

# EFFECTO DEL PROPÓLEO EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES Y CALIDAD POSCOSECHA DE *PSIDIUM GUAJAVA* L.

## Effect of propolis on control of diseases and postharvest quality of *Psidium guajava* L.

✉Vida Estefani Peña Quintana\*, ✉Tania Mulkay Vitón, ✉Adrián Paumier Jiménez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Calle 7ma No: 3005 e/30 y 32. Municipio Playa. CP.11300. La Habana. Cuba.

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del extracto etanólico de propóleo pardo (7 %) (EEPP), producto que tiene propiedades antifúngicas y formador de biopelículas, en el control de enfermedades poscosecha e indicadores de calidad de las guayabas (*Psidium guajava* L.) cv. 'Enana Roja Cubana'. Se evaluaron dos concentraciones de EEPP, 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup>, junto con dos controles. Se valoró *in vitro* su efecto sobre el crecimiento de los hongos *Phomopsis psidii* De Camara, *Guignardia psidii* Ullasa & Rawal, y *Colletotrichum* spp., y se evaluó para el control de enfermedades causadas por los patógenos mediante la inmersión de las frutas durante 5 min. Después de siete días de almacenadas las guayabas a 18°C ± 2°C, se determinó la incidencia (%) y severidad de los daños (%). También, al inicio, cuatro y siete días de almacenadas las frutas se analizaron la pérdida de masa fresca (%), color del exocarpo (L, a\* y b\*), firmeza del mesocarpo (kgf), sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (%), pH e índice de madurez. El EEPP presentó actividad antifúngica diferenciada sobre los hongos, con mayor porcentaje de inhibición del crecimiento de *Colletotrichum* spp. a las dos concentraciones; para *P. psidii* fue mayor a 500 ml. L<sup>-1</sup> y para *G. psidii* hubo menores valores. Las frutas con EEPP a 500 ml. L<sup>-1</sup> manifestaron una menor incidencia y severidad de los daños por antracnosis y pudrición estilar. Además, tuvieron menores pérdidas de masa fresca y no revelaron cambios en sus parámetros físicos químicos. La pudrición por *Phyllosticta* manifestó mayores afectaciones en las guayabas con EEPP a las dos concentraciones.

**Palabras clave:** guayabas, 'Enana Roja Cubana', extracto etanólico, hongos, vida de anaquel.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of the ethanolic extract of brown propolis (7%) (EEPP), a product with antifungal and biofilm-forming properties, on the control of postharvest diseases and quality indicators of cv. 'Enana Roja Cubana' guavas (*Psidium guajava* L.). Two concentrations of EEPP, 100 and 500 ml.L<sup>-1</sup>, along with two controls were used to evaluate the *in vitro* effect of this product on growth of the fungi *Phomopsis psidii* De Camara, *Guignardia psidii* Ullasa & Rawal and *Colletotrichum* spp. and control of the diseases caused by these pathogens by submerging the fruits in the product for 5 min. After seven days of guavas being stored at 18°C ± 2°C, damage incidence (%) and severity (%) were determined. At the beginning, with four and seven days of storage, the fruits were also examined for fresh mass losses (%), exocarp color (L, a\* and b\*), mesocarp firmness (kgf), total soluble solids (°Brix), titratable acidity (%), pH, and maturity index (MI). EEPP showed differentiated antifungal activity; with a higher percentage of growth inhibition in *Colletotrichum* spp. at both concentrations, it was greater at 500 ml. L<sup>-1</sup> in *P. psidii* and *G. psidii* showed lower values. Fruits treated with EEPP at 500 ml.L<sup>-1</sup> showed lower incidence and severity of damage by anthracnose and style rot. Furthermore, they presented lower losses of fresh mass and did not reveal changes in their physical and chemical parameters. Greater effects by *Phyllosticta* rot were observed in the guava fruits with EEPP at both concentrations.

**Keywords:** guavas, 'Enana Roja Cubana', ethanolic extract, fungus, shelf life.

## INTRODUCCIÓN

Las frutas del guayabo (*Psidium guajava* L.), durante la poscosecha, son altamente afectadas por las enfermedades como antracnosis, pudrición estilar y la pudrición por *Phyllosticta* originadas por los hongos *Colletotrichum* spp., *Phomopsis psidii* De Camara y *Guignardia psidii* Ullasa & Rawal. La alta incidencia y severidad de las lesiones en el

exocarpo inciden en su calidad e invalidan la comercialización hacia el mercado en fresco, ocasionando elevadas pérdidas. Por otro lado, la naturaleza climática de la guayaba la convierte en un alimento de vida útil relativamente corta, con un rápido deterioro poscosecha (1). Estas particularidades son significativas, si se prevé su comercialización a mercados distantes, principalmente el de exportación.

\*Autor para la correspondencia: Vida Estefani Peña Quintana, e-mail: [vidaestefanipenaquintana@gmail.com](mailto:vidaestefanipenaquintana@gmail.com)

Recibido: 28/01/2025

Aceptado: 25/07/2025

**Conflictos de intereses:** los autores declararan no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:** Investigación; Metodología; Curación de datos; Visualización; Escritura-borrador original: Vida Estefani Peña Quintan. Conceptualización; Metodología; Supervisión; Redacción y edición: Tania Mulkay Vitón. Investigación; Recursos: Adrián Paumier Jiménez.



En Cuba, el cultivo del guayabo es un frutal de importancia en cuanto a área cultivada y volumen de producción (2). Entre los cultivares que más se producen y comercializan, como frutas frescas en el mercado interno, se encuentra 'Enana Roja Cubana' o 'E.E.A 18-40' (3). Las condiciones climáticas, como las altas temperaturas y humedad relativa favorecen la elevada incidencia y severidad de las enfermedades fungosas en las frutas de este cultivar.

El propóleo es una sustancia producida por especies de abejas melíferas (*Apis* spp.) a partir de los brotes y exudados de ciertas plantas. Está constituido por una gran variedad de compuestos químicos cuya composición varía según la fuente de procedencia. Los flavonoides y compuestos fenólicos son los principales constituyentes químicos responsables de las propiedades biológicas del propóleo (4, 5).

Se comprobó que el propóleo tiene características para inhibir el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos y prevenir las enfermedades fungosas durante el período de almacenaje de las frutas (6, 7). Del mismo modo, los extractos de propóleo (EP) conducen a la acumulación de biopelículas. Por lo que, se emplea activamente como recubrimiento comestible en múltiples frutas para retrasar su senescencia (8, 9).

En Cuba se producen diferentes EP para usos, principalmente, medicinales y cosméticos (10). Sin embargo, existen escasos estudios relacionados con la aplicación de este bioproducto para el control de enfermedades y conservación e inocuidad de las frutas en general y, en particular, de las guayabas, que garantice la extensión de la vida de anaquel para la comercialización a mercados distantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de extracto etanólico de propóleo pardo (EPPP) para el control de las enfermedades pudrición estilar, pudrición por *Phyllosticta* y antracnosis, originadas por los hongos *P. psidii*, *G. psidii* y *Colletotrichum* spp., y su impacto en la calidad poscosecha de las guayabas del cultivar 'Enana Roja Cubana'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El EPPP (7 %) se obtuvo en el Centro de Investigaciones Apícolas de la Provincia La Habana (23°1'32.56" N y 82°27'28.40" O). El efecto del producto se evaluó *in vitro* frente a los hongos *P. psidii*, *G. psidii* y *Colletotrichum* spp., en el control de las enfermedades pudrición estilar, pudrición por *Phyllosticta* y antracnosis, y en la calidad de las guayabas del cultivar 'Enana Roja Cubana'. El estudio se realizó en los Laboratorios de Microbiología y Fisiología Poscosecha del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) (23°07'01.4" N y 82°25'25.6" O) de la provincia La Habana, Cuba.

### Determinación de la actividad antifúngica *in vitro* del EPPP

Para el estudio de la actividad antifúngica *in vitro* se utilizaron aislados puros monopóricos de *P. psidii*, *G. psidii* y *Colletotrichum* spp. obtenidos de frutas de guayabas con síntomas de antracnosis, pudrición estilar y pudrición por *Phyllosticta*, y conservados en el laboratorio de microbiología del IIFT.

El EPPP a 100 y 500 ml. L<sup>-1</sup> se añadieron en erlenmeyers con 50 ml de medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) (BioCen, Cuba) previamente licuado y enfriado a temperatura ambiente. El medio PDA se extendió en placas Petri (100 x 20 mm) (cinco réplicas por tratamientos) y después de solidificado se inocularon, central e individualmente, con un disco micelial de 0,5 cm de Ø, tomado de la periferia de las colonias, a partir de cultivos puros con siete días de crecimiento sobre PDA. Se utilizó un control sin aplicación y otro con etanol (70 %).

Las placas se sellaron con parafilm e incubaron a 27°C ± 1°C durante siete días. La actividad inhibitoria del EPPP se determinó midiendo el diámetro de crecimiento de las colonias (cm) en forma diagonal, con ayuda de una regla graduada acrílica. Se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC) de las colonias según la fórmula de Rodríguez y Flores (11):

$$PIC = (R1 - R2) \div R1 \times 100$$

Donde:

R1: crecimiento del patógeno control.

R2: crecimiento del patógeno con tratamiento.

### Determinación del efecto del EPPP para el control de las enfermedades y su impacto en la calidad de las frutas

Para el estudio se recolectaron frutas en grado de madurez fisiológica (el color verde se vuelve menos intenso, de manera general, en todo el exocarpio y la firmeza es mayor), según lo establecido en el instructivo técnico del cultivo (3), de una plantación de 4 años ubicada en la Empresa Cítricos Ceiba perteneciente a la provincia de Artemisa (22°55' N y los 82°40' O) y donde no se aplicaron tratamientos fungicidas para el control de enfermedades.

Las frutas se lavaron previamente con detergente Tropicleaner 0,1 % (Lauril Éter Sulfonato de Sodio), se enjuagaron y se sometieron a la inmersión por 5 min en EPPP a 100 y 500 ml. L<sup>-1</sup> y un control sin aplicación. Se secaron a temperatura ambiente y se conservaron a temperatura de 18°C ± 2°C, humedad relativa 85 - 90 % (HR) durante siete días en cámara refrigerada y, al final del almacenamiento, se realizaron las siguientes evaluaciones:

La incidencia de las enfermedades pudrición estilar, pudrición por *Phyllosticta* y antracnosis se determinó en porcentaje de frutas afectadas, a partir del total de frutas evaluadas (10 frutas con tres réplicas). Previamente se identificaron sus síntomas según Snowdon (12) y Mulkay (1).

La severidad de los daños en el exocarpio por pudrición estilar, pudrición por *Phyllosticta* y antracnosis se estableció a través del porcentaje del tejido lesionado del total de exocarpio de las frutas afectadas, utilizando una escala arbitraria de cinco grados donde: Grado 0 (frutas sin daños), Grado 1 (frutas con 1 - 10 % con el exocarpio afectado), Grado 2 (frutas con 11 - 25 % con el exocarpio afectado), Grado 3 (frutas con 26 - 35 % el exocarpio afectado), Grado 4 (frutas con 36 - 50 % el exocarpio afectado). Se calculó la severidad en función del índice de infección descrito por McKinney (13).

Al inicio, a los cuatro y siete días de conservadas las guayabas, se tomaron muestras de frutas de manera individual y se evaluaron los siguientes parámetros físico-químicos.

### Parámetros físicos

- Pérdida de la masa fresca. Se pesaron las frutas (g) (diez frutas por tratamiento) con una balanza técnica Kern & Sohn GmbH. Modelo D-72336 (Error  $\pm 0,01$  g) y los resultados se expresaron como el porcentaje de pérdida con respecto a la masa inicial.
- El color del exocarpio se determinó en un punto de la zona ecuatorial de las frutas (10 frutas por tratamiento) con el empleo del colorímetro Konica Minolta CR-400 (Error  $\pm 0,001$ ) que registró los valores de Luminocidad ( $L^*$ ), la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro ( $a^*$ ) y la zona de variación entre el amarillo y el verde del espectro ( $b^*$ ) de la escala internacional de color CIELAB. Con el fin de encontrar una óptima representación del color en la fruta, se determinó el índice de color ( $IC^*$ ) y se valoró el promedio dentro del rango de  $IC^*$  y estados de maduración de las guayabas establecidos por Machado-Molina *et al.* (14).
- La firmeza del mesocarpio. Se tomaron cinco frutas al azar por tratamiento y con un texturómetro manual (kgf) Lusa, modelo FT 40 (Error  $\pm 0,2$ ), en dos puntos opuestos en la zona ecuatorial de las frutas, se introdujo un cilindro metálico de 6 mm de diámetro y se obtuvo la firmeza promedio.

### Parámetros químicos

- Sólidos solubles totales (SST). Se tomaron cinco frutas al azar por tratamiento y el mesocarpio se trituró y se ubicó una gota del jugo sobre un refractómetro Atago FG-113 (0 - 32 %) con corrección por temperatura para los datos correspondientes a 20°C. Los resultados se expresaron en °Brix.
- Acidez titulable. Se tomaron alícuotas de 5 ml de extracto del mesocarpio (cinco por tratamiento) y se valoraron con solución de hidróxido de sodio (0,1 N). Se usó fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido.

- El pH se evaluó con un potenciómetro manual marca Mettler, Hi 2210 con alícuotas de 40 ml de extracto de mesocarpio, en muestras de cinco frutas por repeticiones.
- Índice de madurez (IM): Relación SST/ acidez.

### Análisis estadísticos

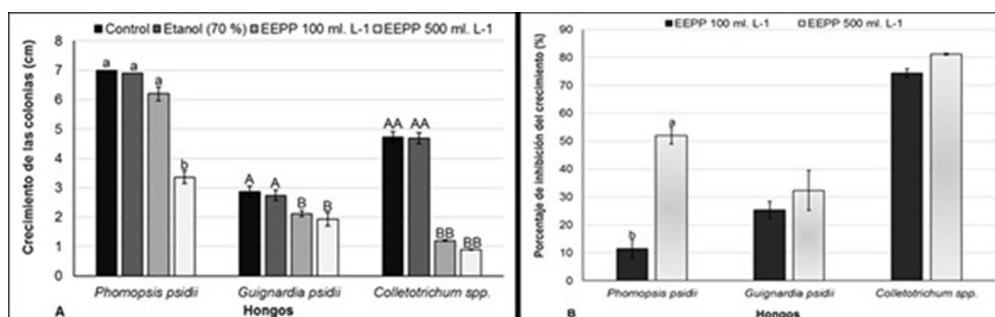
Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y las medias se compararon por la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) del paquete estadístico STATISTICA, Versión 7.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación actividad antifúngica *in vitro* del EPPP

El EPPP mostró actividad antifúngica diferenciada sobre los tres hongos (Fig. 1A). El crecimiento de *P. psidii* disminuyó significativamente a 500 ml.L<sup>-1</sup> en comparación con el EPPP a 100 ml. L<sup>-1</sup> y los controles. La colonia de *G. psidii* creció 2,12 cm y 1,93 cm a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup> respectivamente, sin diferencias estadísticas con los controles. El hongo *Colletotrichum* spp. presentó una reducción reveladora del crecimiento con el EPPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup>. Se pudo constatar que el etanol no influyó en el crecimiento de los tres patógenos, por lo que la actividad antifúngica observada es atribuible al propóleo y no al extractante.

En término del porcentaje de inhibición del crecimiento (Fig. 1B), el EPPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup> resultó más revelador para el *Colletotrichum* spp. con más del 70 %. A la concentración de 500 ml.L<sup>-1</sup>, *P. psidii* presentó un valor significativo (52 %) en comparación al observado a 100 ml.L<sup>-1</sup>. El hongo *G. psidii* mostró los menores porcentajes, sin diferencias significativas entre las dos concentraciones. Diversas investigaciones indicaron la acción inhibitoria de los EP en el crecimiento de diferentes hongos fitopatógenos causantes de pudriciones en las frutas (7, 15). Cupull *et al.* (16) demostraron la inhibición del crecimiento hasta 32 mm de *Colletotrichum* spp. con EEP (400 mg.L<sup>-1</sup>) obtenidos de tres provincias de Cuba. Por otro lado, Pereira *et al.* (17) revelaron que concentraciones inferiores a 200  $\mu\text{l.ml}^{-1}$  no inhibieron el crecimiento de las colonias de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. y *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds, siendo la concentración de 500  $\mu\text{l.ml}^{-1}$  la más efectiva.



**Figura 1.** Actividad antifúngica de extracto etanólico de propóleo pardo (7 %) (EPPP) frente a *P. psidii*, *G. psidii* y *Colletotrichum* spp. A: Crecimiento de las colonias y B: Porcentaje de inhibición del crecimiento a los siete días de incubación. Las columnas representan la media de crecimiento de las colonias y el porcentaje de inhibición del crecimiento.  $\pm$  Desviación estándar (n=5). Letras distintas indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). /Antifungal activity of ethanolic extract of brown propolis (7%) (EPPP) against *P. psidii*, *G. psidii* and *Colletotrichum* spp. A: Colony growth and B: Percentage of growth inhibition after seven days of incubation. The columns represent the mean colony growth and the percentage of growth inhibition.  $\pm$  Standard deviation (n=5). Different letters indicate means with significant differences by Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ).

En cuanto a los resultados obtenidos con *P. psidii* en presencia del EEPP, fueron similares a los alcanzados por Quiroga *et al.* (18) para *Phomopsis* spp., donde destacó la sensibilidad del hongo a 16 mg.ml<sup>-1</sup> de extracto de propóleo parcialmente purificado. Para *G. psidii* aislado de frutas de guayabas no existen otras evidencias que respalden la actividad inhibitoria del EP.

Las diferencias en la actividad antifúngica, por efecto de concentración, posiblemente estén asociadas a la presencia de un mayor contenido de los metabolitos bioactivos del tipo diterpénico, flavonoide y fenólico en el extracto de propóleo, los cuales se relacionan con el origen botánico y de la zona geográfica de obtención del producto (17, 19). La pinocembrina es un tipo de flavonoide identificado en los EP y su modo de acción es la inhibición de la respiración de las células de las hifas, lo que causa un déficit de energía y daños en la membrana celulares de los hongos (20).

De manera general, se observó variabilidad en cuanto a la actividad inhibitoria del EEPP sobre el crecimiento de los tres hongos, que puede constituir un punto de partida para conocer su posible potencial antimicrobiano sobre la versatilidad de patógenos fungosos que afectan a las guayabas durante la poscosecha.

#### Determinación del efecto del EEPP para el control de las enfermedades y su impacto en la calidad de las frutas

Las guayabas tratadas con EEPP a 500 ml.L<sup>-1</sup> mostraron una disminución significativa de la incidencia por antracnosis en relación al control (Fig. 2A). La pudrición estilar incidió en más de un 18 % y la pudrición por *Phyllosticta* superior a 35 % en las frutas con EEPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas con el control.

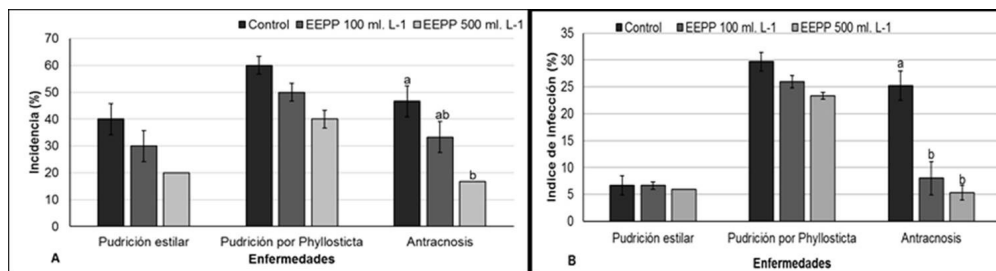
La severidad de los daños por la pudrición estilar y pudrición por *Phyllosticta* no difirió estadísticamente entre las frutas con EEPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup>, y el control (Fig. 2B). El índice de infección de la pudrición estilar no superó el 10 % de la superficie del exocarpio y para la pudrición por *Phyllosticta* fue mayor al 20 %, lo cual indica su grado de afectación en la superficie del exocarpio de las guayabas. En cambio, el índice de infección por antracnosis presentó valores significativamente inferiores al 10 % a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup>. Estos resultados son similares a los obtenidos por El-Gawad (21) en frutas de guayabas ‘Maamoura’ tratadas con EEP (2 %) y EEP (4 %) y conservadas a temperatura de 7°C ± 1°C y 90 % ± 5 % de HR.

Otros resultados demostraron la acción de los extractos de propóleo en la incidencia y severidad de las pudriciones en las frutas. En manzanas (*Malus domestica* Borkh) cv. ‘Cripps Pink’ causó una disminución de la incidencia y severidad de 57,1 % y 63,1 %, respectivamente, por *Phlyctema vagabunda* (7) y en peras (*Pyrus communis* L.) disminuyó en un 25 % la incidencia de la enfermedad por *Stemphylium vesicarium* (Wallr.) Simmons (22).

En general, se evidenciaron diferencias en cuanto a la actividad de control del EEPP sobre las enfermedades de las guayabas, lo cual significa un espacio para realizar posteriores estudios en el tipo de aplicación y concentración del extracto, que permita el desarrollo de un biofungicida de uso agrícola con un amplio espectro para la disminución de la incidencia y severidad de las enfermedades poscosecha.

La pérdida de masa fresca aumentó con el tiempo de conservación y, de manera normal, como consecuencia a los procesos metabólicos activos de la respiración y la transpiración de las frutas (Fig. 3A). En las guayabas con EEPP a 500 ml.L<sup>-1</sup> esta variable fue menor, difirió estadísticamente del control a los 4 días de almacenadas las frutas; está diferencia se mantuvo hasta los 7 días, al igual que, para las frutas tratadas con el EEPP a 100 ml.L<sup>-1</sup>. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de El-Gawad (21) para guayabas cv. ‘Maamoura’ tratadas con EEP al 2 % y 4 % y conservadas a temperatura de 7°C ± 1°C y 90 % ± 5 % de HR. En otras frutas como el aguacate, el estudio de Daiuto *et al.* (23) evidenció que el empleo de EEP (2 %) produjo pérdidas de masa fresca significativamente menores (~ 9 %) en comparación con el control (~ 14 %). Los EP conducen a la acumulación de biopelículas que crean un nicho herméticamente sellado que mejora las barreras de permeabilidad a los gases y actúa como defensa física reduciendo la permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, retardando las reacciones metabólicas asociadas con la maduración fisiológica e inhibiendo la interacción enzimática, preservando su textura y sabor (24, 25).

El EEPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup> no afectó el color del exocarpio de las guayabas (Fig 3B), el IC\* evolucionó a números positivos a los 7 días y sus valores fueron de 1,08; 1,53 y 1,38 a 100 ml.L<sup>-1</sup>, 500 ml.L<sup>-1</sup> y control, respectivamente. De acuerdo con Machado-Molina *et al.* (14), el IC\* de una fruta entera puede variar a lo largo de toda su superficie debido a la aparición de vetas propias del proceso de maduración,



**Figura 2.** Efecto del extracto etanólico de propóleo pardo (7 %) (EEPP) en el control de enfermedades. A: Incidencia de enfermedades y B: Índice de infección en guayabas cv. ‘Enana Roja Cubana’ conservadas a temperatura de 18°C ± 2°C durante siete días. Las columnas representan la media de incidencia e índice de infección por enfermedades. ± Desviación Estándar (n=30). Letras distintas indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). / Effect of brown propolis ethanol extract (7%) (EEPP) on disease control. A: Disease incidence and B: Infection rate in cv. ‘Enana Roja Cubana’ guavas stored at 18 °C ± 2 °C for seven days. Columns represent mean disease incidence and infection rate. ± Standard deviation (n=30). Different letters indicate means with significant differences by Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ).

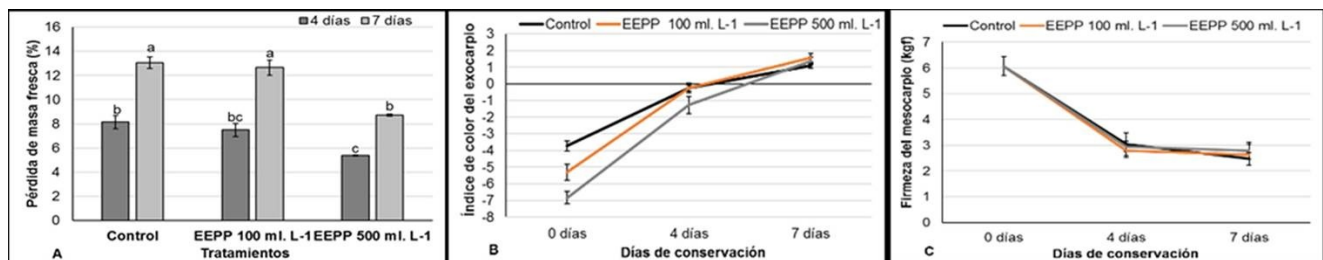
de ahí que sea conveniente establecer rangos de IC\* según los estados de madurez informados por la norma que se utilice como referencia. Por lo que, el día 0 y a los 4 días de conservación, las guayabas con EEPP y control clasificaron en el rango de IC\* de  $-7 < IC^* \leq -1$  y estado de maduración de pintona o mediana madura (color verde a amarillo del exocarpo) y para el día 7 se catalogaron en el rango de  $-1 < IC^* \leq 1,9$  y estado de maduración de madura (amarilla con incipiente color verde en el exocarpo).

La firmeza del mesocarpo disminuyó durante el tiempo de almacenamiento (Fig. 3C), este indicador evolucionó de manera típica en relación al proceso de maduración. Criterio que coincide con Mulkay *et al.* (26) para guayabas de este cultivar. El EEPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup> no influyó en la retención de esta variable durante el período de conservación de las guayabas. Resultado que no coincide con los obtenidos por Botía y Koop (27) con la aplicación de un recubrimiento, a base de propóleo, en guayabas almacenadas durante 8 días y por El-Gawad (21) para guayabas cv. ‘Maamoura’ tratadas con EEP al 2 % y conservadas a temperaturas de

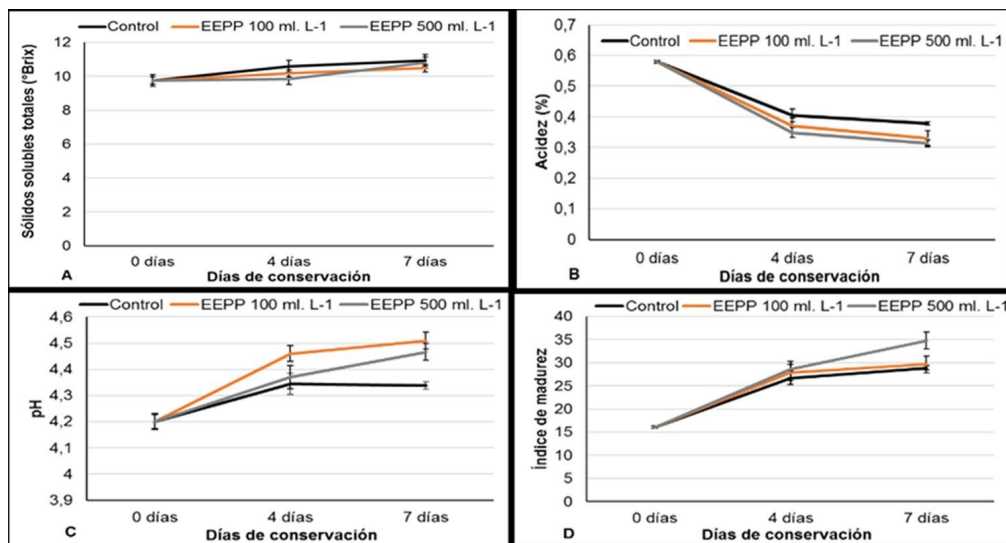
7°C ± 1°C y 90 % ± 5 % de HR. Estas diferencias pueden estar asociadas a la temperatura de conservación a que fueron sometidas las frutas y al tipo de EP.

Los SST aumentaron en las frutas con EEPP y control (Fig. 4A), tendencia de evolución normal con el avance del proceso de maduración, debido a la hidrólisis de diversos polisacáridos estructurales tales como almidón, pectinas de la pared celular, hasta sus componentes manométricos básicos, por lo cual se acumulan azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa que son los constituyentes principales de los sólidos solubles (28). El-Gawad (21) obtuvo resultados similares en frutas de guayabas cv. ‘Maamoura’ tratadas con EEP a 2 % y conservadas 7°C ± 1°C y 90 % ± 5% de HR.

La acidez titulable de mesocarpo de las frutas disminuyó a medidas que pasaron los días de almacenamiento (Fig. 4B) debido al incremento de los SST según refirieron Gutiérrez *et al.* (29), cambio característico de frutas climáticas como la guayaba. EL EEPP a 100 y 500 ml.L<sup>-1</sup> no influyó sobre este indicador con relación al control.



**Figura 3.** Parámetros físicos A: Pérdida de masa fresca, B: Índice de color del exocarpo y C: Firmeza del mesocarpo en guayabas cv. ‘Enana Roja Cubana’ tratadas con extracto etanólico de própoeleos pardo (7 %) (EEPP) y conservadas a temperatura de 18°C ± 2°C durante siete días. Las columnas representan la media de pérdidas de masa fresca y los puntos la media de los parámetros físicos. ± Desviación estándar (n=10). Letras distintas indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre la interacción de los tratamientos para cada fecha de muestreo / Physical parameters A: Fresh mass losses, B: Exocarp colour index and C: Mesocarp firmness in cv. ‘Enana Roja Cubana’ guavas treated with ethanolic extract of brown propolis (7 %) (EEPP) and stored at 18°C ± 2°C for seven days. Columns represent mean loss of fresh mass and point the mean of the physical parameters. ± Standard deviation (n=10) between the interaction of the treatments for each sampling date. Different letters indicate means with significant differences by Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 4.** Parámetros químicos A: Sólidos solubles totales, B: Acidez, C: pH y D: Índice de madurez en guayabas cv. ‘Enana Roja Cubana’ tratadas con extracto etanólico de própoeleos pardo (7 %) (EEPP) y conservadas a temperatura de 18°C ± 2°C durante siete días. Los puntos representan la media de los parámetros químicos. ± Desviación estándar (n = 5). / Chemical parameters A: Total soluble solids, B: Acidity, C: pH and D: Maturity index in cv. ‘Enana Roja Cubana’ guavas treated with brown propolis ethanol extract (7 %) (EEPP) and stored at 18°C ± 2°C for seven days. The points represent the mean of the chemical parameters. ± Standard deviation (n = 5).

El-Gawad (21) encontró que, para guayabas cv. 'Maamoura' tratadas con EEP (2 %) conservadas a temperatura de 7°C ± 1°C y 90% ± 5% de HR, la acidez titulable no se diferenció del control.

El pH del mesocarpio en las guayabas con EEPP y control aumentó a los siete días de conservación (Fig. 4C). El incremento de este indicador, durante el proceso de maduración, se debe a que los ácidos orgánicos disminuyen, porque son utilizados como sustrato durante la respiración de la fruta. También a la reducción de la actividad metabólica, que es provocada por la menor difusión del oxígeno, asimismo ocurre con el incremento en la síntesis del contenido de aminoácidos (30). Similares valores de pH informaron Mulkay *et al.* (26) en frutas del cv. 'Enana Roja Cubana' a los ocho días de almacenadas a temperatura de 16°C ± 1°C, HR de 75 - 80 %. En algunos estudios se evidenció que el efecto del EEP no modifica cuantiosamente el valor normal del pH en frutas de aguacate (*Persea americana* Mill.) y bananas (*Musa* spp. L.) (31, 32).

El índice de madurez mostró valores superiores a medida que avanzaron los días de almacenamiento para las frutas con EEPP a 100 y 500 mL.L<sup>-1</sup> y control (Fig. 4D). Esta variable expresa la relación entre los azúcares principales y la acidez, e indica la mejor calidad comestible a los 7 días de conservación. En este estudio, los IM fueron superiores al notificado (27, 28) para frutas de este cultivar almacenadas a la temperatura de 16°C ± 1°C durante ocho días (26), aunque para el consumo en fresco no necesariamente se requiere que la fruta alcance los más altos IM. Estos resultados evidenciaron que el EEPP no tuvo un efecto negativo en la calidad comestible y el sabor de las frutas, por lo que se pueden considerar frutas aceptables para el consumo fresco. Similar resultado, en cuanto a este indicador, refirió El-Gawad (21) para guayabas cv. 'Maamoura' tratadas con EEP (4 %).

## CONCLUSIONES

La actividad antifúngica el EEPP mostrada sobre los hongos *P. psidii*, *G. psidii* y *Colletotrichum* spp. causantes de pudriciones en guayabas cv. 'Enana Roja Cubana', con un mayor porcentaje de inhibición del crecimiento de las colonias de *Colletotrichum* spp. y *Phomopsis psidii* a 500 mL.L<sup>-1</sup>. Así como, la disminución en la ocurrencia de las enfermedades pudrición estilar y antracnosis, y la evolución normal de los parámetros físico-químicos, destacándose menor pérdida de masa fresca de las frutas conservadas a temperatura de 18°C ± 1°C y HR de 85 - 90 %, indican el efecto positivo del tratamiento poscosecha con EEPP a 500 mL.L<sup>-1</sup>. Esto permite mantener la calidad de las guayabas, cumpliendo con las disposiciones fitosanitarias de comercialización de frutas sin residuos químicos. Del mismo modo, su aplicación constituye una alternativa natural para el desarrollo de tecnologías poscosecha más saludables, con la consecuente reducción de las pérdidas de frutas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Licenciado Mario Fajardo Cárdenas del Centro de Investigaciones Apícolas de la Provincia La Habana, Cuba, por su contribución en la obtención del extracto etanólico de propóleo pardo utilizado en este estudio.

## BIBLIOGRAFIA

1. Mulkay T. Poscosecha. En: Editorial Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Cultivo y Comercialización de la Guayaba. La Habana, Cuba. 2023. 253 pp.
2. Valdés Infante J, Betancourt M, Mulkay T, Abreu S, Rodríguez Y, Guevara G, *et al.* En: Editorial Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La cadena de valor de la guayaba, su situación en cinco municipios de las provincias de Artemisa y Santiago de Cuba. La Habana, Cuba. 2022.165 pp.
3. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba. Editorial Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. 2023. 105 pp.
4. Retamoso R, Ruiz G, Benítez, M. Efecto antifúngico de extractos de propóleos obtenidos en la provincia de Jujuy, Argentina. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agraria. 2021; 14 (1): 69-76.
5. Cui J, Duan X, Ke L, Pan X, Liu J, Song X, *et al.* Extraction, purification, structural character and biological properties of propolis flavonoids: a review. Fitoterapia. 2021; 157:105106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2021.105106>
6. Rech C, Gil de Oliveira H, San Martins L, Pansera M R, Silvestre W P, Siqueira G R, *et al.* Evaluation of the antifungal activity of propolis extracts from stingless bees on phytopathogenic fungi. Research, Society and Development. 2022; 11(16):1-9. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38445>
7. Urrea I, Arismendi N, Sepúlveda X, Gerding M, Vero S, Vargas M. Antifungal activity of propolis extracts against postharvest pathogen *Phyctema vagabunda*. Rev. Agronomy. 2023;104 (13): 2-14. <http://doi.org/10.3390/agronomy13010104>
8. Osís A. Efecto de recubrimiento natural de propóleo de abeja en la pérdida de peso, color, firmeza y análisis microbiológico de la palta. Revista Facultad de Ingeniería José María Guarderas. 2020; 2(7):14-20. <https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/UNAJMA/604/>
9. Pobiega K, Kraśniewska K, Gniewosz M. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality. A review. Trends in Food Science and Technology. 2019; 83:53-62. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.007>
10. Padrón A, Naranjo A, Díaz J, Llera R. El propóleo una alternativa de todos los tiempos; 2019. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/330289548>. Acceso: 2023- 11- 20.
11. Rodríguez IC, Flores J. Capacidad antagonista *in vitro* de *Trichoderma* spp. frente a *Rhizoctonia solani* K. y *Fusarium verticillioides* N. Bioagro. 2018; 30(1):49-58.
12. Snowdon AI. Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. General introduction and fruits. University of Cambridge. Wolf Scientific Lid. 1990; 1: 302 pp.
13. McKinney HH, Davis RJ. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. J. Agric. Res. 1923; 31(9):827-840.

14. Machado-Molina M, García-Pereira A, Machado-García N. Propuesta de rangos de índice de color según estados de maduración en frutas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2019; 28(4):19-27. Disponible en: <http://opn.to/a/RyHsJ>. Acceso: 2024-10-4.
15. Dudoit A, Cardinault N, Mertz C, Chillet M, Brat P. Antifungal activities of propolis and its main components with an emphasis against phytopathogenic fungi. *J. APIC. SCI*. 2021; 65(1):5-24. <http://doi.org/10.2478/JAS-2021-0013>
16. Cupull R, Cortés R, Olazábal E, Hernández C. Actividad antifúngica de propóleos obtenidos en tres provincias de Cuba sobre hongos contaminantes en cultivo de tejidos vegetales. *Universidad de Guanajato. Acta Universitaria*. 2013; 23(6):3-9.
17. Pereira L, Pereira de Menezes A C, Frederico de Souza C, Abadia M. Efeito fungicida agrícola do extrato de própolis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811. *Brazilian Journal of Science*. 2023; 2(11):65-7. <http://doi.org/10.14295/bjs.v2i11.411>
18. Quiroga EN, Sampeiro DA, Soberón JR, Sgariglia MA, Vattuone MA. Propolis from the northwest of Argentina as a source of antifungal principles. *Journal of Applied Microbiology*. 2006; 101: 103-110. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02904.x>
19. Manzo-Sánchez G, Pérez-Ocón P, Chan-Cupul W, Silva-Jiménez E, Sánchez-Rangel J C, Ayala-Zermeño M A, *et al.* Actividad antifúngica de extractos etanólicos de propóleos contra *Mycosphaerella fijiensis*: un estudio *in vitro*. *Scientia Fungerum*. 2018; 47: 13-24.
20. Peng L, Yang S, Chen Y, Chen F. Antifungal activity and action mode of pinocembrin from propolis against *Penicillium italicum*. *Food Science and Biotechnology*. 2012; 21(6):133-1534. <http://doi.org/10.1007/s10068-012-0204-0>
21. El-Gawad M. Influence of propolis extract and oxalic acid on preserving quality of guava fruits during postharvest cold storage. *Plant Archives*. 2021; 21, Supplement 1: 127-138. <http://doi.org/10.51470/PLANTAARCHIVE.2021.v21.S1.024>
22. Loebler M, Sánchez C, Muchagato E, Diogo E, Santos M, Vasilenko P, *et.al.* Potential application of propolis extracts to control the growth of *Stemphylium vesicarium* in “Rocha” pear. *Appl. Sci*. 2020; 10: 1990. <http://doi.org/10.3390/app10061990>
23. Daiuto E, Minarelli P, Vieites R, Orsi R. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate Hass. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33 (4):1463-1474. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n4p1463>
24. Montes A, Oropeza R, Padrón C. Películas biodegradable con propiedades activas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología*. 2017; 8(1): 58-89. Disponible en: <https://sites.google.com/site/Irvcta> Acceso: 2024-10-4.
25. Aguilar J, García I, Quiróz J. Alargamiento de la vida anaquel de las frutas por el uso de biopelículas. *Revista Boliviana de Química*. 2020; 31(1): 40-45. <http://doi.org/10.34098/2078-3949.37.1.6>
26. Mulkay T, Suárez M, Paumier A. Indicadores de calidad de la guayaba ‘Enana Roja Cubana E.E.A 18-40’ durante la conservación poscosecha. *Centro Agrícola*. 2020; 47(4):73-80.
27. Botia L, Koop E. Comparación de las propiedades colorimétricas en guayaba con aplicación de recubrimientos. *Revista UPTCV*. 2018;12-27. Disponible en: [https://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/8\\_enc\\_cien/8\\_fac\\_cien/paper/view/2095](https://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/8_enc_cien/8_fac_cien/paper/view/2095). Acceso: 2024-10-4.
28. Arrieta A, Baquero U, Barrera J. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano “Papocho” (*Musa ABB Simmonds*). *Revista Agronomía Colombiana*. 2006; 24(1): 48-53. <http://revista.unal.edu.co/index.php/agrocol/>
29. Gutiérrez N, Dussan S, Castro J. Fisiología y atributos de la calidad de la guayaba ‘Pera’ (*Psidium guajava* L.) en poscosecha. *Rev. Ing.* 2012; (37):6-12. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121026469008> Acceso: 2024-09-13.
30. Miranda A, Alvis A, Arrazola G. Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. *Temas Agrarios*. 2014;19(1):7-18.
31. Aquino A A de, Rodríguez R da S, Donato I A, Brandão M R S, Moreira E de S, Costa M L X, *et.al.* Revestimento à base de amido extraído da semente de Manga Palmer com adição de extrato de própolis na conservação de Abacate Geada. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6 (9):71116-71135. <http://doi.org/10.34117/bjdv6n9-526>
32. Awad M, Al-qurashi A. Quality and biochemical changes of ‘Sukkari’ Bananas during shelf life as affected by postharvest dipping in Ethanolic Extract of Propolis. *Philippine Agricultural Scientist*. 2019; 102(2): 132-140. Disponible en <http://pas.cafs.uplb.edu.ph/download/quality-and-biochemical-changes-of-sukkari-bananas-during-shelf-life-as-affected-by-posharvest-dipping-in-ethanolic-extract-of-propolis/> Acceso: 2024-02-11.