

EFFECTO DE RECUBRIMIENTO DE CARBOXIMETILCELULOSA ADICIONADO CON EXTRACTO DE EPAZOTE EN EL CONTROL DE HONGOS POSTCOSECHA DE PAPAYA, JITOMATE Y CHILE

Rivera Rebollar R., Cabrera Calderón S., Lira Vargas A., Trejo Márquez M.*, Pascual Bustamante S.

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 Atlámica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. *Correo electrónico: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN:

Las plantas de origen mexicano como el epazote (*Chenopodium ambrosioides*), poseen propiedades antifúngicas que pueden ser empleadas en el control de enfermedades postcosecha que ocasionan pérdidas en cultivos de interés económico como la papaya, el jitomate y el chile. Actualmente, la aplicación de recubrimientos es una alternativa con potencial viable en la conservación de frutos y hortalizas. Estas películas comestibles tienen la capacidad de proveer estabilidad microbiológica a los alimentos, ya que sirven como acarreadores de un amplio número de compuestos, los cuales incluyen agentes antimicrobianos de origen natural como los aceites esenciales y extractos vegetales. En este trabajo se evaluó el efecto de un recubrimiento comestible a base de carboximetilcelulosa y adicionado con extracto etanólico de epazote sobre el control de *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata* en papaya 'Maradol', jitomate 'Saladette' y chile 'Jalapeño'. Una reducción de 62.71% se registró en la severidad de la enfermedad de la papaya, en el jitomate y el chile se redujo en 45.52 y 40.64%, respectivamente, mostrando que el extracto tiene una posible aplicación en recubrimientos comestibles para el control de enfermedades postcosecha.

ABSTRACT:

Mexican plants as epazote (*Chenopodium ambrosioides*), have antifungal properties that can be used to control agents causing postharvest losses in crops of economic interest such as papaya, tomato and chili. Currently, the application of coatings is a feasible alternative for preserving fruits and vegetables. These edible films have the ability to provide microbiological stability to food, as they serve as carriers of a large number of compounds, which include naturally occurring antimicrobials as essential oils and plant extracts. In this work, the effect of an edible carboxymethylcellulose based coating added with ethanolic epazote extract at 3000 ppm on the control of *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata*, was evaluated in 'Maradol' papaya, 'Saladette' tomato and 'Jalapeño' chili. A disease severity reduction of 62.71, 45.52 and 40.64% was showed in papaya, tomato and chili, respectively, indicating the potential application for the postharvest diseases control of this extract in edible coatings.

Palabras clave:

Actividad antifúngica, *Chenopodium ambrosioides*, recubrimientos comestibles.

Keyword:

Antifungal activity, *Chenopodium ambrosioides*, edible coatings.

Área: Frutas y Hortalizas

INTRODUCCIÓN

México es un importante productor de frutas y hortalizas como papaya, jitomate y chile, los cuales son productos perecederos, susceptibles al ataque de microorganismos antes o después de la cosecha y durante su almacenamiento. Se estima que en países en vías de desarrollo, un 80% del total de frutas frescas y vegetales cosechados se pierden debido a varios factores (Sharma *et al.*, 2009).

Entre las principales razones que generan estas pérdidas está la incidencia de enfermedades causadas principalmente por hongos de diversos géneros. Los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum* y *Fusarium*, son conocidos como algunos de los principales causantes de las alteraciones más frecuentes en frutas y hortalizas, los cuales se encuentran en estudio para su posible control. Una alternativa con potencial viable es la aplicación de recubrimientos comestibles que sirven como vehículo para compuestos con actividad antimicrobiana (Barrera *et al.*, 2012).

La investigación acerca de los compuestos producidos de manera natural por las plantas como mecanismo de defensa, ha contribuido en el desarrollo de nuevas estrategias que permitan controlar a los patógenos vegetales involucrados en las pérdidas postcosecha. El epazote (*Chenopodium ambrosioides*) es una de las plantas estudiadas, que destaca por ser originaria de México de gran importancia antropogénica y bajo costo; su aceite esencial posee actividad antifúngica contra *Fusarium oxysporum* debido a la presencia de compuestos bioactivos como el ascaridol (Jaramillo *et al.*, 2012).

Por lo anterior, el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el efecto antifúngico de un recubrimiento comestible a base de carboximetilcelulosa adicionado con extracto etanólico de epazote sobre algunos patógenos postcosecha (*F. oxysporum*, *C. gloeosporioides*, *B. cinerea* y *A. alternata*) mediante pruebas *in vivo* en papaya 'Maradol', jitomate 'Saladette' y chile 'Jalapeño', para proponerlo como una alternativa de conservación que reduzca las pérdidas postcosecha ocasionadas por los agentes antes mencionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico. Los frutos empleados en este proyecto (jitomate 'Saladette', papaya 'Maradol' y chile 'Jalapeño') fueron adquiridos en la central de abastos de la Ciudad de México, provenientes de Sinaloa y Veracruz, respectivamente.

Obtención de los extractos. Los extractos se obtuvieron a partir de hojas secas de epazote adquiridas en el mercado del Carmen de Cuautitlán Izcalli, por el método de extracción asistida por ultrasonido con una relación 1:5 con etanol al 70% como solvente por un tiempo de 30 min. El contenido de fenoles se determinó por el método de Folin-Cicocalteu (Martínez-Cruz *et al.*, 2011).

Prueba *in vivo* de capacidad antifúngica. Para evaluar el efecto de los extractos etanólicos de epazote, se utilizaron jitomate 'Saladette' (3 lotes de 10 frutos), papaya 'Maradol' (3 lotes de 4 frutos) y chile 'Jalapeño' (3 lotes de 10 frutos). Los frutos primeramente fueron inoculados con una concentración de 2×10^6 esporas/mL.

Todos los frutos fueron inoculados con *F. oxysporum* como primer hongo para simular contaminación por almacenamiento y como segundo hongo *C. gloeosporioides* en papaya, *B. cinerea* en jitomate y *A. alternata* en chile. Para la inoculación se empleó el método de frotación con una gasa estéril, se dejó secar el inóculo y se incubaron en cámara húmeda a 25°C por 24 h. Cabe aclarar que en el caso de la papaya la inoculación se llevó a cabo por zona específica (50 % del área total del fruto). Posteriormente, un recubrimiento comestible a base de

Carboximetilcelulosa (0.5% p/v), con la adición de glicerol anhidro (1% p/v), Tween 80 (0.5% p/v) y extracto etanólico de epazote (3000 ppm), se aplicó por inmersión durante 4 min, los frutos se dejaron secar durante 1 h y finalmente se almacenaron en refrigeración a temperatura de $12 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 16, 20 y 28 días para papaya, jitomate y chile, respectivamente.

La incidencia de la enfermedad se calculó como: $\text{Incidencia (\%)} = (\text{Número de frutos con síntomas de la enfermedad} / \text{Número de frutos evaluados}) \times 100$. La severidad de la enfermedad se obtuvo como: $\text{Severidad (\%)} = (1(n) + 2(n) + 3(n) + 4(n) + 5(n) / 5(N)) / 100$. Dónde: n= Número de frutos que se calificaron en el rango de una escala cualitativa, N= número total de frutos evaluados. 1, 2, 3, 4 y 5 = valor de la escala propuesta para evaluar el porcentaje de daño del patógeno, siendo 1=1-20% de daño, 2=21-40%, 3=41-60%, 4=61-80% y 5=81-100% de daño (Martínez *et al.*, 2008).

Tratamiento estadístico. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), aplicando un nivel de significancia del 5%. El paquete estadístico utilizado fue el programa SPSS® versión 1.5.

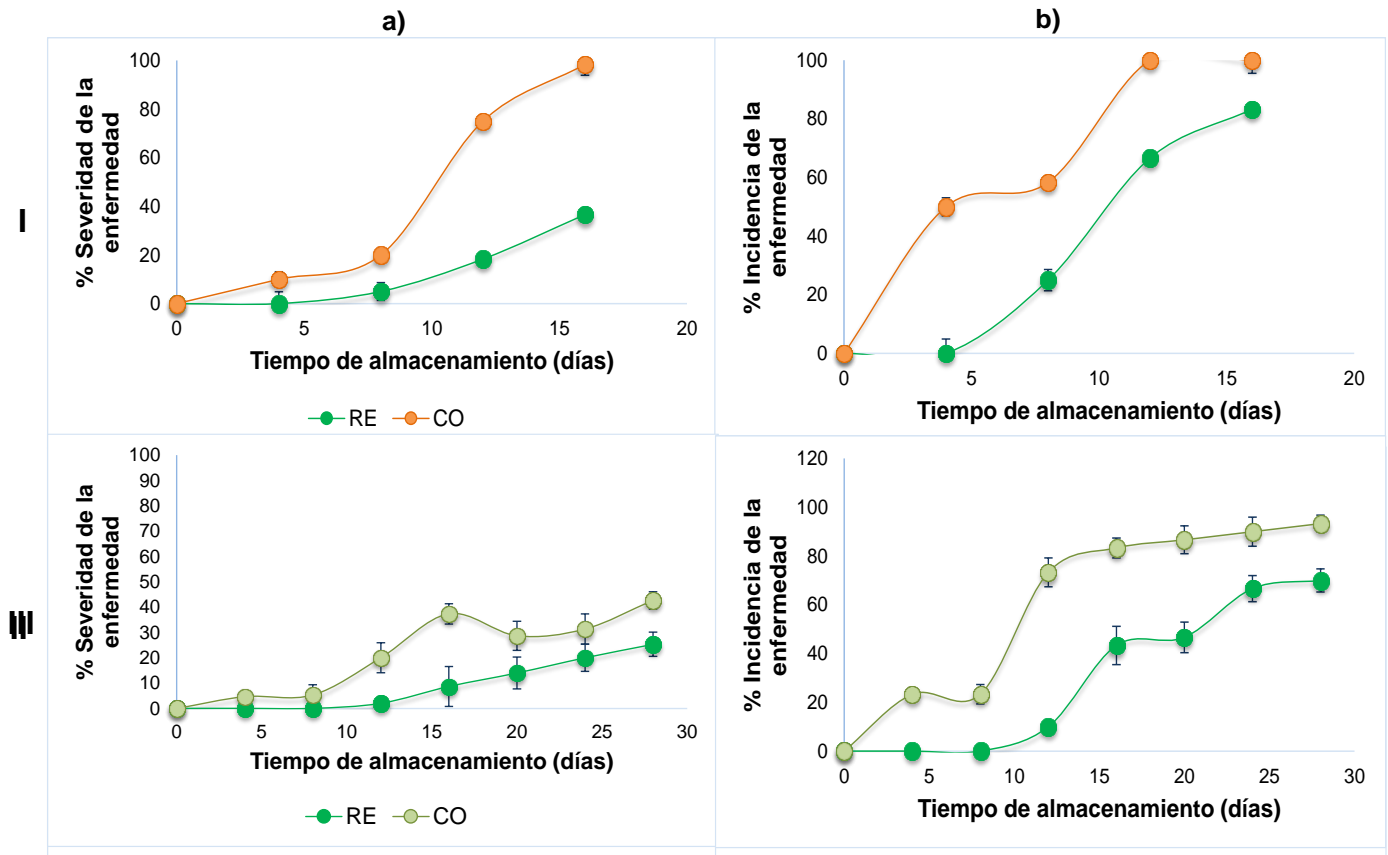
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad antifúngica *in vivo*. La severidad de una enfermedad se define como el área o volumen de tejido enfermo y se mide en términos de proporción de tejido enfermo sobre tejido sano (Castaño-Zapata y Pérez Madrid, 1997).

La incidencia y severidad de la enfermedad en frutos de papaya con recubrimiento presentaron una disminución del 16.67 y 62.71%, respectivamente con respecto al control al final del almacenamiento (16^o día), mientras que para el jitomate, se presentó una menor incidencia y severidad de la enfermedad de 21.43 y 42.52%, respectivamente al día 20 de almacenamiento. Finalmente, en el chile se presentó 24 y 40.64% menor incidencia y severidad, respectivamente, para el día 28 de almacenamiento (Figura 1).

El recubrimiento comestible adicionado con extracto etanólico de epazote es una alternativa viable para el control de los síntomas de enfermedades postcosecha causadas por los hongos *C. gloeosporioides*, *B. cinerea*, *A. alternata* y *F. oxysporum*, al presentar ventajas en comparación con los estudios de Bautista-Baños *et al.* (2003), Plotto *et al.* (2003) y Troncoso *et al.* (2005), ya que se emplea una matriz del recubrimiento de bajo costo, a diferencia del quitosán, se utiliza una menor concentración de extracto de epazote, a diferencia de los aceites esenciales de tomillo y orégano, y no se requiere de tecnologías adicionales que incrementen el costo durante el almacenamiento.

Estadísticamente hay diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el porcentaje de severidad e incidencia de la enfermedad por el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible adicionado con extracto etanólico de epazote en los tres frutos en estudio, con respecto a los frutos sin recubrir.



En la Tabla I se observa que el efecto del recubrimiento adicionado con extracto etanólico de epazote resultó positivo para disminuir tanto el porcentaje de incidencia como de severidad de la enfermedad de los lotes de frutos en estudio con respecto a los controles sin tratamiento. Los resultados indican que la presencia de los hongos *C. gloeosporioides*, *B. cinerea*, *A. alternata* y *F. oxysporum* en los frutos de papaya, jitomate y chile ocasionaron un daño significativo a la calidad de los productos, dado que se presenta cuando alcanzan la madurez de consumo.

Tabla I. Seguimiento fotográfico de las pruebas *in vivo* de capacidad antifúngica del recubrimiento adicionado con extracto de epazote en los frutos en estudio, observada en el

Figura 1. Porcentajes de severidad (a) e incidencia (b) de la enfermedad en frutos inoculados de papaya 'Maradol' (I), jitomate 'Saladette' (II) y chile 'Jalapeño' (III). RE= Lote con recubrimiento. CO= Lote de control sin recubrimiento. Las líneas verticales en cada punto indican \pm desviación estándar.

inicio y final del período de almacenamiento. (RE) Lote con recubrimiento, (CO) Lote de control sin recubrimiento.

| Papaya 'Maradol' | Jitomate 'Saladette' | Chile 'Jalapeño' |
|------------------|----------------------|------------------|
|------------------|----------------------|------------------|



CONCLUSIONES

En las pruebas *in vivo*, el extracto adicionado en el recubrimiento comestible provocó una reducción en los porcentajes de incidencia y severidad de la enfermedad. La adición del extracto etanólico de epazote en la formulación de recubrimientos es una alternativa promisoriosa para disminuir el deterioro de los frutos, reflejado en una mejor calidad visual de los mismos.

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

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, B., Gil, L., García, P. C. M., Durango, R. D. L. 2012. Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo postcosecha de frutos de papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). *Revistas Facultad Nacional de Agronomía*. 65(1): 6497-6506.
- Bautista-Baños, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E., and Wilson L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop protection*. 22:1087-1092.

- Castaño-Zapata, J. y Pérez-Madrid, L. 1997. Diagramas de severidad para cuantificar los daños provocados por *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. en manzano (*Malus* sp.). Fitopatología, Universidad de Caldas. Boletín Fitotecnia N°01.
- Jaramillo, B., Duarte E., Delgado W. 2012. Bioactividad del aceite esencial de *C. ambrosioides* Colombiano. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 17(1): 54-64.
- Mannhein, C.H. y Soffer, T. 1996. Permeability of different wax coatings and their effect on citrus fruit quality. J. Agric. Food Chem., 44:919-923.
- Martínez M., A.; Hernández H., L.; Osorio O., R.; Alía T., I.; López M., V.; Bautista B., S. y Guillén S., D. 2008. Incidencia y severidad de *Botryodiplodia theobromae* en frutos de zapote mamey en Jalpa de Mendez, Tabasco, México. Revista UDO Agrícola, 8(1): 29-32.
- Martínez-Cruz, N., Arévalo-Niña, K., Verde-Star, M., Rivas-Morales, C., Oranday- Cárdenas, A. Núñez-González. 2011. Antocianinas y actividades antirradicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 42(4): 66-71.
- Plotto, A.; Roberts, R. and Roberts, D. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Acta Horticulturae, 628: 737-745.
- Sharma, R.R., Singh D. y Singh R. 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biological Control, 50: 205–221.
- Troncoso, R.; Espinoza, C.; Sánchez-Estrada, A.; Tiznado, M. E. y García, H. 2005. Analysis of the isothiocyanates present in cabbage leaves extract and their potential application to control *Alternaria* rot in bell peppers. Food Research International, 38(6): 701-708.