

Evaluación microbiológica de frutos de mango 'Ataulfo' recubiertos con almidón durante el almacenamiento postcosecha

S. E. Hernández-Guerrero¹; * R. Balois-Morales² y Y. A. Palomino-Hermosillo²

¹Programa de Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias y ²Unidad de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la cultura SN Tepic, Centro. Tepic, Nayarit C.P. 63000. México. Tel. 01 (311) 2118800 ext. 8963. (*Correo-e: arasv_2008@hotmail.com)

RESUMEN: El mango, durante su manejo postcosecha, presenta serios problemas patológicos; siendo el más importante el causado por antracnosis (provocado por *Colletotrichum* spp.), representando pérdidas de hasta un 60 %, provocando el uso indiscriminado de fungicidas sintéticos; actualmente, se propone el uso de productos alternativos que sean efectivos y amigables con el medio ambiente, entre los cuales se plantea la aplicación de recubrimientos de origen natural, que crean una atmósfera que permiten el intercambio de los gases y vapor de agua además de observar menor daño patológico sin afectar la calidad del fruto, siendo los polisacáridos una opción para para estos fines. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del almidón (tres fuentes naturales) como recubrimiento para disminuir el daño patológico en frutos de mango 'Ataulfo' durante su almacenamiento postcosecha. El experimento consistió en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3x2 generándose 6 tratamientos con 2 testigos (positivo y negativo), cuyo resultado fue que los frutos recubiertos con almidón de mango 'Ataulfo' niño inoculado con *Colletotrichum* sp. presentaron un menor daño (66 %), respecto a los frutos testigo.

Palabras clave: *Colletotrichum*, película, polisacáridos.

ABSTRACT: Mango fruit presents serious pathological problems during its postharvest handling. The most important disease presented in mango fruit is anthracnose (caused by *Colletotrichum* spp.), which represents up to 60% of the losses, causing the indiscriminate use of synthetic fungicides. Currently, the use of alternative products that are effective and friendly to the environment is proposed, among these alternative products, we propose the application of edible coatings of natural origin, which create an atmosphere that allows the exchange of gases and water vapor, besides to observe minor pathological damage without affecting the quality of the fruit, being the polysaccharides an option to these purposes. The aim of this research was to evaluate the effect of starch (three natural sources) as an edible coating to reduce the pathological damage in 'Ataulfo' mango fruits during postharvest storage. The experiment consisted of a completely randomized design with a 3x2 factorial arrangement generating 6 treatments with 2 controls (positive and negative). The results showed that the fruits coated with mango starch 'Ataulfo' niño inoculated with *Colletotrichum* sp. exhibited lower damage (66%) than the control fruits.

Keywords: *Colletotrichum*, biofilm, polysaccharides.

Área: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN

El fruto de mango es un fruto climatérico, altamente percedero con una vida de anaquel de entre tres y nueve días (Souza *et al.*, 2010), es susceptible al deterioro generado por desórdenes fisiológicos y daños patológicos en la postcosecha (Sivakumar *et al.*, 2011). Uno de los daños patológicos más serios es el provocado por *Colletotrichum* spp., agente causal de la antracnosis, el cual es capaz de destruir aproximadamente el 60 % del fruto que se produce durante la postcosecha, provocando el uso indiscriminado de fungicidas, relacionándose con problemas de contaminación ambiental, desarrollando resistencia en el patógeno y altos riesgos en la salud humana (Hu *et al.*, 2014).

En la actualidad, se están explorando alternativas que sean favorables al medio ambiente y seguras para la salud humana en el control de la antracnosis al mismo tiempo que se mejora la apariencia y preservación en los frutos (Bal, 2013, Bautista-Baños *et al.*, 2006). Una de las alternativas estudiadas para disminuir las pérdidas postcosecha de los frutos e incrementar la vida de anaquel es el uso de atmósferas modificadas (AM), siendo los polisacáridos los compuestos mayormente utilizados (Fernández *et al.*, 2015).

Los polímeros naturales o biopolímeros tales como el almidón, celulosa, proteínas, caseína y lípidos son algunos ejemplos de polisacáridos que pueden ser extraídos/removidos directamente de plantas (Galgano *et al.*, 2015). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del almidón como recubrimiento como un mecanismo para disminuir la proliferación de hongos fitopatógenos en los frutos de mango ‘Ataulfo’ estenospermocárpico durante su almacenamiento postcosecha.

De los ocho tratamientos evaluados, el T6 fue el tratamiento que presentó un 66 % de menor susceptibilidad al patógeno con respecto al testigo (T8), mismo que sufrió daño severo (172.90 cm²) en el octavo día de almacenamiento; por lo que se sugiere, que la aplicación de un recubrimiento a base de almidón al 2 % de mango niño a frutos de mangos ‘Ataulfo’ niño, disminuyen la severidad del daño por *Colletotrichum* sp. y se presenta como una alternativa en la elaboración de recubrimientos comestibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se utilizó como materia prima frutos de mango ‘Ataulfo’ estenospermocárpico, almidones extraídos de pulpa de plátano ‘Pera’, guanábana y mango estenospermocárpico. Las cepas de hongos filamentosos evaluadas en la presente investigación fueron aisladas de frutos de mango ‘Ataulfo’. El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de análisis especiales de la Unidad de tecnología de alimentos (UTA) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) durante el ciclo primavera-verano, 2016-2017. Los frutos de mango ‘Ataulfo’ estenospermocárpico, fueron cosechados y transportados en madurez fisiológica de la zona de Atonalisco, municipio de Tepic, Nayarit, ubicada a 234 msnm con coordenadas 21° 42’ LN, 104 ° 51’ LO.

Para la prueba de patogenicidad o postulados de Koch, las cepas fueron obtenidas de mangos ‘Ataulfo’ estenospermocárpico infectados. Se tomó un lote de 10 mangos que fueron desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1 % por un lapso de 2 min enjuagando con agua estéril, se dejaron secar por 10 min. Dichos mangos se encontraban en estado de madurez fisiológica. Los frutos se colocaron en cámaras herméticamente cerradas a 28 ° C y a una humedad relativa (HR) >90 % hasta que el fruto desarrolló los signos de enfermedad. Se tomaron segmentos del pericarpio del fruto (1 cm²); se cortaron trozos de 50 % de tejido afectado y 50 % de tejido no afectado. Las muestras se desinfectaron con NaClO al 1 %, se enjuagaron con agua estéril y se les eliminó el exceso de humedad para después ser colocados en el centro de cajas Petri con agar-papa- dextrosa (PDA) e incubarse (Lin *et al.*, 2016). Se obtuvieron nueve diferentes cepas (CP₁-CP₉) de las cuales se realizaron re-aislamientos frecuentes con la finalidad de conservar la pureza de las cepas seleccionándose el patógeno que presentó mayor agresividad para su posterior uso (CP₃).

Los frutos de mango “Ataulfo” que fueron recubiertos, se seleccionaron por tamaño y color homogéneo, descartándose aquellos frutos que presentaban daños físicos, mecánicos o alguna afectación fitopatológica visible. El experimento consistió en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial (3x2) generándose 6 tratamientos con 2 testigo (positivo y negativo), con un total de 8 tratamientos, la unidad experimental fue de 1 fruto con 20 repeticiones: T1 (recubrimiento de plátano ‘pera’ sin patógeno), T2 (recubrimiento de plátano con CP₃), T3 (recubrimiento de guanábana sin patógeno), T4 (recubrimiento de guanábana con CP₃), T5 (recubrimiento de mango ‘Ataulfo’ niño sin patógeno) T6 (recubrimiento de mango ‘Ataulfo’ niño con CP₃), T7 (control negativo: frutos sin recubrimientos y sin patógeno) T8 (control positivo: frutos sin recubrimientos y con CP₃).

Se formaron lotes de 36 frutos visualmente sanos, libres de patógenos y daños mecánicos. Se lavaron y desinfectaron. Luego, se les realizó una herida con un punzón de 0.4 mm de diámetro y posteriormente, se les aplicó el recubrimiento comestible por inmersión. Los recubrimientos se elaboraron con almidón al 2 % (Bello-Lara *et al.*, 2014). Los tratamientos primeramente fueron recubiertos y posteriormente inoculados con 10 µL de una suspensión conidial (1x10⁶ de esporas). Los controles negativos se trataron con 10 µL de agua destilada. Una vez inoculados los frutos, fueron almacenados durante ocho días en cámaras húmedas a temperatura de 25 ± 2 ° C y a una humedad relativa > 80 % (Mulkay *et al.*, 2010). El daño causado por el microorganismo patógeno fue la variable a evaluar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis resultante de la prueba de patogenicidad (Figura 1), se localizaron las cepas CP2, CP4, CP5, CP7 y CP9 dentro del grupo (a), las cuales se comportaron de manera similar al control (CP1); es decir, los frutos sufrieron daños mínimos visibles ($\leq 25\%$ de daño en la cutícula del fruto). En el grupo (b), se localizaron las tres cepas con mayor patogenicidad: CP8 < CP6 < CP3; estas tres cepas presentaron características similares entre sí, siendo CP3 la cepa que presentó mayor daño en los frutos, misma que se re-aisló y conservó para su uso posterior.

En frutos inoculados (Figura 2) con la cepa CP3, los síntomas de enfermedad se observaron a partir del segundo día de almacenamiento y en el resto de los frutos se observaron al cuarto día de la inoculación, observándose síntomas típicos de antracnosis similares al originalmente inoculado, provocados por *Colletotrichum* sp., cumpliéndose los postulados de Koch, observándose un incremento notable a partir del sexto día en los frutos que fueron recubiertos e inoculados; distinguiéndose un menor daño en los frutos de los tratamientos que fueron recubiertos y que no fueron inoculados con *Colletotrichum* sp.

El T6, presentó intervalos de daño de 21.68, 29.61, 46.89 y 57.21 cm² en los días 5, 6, 7 y 8 siendo el tratamiento que presentó un 66 % de menor susceptibilidad al patógeno con respecto al testigo (T8), mismo que sufrió daño severo (172.90 cm²) en el octavo día de almacenamiento.

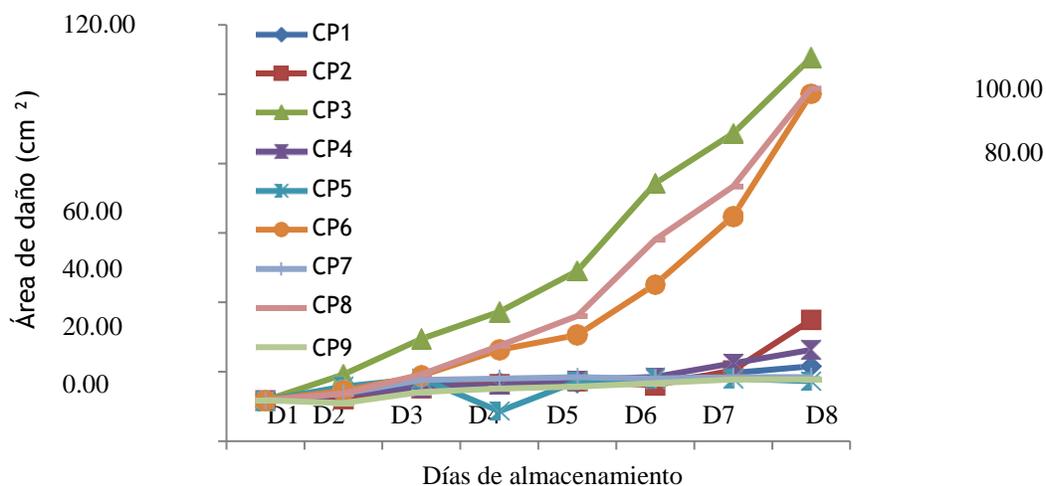


Figura 1. Comportamiento de los hongos fitopatógenos que fueron inoculados en frutos de mango 'Ataulfo' estenopermocárpico para la prueba de patogenicidad.

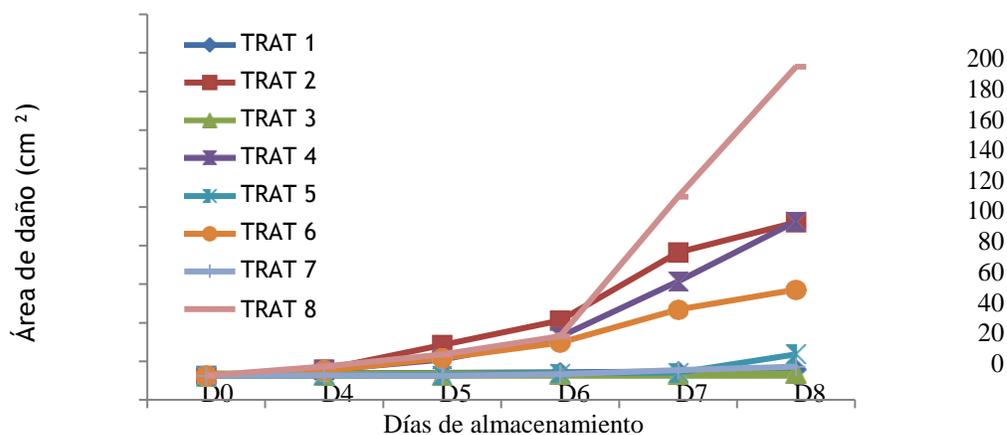


Figura 2. Daño causado por *Colletotrichum* sp. en frutos de mango 'Ataulfo' estenospermocárpico con recubrimiento a base de almidón al 2 % por día de almacenamiento

DISCUSIÓN

En la presente investigación se obtuvieron ocho cultivos monoespóricos, en donde tres de ellos resultaron ser *Colletotrichum* spp., de acuerdo a sus características morfológicas. Al ser inoculados los frutos de mango 'Ataulfo' estenospermocárpico, presentaron síntomas típicos de la enfermedad de la antracnosis, similares al inoculado por *Colletotrichum* sp. cumpliéndose así los postulados de Koch.

Gañán *et al.*, (2015), realizaron una prueba de patogenicidad en donde evaluaron los síntomas de enfermedad de la antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. A dichos frutos se les realizó una herida depositando 6 μ L de la suspensión conidial de 1x10⁶ de esporas mL⁻¹ aproximadamente de aislamientos de *Colletotrichum* spp. obtenidos con anterioridad. Los frutos fueron colocados en cámaras húmedas en condiciones estériles con una HR cercana al 95 % y a temperatura de 24 °C durante siete días. Por cada interacción entre aislamiento y hospedante emplearon tres repeticiones y dos frutas como unidad experimental. Siete días después de la inoculación se evaluaron los síntomas de la enfermedad y se tomaron fragmentos del borde de las lesiones. El organismo aislado se cultivó en PDA (agar-papa-dextrosa) comparándose los caracteres de la colonia y su morfología.

Los resultados de Gañán *et al.*, (2015), coinciden con los de la presente investigación ya que al ser inoculados los frutos de mango 'Ataulfo' estenospermocárpico con la solución de esporas del patógeno, presentaron síntomas típicos de antracnosis.

Respecto a los daños causados en el fruto por *Colletotrichum* sp, en los resultados obtenidos en el presente estudio, se observó que a los frutos a los que les fue aplicado el recubrimiento comestible a base de almidón extraído de la pulpa de los tres diferentes frutos tropicales (plátano 'Pera', guanábana y mango niño), redujeron la incidencia y severidad de la antracnosis en frutos de mango 'Ataulfo' estenospermocárpico; no obstante, cabe mencionar que el recubrimiento que presentó un mejor resultado en cuanto a la inhibición de la antracnosis, fue el recubrimiento a base de almidón elaborado con frutos de mango 'Ataulfo' estenospermocárpico controlando la antracnosis en un 66 % en el octavo día de almacenamiento.

Dichos resultados coinciden con los de los investigadores Bill *et al.*, (2014), en donde utilizaron frutos de aguacate a los cuales se les aplicaron recubrimientos comestibles (quitosano, goma arábiga y sábila) mismos que se les adicionó aceite de tomillo con la finalidad de controlar *Colletotrichum* en frutos que fueron inoculados artificialmente; concluyendo, que es evidente la disminución de la incidencia y severidad de la antracnosis debido al recubrimiento con quitosano al que le fue adicionado aceite de tomillo.

CONCLUSIÓN

Los frutos de mango recubiertos con almidón al 2 % de mango niño, resultaron con una menor susceptibilidad al ataque de *Colletotricum* sp. reduciendo el daño por patógeno en un 66 % durante el almacenamiento postcosecha.

BIBLIOGRAFÍA

- Bello-Lara, J.E., Balois-Morales, R., Sumaya-Martínez, M.T., Juárez-López, P., Rodríguez Hernández, A. I., Sánchez-Herrera, L.M., Jiménez-Ruiz, E. I. 2014. Extracción y caracterización reológica de almidón y pectina en frutos de plátano ‘Pera’ (*Mussa ABB*)*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8: 1501-1507 pp.
- Bal, E. 2013. Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 15(6): 1219-1230 pp.
- Bill, M., Sivakumar, D., Korsten, L., Thompson, A. K. 2019. The efficacy of combined application of edible coating and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea Americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*. 64: 159-167 pp.
- Bautista-Baños, S. Hernández-Lauzardo, A. N., Velázquez-del Valle, M.G., Hernández-López, E. Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E., Wilson, C.L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*. 25: 108-118 pp.
- Fernández, V. D. Bautista, B. S. Fernández, V. D., Ocampo, R. A. García, P. A., Falcón, R. A. 2015. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 24 (3): 52-57 pp.
- Gañán, L., Álvarez, E., Castaño-Zapata, J. 2015. Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum* spp. causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 39(152): 339-347 pp.
- Galgano, F., Condelli, N., Favati, F., Di Bianco, V., Perretti, G., Caruso, M.C. 2015. Biodegradable packing and edible coating for fresh-cut fruits and vegetables. *Italian Journal of Food Science*. 27: 2-20 pp.
- Hu, M., Yang, D., Huber, J.D., Jiang, Y., Li, M., Gao, Z., Zhang, Z. 2014. Reduction of postharvest anthracnose and enhancement of disease resistance in ripening mango fruit by nitric oxide treatment. *Postharvest Biology and Technology*. 97: 115-122 pp.
- Infante, F., Quilantán, J., Rocha, F., Esquinca, H., Castillo A., Ibarra N. G., Palacio V. 2011. Mango Ataulfo: Orgullo chiapaneco. CONABIO. *Biodiversitas*. 96:1-5 pp.
- Lin, H., Qiu-Cheng, L., Ya, Z., De-Wei, L., Jian-Ren, Y. 2016. *Colletotrichum gloeosporioides* sensu stricto is a pathogen of leaf anthracnose on evergreen spindele tree (*Euonymus japonicus*). *Plant Disease*. 100(4): 672-678 pp.
- Palou, L., Crisosto, H. C., Garner, D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of ‘Wonderfull’ pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*. 43(1): 133-142 pp.
- Pérez-Barraza, M. H., Vázquez-Valdivia, V., Osuna-García, J. A. 2007. Incidencia de frutos partenocárpicos en mango ‘Ataulfo’ en huertos comerciales de Nayarit. *Revista Chapingo Serie Horticultura* .13 (2): 149-156 pp.
- Rubio-Anaya, M. y Guerrero-Beltrán, J. A. 2012. Polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 6: 173-181 pp.
- Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B. E., Santos-López, E. M., Reyes-González, L. R., Regalado, C. 2016. Characterization and antimicrobial effect of starch-based edible coating suspensions. *Food Hydrocolloids*. 52: 906-913 pp.
- Sivakumar, D., Jiang, Y., Yahia, E. M. 2011. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain. *Food Research International*. 44: 1254-1263 pp.

