

Efecto de sales de quitosano en la calidad poscosecha de la guayaba Enana Roja Cubana E.E.A.18-40

Effect of chitosan salts in post-harvest quality guava Enana Roja Cubana E. E. A.18-40

Tania Mulkay Vitón¹, Milagros Suárez Niles² y Adrián Paumier Jiménez¹

¹ Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. no. 3005 e/ 30 y 32, Miramar, Playa, La Habana, Cuba, poscosecha@iift.cu

² Empresa Cítricos Ceiba. Doble vía Guayabal Km 4,5, Caimito, Artemisa, Cuba

RESUMEN

La guayaba es una fruta climatérica, altamente perecedera y afectada por la enfermedad antracnosis en poscosecha. La quitina es un biopolímero abundante en el exoesqueleto de crustáceos y moluscos. Tiene propiedades fungicidas y la capacidad para formar películas. El objetivo de este trabajo fue evaluar las sales de lactato y acetato quitosano a $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ en el control de la antracnosis e indicadores de madurez en frutas de guayaba Enana Roja E. E. A 18-40 recolectadas con madurez fisiológica y almacenadas a $16^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante ocho días. Se determinó la incidencia de la antracnosis (%), efectividad de los tratamientos en el control de la enfermedad (%), pérdidas de masa fresca (%), firmeza del mesocarpio (kgf), sólidos solubles totales ($^\circ\text{Brix}$), acidez titulable (%) y el índice de madurez (SST/Acidez). Las sales contribuyeron a menor incidencia por la antracnosis; con acetato hubo mayor efectividad en el control de la enfermedad. Las pérdidas de masa fresca fueron significativamente menores con lactato $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y acetato $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Con la aplicación de las dos sales las frutas mostraron mayores firmezas, así como los SST y la acidez no manifestaron diferencias significativas al control. El índice de madurez de las frutas con lactato $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ fue significativamente inferior al resto de los tratamientos. Los resultados demostraron el efecto positivo de las sales de quitosano en la calidad y retraso de la maduración de las frutas, y las perspectivas de la aplicación de este bioestimulante en la poscosecha de la guayaba.

Palabras claves: *Psidium guajava* L., bioestimulante, antracnosis, calidad.

ABSTRACT

Guava is fruit highly perishable and affected by anthracnose disease in postharvest. Chitin is a biopolymer abundant in the exoskeleton of crustaceans and molluscs. It has fungicidal properties and the ability to form films. The aim of this study was to evaluate of lactate and acetate chitosan salts at $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ and $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ in guava fruits Enana Roja E. E. A. 18-40 harvested with physiological maturity and stored at $16^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ or eight days on the control of anthracnose and maturity index. It was determined the incidence anthracnose (%), the effectiveness of treatments in the control of the disease (%), loss of fresh mass (%), firmness of the mesocarp (kgf), total soluble solids ($^\circ\text{Brix}$), titratable acidity (%), maturity index (SST/acidity). The salts contributed to lower incidence by anthracnose, with acetate showed greater effectiveness in the control of the disease. The fresh mass losses were significantly lower to the control with lactate $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ and acetate $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. With the application of the two salts, fruits had greater firmness, as well as the SST and acidity did not show significant differences to the control. The maturity index of fruits with lactate $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ was significantly lower than the rest of the treatments. The results showed the positive effect of the chitosan salts in the quality and delay of the ripening of the fruits, and the perspectives of the application of this biostimulant in the postharvest of the guava.

Key words: *Psidium guajava* L., biostimulant, anthracnose, quality.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, en el contexto actual se proyecta incrementar la producción de frutas de guayaba (*Psidium guajava* Carlos Linneo) para satisfacer al mercado interno, la creciente demanda de la industria turística, así como para diversificar las exportaciones y sustituir importaciones. Los cultivares que se cultivan fueron los introducidos desde Florida, Estados Unidos, y los que se han obtenidos en el país como Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 y E.E.A 1-23, cultivares N1 al N9, Suprema Roja, Cotorrera o Criolla (IIFT, 2011).

La guayaba se clasifica como una fruta climatérica y es altamente perecedera por causa de su intenso metabolismo durante la maduración. Esta característica es importante en el período de poscosecha, si se piensa en su comercialización en fresco a mercados distantes.

Las enfermedades fúngicas ocasionan elevadas pérdidas durante la poscosecha de la guayaba (El-Sayed y Hassan, 2015). La antracnosis es una de las principales enfermedades. En mercados de Brasil, su inciden-

cia en frutas Pedro Sato alcanza valores de 72,3 % (Soares-Colletti *et al.*, 2014) y en Cuba, en el cultivar Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 es del 53,4 % (Paumier *et al.*, 2018).

En este sentido, y dadas las tendencias actuales del consumo de frutas sin residuos químicos, se buscan alternativas para el control de las enfermedades y mantener la calidad durante la poscosecha, como es la aplicación de productos bioestimulantes.

El quitosano es una familia de polímeros obtenidos de diferentes grados de desacetilación de la quitina (Younes y Rinaudo, 2015). La quitina es un biopolímero abundante en el exoesqueleto de crustáceos y moluscos; además forma parte de la estructura de la pared celular de ciertos hongos particularmente aquellos pertenecientes a la clase Zygomycetes. La quitina puede convertirse en quitosano mediante reacciones enzimáticas o procesos químicos (Bautista-Baños *et al.*, 2017).

Una de las propiedades más importante del quitosano es su actividad antimicrobiana; se ha señalado el efecto del bioestimulante para controlar patógenos causantes de enfermedades fungosas y/o inducir genes defensivos en las frutas (Pichyangkura y Chadchawan, 2015).

Otras de las propiedades son la capacidad para formar películas semipermeables, la poca influencia en los indicadores de madurez y baja toxicidad para el ser humano. La aplicación como recubrimiento contribuye a la reducción de pérdidas de masa fresca y mejora la calidad de las frutas, aunque está muy relacionada con el tipo de fruto, cultivar, condiciones de almacenaje, combinación con otros tratamientos poscosecha y la naturaleza, peso molecular y grado de desacetilación del quitosano (Ayala *et al.*, 2014; Bello-Lara *et al.*, 2016).

En Cuba se ha demostrado las potencialidades del quitosano en la agricultura (Torres-Rodríguez *et al.*, 2017; Martínez *et al.*, 2017). Sin embargo, son escasos los resultados sobre el uso del bioestimulante para el control de enfermedades poscosecha y extensión de la vida de anaquel de las frutas de especies de frutales tropicales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de sales de quitosano en el control de la antracnosis e indicadores de madurez en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 bajo condiciones de almacenaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de sales de quitosano en el control de la antracnosis e indicadores de madurez en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40

Para el estudio se recolectaron frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 en grado de madurez fisiológica de una plantación de tres años en asocio con mango (*Mangifera indica* L.) en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) 30 de Noviembre, empresa Cítricos Ceiba, provincia de Artemisa, y donde no se aplicó fungicidas para el control de antracnosis.

Las sales de lactato y acetato de quitosano 30 % (p/p) se aportaron por el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM) de Cuba.

El quitosano con grado de desacetilación 77,7 % y masa molar $310\,000\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ se utilizó para la obtención de las dos sales por secado de pulverización y con las propiedades siguientes:

- Lactato de quitosano masa molar $46,56\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ y pH 5,30.
- Acetato de quitosano masa molar $48,86\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ y pH 5,55.

Las frutas se lavaron con detergente Tropicleaner 0,1 %, se enjuagaron y se sometieron a la inmersión por 5 min en:

- Lactato de quitosano (L5) $5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Lactato de quitosano (L10) $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Acetato de quitosano (A5) $5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Acetato de quitosano (A10) $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Control (sin aplicación)

Las frutas se almacenaron a temperatura de $16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, humedad relativa (Hr) 75 %-80 % durante siete días y se determinó al final del almacenaje:

- a) La incidencia por la antracnosis por el porcentaje de frutas afectadas, a partir del total de frutas evaluadas. Previamente se identificaron los síntomas causados por la enfermedad y agente causal de acuerdo con las descripciones realizadas por Merida y Palmateer (2017).
- b) La efectividad de los tratamientos por la fórmula de Abbot (1925).
- c) Los indicadores de madurez de las frutas se determinaron de acuerdo con los Procedimientos Normativos Organizativos (PNO) del Laboratorio de Fisiología Poscosecha del Instituto de Investi-

gaciones en Fruticultura Tropical y se explican a continuación:

- Las pérdidas de masa fresca se determinaron por el porcentaje de pérdidas con respecto al peso inicial.
- La firmeza del mesocarpio con un texturómetro manual (kgf) se introdujo un cilindro metálico de 6 mm de diámetro por cada lado de la fruta y se obtuvo la firmeza promedio.
- Los sólidos solubles totales (SST) (Brix) con un refractómetro con corrección por temperatura para los datos correspondientes a 20 °C.
- Acidez titulable se tomaron alícuotas de 5 mL de extracto del mesocarpio y se valoraron con solución de hidróxido de sodio 0,1 N. Se usó fenoltaleína como indicador. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítricos.
- El índice de madurez por la relación SST/acidez.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado. En cada evaluación de la antracnosis se realizaron tres repeticiones (25 frutas por repetición). Los indicadores de madurez pérdidas de masa fresca y firmeza del mesocarpio sobre 10 frutas de manera individual (10

repeticiones), y SST, acidez en muestras de tres frutas por cinco repeticiones. El procesamiento estadístico de los resultados se realizó mediante un Anova de Clasificación Simple. Las medias se compararon por la Prueba de Tukey ($p < 0,05$). Se utilizó el programa estadístico Statistica versión 6.0 (Statsoft. Inc.2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de sales de quitosano en el control de la antracnosis e indicadores de madurez en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40

La inmersión de las frutas en lactato a $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y acetato a las dos concentraciones redujo significativamente la incidencia de la antracnosis en comparación con lactato a $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y el control, entre las dos concentraciones de acetato no hubo diferencias (Fig. 1), por lo que la efectividad de esta sal fue superior al resto de los tratamientos (Fig. 2). Estos resultados difieren de los planteados por Fischer *et al.* (2012), donde la aplicación de quitosano a $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ no resultó efectiva en el control de la antracnosis en frutas de guayaba Pedro Sato.

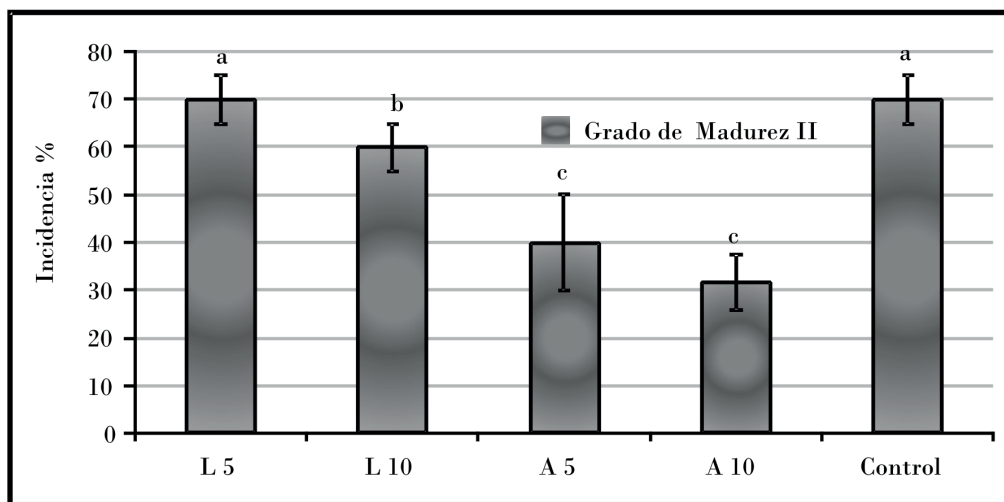


Figura 1. Incidencia de la antracnosis en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 tratadas con sales de lactato (L) y acetato (A) de quitosano. Las barras representan $\pm$ desviación estándar. Letras diferentes indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ($*p \leq 0,05$).

Figure 1. Incidence of anthracnose in guava fruits Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 treated with lactate (L) and acetate (A) salts of chitosan. The bars represent $\pm$ Standard Deviation. Different letters indicate means with significant differences by the Tukey test ($*p \leq 0.05$).

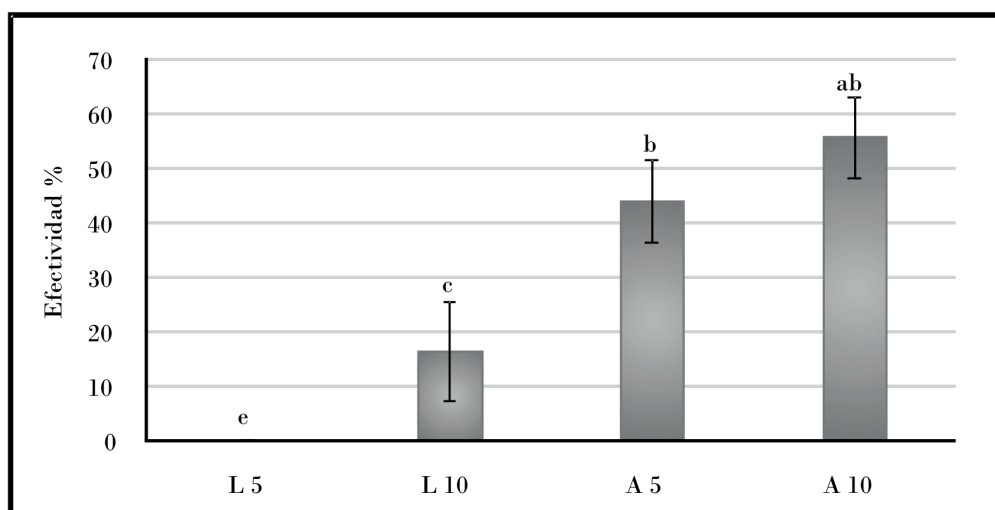


Figura 2. Efectividad de sales de lactato (L) y acetato (A) de quitosano en el control de la antracnosis en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40. Las barras representan $\pm$ desviación estándar. Letras diferentes indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey (** $p \leq 0,05$).

Figure 2. Effectiveness of lactate (L) and acetate (A) salts of chitosan in the control of anthracnose in guava fruits Enana Roja Cubana E.E.A 18-40. The bars represent $\pm$ Standard Deviation. Different letters indicate means with significant differences by the Tukey test (** $p \leq 0.05$).

Estudios *in vitro* indican la acción inhibitoria de distintos tipos quitosano en el desarrollo del hongo *Colletotrichum* spp. aislado de varias especies de frutas con lesiones típicas de la antracnosis (Cechim, 2014; Coronado *et al.*, 2017).

Resultados previos a este estudio muestran que la actividad antifúngica de las sales de lactato y acetato de quitosano sobre el *C. gloeosporioides* depende de la concentración utilizada y de la sensibilidad del hongo con sus diferentes etapas de desarrollo (Mulkay *et al.*, 2016), por lo que la inmersión de las frutas de guayaba en las dos sales de quitosano ensayadas y su conservación a $16^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante siete días pudo provocar un retraso en las etapas de infección, colonización de los tejidos y desarrollo de los síntomas por la antracnosis en el exocarpo. Berumen *et al.* (2015) demostraron los resultados positivos de las aplicaciones de quitosano al 1,0 % y 1,5 % en frutas de mango previamente inoculadas con *C. gloeosporioides*. La efectividad de las dos sales de quitosano en el control de la antracnosis en las frutas de guayaba puede deberse al pH de cada una de las sales, para lactato 5,30 y acetato 5,55. La actividad antimicrobiana del quitosano depende de factores como el pH, que favorecen acentuar la carga positiva de los grupos aminos en la cadena del biopolímero (Ramírez *et al.*, 2010).

Otros mecanismos de acción del quitosano influyen en la actividad antimicrobiana, entre estos la carga positiva que exhibe el grupo amino en el carbono C_2 , que puede interactuar con las paredes celulares de los microorganismos cargadas negativamente y causar la desorganización celular y muerte de las células (Dutta *et al.*, 2009), así como el grado de desacetilación, polimerización y concentración (Kong *et al.*, 2010). También está dada por el tipo de microorganismo, factores ambientales, métodos complementarios de control, composición química del sustrato (Benhabiles, 2012) y el efecto en la activación de los mecanismos de defensa de las frutas (El-Eleryan, 2015).

Las sales de quitosano tuvieron un efecto en la reducción de las pérdidas de masa fresca a los ocho días de almacenadas las frutas (Fig. 3). Las frutas con lactato a las dos concentraciones y acetato $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ presentaron pérdidas de masa fresca significativamente menores al control.

Estos resultados coinciden con los de Hong *et al.* (2012) en guayaba Pearlâ con la aplicación de recubrimiento quitosano al 2 % y Parambir *et al.* (2017) en guayaba Shweta con quitosano al 1 % y 1,5 %. La reducción de las pérdidas de masa fresca puede estar relacionados con la formación de una barrera superficial en la

fruta generada por el recubrimiento, que modifica la composición gaseosa interna, lo cual disminuye la tasa

de respiración y por tanto las pérdidas de masa fresca (Achipiz *et al.*, 2013).

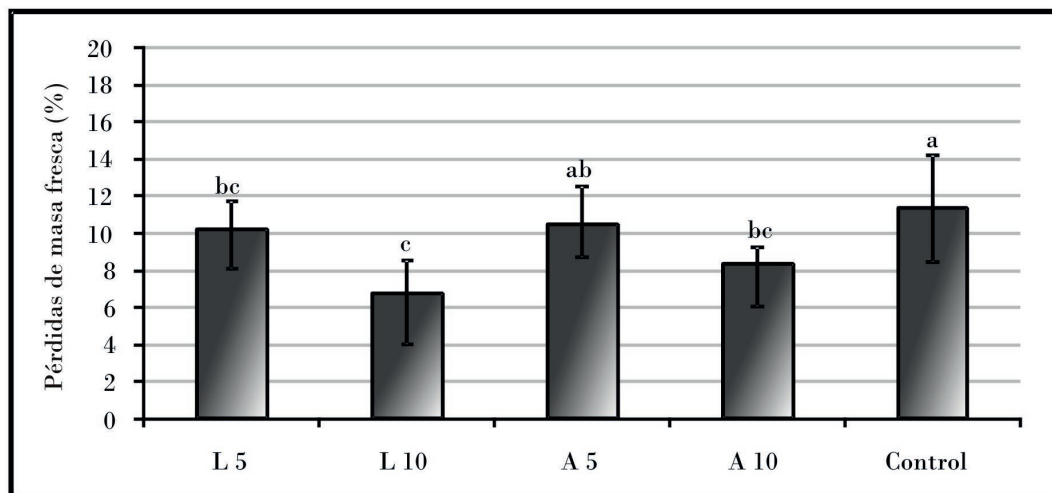


Figura 3. Pérdidas de masa fresca en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 tratadas con sales de lactato (L) y acetato (A) de quitosana. Las barras representan $\pm$ desviación estándar. Letras diferentes indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ($*p \leq 0,05$).
Figure 3. Losses of fresh mass in guava fruits Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 treated with lactate (L) and acetate (A) salts of chitosan. The bars represent $\pm$ Standard Deviation. Different letters indicate means with significant differences by the Tukey test ($*p \leq 0.05$).

Las sales de quitosano mostraron un efecto significativamente superior en la firmeza del mesocarpo de las frutas (Fig. 4). Los mayores valores fueron para Lactato 10 g $\cdot$ L⁻¹. Similares resultados obtienen Rama y Sudhakar (2014) en guayaba Allahabad Safeda con quitosano al 2 % y Kumar *et al.* (2017) en guayabas Pant Prabhat al 1,5 %. Estos

autores refieren que la mejor retención de la firmeza puede atribuirse al retardo en la degradación de las protopectinas insolubles a pectinas solubles, así como a un mayor efecto sobre la cutícula y lenticelas de las frutas que reducen la respiración y otros procesos fisiológicos relacionados con la maduración debido a los recubrimientos.

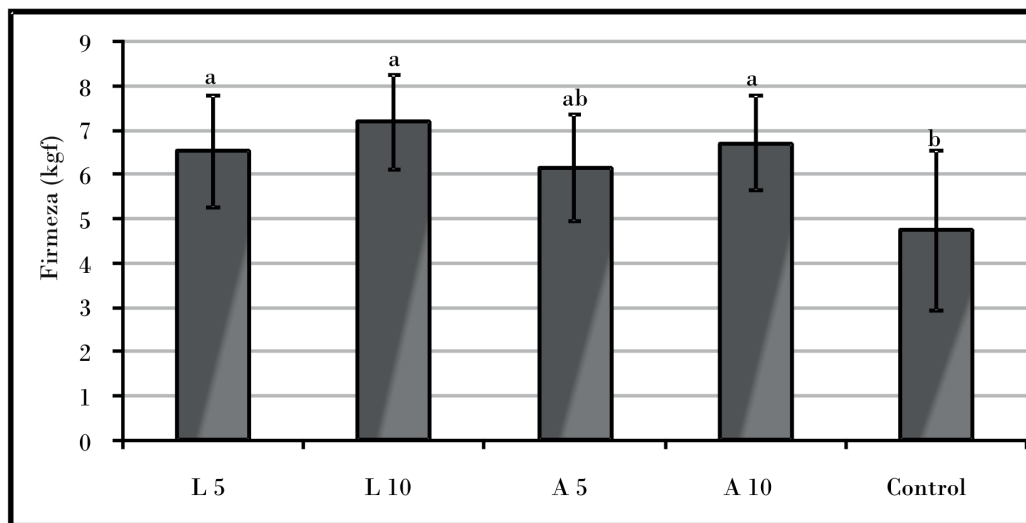


Figura 4. Firmeza en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 tratadas con sales de lactato (L) y acetato (A) de quitosana. Las barras representan $\pm$ desviación estándar. Letras diferentes indican medias con diferencias significativas por la Prueba de Tukey ($*p \leq 0,05$).
Figure 4. Firmness in guava fruits Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 treated with lactate (L) and acetate (A) salts of chitosan. The bars represent $\pm$ standard deviation. Different letters indicate means with significant differences by the Tukey test ($*p \leq 0.05$).

La *Tabla 2* muestra los indicadores de calidad SST, acidez titulable e índice de madurez. Los SST y la acidez en las frutas con sales de quitosano no mostraron diferencias significativas al control. Al analizar el índice de madurez, las frutas con lactato 10 g • L⁻¹ presentaron el valor más bajo de este parámetro, lo que indica un retraso en el proceso de maduración.

Estos resultados coinciden con los informados por Rama y Sudhakar (2014) con la aplicación de quitosano al 1 % en frutas de guayaba Allahabad Safeda. Los valores del índice de madurez superiores a 19 obtenidos en esta investigación han sido señalados por otros autores y para otros cultivares de guayaba (Gutiérrez et al., 2012).

Tabla 1. Indicadores de calidad interna en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 tratadas con sales de lactato y acetato de quitosano.

Table 1. Indicators of internal quality in guava fruits Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 treated with lactate and acetate salts of chitosan

Tratamientos	Indicadores de calidad		
	SST (Brix)	Acidez (%)	Índice de madurez
(L 5)	11	0,59	19,74 ^{ab}
(L 10)	11,04	0,76	14,52 ^c
(A 5)	11,44	0,61	19,01 ^{ab}
(A 10)	11,88	0,59	21,01 ^a
Control	12,48	0,58	22,46 ^a
CV (%)	0,23	0,1	2,7
ESx	6,19 NS	21 NS	32

CV: Coeficiente de Variación
ES Media: Error Estándar
NS: No diferencias significativas
CV: Coefficient of Variation
ES Average: Standard Error
NS: No significant differences
Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí por la Prueba de Tukey (**p* ≤ 0,05).
Means with equal letters in the same column do not differ from each other by the Tukey Test (**p* ≤ 0.05).

Estos resultados son los primeros estudios sobre la aplicación de las sales de lactato y acetato de quitosano obtenidas por secado de pulverización, bajo las condiciones de producción de la guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40 en la Empresa Cítricos Ceiba y muestran la aplicación práctica de estas en el proceso de acondicionamiento de las frutas para la comercialización, con efectos en los parámetros de calidad de las frutas similares a los encontrados cuando el quitosano se aplica en diluciones de ácidos acético y láctico.

Del mismo modo contribuirán al diseño de una nueva tecnología poscosecha, la cual permitirá la reducción de las pérdidas ocasionadas por la antracnosis, alargar la vida de anaquel e incrementar la comercialización con calidad y sin residuos químicos, dadas las tendencias actuales del consumo de frutas sanas e inocuas, siendo importante continuar el estudio de otras for-

mulaciones o combinaciones con otros compuestos orgánicos, inorgánicos, naturales y biológicos, así como con otros tratamientos poscosecha para lograr mejores resultados en los parámetros de calidad y extensión de la vida de anaquel de las frutas.

CONCLUSIONES

- Las sales de lactato y acetato de quitosano contribuyen a menor incidencia de los daños por la antracnosis en frutas de guayaba Enana Roja Cubana E.E.A 18-40, siendo la sal de acetato la de mayor efectividad en el control de la enfermedad. Esto demuestra las potencialidades de este bioestimulante en la poscosecha.
- Las sales de lactato y acetato de quitosano favorecen la disminución de las pérdidas de masa fresca, mantienen la firmeza y permiten la evolución normal de los parámetros internos en frutas de guayaba

Enana Roja Cubana E.E.A 18-40. La sal de lactato a 10 g • L⁻¹ es la que más retarda el proceso de maduración y se evidencia en el índice de madurez.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (Cidem) de Cuba por su contribución con las sales de quitosano, en especial a la investigadora Nilia de La Paz.

REFERENCIAS

- Abbott, W. S. 1925. "A method of computing the effectiveness of an insecticide". *Journal Economic Entomology*. 18:267-267.
- Achpiz, S.; Castillo, A.; Mosqueda, S.; Hoyos, J. 2013. "Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*)". *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Edición Especial (2):92-100.
- Ayala, A.; Colina, M.; Molina, J.; Vargas, J.; Rincón, D.; Medina, J.; Rosales, L.; Cárdenas, H. 2014. "Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano contra el hongo *Mycosphaerella Fijensis* Morelet que produce la *Sigatoka negra* que ataca el plátano". *Revista Iberoamericana de Polímeros*. 15(6):312-338.
- Bautista-Baños, S.; Ventura-Aguilar, R. I.; Correa-Pacheco, Z.; Corona-Rangel, M. L. 2017. "Quitosano: un polisacárido antimicrobiano versátil para frutas y hortalizas en poscosecha. Una revisión". *Revista Chapingo Serie Horticultura*. XXIII (2):103-121.
- Benhabiles, M.; Salah, R.; Lounici, H.; Drouiche, N.; Goosen, M.; Mameri, N. 2012. "Antibacterial activity of chitin chitosan and its oligomers prepared from shrimp shell waste". *Food Hydrocolloids* 29(1):48-56.
- Bello-Lara, J.; Balois-Morales, R.; Juárez-López, P.; Alia-Tejagal, I.; Peña-Valdivia, C.; Jiménez-Zurita, J.; Sumaya-Martínez, M.; Jiménez-Ruiz, E. 2016. "Coatings based on starch and pectin from ('Pear' banana (*Musa ABB*), and chitosan applied to postharvest 'Ataulfo' mango fruit". *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 22(3):209-218.
- Berúmen, G.; Coronado, L.; Ochoa, V.; Chacón, M.; Gutiérrez, P. 2015. "Efecto del quitosano en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins". *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguas Calientes*. (66):16-21.
- Cechim, F. 2014. "Quitosana na indução de resistência e controle in vitro de mofo cinzento, podridão parda e podridão amarga. Câmpus Pato Branco, Brasil: Universidade Tecnológica Federal do Paraná", Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor. http://WWW.repositorio.utfpr.edu.br/PB_PPGAG_D_Cechim, Consultado el 5 de septiembre de 2016.
- Coronado, L.; Chávez, M.; Chacón, M.; Gutiérrez, P. 2017. "Efecto del quitosano para el control in vitro de *Colletotrichum* sp aislado de mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins". *Biotechnología y Sustentabilidad*, año II (1):72-77.
- Dutta, P.; Tripathi, S.; Mehrotra, G.; Dutta, J. 2009. "Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications". *Food Chemistry*. 114(4):1173-1182.
- El-Eleryan, E. 2015. "Effect of chitosan and green tea on the quality of Washington Navel orange during cold storage". *American Journal Plant Physiology* 10(1):43-54.
- El-Sayed, M.; Hassan, M. 2015. "Decay of Guava Fruit (*Psidium guajava* L.) Quality Caused by Some Mold Fungi". *Journal of Agricultural Technology* 11(3):713-730.
- Fischer, H.; Da Silva, B. L.; Soares, A. R. 2012. "Efeito de fungicidas e produtos alternativos no controle da antracnose e da pinta preta da goiaba Semina". *Ciências Agrárias Londrina*. 33, suplemento 1: 2753-2766.
- Gutiérrez, N.; Dussan, S.; Castro, J. 2012. "Fisiología y atributos de calidad de la guayaba 'pera' (*Psidium guajava* cv.) en poscosecha". *Revista de Ingeniería* (37):26-30.
- Hong, K.; Xie, J.; Zhan, L.; Sun, D.; Gong, D. 2012. "Effects of Chitosan Coating on Postharvest life and Quality of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit during Cold Storage". *Scientia Hort*. 144:172-178.
- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), 2011. "Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba". La Habana, Cuba, Comité Editorial IIFT, 38 p.
- Kong, M.; Chen, X.; Xing, K.; Park, H. 2010. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. *International Journal of Food Microbiology* 14(1):51-63.
- Kumar, A.; Singh, O.; Kohli, K. 2017. "Post-harvest changes in functional and sensory properties of guava (*Psidium guajava* L. cv. Pant Prabhat) fruits as influenced by different edible coating". *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6(6):1109-1116.
- Martínez, L.; Maqueira, L.; Nápoles, M.; Núñez, M. 2017. "Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados". *Cultivos Tropicales*. 38(2):113-118.
- Merida, M.; Palmateer, A. 2017. "Florida Plant Disease Management Guide: Guava (*Psidium guajava*)". <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/PG/PG13300.pdf>. Consultado 17 de octubre 2018.
- Mulkay, T.; Paumier, A.; González, J.; González, I. 2016. "Efecto de sales de quitosano sobre *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. aislado de la antracnosis del mango". *CitriFruit*. 33(1) enero-junio:46-51.
- Parambir, K.; Brar, J.; Gill, K. 2017. "Response of guava fruits to post harvest treatments of 'chitosan' under cold and ambient storage conditions". *International Journal of Science, Environment and Technology* 6 (3):1948-1955.
- Paumier, A.; Suárez, M.; Mulkay, T. 2018. "Defectos de mayor incidencia que deterioran la calidad comercial en frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) Enana Roja Cubana E.E.A 18-40". *CitriFruit*, 35(2) julio-diciembre:35-42.
- Pichyangkura, R.; Chadchawan, S. 2015. "Biostimulant activity of chitosan in horticulture (Review)". *Scientia Horticultura* 196:49-65.
- Rama, K.; Sudhakar, D. 2014. "Effect of Chitosan Coating on the Physiochemical Characteristics of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruits During Storage at Room Temperature". *Indian Journal of Science and Technology*. 7(5):554-558.
- Ramírez, M.; Rodríguez, A. T.; Alfonso, L.; Peniche, C. 2010. "La Quitina y sus derivados bipolímeros con potencialidades de aplicación agrícola". *Biotechnología Aplicada*. 27:262-269.
- Statsoft Statistica (Data analysis software system), version 6, 2001, [www, StatSof.com](http://www.StatSof.com).
- Soares-Colletti, A.; Fischer, I.; S. Lourenço 2014. "Incidence of postharvest diseases on 'Kumagai' and 'Pedro Sato' guavas at whole sale markets in Brazil". *Tropical Plant Pathology*. 39(6):478-482.
- Torres-Rodríguez, J. A.; Reyes-Pérez, J. J.; González-Gómez, L. G.; Jiménez-Pizarro, M.; Boicet-Fabre, T.; Enríquez-Acosta, E. A.; Rodríguez-Pedroso, A. T.; Ramírez-Arrebató, M. A.; González-Rodríguez, J. C. 2018. "Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zea mays*, L.) a la aplicación de Quitomax, Azofert y Ecomic". *Biotecnia*. XX (1):3-7.
- Younes, I.; Rinaudo, M. 2015. "Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications". *Marine drugs*. 13(3):1133-1174.