

## APLICACIÓN DE MÉTODOS DE DESINFECCIÓN Y TIPOS DE ENVASES EN UN PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO DE FRAMBUESA.

Vela-Rodríguez C., Lira-Vargas A. A., Pascual-Bustamante S., Trejo-Márquez M. A.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. \*andreatrejo2009@unam.mx

### RESUMEN:

La frambuesa mínimamente procesada es un producto rico en antioxidantes; sin embargo la desinfección y el envasado es una etapa crucial para dichos productos. Es por ello que el objetivo de este trabajo es el desarrollo de frambuesa mínimamente procesada, evaluando el efecto de diferentes métodos de desinfección [ozono, irradiación UV-C y desinfectante comercial (Microdyn®)] en dos tipos de envase (envase tereftalato de polietileno, PET) y un envase con una película de alta barrera al oxígeno), determinando la carga microbiana (mohos y levaduras), así como el efecto en los parámetros de calidad, fisiológicos y químicos durante un período de 16 días. Los resultados mostraron que la irradiación UV-C durante 15 minutos fue el método de desinfección más efectivo para controlar el crecimiento de microorganismos sin afectar la calidad del mismo. El envase de PET probó ser más eficiente manteniendo el color, y capacidad antioxidante del producto que el de atmósferas modificadas porque el último comprometió la calidad de la frambuesa debido a las altas concentraciones de CO<sub>2</sub>.

### ABSTRACT:

Fresh-cut raspberry is and antioxidant rich product, however, disinfection as well as packaging are crucial operations for these. That is the reason why the objective was the elaboration of fresh-cut raspberry, in order to evaluate the effect of different disinfection methods [ozone, UV-C radiation and a commercial disinfectant (Microdyn®)] in two different packages (polyethylene terephthalate packaging, PET ) and a package sealed with a high-oxygen-barrier film) by determining microbiological load (moulds and yeast) as well as quality, physiological, chemical parameters. Exposure to UV-C radiation for 15 minutes was the most effective disinfection method, since it proved that microbial growth would be controlled to an approved range without affecting negatively the quality of raspberry. On the packaging method, the container of PET proved to be better than the modified atmosphere packaging as the former keeps the initial characteristics for a longer time while the latter had a negative effect on the quality of the product due to the high concentration of CO<sub>2</sub>.

### Palabras clave:

*Rubus idaeus*, mínimamente procesado, ozono, irradiación UV-C

### Keyword:

*Rubus idaeus*, fresh-cut, ozone, UV-C radiation.

**Área:** Frutas y hortalizas.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas se ha incrementado la producción de frambuesa roja (*Rubus idaeus*) así como de otras frutillas a nivel mundial (Mazur *et al.*, 2014). México produjo 75,939 ton de frambuesa en el 2012 ya que el país presenta las condiciones climáticas para que dicha producción aumente, siendo su principal objetivo la exportación a E.E.U.U., por lo que el diversificar productos de estas frutas ampliaría el mercado y generaría empleos (Bascopé, 2012).

Los productos derivados comunes de frambuesa son las mermeladas y jugos, en los cuales se ven degradados los compuestos fenólicos que otorgan su principal atractivo nutrimental

(antioxidante, anti-inflamatorios, anti-cancerígenos y antimicrobianos) debido a su procesamiento (Bobinaité *et al.*, 2012), mientras que el procesamiento mínimo, conserva en mayor parte las propiedades originales del producto en fresco y se encuentra listo para su consumo dado que ya han pasado por un proceso de desinfección (Bascopé, 2012). Sin embargo el método de desinfección más utilizado son las soluciones cloradas, debido a su bajo valor económico, las cuales afectan la calidad sensorial del producto y generan sub-productos tóxicos (Chaidez *et al.*, 2012), del mismo modo el método de envasado no es el adecuado para alargar la vida útil del producto.

Un método de desinfección alternativo serían la irradiación UV-C y el ozono, que presentan una considerable disminución de los microorganismos promotores del deterioro y se considera segura debido al nulo desprendimiento de residuos (Ölmez, 2012). No obstante, el procesamiento mínimo necesita combinarse con otros métodos como la refrigeración, y el envasado con atmósferas modificadas (EAM) para prolongar la vida útil del producto así como la conservación de la calidad e inocuidad del producto. La modificación de la atmósfera puede darse en forma pasiva o activa, en ambos casos buscando una atmósfera de equilibrio generada cuando las tasas de transmisión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> a través del empaque igualan la tasa de respiración del producto (Giovanelli *et al.*, 2014). Asimismo, el empleo de recubrimientos comestibles ha aumentado debido a que se considera una estrategia que reduce las reacciones de deterioro al minimizar la migración de humedad y de sólidos, el intercambio de gases, la respiración, reacciones oxidativas, y, con ello, desórdenes fisiológicos (Rojas-Graü *et al.*, 2012).

Por lo que el objetivo del presente trabajo es la determinación de condiciones de procesamiento con métodos de desinfección alternos así como el tipo de envase que logren alargar la vida útil del producto de manera significativa.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Evaluación del tipo de desinfectante en la frambuesa mínimamente procesada.** Se utilizaron frambuesas variedad “*Autumn bliss*” procedentes de Michoacán, México, para el procesamiento se realizó una desinfección con: desinfectante comercial (Microdyn®), Ozono por 3 y 6 minutos e irradiación UV-C por 15 y 30 min. Para evaluar la efectividad de la desinfección se evaluó la presencia de hongos y levaduras.

**Efecto del tipo de envase en frambuesa mínimamente procesada.** Una vez establecido el desinfectante más efectivo sobre la frambuesa, se evaluó el efecto de dos tipos de envase: vaso de tereftalato de polietileno (PET) con producto recubierto de CMC y vaso con una película de nylon de alta barrera al oxígeno (marca Phoenix), evaluando la calidad del producto durante 16 días de almacenamiento. Los parámetros evaluados fueron: parámetros de calidad (color), parámetros fisiológicos (composición gaseosa del espacio de cabeza), parámetro químico (capacidad antioxidante). A los resultados se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey) aplicando un nivel de significancia del 5%.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Efecto de desinfectantes en frambuesa mínimamente procesada.**

La desinfección es una operación fundamental para la elaboración de los productos mínimamente procesados (PMP). Por ello es necesario evaluar la efectividad del método de desinfección sobre el producto, por lo que se evaluó la presencia de hongos y levaduras en el producto de frambuesa mínimamente procesada (Figura 1).

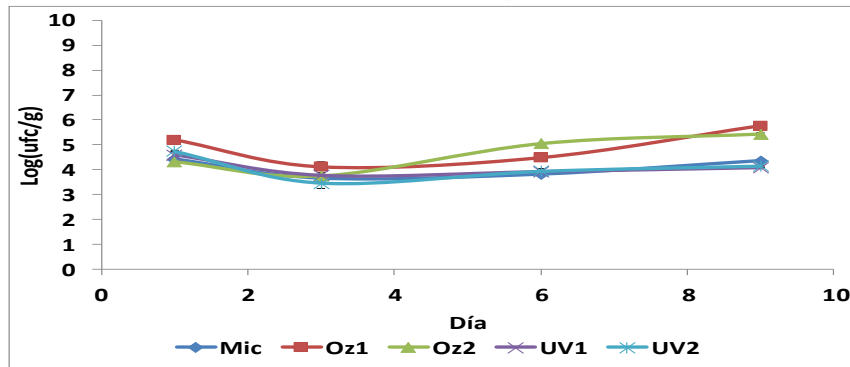


Figura 1. Carga de hongos y levaduras del producto mínimamente procesado de frambuesa con diferentes métodos de desinfección. Dónde: Mic=Microdyn®; Oz1=Ozono por 3 min; Oz2=Ozono por 6 min; UV1=UV-C por 15 min; UV2=UV-C por 30 min.

La desinfección de frambuesa con ozono acuoso no resultó eficiente, ya que en el conteo fue 1 log ufc/g mayor con respecto a las desinfectadas con los otros agentes evaluados que no presentaron diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre sí (UV-C, Microdyn®) durante la evaluación en la carga microbiana de los frutos evaluados, mientras que los mohos y levaduras de las frambuesas tratadas con ozono sí mostraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) al final del almacenamiento. Sin embargo, permanecieron por debajo de los niveles indicados por la legislación española basados en lo establecido por el diario oficial de la Unión Europea (EC, 2005). La reducción microbiana que se presentó por el uso de UV-C se debe a que la exposición a la radiación altera la estructura de los microorganismos a nivel genético provocando la lisis celular. Debido a estos resultados, es posible decir que la irradiación UV-C durante 15 min es un tratamiento en seco que controla eficientemente la población de hongos y levaduras además de que estudios previos (Alegria *et al.*, 2012) indican que dicha radiación no afecta de manera notable las cualidades sensoriales de los frutos, pero que a mayor tiempo de exposición éstos se podrían estresar y alterar por lo que se recomiendan tiempos cortos de contacto.

### Evaluación del tipo de envase en frambuesa mínimamente procesada.

**Parámetro fisiológico:** El tipo de envasado genera una diferente atmósfera que afecta el metabolismo del fruto, la cual se ilustra en la Figura 2. El envase con película de alta barrera a los gases provocó un acelerado decremento de la concentración de oxígeno y acumulación de  $\text{CO}_2$  presentando diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) con respecto al envase de PET, en el cual la concentración de gases permaneció casi constante durante el almacenamiento, lo que indicó un metabolismo inalterado debido a que el empaque permite una correcta tasa de transferencia de gases, mientras que las muestras a las que se les aplicó un recubrimiento comestible a base de CMC no mostraron diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) en la composición atmosférica con respecto al envase en el que fueron contenidas.

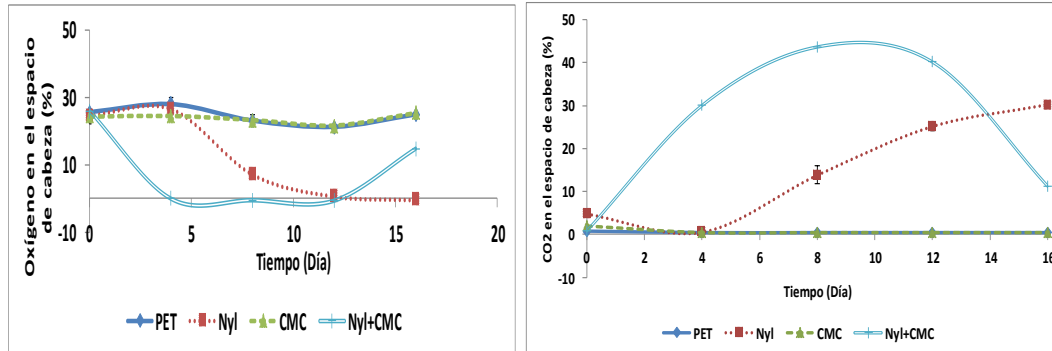


Figura 2. Composición del espacio de cabeza del producto mínimamente procesado de frambuesa con respecto al método de envase. A) Composición en envase de PET. B) Composición en envase de atmósfera modificada. Dónde: PET=Envase de PET; Nyl=Envase sellado con una película de Nylon de alta barrera al oxígeno; CMC=Envase de PET y un recubrimiento a base de CMC; Nyl+CMC=Envase sellado con una película de Nylon y un recubrimiento a base de CMC.

Los resultados obtenidos concuerdan con los estudios llevado a cabo por Giovanelli *et al* (2014), quienes indicaron que el envasado de frutillas en atmósferas modificadas con altas concentraciones de oxígeno propicia condiciones de anaerobiosis y un metabolismo fermentativo, por lo que el envasado con películas de alta barrera al oxígeno no resultó adecuado para la conservación de PMP. No obstante, el estudio de Del Nobile *et al.* (2009) indicó que el envasado de frutos en atmósferas modificadas empleando películas de baja resistencia permite generar la atmósfera adecuada para prolongar la vida útil de los mismos. Asimismo, se observó que el recubrimiento a base de CMC, para las frambuesas envasadas en recipientes de PET ayudó a conservar el producto por mayor tiempo y por ende mantener las propiedades sensoriales del producto sin presentar diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) con respecto a las que no se les aplicó el recubrimiento indicando que el estrés que presentó este tratamiento no fue suficientemente grave como para provocar lesiones tisulares o modificar el metabolismo.

**Parámetro de calidad:** Uno de los parámetros de calidad que se ve más comprometido es el color de la frambuesa, el cual se muestra en la Figura 3. El tono de las frambuesas registró una modificación por el envasado en baja concentración de oxígeno, provocando que los frutos tuvieran tonalidades amarillas, mientras que las envasadas en PET exhibieron tonalidades más rojizas. El análisis estadístico mostró que existió una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en el tono de las frambuesas mínimamente procesadas sometidas a los dos tipos de envasado, demostrando que las frambuesas en envase con película de alta barrera a los gases tuvieron 350% mayor tonalidad que las recubiertas en el día 12. Dichos cambios en el color se deben a la pérdida de líquido que provoca la disminución de los pigmentos naturales de los frutos (Selcuk y Erkan, 2014). De acuerdo a lo observado, se puede decir que el envasado en una atmósfera rica en  $CO_2$  afectó el color del fruto debido a la pérdida de componentes esenciales en dicho parámetro comprometiendo su aceptabilidad comercial.

**Parámetro químico:** La capacidad antioxidante es de gran importancia, ya que es la capacidad para secuestrar radicales libres responsables por el deterioro celular, encontrándose que al inicio la capacidad antioxidante de las frambuesas envasadas en PET tuvieron  $220 \mu M Trolox/g$  menos que las envasadas en films de alta barrera al oxígeno, por lo que presentaron diferencia

significativa ( $P \leq 0.05$ ) en este parámetro, pero al final del almacenamiento no hubo diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) en la capacidad antioxidante por los dos tipos de envase (Figura 4).

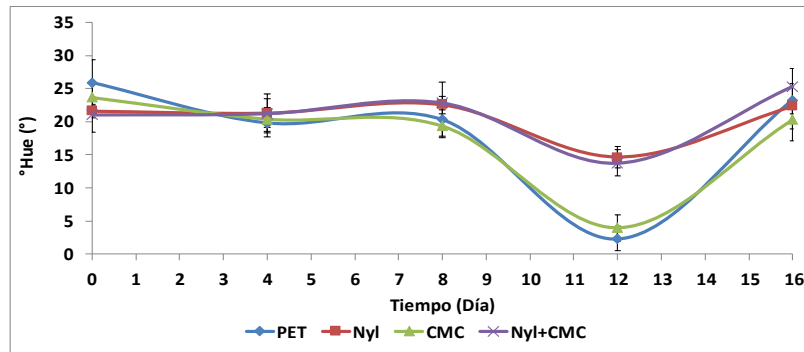


Figura 3. Efecto del método de envasado sobre el tono del fruto. Dónde: PET=Envase de PET; Nyl=Envase sellado con una película de Nylon de alta barrera al oxígeno; CMC=Envase de PET y un recubrimiento a base de CMC; Nyl+CMC=Envase sellado con una película de Nylon y un recubrimiento a base de CMC.

Los resultados obtenidos son congruentes con estudios previos (Giovannelli *et al.*, 2014; Selcuk y Erkan, 2014;) que indicaron que la capacidad antioxidante de los frutos aumenta inicialmente ya que la concentración de  $CO_2$  presentó un estrés al fruto y activa enzimas como la fenilalanina-amonio liasa (PAL), polifenol oxidasa (PPO), y peroxidasa (HRP) como mecanismo de defensa, para posteriormente inactivarse como consecuencia de la senescencia del fruto. Como resultado del estudio se concluye que el estrés presentado por la alta concentración de oxígeno así como la inmersión en el recubrimiento de CMC pudieron haber provocado daño tisular en el producto generando un aumento aparente en la capacidad antioxidante, pero que al acelerar la senescencia del fruto dicho parámetro se ve afectado negativamente.

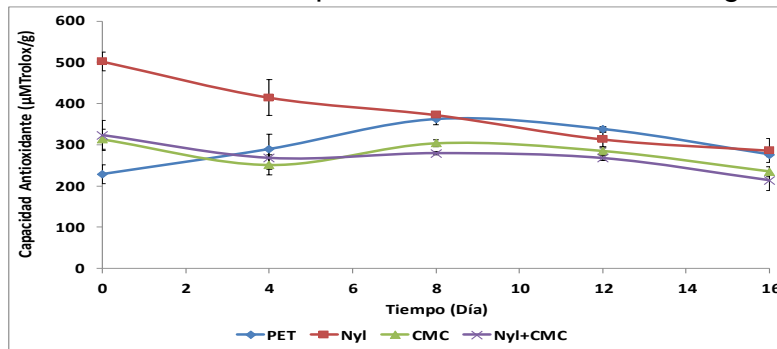


Figura 4. Efecto del método de envasado sobre la capacidad antioxidante de la frambuesa mínimamente procesada. Dónde: PET=Envase de PET; Nyl=Envase sellado con una película de Nylon de alta barrera al oxígeno; CMC=Envase de PET y un recubrimiento a base de CMC; Nyl+CMC=Envase sellado con una película de Nylon y un recubrimiento a base de CMC.

**CONCLUSIONES.** La desinfección con irradiación UV-C a 15 min resultó efectiva, ya que exhibió mejores resultados comparables con el desinfectante comercial (Microdyn®) con respecto a la presencia de mohos y levaduras, alargando de manera considerable la vida útil del producto. El envase con película de alta barrera al Oxígeno provocó cambios en el color de la frambuesa afectando la tonalidad de la misma. Por el contrario, no hubo cambios en los parámetros de calidad por el envasado en PET, ni por la aplicación de películas a base de CMC. Por lo que se recomienda estudiar otros envases que favorezcan la vida útil de este producto.

**AGRADECIMIENTOS.** El presente trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT (IT201513): Desarrollo de envases activos para frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Alegria, C.; J. Pinheiro; M. Duthoit; E.M. Gonçalves, M. Moldão-Martins, y Abreu, M. 2012. Fresh-cut carrot (cv. Nantes) quality as affected by abiotic stress (heat shock and UV-C irradiation) pre-treatments. *LWT - Food science and technology*: 48, 197-203.
- Bascope, A. 2012. Realidad productiva de la frambuesa EE.UU. y México. Agrimundo: Chile.
- Bobinaité, R.; Viškelis, P. y Venskutonis P. R. 2012. Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chemistry*, 132: 1495-1501.
- Chaidez, C., Castro-del-Campo, N., Heredia J. B., Contreras-Angulo, L., González-Aguilar, G. y Ayala-Zavala, J. F. 2012. Chlorine. En: Decontamination of fresh and minimally processed produce. Wiley-Blackwell: Oxford.
- Commission Regulation (EC) 2005. No 2073/2005, 2005. On microbiological criteria for foodstuffs. Official Journal of the European Union.
- Del Nobile, M.A.; A. Conte; C. Scrocco ; I. Brescia ; B. Speranza ; M. Sinigaglia; R. Perniola; y Antonacci, D. 2009. A study on quality loss of minimally processed grapes as affected by film packaging. *Postharvest Biology and Technology*: 51, 21-26.
- Giovanelli, G, S. Limbo y Buratti, S. 2014. Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) in postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 98: 72-81.
- Mazur, S.P., A. Nes, A.B. Wold, S. Fagertun-Remberg, K. Aaby. 2014. Quality and chemical composition of ten red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes during three harvest seasons. *Food Chemistry*, 160. 233-240.
- Ölmez, H. 2012. Ozone. En: Gómez-López, V. M. (Ed.) Decontamination of fresh and minimally processed produce. Wiley-Blackwell: Oxford.
- Rojas-Graü, M. A., L. Savilla-Trujillo, R. Soliva-Fortuny, y Martín-Belloso, O. 2012. Edible Films and Coatings. En: Gómez-López, V. M. (Ed.) Decontamination of fresh and minimally processed produce. Wiley-Blackwell: Oxford.
- Selcuk, N. y M. Erkan, M. 2014. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*: 92, 29-36.