

## **EFFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES FORMULADOS A BASE DE ALGINATO, CARBOXIMETILCELULOSA Y PROTEÍNA DE SUERO DE LECHE EN LA VIDA ÚTIL DE LA REMOLACHA (*Beta vulgaris L.*) MÍNIMAMENTE PROCESADA**

Armijos Piedra M., Pascual Bustamante, S., Trejo Márquez M\*.

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. \*Correo electrónico: andreatrejo2009@gmail.com

### **RESUMEN:**

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de desinfectantes en la elaboración y preparación de la remolacha mínimamente procesada, así como evaluar el efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles a base de alginato de sodio, carboximetilcelulosa y proteína de suero sobre la calidad del producto. Las remolachas fueron desinfectadas con cloro, ozono y UV-C, se evaluó color, liberación de líquido y la calidad microbiológica. El ozono fue el que se destacó como el mejor desinfectante, ya que permitió reducir los recuentos microbianos y mantener una buena calidad visual. Posteriormente se aplicaron los recubrimientos de alginato 0.5%, CMC 0.5% y proteína de suero 10%, para determinar el efecto en los parámetros antes mencionados. El recubrimiento de CMC permitió mantener el color de la remolacha. Asimismo tuvo mayor aceptación sensorial, ya que al final del almacenamiento las remolachas recubiertas con CMC fueron calificadas como "buenas" y las no recubiertas como "muy desagradables", por lo que los recubrimientos comestibles son una alternativa para la conservación de remolacha mínimamente procesada.

### **ABSTRACT:**

The objective of this study was determine the effect of disinfectants in the development and preparation of minimally processed beet and to evaluate the effect of the application of edible coatings based on alginate, carboxymethylcellulose and protein on the quality of beet MMP. Beets were disinfected with chlorine, ozone and UV-C, quality parameters like color, liquid release and microbiological. Ozone was the one that stood out as the best disinfectant, as it allowed reducing microbial counts and maintain good visual quality. Alginate coatings subsequently 0.5%, 0.5% CMC and protein 10% were applied to determine the effect on the aforementioned parameters. CMC coating further remained in color. Also had higher sensory acceptance, since the end of storage beets coated with CMC were rated as "good" and the uncoated as "very unpleasant", so the RC are an alternative for the conservation of beet MMP.

### **Palabras clave:**

Mínimamente procesada, recubrimientos comestibles, remolacha.

### **Keywords:**

Ready to eat, minimally processed, edible coatings.

**Área:** Frutas y Hortalizas

### **INTRODUCCIÓN**

La remolacha es un producto vegetal que se considera un alimento de gran importancia para el ser humano. La utilización de esta hortaliza brinda muchos beneficios ya que posee un alto contenido nutricional y medicinal, es muy útil como desintoxicante y depuradora de la sangre, rica en hierro, ya que ayuda a fomentar la producción de los anticuerpos que combaten las enfermedades (Merizalde, 2006).

Las variedades de remolacha (*Beta vulgaris* L.), se encuentran en una escasa producción ya que se ve opacada por el mal aprovechamiento de los suelos y por el desconocimiento de los beneficios para la salud.

En el desarrollo de nuevos productos, surge el requerimiento de productos con mayor grado de elaboración, dando lugar a las distintas gamas o clasificaciones de acuerdo al grado de procesamiento. Así las hortalizas pueden consumirse en estado fresco (I Gama), en conservas (II Gama), congeladas (III Gama), frescas mínimamente procesadas, conservadas bajo cadena de frío y listas para ser consumidas (IV Gama).

Las pérdidas en cantidad y calidad a la que los productos hortofrutícolas están expuestos entre el período de recolección y su consumo son muy importantes. Se estima que las pérdidas en postcosecha de frutas frescas y verduras están entre un 5 y 25% en países desarrollados, y entre un 20 y un 50% en países en vías de desarrollo, dependiendo del tipo de producto. Como alternativa para solucionar estos problemas se han desarrollado en los últimos años nuevas técnicas de almacenamiento que hacen posible prolongar el tiempo de vida de estos productos. Una de estas técnicas es el uso de recubrimientos comestibles. Los recubrimientos comestibles se definen como productos comestibles que envuelven el producto, creando una barrera semipermeable a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y vapor de agua (Valle et al., 2008). Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, retienen compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto (Carrasco et al., 2002). Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación (Galletta et al., 2005). Dado que la remolacha es una hortaliza con alto potencial para consumirse en fresco como un alimento mínimamente procesado, es necesario implementar tecnologías de conservación para alargar su vida útil, dentro de estas destacan los recubrimientos comestibles, por ello el objetivo de esta investigación es prolongar y preservar la calidad de la remolacha mínimamente procesada aplicando recubrimientos comestibles con matrices de polisacárido y proteína.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizaron remolachas de la variedad *Beta vulgaris* L. en estado fresco y apariencia sana, adquiridas en la central de abastos de la Ciudad de México. Las hortalizas fueron trasladadas al Laboratorio de postcosecha de productos vegetales del Centro de asimilación tecnológica de la UNAM para su estudio.

**Selección y acondicionamiento de las muestras.** Las remolachas se seleccionaron buscando un tamaño uniforme ( $\geq 329$  g) que cumpliera con los requisitos mínimos establecidos en las disposiciones de la Norma INEN 1832, para asegurar la obtención de un producto de calidad; clasificándose de acuerdo a su tamaño y diámetro.

**Aplicación de diferentes desinfectantes en la remolacha MMP.** Se trabajó con tres diferentes tipos de desinfectantes aplicados a la remolacha MMP: hipoclorito sódico (5%), ozono (6 min) e irradiación UV-C (15 min) en concentraciones y tiempo diferentes, más un control.

**Aplicación de diferentes RC en la remolacha MMP.** Las remolachas MMP, desinfectadas fueron recubiertas con proteína de suero de leche (10%), CMC (0.5%), alginato (0.5%) y un control. El almacenamiento fue a 5°C con humedad relativa de 85% y se evaluaron los parámetros microbiológicos (Hongos y levaduras, mesófilos aerobios y coliformes), liberación de líquido, sólidos solubles y parámetros sensoriales.

**Tratamiento estadístico.** Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza de un solo factor tanto en desinfectantes como en RC. Para determinar la diferencia estadística entre las medias se aplicaron pruebas de rango múltiple mediante el uso del programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 16.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación microbiológica realizada a las remolachas MMP desinfectadas con cloro y UV-C, se evidencian crecimientos significativos de mesófilos, coliformes, hongos y levaduras durante los doce días de almacenamiento, sin embargo el ozono fue el agente desinfectante que inhibió el crecimiento en mesófilos aerobios además de controlar un crecimiento significativo en coliformes, hongos y levaduras durante la evaluación (Figura 1).

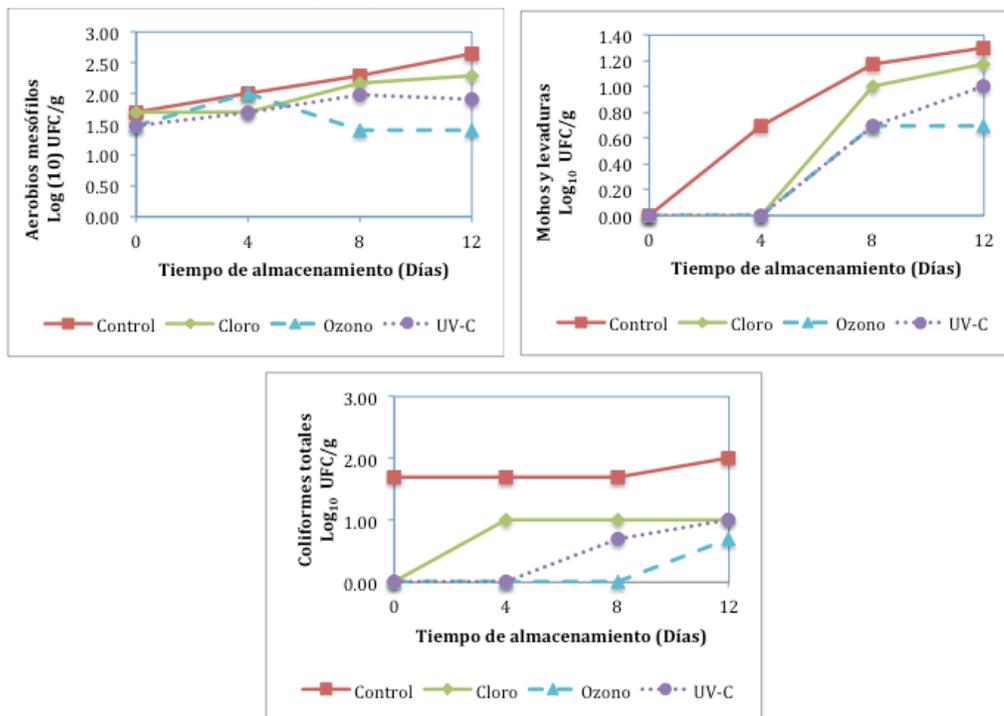


Figura 2. Efectos de los desinfectantes sobre la calidad microbiológica de la remolacha MMP

La apariencia de las remolachas mínimamente procesadas con tratamientos de desinfección y sin tratamiento en el día cero de almacenamiento correspondió a una remolacha brillante y libre de daños, para el día 4 (Figura 2) se observó más oscurecimiento para el tratamiento de desinfección con cloro, mientras que para los demás tratamientos y el control la remolacha mínimamente procesada mostraron una apariencia sana y óptima para ser consumida. Sin embargo para el día 8 de almacenamiento las remolachas tratadas con cloro, UV-C y el control presentaron cambios en el color y no presentó el color característico visual de consumo de las remolachas mínimamente procesadas, siendo el ozono quien conservó la apariencia y color característico de la remolacha mínimamente procesada. Al final del almacenamiento (12 días) el tratamiento que mejor apariencia presentó fue con ozono, mientras que las tratadas con cloro, UV-C y el control, además de presentar deterioro en la remolacha mínimamente procesada, la luminosidad disminuyó, y no presentó el color característico visual, por lo que este es un factor muy importante para descartar los tratamientos con cloro y UV-C.

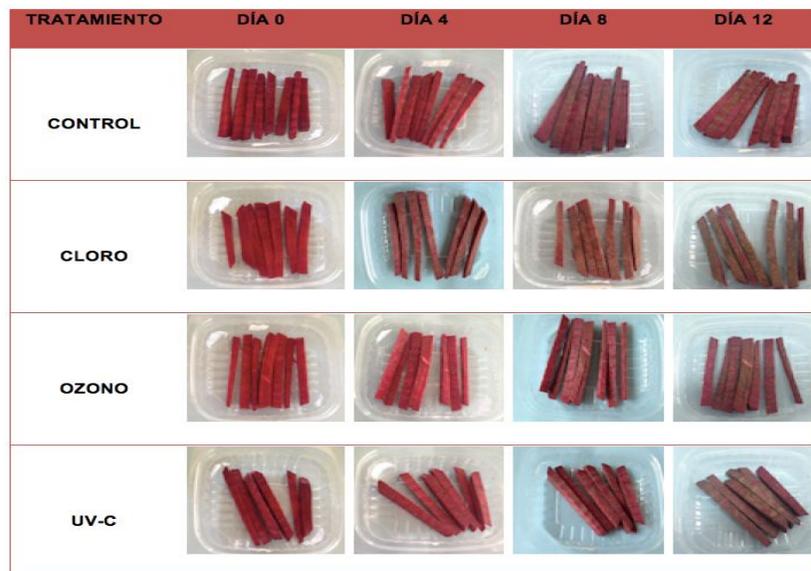


Figura 3. Efecto visual de la aplicación de desinfectantes a la remolacha MMP.

La aplicación de recubrimientos comestibles ha demostrado tener capacidad para reducir el deterioro de las remolachas MMP, mejorar la apariencia y disminuir la pérdida de parámetros sensoriales por la aplicación de recubrimientos a base de alginato de sodio, CMC y proteína de suero de leche.

En la Figura 3 se observa el efecto de los RC en el contenido de sólidos solubles. Estadísticamente se observó que los recubrimientos comestibles elaborados de alginato de sodio y proteína de suero de leche, fueron los que presentaron diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) con respecto al control (día 4). Durante el doceavo día de almacenamiento se observó una ligera disminución de los °Brix tanto en las remolachas control como en las remolachas recubiertas de CMC a excepción del alginato y proteína, que mostró un aumento de los sólidos solubles dando un valor de 9.9 y 10.2 °Brix respectivamente, presentando diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos y el control pero no existiendo diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre el alginato y el control. Este ligero aumento durante el almacenamiento se debe como

consecuencia a la maduración y senescencia del producto. Con estos resultados se puede asumir que las remolachas recubiertas de CMC fueron capaces de retardar dichos parámetros mencionados.

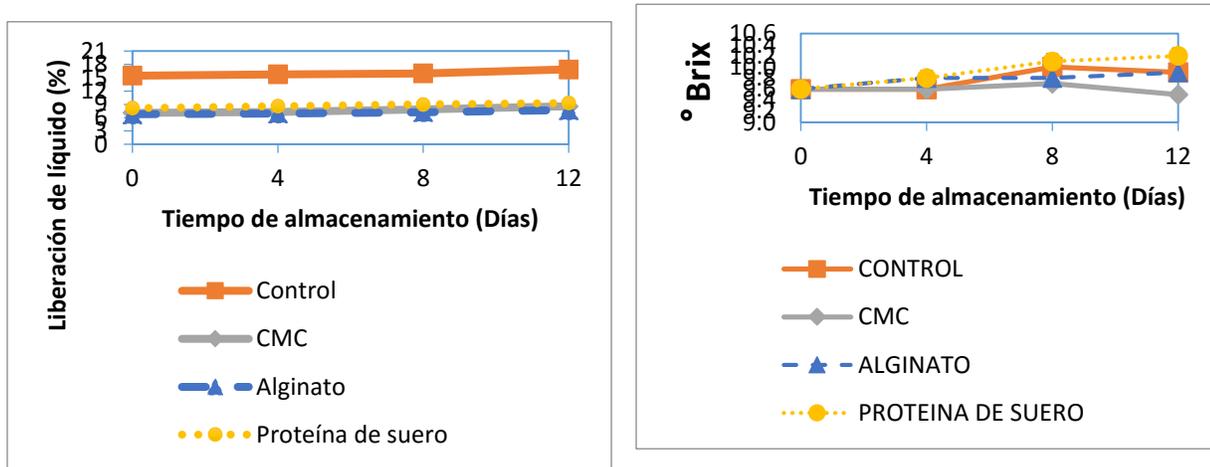


Figura 4. Efecto de los RC en la remolacha MMP sobre: (A) los sólidos solubles y (B) Liberación de líquido. Las barras verticales representan  $\pm$  desviación estándar.

En la Figura 3B se presentan los datos del porcentaje de liberación de líquido, donde el control tiene los porcentajes más altos, pues estadísticamente si hubo efecto significativo ( $p \geq 0.05$ ) entre cada tratamiento. Esto también se debe a una degradación de la pared celular provocada por la solubilización y despolimerización de las sustancias pécticas, haciendo que la hortaliza pierda su firmeza permitiendo precisamente la liberación de líquido acuoso, lixiviando sustancias químicas propias de la remolacha. La experimentación concluye cuando el control ha liberado 16.9%, dejando por debajo a los tratamientos, el alginato fue el que menos líquido liberó con 7.7% seguido de CMC con 8.55% y proteína con 9.3%.

En lo referente a los atributos sensoriales (Figura 4), al término de la experimentación 12 días después, los panelistas consideraron que las remolachas con recubrimientos comestibles a base de CMC y alginato las veían 'brillantes', como resultado el recubrimiento a base de proteína fue menos 'brillante' con respecto a los tratamientos y el control, siendo estadísticamente diferentes ( $p \geq 0.05$ ). Sin embargo como era de esperarse en las remolachas control los panelistas notaron que fue 'muy suave' en cuanto a firmeza se refiere, debido a todos los procesos metabólicos y a la senescencia de la remolacha, por otro lado el recubrimiento que más ayudó a que las remolachas mínimamente procesadas no perdieran su firmeza fue el recubrimiento a base de CMC evaluándolo como 'ni suave ni duro', siendo estadísticamente diferentes ( $p \geq 0.05$ ) respecto a las remolachas con recubrimiento a base de alginato, proteína y el control.

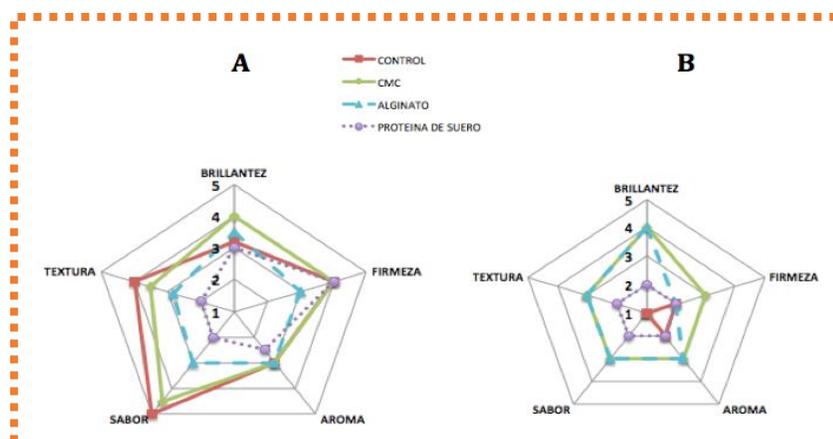


Figura 4. Efecto de los RC en las propiedades sensoriales.

## CONCLUSIONES

Las remolachas cumplieron con los requisitos establecidos para que el producto mínimamente procesado a elaborar fuera un producto de alta calidad y nutricional. Existió un efecto significativo al utilizar ozono como desinfectante en la remolacha mínimamente procesada sobre los parámetros de calidad siendo este el que menor líquido liberó durante los 12 días de almacenamiento a 5 °C; así mismo permitió reducir los recuentos microbianos iniciales y mantener una buena calidad visual, siendo el que la llevó a la remolacha a ser más brillante en su tiempo de vida útil.

El recubrimiento al 0.5% de CMC mejoró la calidad de la remolacha mínimamente procesada prolongando el tiempo de almacenamiento durante 12 días, presentando una mayor aceptación por parte de los panelistas y una aceptable calidad microbiológica.

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

## BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, E; Escalona; Artés. 2006. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* 39: 169-177.
- Carrasco, E; Villarroel, M; Cisneros, L. 2002. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes durante el almacenamiento. *ALAN*. 52(1): 134-139.
- Galletta, G; Harte, F; Molinari, D; Capdevielle, R; Diano, W. 2005. Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6(2):117-123.
- Merizalde, O.F. 2006. Estudio nutricional de la remolacha: innovación y creación de nuevas preparaciones gastronómicas que permitan su difusión. Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.
- Valle, S; López, O; Reyes, M; Castillo, J; Santos, A. 2008. Recubrimiento comestibles basado en goma arábica y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósferas modificadas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 14(3): 235-241.