comencemos por el principio de esta historia, vamos a platicar sobre algunas características esenciales para entender su proceso de conservación.

Palabras claves: Aguacate, Atmósfera modificada, atmósfera controlada.

PROCESO DE MADURACIÓN DEL AGUACATE

El aguacate es del tipo de frutos denominados climatéricos, esto es, alcanzan la maduración solo después de haber sido separados del árbol, debido a que los aguacates no maduran en los árboles, no es fácil identificar cuando es el periodo de recolección adecuado. Si el fruto se recolecta antes, existe un alto riesgo de que la pulpa adquiera un sabor amargo, una textura muy firme y desagradable, además, de tener una menor cantidad de aceite. Por el contrario, si se deja mucho tiempo, podría madurarse muy rápidamente. Por lo tanto, es importante identificar cuándo es el momento adecuado para separar el aguacate del árbol, conocido como el estado de maduración fisiológica, ver figura 1.

El indicador de cosecha más sencillo es el realizado por inspección de la coloración externa del fruto, antes de alcanzar su madurez fisiológica, presenta un color verde brillante, pero a medida que la maduración avanza, el color se torna a un verde opaco, no se debe esperar que el fruto adquiera un color rojizo, ya que en ese momento se encuentra en un proceso avanzado de maduración fisiológica. Otro indicador de

maduración aceptado para su exportación a diferentes países es el porcentaje de materia seca, que consiste en determinar qué porcentaje del peso de una muestra, corresponde únicamente a la pulpa, una vez eliminando la cantidad de agua presente a través de un proceso de secado o deshidratado en un horno de microondas o en un horno convencional (Ordoñez y Rodríguez, 2019).

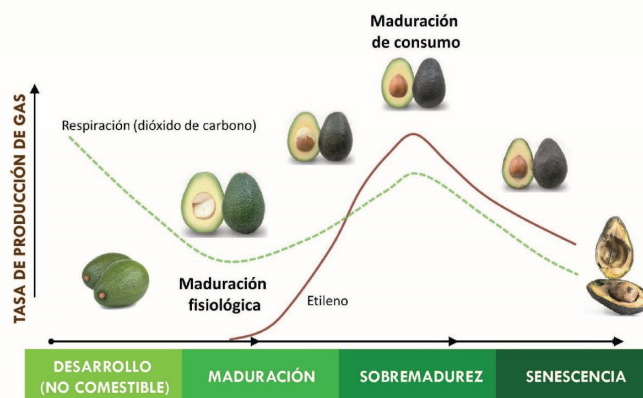


Figura 1. Cambios asociados al proceso de maduración del aguacate. [Fuente: elaboración propia]

La siguiente etapa corresponde a la maduración de consumo, esto es, el momento ideal para que el fruto esté listo para comer. El aguacate madura con excelente calidad en un tiempo de una a dos semanas a una temperatura de entre 15 a 24 °C (grados Celsius), toda vez que alcanzó su estado de madurez fisiológica. En esta etapa, se pre-

sentan dos procesos claves, el primero, corresponde a la producción de etileno, este compuesto químico orgánico es el responsable del envejecimiento y de la consecuente variación de su aspecto, de su textura y de su cambio de color de verde a negro púrpura. Las investigaciones realizadas han sugerido que inhibidores de maduración se mueven desde el árbol hacia el fruto, impidiéndole a éste producir etileno mientras permanece en el árbol.

El segundo proceso corresponde a la respiración, al igual que cualquier ser vivo, el fruto absorbe oxígeno del aire, el cual se combina con las moléculas orgánicas de sus tejidos para producir el gas de dióxido de carbono, durante este proceso se desprende energía en forma de calor. Ahora que ya conocimos los factores esenciales de la maduración, entremos en el tema de cómo conservar fresco el aguacate por más tiempo. Una gran parte de la tecnología desarrollada para conservar el aguacate se dedica a reducir el proceso de respiración y a inhibir la producción de etileno.

PROCESOS DE CONSERVACIÓN

Tal vez la forma más antigua conocida por el ser humano para conservar un alimento es mantenerlo a una temperatura baja, para el caso del aguacate Hass, se ha observado que someterlo a una temperatura en el rango de 5 a 7 °C, reduce considerablemente el proceso de respiración, logrando mantenerlo fresco hasta por 30 días. Si el fruto se mantiene por más tiempo a bajas temperaturas, existe una alta probabilidad de que el fruto presente alteraciones tanto en la piel como en la pulpa, este proceso es conocido como estrés por frío (Bill *et al.*, 2014).

Otra forma de reducir la tasa de respiración del fruto de aguacate para aumentar su vida de anaquel, es colocándolo en un contenedor o cámara de almacenamiento, donde se

disminuye el nivel de oxígeno presente y se aumenta la cantidad de dióxido de carbono. El nivel de los gases que rodea al fruto se mantiene controlado utilizando equipo especializado, este tratamiento es conocido como atmósfera controlada. Además, el etileno requiere oxígeno para su evolución, por lo cual, el disminuir el nivel de oxígeno a un valor adecuado, permite inhibir la generación de etileno por parte del fruto.

La atmósfera controlada es una tecnología que tiene un alto impacto en el proceso de conservación, por lo que es utilizada no solo para frutos de aguacate, sino en una gran variedad de cultivos. Sin embargo, no se pueden utilizar niveles muy bajos de oxígeno ni muy altos de dióxido de carbono, ya que puede derivar en toxicidad que cause daño al fruto. Históricamente, los frutos se han mantenido en un ambiente con un 4% de oxígeno y 6% de dióxido de carbono, lo que ha permitido su transporte a destinos distantes, logrando prolongar la vida de anaquel hasta por un tiempo de alrededor de 45 días. Actualmente, se han investigado niveles que rondan en un máximo de 10% de oxígeno y 10% de dióxido de carbono, presentando muy buenos resultados. Sin embargo, es importante dejar claro, que el uso de la atmósfera controlada no reemplaza un adecuado manejo de la temperatura de conservación del fruto. Generalmente, estas dos tecnologías se usan en forma combinada (Kassim *et al.*, 2013)

Otro método frecuentemente utilizado es el uso de diferentes tipos de envases o bolsas de plástico para empacar el fruto, el envase tiene propiedades de permeabilidad que permite reducir la cantidad de oxígeno que ingresa hacia el fruto, generando un incremento en los niveles de dióxido de carbono en su interior debido al proceso de respiración del propio aguacate.

Este método de conservación se conoce como atmósfera modificada y no es requerido un control de los gases con equipo especializado durante todo el periodo de tiempo

que se encuentra el fruto en el envase, como ocurre en la atmósfera controlada. Una gran ventaja que se presenta con este método, es que la atmosfera que rodea al fruto está presente desde el primer día del embalaje hasta su venta en el punto de consumo, a diferencia de la atmósfera controlada, en la que los gases solo están en contacto con el fruto durante el tiempo de transporte en el contenedor.

Entre algunos inconvenientes que pueden presentarse durante su uso, es que no exista un proceso de maduración adecuado del fruto, sobre todo cuando se combina con un manejo poco eficiente de la temperatura de transporte, así como, la presencia al interior del empaque de condensación (pequeñas gotas de agua) debido a una alta tasa de respiración del aguacate y que puede ocasionar pudrición del fruto (Bodbodak & Moshfeghifar, 2016).

Bajo un principio similar al método de atmósfera modificada, la aplicación de recubrimientos biodegradables sobre la superficie del aguacate, es una tecnología que actualmente se está desarrollando y comercializando para su conservación. La función del recubrimiento es proporcionar una barrera entre el fruto y la atmósfera que lo rodea, controlando la cantidad de oxígeno que entra en contacto con el fruto, esto es, generando una atmósfera modificada al interior del fruto, resultando en tasas de respiración más bajas y, por lo tanto, retrasando su proceso de maduración.

Generalmente, muchos recubrimientos son a base de productos naturales procedentes de plantas, organismos marinos, insectos o microorganismos, por ejemplo, se ha probado recubrimiento a base de propóleo, producto producido por la abeja (Wang *et al.*, 2022)

Hasta este momento, se ha revisado la tecnología dedicada a reducir la tasa de respiración del fruto de aguacate para retardar su proceso de maduración; como se comen-

tó anteriormente, otro factor importante es la generación de etileno por parte del fruto.

Existen dos tipos de tecnologías que permiten controlar la acción del etileno, la primera es el uso de inhibidores de etileno, entre los que se destaca comercialmente el compuesto gaseoso 1-metilciclopropeno o simplemente 1-MCP. Para que el aguacate inicie su proceso de maduración, se requiere que ciertas entidades del fruto, conocidas como receptores, se unan a las moléculas de etileno, la función de los inhibidores es unirse a estos receptores, antes que lo realice el etileno que se encuentra dentro o fuera del fruto. Como resultado, el proceso de maduración se detiene temporalmente, reiniciándose hasta que el fruto se extrae del almacenamiento en frío y se expone a condiciones ambientales, es entonces cuando se producen nuevos receptores de etileno y comienza nuevamente el proceso de maduración.

La aplicación de estos compuestos inhibidores resulta muy sencilla, ya que solo es requerido exponer el fruto a la sustancia inhibidora durante un periodo de tiempo, que depende del volumen de frutos que serán tratados, su efectividad está estrechamente relacionada con el estado de madurez fisiológica, si no es la adecuada, puede presentarse problemas durante la maduración de consumo, relacionado con la firmeza del fruto y el color de la pulpa (Valero *et al.*, 2016) La segunda tecnología utilizada para el manejo de etileno, son los absorbentes de etileno. El proceso consiste en utilizar cierto tipo de sustancias, como el permanganato de potasio, que al entrar en contacto con el etileno, reaccionan con éste para eliminarlo del ambiente donde se encuentra. Las sustancias activas se comercializan en el interior de sobres fabricados con una clase especial de papel filtro, que permite el paso de las moléculas de etileno (Dhall, 2013).

Si bien, se ha conseguido incrementar el tiempo de vida de anaquel de los frutos de aguacate con las tecnologías revisadas has-

ta ahora, no puede concluirse que alguna sea mejor que otra, ya que cada una presenta ventajas e inconvenientes. Sin embargo, no se ha logrado alcanzar la meta soñada de mantenerlos frescos indefinidamente, pero la tecnología va avanzando muy rápidamente y tal vez no falte mucho para convertir en realidad el sueño de la eternidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bill, M., Sivakumar, D., Thompson, A. K., & Korsten, L. (2014). Avocado fruit quality management during the postharvest supply chain. *Food Reviews International*. 30(3):169-202. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.907304>.
- Bodbodak, S., & Moshfeghifar, M. (2016). Advances in modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Eco-friendly technology for postharvest produce quality*. Academic Press. (pp. 127-183). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804313-4.00004-9>.
- Dhall, R. K. (2013). Ethylene in post-harvest quality management of horticultural crops: A review. *Research & Reviews: A Journal of Crop Science and Technology*, 2(2), 9-24.
- Kassim, A., Workneh, T. S., & Bezuidenhout, C. N. (2013). A review on postharvest handling of avocado fruit. *African Journal of Agricultural Research*. 8(21), 2385-2402. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1248>.
- Ordoñez A. C. E. y Rodríguez F. P. A., (2019), Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) con horno microondas. Mosquera, (Colombia), AGROSAVIA.
- Wang, Q., Chen, W., Zhu, W., McClements, D. J., Liu, X., & Liu, F. (2022). A review of

multilayer and composite films and coatings for active biodegradable packaging. *Science of Food*. 6(1), 18. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00132-8>.

- Valero, D., Guillén, F., Valverde, J. M., Castillo, S., & Serrano, M. (2016). Recent developments of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments on fruit quality attributes. *Eco-friendly technology for postharvest produce quality*. 185-201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804313-4.00005-0>