

# Aplicación de Removedores de Etileno al Sistema de Envasado y su Efecto en la Vida Útil de Aguacate 'Hass'

*Pérez-Castro, K. y Soto-Valdez, H.*

Trabajo de tesis maestría de la primera autora, realizado en el Área de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal

Las frutas y hortalizas son importantes en la dieta por su aporte de nutrimentos y tienen gran valor económico. Desafortunadamente, las pérdidas después de la cosecha son considerables, incluso superiores al 35 % de la producción. Las principales causas de su deterioro incluyen pudriciones, daños mecánicos, sobremaduración y marchitamiento. El mejoramiento de los métodos de conservación, nuevas tecnologías y su transferencia a los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria es primordial para minimizar estas mermas.

Los envases activos constituyen una alternativa para mejorar los métodos de conservación de alimentos. Esta tecnología se basa en la incorporación de aditivos al sistema de envasado con la finalidad de mantener la calidad del producto al retrasar las principales reacciones de deterioro, además de contenerlo. En el rubro de frutas y hortalizas pueden utilizarse emanadores y removedores de gases.

El etileno es una fitohormona relacionada con la maduración y su exclusión se traduce en un retraso de dicho proceso fisiológico.

La remoción de etileno puede realizarse por medios físicos y químicos, utilizando materiales cerámicos como las zeolitas en el primer caso y  $\text{KMnO}_4$  en el segundo. Las zeolitas son minerales con gran área superficial y estructura porosa cuyo principio se basa en el fenómeno de adsorción. Además pueden incorporarse a la matriz polimérica durante su manufactura y emplearse como vehículo de sustancias químicas que reaccionen con el etileno. El  $\text{KMnO}_4$  se ofrece comercialmente en filtros para cámaras de almacenamiento y sobres que se introducen al envase, de tal forma que es viable adicionarlo a las zeolitas para incrementar la capacidad de eliminación de etileno en productos envasados.

México es el primer productor a nivel mundial de aguacate con un consumo per cápita anual de 8 kg y posee grandes expectativas para su comercialización internacional. Dado su comportamiento fisiológico es un buen modelo para probar el funcionamiento de sistemas de envasado con removedores de etileno. De ahí que la finalidad de esta investigación fue desarrollar envases activos en este campo y determinar su efecto en la vida útil de aguacate 'Hass'.

El desarrollo experimental se realizó en dos etapas. En la primera se cuantificó la capacidad para remover etileno *in vitro* de zeolita con diferentes tratamientos (ácido, básico,  $\text{KMnO}_4$  e impregnada en polietileno de baja densidad lineal). También se midió la producción de etileno por aguacates 'Hass' a diferentes temperaturas. Durante la segunda fase, la zeolita se acopló a sistemas de envasado individual de aguacate y se comparó su efecto sobre las características fisiológicas, físicas y vida útil de frutos sin envasar (C). Se evaluaron envases a base de polietileno (PE), película con 15 % de zeolita (PEZ) y un sobre de zeolita impregnada con  $\text{KMnO}_4$  (PEK).

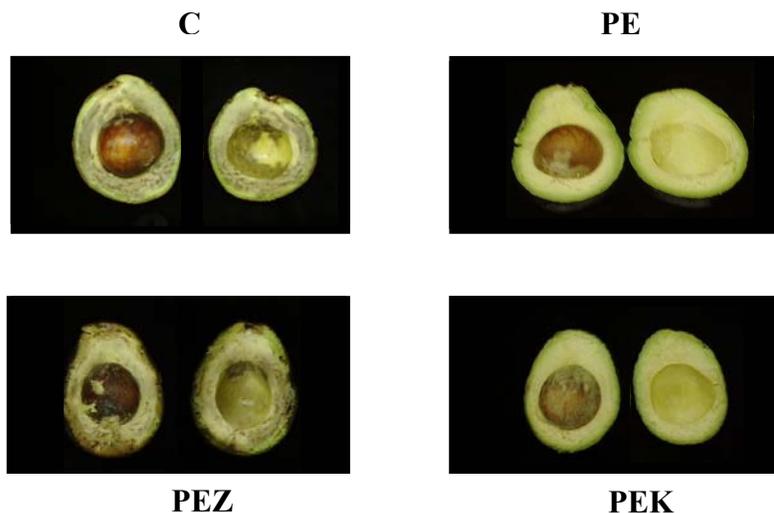
Los frutos se almacenaron a 7 °C y posteriormente se retiraron las bolsas para simular su comercialización a 20 °C.

La zeolita natural removió  $0.66 \pm 0.03$  ppm de etileno/g y con  $\text{KMnO}_4$   $996.98 \pm 15.97$  ppm/g a  $5^\circ\text{C}$  *in vitro*. Sin embargo, no fue detectable con el resto de los tratamientos. En la segunda etapa del experimento, los niveles de etileno en el interior de las bolsas se redujeron a valores inferiores a 1 y 0.1 ppm en PEZ y PEK, respectivamente, pero no tuvieron efecto en la firmeza y color de los aguacates. Lo anterior posiblemente se debió a que los frutos ya habían iniciado su proceso fisiológico de maduración pues se recibieron 4 días después de la cosecha. PEZ no funcionó como barrera a la difusión de los gases por tener una velocidad de transmisión al oxígeno elevada ( $15,243.25 \pm 4,616 \text{ cm}^3/\text{m}^2\text{día}$ ), ya que la incorporación de 0.3 g de zeolita por bolsa generó perforaciones que facilitaron su difusión.

Los frutos C y PEZ siguieron un comportamiento similar, alcanzando su madurez de consumo al cabo de 21 días a  $7^\circ\text{C}$ . PE y PEK redujeron la concentración de  $\text{O}_2$  y aumentaron la de  $\text{CO}_2$  en el espacio de cabeza y los aguacates conservaron su calidad por 28 días a  $7^\circ\text{C}$ . Además, completaron su maduración, evaluada como ablandamiento y cambio de color de la cáscara, después de 4 días a  $20^\circ\text{C}$ .

Por otro lado, la aplicación de las 3 películas redujo significativamente la pérdida de peso por transpiración a valores inferiores a 1.4 % durante el almacenamiento refrigerado.

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que los tratamientos ácido y básico provocaron la pérdida de capacidad de la zeolita para adsorber etileno. La película impregnada no mostró capacidad de eliminación de este gas y la activación de la zeolita con  $\text{KMnO}_4$  la mejoró 1,500 veces. Los removedores de etileno incorporados al sistema de envasado no afectaron las características fisiológicas y físicas de los aguacates durante la simulación de mercadeo. Por consiguiente, la extensión de la vida útil de PE y PEK se debió exclusivamente a la modificación de la atmósfera. Permitiendo de tal forma, su transporte y comercialización por más de 4 semanas, haciéndolos aptos para mercados distantes.



**Apariencia interna de los aguacates 'Hass' después de 28 días a  $7^\circ\text{C}$  + 4 días a  $20^\circ\text{C}$**

La presente investigación es un precedente para la mejora y desarrollo de estudios futuros en la aplicación de las innovaciones en el área de envases. En consecuencia, es factible mejorar los sistemas con capacidad para remover etileno para, posteriormente,

utilizarlos en el envasado de otros productos hortofrutícolas. Se recomienda modificar la zeolita con otras sustancias químicas, tales como ácidos a menor concentración o cationes divalentes, con el propósito de aumentar su capacidad de adsorción en estudios posteriores. Cambiar las condiciones de proceso en la elaboración de películas impregnadas con zeolita para incrementar su contenido y espesor. Además de envasar los aguacates el día de la cosecha para detectar el efecto de los envases activos sobre su maduración.

---

**Nota:** Hacemos extensivo nuestro agradecimiento a la Unión de Productores y Empacadores de Fruta de Uruapan por la materia prima proporcionada para el desarrollo de esta tesis.