

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
ISSN: 1665-0204
rebasa@hmo.megared.net.mx
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
México

Berumen Varela, Guillermo; Ochoa Jiménez, Verónica Alhelí; Báez Sañudo, Reginaldo; Gutiérrez Martínez, Porfirio

EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA INDUCCIÓN DE RESISTENCIA A Colletotrichum sp.EN FRUTOS DE PLÁTANO DURANTE POSTCOSECHA

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 27-34
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864004

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA INDUCCIÓN DE RESISTENCIA A *Colletotrichum sp.* EN FRUTOS DE PLÁTANO DURANTE POSTCOSECHA

Guillermo Berumen Varela[1], Verónica Alhelí Ochoa Jiménez[1], Reginaldo Báez Sañudo[2], Porfirio Gutiérrez Martínez[*1]

[1]Instituto Tecnológico de Tepic. Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. Lab. de Biotecnología. Av. Tecnológico #2295, Fracc. Lagos del Country, Tepic Nayarit, 63175, México. e-mail: pgutierrez@ittepic.edu.mx ; [2]Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, CIAD, A. C. Km 0.6 Carr. La Victoria, Apdo. Postal 1735. 83000, Hermosillo, Sonora, México. Tel: +52(662) 289 2421; e-mail: rbaez@ciad.mx.

Palabras clave: Plátano, ácido salicílico, inducción de resistencia, Colletotrichum sp.

RESUMEN

Los frutos de plátano son susceptibles a diversas enfermedades postcosecha, entre las cuales destaca la denominada pudrición de la corona originada por el patógeno *Colletotrichum sp.* ocasionando daños significativos en el fruto impidiendo su comercialización. Su control hasta la fecha, es mediante la aplicación de fungicidas, sin embargo, hoy en día se está en la búsqueda de implementar sistemas alternativos de control, y el ácido salicílico surge como un posible candidato para el tratamiento de dicha enfermedad. El objetivo de esta investigación fue el evaluar el efecto del ácido salicílico en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum sp.* en frutos de plátano. A nivel in vitro, el ácido salicílico a una concentración de 5 mM inhibió el crecimiento micelial de *Colletotrichum sp*. la esporulación fue menor en las concentración de 3 y 5 mM, además todas las concentraciones de ácido salicílico inhibieron de manera total la germinación de esporas. Para los tratamientos in vivo, la aplicación de 5 mM de ácido salicílico controla el desarrollo de *Colletotrichum sp*. y no alteró la calidad postcosecha de los frutos de plátano.

EFFECT OF SALICYLIC ACID IN THE RESISTENCE INDUCTION TO *Colletotrichum sp.* DURING THE POSTHARVEST OF BANANA FRUITS

Keywords: Banana, salicylic acid, resistance induction, Colletotrichum sp

ABSTRACT

Banana fruit are susceptible to many post-harvest diseases, among the most important is the one called crown rot caused by *Colletotrichum sp*. This pathogen causes significant damage to the fruit preventing its commercialization. Its control until today is by the application of fungicides, however, nowadays, its searching to implement alternative control systems, and salicylic acid emerges as a possible candidate for the treatment of this disease. The objective of this research was to evaluate the effect of salicylic acid in the resistance induction against Colletotrichum sp. in banana fruit. In vitro level, salicylic acid at a concentration of 5 mM inhibited mycelia growth of *Colletotrichum sp*. sporulation was lower in the concentration of 3 and 5 mM, moreover all concentrations of salicylic acid inhibited spore germination totally. For in vivo treatments, the application of 5 mM salicylic acid controlled the development of *Colletotrichum sp*. and did not alter the postharvest quality of banana fruits.

INTRODUCCIÓN

Los frutos de plátano son susceptibles a diversas enfermedades postcosecha, las cuales se ven incrementadas después de la cosecha y durante el periodo de almacenamiento debido a los cambios fisiológicos ocurridos durante estas condiciones, facilitando el desarrollo de patógenos. Una de las principales enfermedades que se presentan en el estado de Nayarit debido a su clima tropical es la ocasionada por *Colletotricum sp*. dicha enfermedad se denomina "pudrición de la corona". El control de pudrición de la corona en frutos de plátanos de exportación se realiza principalmente con la aplicación de fungicidas.

El ácido salicílico (AS) fue considerado una hormona presente en las plantas al principio de los 90's (Raskin, 1992), por su rol en la regulación de algunos aspectos de la inducción de resistencia a enfermedades en tejidos y órganos de las plantas. Recientemente, la participación de AS como una molécula señal en un sistema de resistencia adquirido asociado a la producción de proteínas relacionadas con la patogenicidad (proteínas PR), ha sido probado extensamente (Beckers and Spoel, 2006). El ácido salicílico es un compuesto fenólico natural presente en muchas plantas, es una molécula transductora de señales que activa respuestas de defensa contra el ataque de varios patógenos. Se ha demostrado que el AS trabaja sinérgicamente con el etileno o ácido jasmónico para activar la expresión de proteínas PR en *Arabidopsis*, (Xu et al., 1994, Lawton et al., 1994), y juega un papel muy importante en la regulación de resistencia contra diferentes patógenos, (Naylor et al., 1998), por lo que el ácido salicílico participa en varios procesos fisiológicos y bioquímicos de plantas. Zainuri y cols., 2001, observaron que la aplicación de ácido salicilico en mango redujo la severidad de la antracnosis en poscosecha originada por *Colletotrichum gloeosporioides*. Por otro lado, el benzothiadiazole, compuesto con estructura química similar al ácido salicílico, incrementó la tolerancia a la infección de *Phytophthora palmivora* en papaya (Zhu y col., 2003). Sin embargo, existe poca información respecto a la aplicación de ácido salicílico exógeno en frutos tropicales en postcosecha. Por lo anteriormente dicho, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del ácido salicílico en la inducción de resistencia a *Colletotrichum sp*. en frutos de plátano en postcosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento del patógeno en postcosecha

Se recolectaron frutos de plátano de huertas del municipio Tepic, Nayarit, México, y se colocaron en cámaras húmedas (HR=90%). Cuando fue visible el desarrollo de síntomas de la enfermedad se cortaron secciones de tejido (1 cm x 1 cm) en una relación de 50% de tejido sano y 50% de tejido lesionado. El tejido fue desinfectado con hipoclorito de sodio al 2% (NaClO) por 2 min, se enjuagaron con agua destilada estéril por 2 minutos, y se dejaron secar. Posteriormente se colocaron en agar papa dextrosa (PDA) y se incubaron a 25ºC bajo condiciones estériles.

Purificación e identificación del hongo

Una vez que se presentó el crecimiento del micelio en los tejidos, se procedió a su purificación, con el fin de obtener un solo tipo de hongo de acuerdo a sus características morfológicas. La identificación del hongo se basó en el análisis macroscópico de la colonia y en sus características microscópicas. Los aislamientos se observaron en un microscopio compuesto marca Motic BA300, ubicando esporas individuales germinadas por medio de microcultivos y preparaciones en fresco, comparándose dichas esporas con claves taxonómicas para identificar el género.

Aplicación de tratamientos

Se preparó una solución madre (Stock) de 10 mM de ácido salicílico, para la aplicación de diversos tratamientos. Esto se llevó a cabo disolviendo el ácido salicílico en agua destilada, añadiéndosele 5 ml de glicerina por litro (la cual sirve como surfactante). Se ajustó el pH de la solución a 5.5, y se esterilizó por medio de la autoclave. Los tratamientos aplicados fueron: Testigo, 2 mM, 3 mM, 5 mM. Cada tratamiento fue realizado 3 veces y el experimento se hizo por duplicado.

Análisis "in vitro"

Crecimiento micelial

Se tomó un disco de 8 mm de diámetro de micelio de *Colletotrichum sp*, proveniente de la periferia de la colonia de aproximadamente 8 días de crecimiento. Posteriormente se

colocaron en el centro de las cajas Petri con medio PDA con solución de ácido salicílico a las distintas concentraciones (Testigo, 2 mM, 3 mM, 5 mM), y se incubaron a 25ºC. El diámetro micelial de la colonia se midió cada 24 horas durante 8 días con un vernier marca Truper. El promedio de los valores obtenidos (mm) se graficó en una cinética de crecimiento. El porcentaje de inhibición correspondió a los valores finales que se obtuvieron del crecimiento micelial.

Esporulación

Para determinar la esporulación final se utilizaron las mismas cajas Petri donde se midió el crecimiento micelial. A tres cajas Petri por tratamiento se les agregaron 10 ml de agua estéril. Con una varilla de vidrio estéril se raspó la superficie de la caja, y posteriormente se filtró la solución resultante a través de una gasa estéril, para eliminar el micelio presente. Se tomaron 100 µl de la solución filtrada, se colocaron en un hemacitómetro y se midió la concentración final de esporas.

Germinación

Para la evaluación de la germinación de las esporas se tomaron alícuotas de 100 µl de una suspensión de esporas de 1×10^6 esporas x ml^{-1}, la cual se colocaron sobre discos con los diferentes tratamientos de AS observándose en el microscopio cada hora durante 8 h. Las esporas se consideraron germinadas cuando la longitud del tubo germinativo fue el doble del diámetro de la misma, expresándose como porcentaje de germinación.

Análisis "in vivo"

Los frutos de plátano se recolectaron en el mercado de abastos de la ciudad de Tepic, Nayarit. Los plátanos fueron lavados con agua, enseguida se sumergieron en NaClO al 2% (v/v) durante un 1 minuto y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se procedió a inocular los frutos cosechados en la corona del plátano, con 40 µL de la suspensión de esporas de *Colletotrichum sp.* ($1x10^6$ esporas x ml^{-1}). Los frutos se dejaron al aire libre durante 1 h antes de llevar a cabo la aplicación de los tratamientos con ácido salicílico

Tratamiento de ácido salicílico

Se preparó una solución de ácido salicílico de 5mM siguiendo la metodología antes descrita, cuya concentración fue el mejor tratamiento en las pruebas in vitro. Esta solución se aplicó por inmersión de los frutos de plátano por 1 minuto. Después se dejaron al aire libre por cinco horas y se almacenaron 25±1°C por 8 días. Para las evaluaciones fitopatológicas, la unidad experimental consistió en 5 frutos por tratamiento con tres repeticiones. Las evaluaciones fisicoquímicas se realizaron en tres frutos por tratamiento con tres repeticiones. El experimento se repitió en su totalidad dos veces. Los resultados se promediaron.

Evaluación fitopatológica

La incidencia de la enfermedad se evaluó diariamente de manera visual utilizando la escala de evaluación de grado de pudrición de la corona, así como el color externo.

Pérdida fisiológica de peso

Tres frutos por tratamiento se pesaron diariamente en una báscula digital marca Sartorius modelo BL 3100. Los resultados se reportaron en porcentaje de peso fresco perdido sobre la base del peso inicial del fruto (Lester y Burton, 1986).

Firmeza y Sólidos solubles totales (SST)

Para la determinación de la firmeza se tomaron tres frutos por tratamiento, se realizó utilizando un penetrómetro digital marca Shimpo modelo FGE-50, equipado con un punzón de 10 mm de diámetro. Los resultados se expresaron en Newtons (N). En los mismos frutos empleados se determinaron los SST con un refractómetro Abbé. Los resultados obtenidos se reportaron en °Brix, (A.O.A.C,

1990), con corrección por temperatura para los datos correspondientes a 20 °C.

Prueba yodo-almidón

Además se realizó la prueba de yodo almidón, cortándose una sección ecuatorial de plátano de aproximadamente 2-3 cm de grosor y se separó el exocarpio del mesocarpio. Un lado de la superficie cortada de la pulpa se colocó en una solución de lugol por 1 minuto. La evaluación del patrón de almidón de cada plátano se realizó comparando la superficie cortada coloreada. Para cada variable a analizar, el número de frutos empleados fue de 3, realizando mediciones por triplicado.

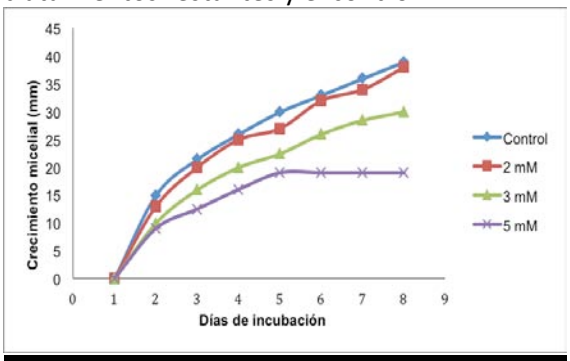
Análisis estadístico

El diseño del experimento fue un diseño de bloques completamente aleatorizado, bloqueando el tiempo de evaluación para cada una de las variables dependientes. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA), y comparación de medias por una prueba de Tukey (P<0.05), empleando el lenguaje estadístico SAS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del ácido salicílico sobre el crecimiento in vitro de *Colletotrichum sp.*

En la Figura 1, se muestran los resultados del crecimiento micelial de *Colletotrichum sp* durante 8 días de incubación a 25ºC. En comparación con el control, todos los tratamientos con ácido salicílico influyeron en el crecimiento del hongo. El menor crecimiento de *Colletotrichum sp.* se registró en la concentración de 5 mM. En relación al porcentaje de inhibición micelial, germinación y esporulación se observaron diferencias significativas (P ≤ 0.05) entre los tratamientos de las tres variables analizadas (Tabla 1). En todas las concentraciones de ácido salicílico analizadas no se presentó germinación del hongo (Figura 2). En las concentraciones de 3 y 5 mM se registró la menor esporulación (1.1 x 10^7 esporas·ml^{-1}) en comparación con los tratamientos restantes y el control



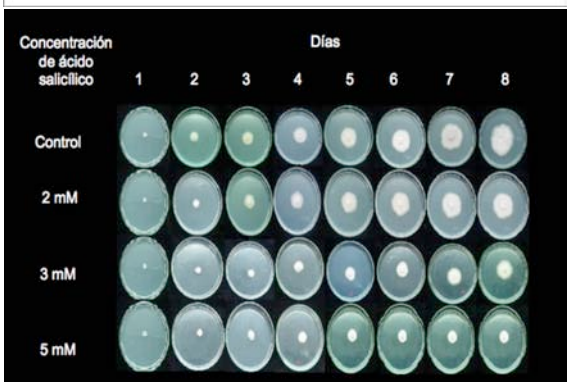


Figura 1. Cinética del crecimiento de *Colletotrichum sp.* aislado de plátano, durante 8 días de incubación a 25°C en medio PDA con diferentes concentraciones de ácido salicílico

Tabla 1. Efecto del ácido salicílico a distintas concentraciones en la inhibición del crecimiento micelial, germinación y esporulación del hongo

Ácido salicílico	Inhibición crecimiento micelial (%) P≤0.05	Esporulación (esporas·ml^{-1})	Germinación %
Control	0 a	3.85 x 10^7 a	100 a
2 mM	3.22 a	3.08 x 10^7 a	0 b
3 mM	29.03 b	1.16 x 10^7 b	0 b
5 mM	64.51 c	1.18 x 10^7 b	0 b

Nota: Valores seguidos de letras diferentes indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05)

En concordancia con estos resultados, en otras investigaciones también se ha reportado el mismo comportamiento en otros microorganismos. Hongjie Yao, Shiping Tian, 2005, observó que el AS con una

concentración de 2 mM inhibe "in vitro" a *M. fructicola* en cereza, la inhibición fue reducida significativamente con el aumento del periodo de incubación, la inhibición fue de 64.1, 62.1, y 60.5% después de 48, 72 y 96 horas respectivamente. Esto demuestra el efecto que posee el ácido salicílico inhibiendo el crecimiento micelial en hongos postcosecha, mediante la activación de mecanismos de defensa, pudiendo deberse al rol del AS en las plantas al activar péptidos antimicrobianos como el PR-1, el cual afecta directamente al crecimiento del patógeno. Otro estudio como el de Hong-Sheng Wu et al., 2008, reportó que existió una dramática inhibición de germinación de conidios en concentraciones de 100-800 mg L^{-1} de AS, donde la germinación fue inhibida por completo en *Fusarium oxysporium* aislado de sandía. El número de conidios formados en cultivos líquidos en todos los tratamientos fue fuertemente inhibida incluso en la concentración más baja de 100 mg L^{-1}.

Además estos resultados concuerdan con los de Guan y Scandalios, 1995, donde se afirma que en concentraciones de un rango de 3 a 5 mM el AS inhibe completamente la germinación. En la Figura 2, se puede visualizar la germinación de esporas después de 8 horas, observándose que en ninguna de las 3 concentraciones de ácido salicílico empleadas germinó la espora.

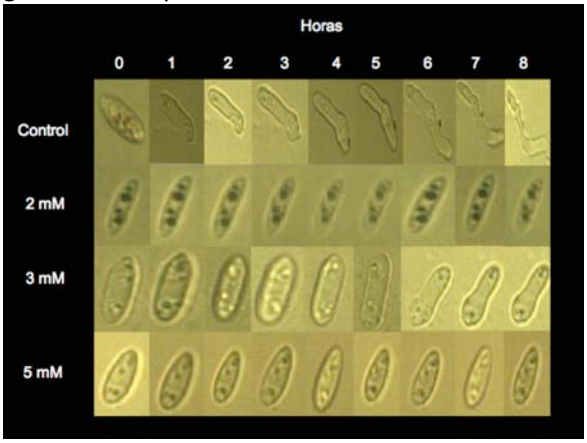


Figura 2. Efecto del ácido salicílico en la germinación de esporas de Colletotrichum sp.

Existen otros estudios como el de Sudhamoy Mandal et al., 2009, donde reportó que la aplicación exógena de 200 mM de AS a través de la raíces y hojas foliares, indujo la resistencia en jitomate contra el patógeno Fol. Sin embargo, se encuentran otras investigaciones realizadas por Xiangbin Xu et al., 2008, las cuales indican que a una concentración de 2 mM de AS no afectó la germinación de esporas, ni la elongación del tubo germinativo de *P. expansum*. El AS induce varios efectos dependiendo de la concentración aplicada y en dosis muy altas requieren observar los síntomas (Metraux et al., 1990). El efecto de SA exógeno depende de muchos factores, incluyendo la especie y desarrollo del microorganismo, el modo de aplicación y la concentración de AS (Vanacker et al. 2001). De acuerdo con los resultados obtenidos y los análisis estadísticos utilizados en las pruebas in vitro el mejor tratamiento obtenido fue la concentración de 5 mM de AS, la cual fue utilizada para las pruebas in vivo.

Efecto del ácido salicílico a nivel in vivo.

La aplicación de ácido salicílico en frutos de plátano presentó menor severidad en la pudrición de la corona que el tratamiento control (Figura 3). El desarrollo de la enfermedad sobre los frutos tratados con el ácido salicílico 5 mM fue menor en comparación con los no tratados y almacenados a 25°C. Los plátanos control, al final presentaron un grado 7, en la escala de pudrición de la corona, en donde se observó crecimiento del micelio del hongo, pudrición de la corona, pedicelos y parte de la cáscara del plátano, en cambio, los plátanos tratados con ácido salicílico (5 mM), lograron un grado 4, donde se observó la necrosis de la superficie de la corona hasta un 40%, pero sin crecimiento de micelio, evitándose así la pudrición de la corona.

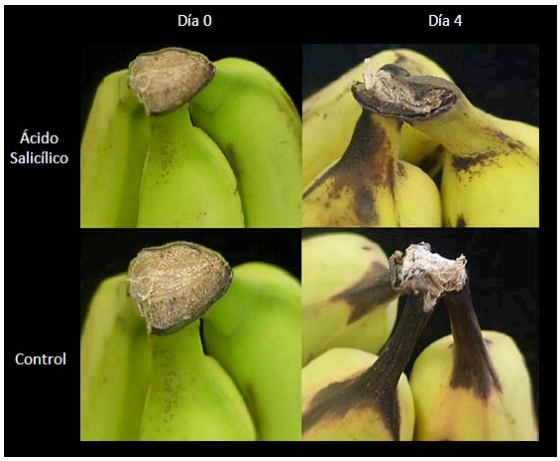


Figura 3. Incidencia de pudriciones del plátano, evaluados a los días 0 y 4, después de aplicado el tratamiento de AS 5 mM.

En la evaluación del color, la apariencia externa de la fruta no fue afectada negativamente por la aplicación de ácido salicílico respecto al control, y visualmente se observaron algunas diferencias entre el AS y el control, como la aparición de algunas manchas de color café en la cáscara del plátano en el tratamiento control; sin embargo, esto puede deberse al proceso de maduración del plátano, (Figura 4).

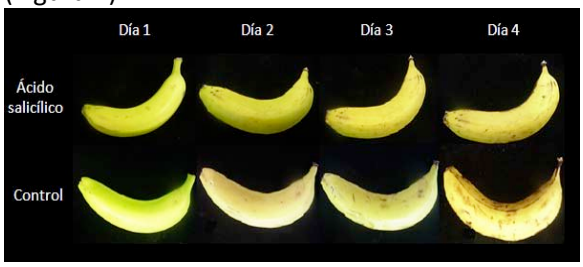


Figura 4. Evaluación del color externo de plátano durante 4 días.

En relación con la pérdida de peso, se observó el aumento de la pérdida fisiológica de peso a partir del día 2. Los plátanos tratados con ácido salicílico almacenados a 25°C tuvieron la misma pérdida de peso en comparación con los tratamientos restantes (Figura 5a). La firmeza de los frutos (Figura 5b), cayó en un rango de 82 a 23 N en los frutos con AS y sin este, respectivamente. Los valores de °Brix variaron de 11 a 23 %. El contenido de SST fue el mismo en ambos tratamientos (Figura 5c), lo mismo se encontró en la prueba de yodo-almidón (Figura 5d). Prácticamente en todas las variables analizadas no se encontró un efecto significativo por la aplicación del ácido salicílico. Zainuri et al., 2001 reportaron que las aplicaciones 2.0 mgL^{-1} de ácido salicílico redujo la severidad de la antracnosis poscosecha causada por *Colletotrichum Gloeosporioides* en mango. Resultados similares fueron obtenidos por M. Shafiee et al., 2009, donde reportaron que las plantas de fresa tratadas con ácido salicílico en una solución con nutrientes tuvieron una pequeña pérdida de peso que aquellas sin AS en una solución con nutrientes, en ese mismo estudio se observó que aquellas frutas que recibieron tratamiento pre y postcosecha (temperatura, ácido salicílico y calcio), produjeron las frutas más firmes, mientras que las plantas control (Sin recibir AS en la solución con nutrientes) presentaron menor firmeza al final del experimento, además de que no hubo cambios en los SST. Todas las frutas tratadas de manera postcosecha tuvieron mayor firmeza que el control. Sin embargo, existen otras investigaciones en los cuales la aplicación de ácido salicílico exógeno a concentraciones no tóxicas, se ve retardada la maduración y ablandamiento de plátano (Srivastava and Dwivedi, 2000) y kiwi (Zhang et al., 2003), se ve reducido el daño por frío en durazno (Wang et al., 2006), tomate (Ding et al., 2001) y pimiento (Fung et al., 2004).

CONCLUSIONES

El crecimiento micelial y esporulación de *Colletotrichum sp* mostraron una inhibición significativa en presencia de ácido salicílico a 5 mM, además todas las concentraciones de ácido salicílico inhibieron de manera total la germinación de esporas. La aplicación in vivo de 5 mM de ácido salicílico controló el desarrollo de *Colletotrichum sp.* y no alteró la calidad postcosecha de los frutos de plátano.

La aplicación de ácido salicílico en la inducción de resistencia a *Colletotrichum sp*, puede ser una medida útil y prometedora para controlar las enfermedades postcosecha en escala comercial, utilizando las concentraciones adecuadas.

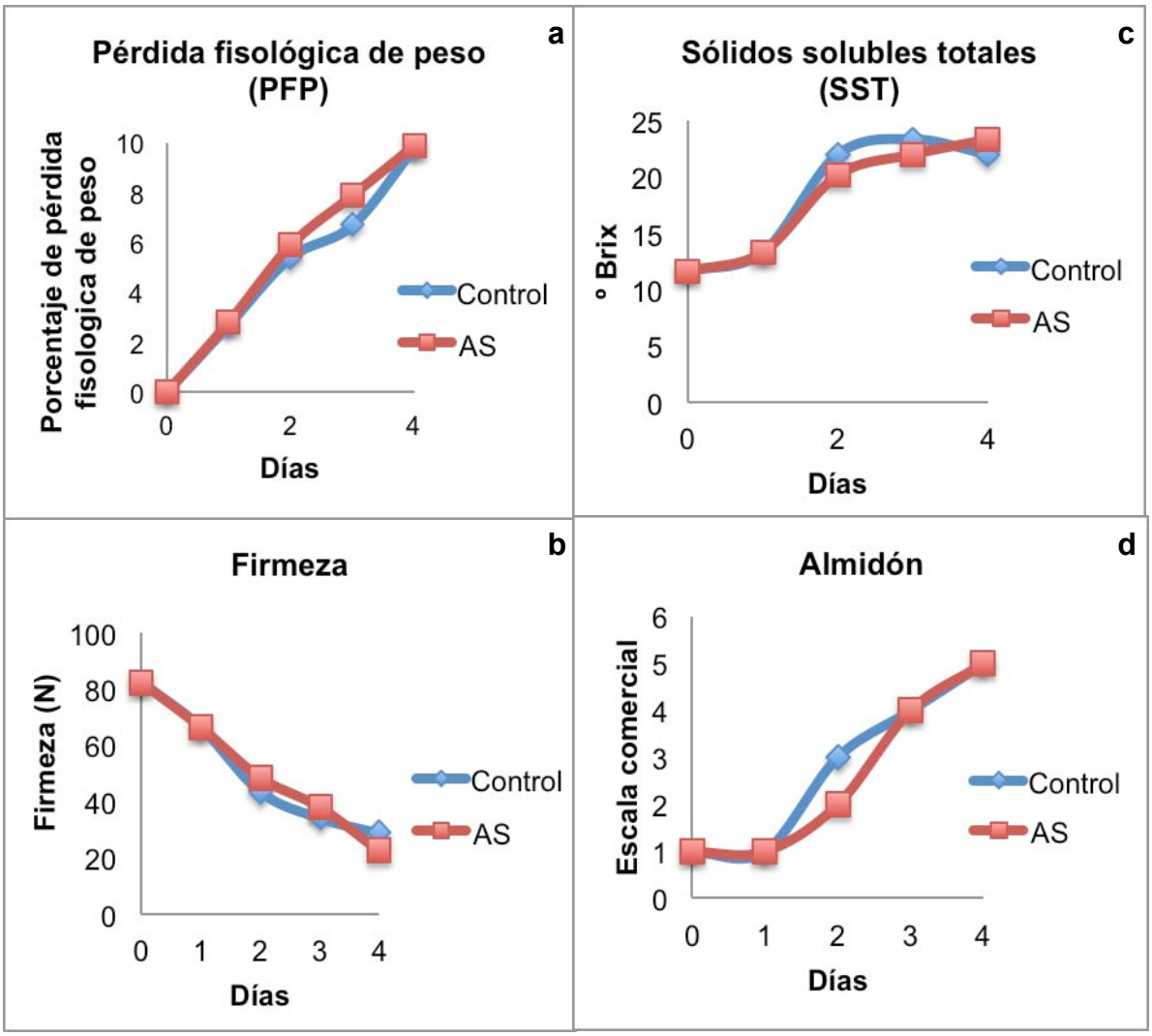


Figura 5. Efecto del ácido salicílico sobre: a) porcentaje de pérdida fisiológica de peso, b) firmeza, c) solidos solubles totales y d) porcentaje de aparición de almidón en frutos de plátano, evaluados durante 4 días.

REFERENCIAS

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edn. Association of Official Analytical Chemists. Ed. Helrich, K. Inc. Arlington Virginia, USA. Pp. 1141.

Beckers, G.J.M. and Spoel S.H., 2006. Fine-tuning plant defence signalling: salicylate versus jasmonate. In: Plant Biol., 8: 1-10.

Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C., Smith, D.L. 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Sci. 161, 1153–1159

Fung, R.W.M., Wang, C.Y., Smith, D.L., Gross, K.C., Tian, M.S. 2004. MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Plant Sci. 166, 711–719.

Guan, L, Scandalios J.G. 1995. Developmentally related responses of maize catalase genes to salicylic acid. Proc Natl Acad Sci USA 92: 5930–5934 p.

Hong-Sheng, Wu, Waseem Raza, Jia-Qin Fan, Yong-Gang Sun, Wei Bao, Dong-Yang Liu Qi-Wei Huang, Ze-sheng Mao, Qi-rong Shen, Wei-Guo Miao. 2008. Antibiotic effect of exogenously applied salicylic acid on in vitro soilborne pathogen, Fusarium oxysporumf.sp.niveum.Chemosphere 200 8;74(1):45-50.

Hongjie Yao and Shiping Tian. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biol. Technol. 35, 253-262.

Lester G.E. and Bruton B.D. 1986. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111(5): 727-731.

M. Shafiee, T.S. Taghavi, M. Babalar. 2009. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicilic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Sci. Hort.124: 40-45.

Metraux JP, Signer H, Ryals J,Ward E,Wyss-Benz M, Gaudin J, Raschdorf K, Schmid E, BlumW, Inverardi B. 1990. Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. Science 250: 1004–1006

Naylor, M., A.M. Murphy, J.Q. Berry and J.P. Carr, 1998. Salicylic acid can induce resistance to plant virus movement. Mol. Pl. Microbe Interact, 11: 860–868.

Raskin I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43: 439-463.

Srivastava, M.K and Dwivedi, U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Sci. 158, 87–96

Sudhamoy, M, Nirupama, M and Adinpunya M. 2009. Salicylic acid-induced resistance to Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici in tomato. Plant Physiol Biochem. 47(7): 642-9

Sutton, B. C and Waterston, J. M. 1970. Colletotrichum musae. CMI Description of pathogenic fungi and bacteria. CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria. CMI. No. 222. Eastern Press, London.

Vanacker, H, Lu H, Rate D N and Greenberg, J.T. 2001. A role for salicylic acid and NPR1 in regulating cell growth in Arabidopsis. Plant J. 28:209–216

Wang, L.J., Chen, S.J., Kong, W.F., Li, S.H., Archbold, D.D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peach fruit during cold storage. Post. Biol. Technol. 41, 244–251.

Xu, X and S. Tian. 2008. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. Postharvest Biol. Technol. 49, 379–385.

Xu, Y., Chang, P. F. L., Liu, D., Narasimhan, M. L., Raghothanma, K. G., Gasegawa, P. M. and Bressan, R. A. 1994. Plant Defense Genes Are Synergistically Induced by Ethylene and Methyl Jasmonate. Plant Cell 6(8), 1077–1085.

Zainuri, D.C., A.H. Wearing, L. Coates, and L. Terry. 2001. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensigtown Pride' mango fruit. Aust. J. Exp. Agric. 41:805-813.

Zhang, Y., Chen, K.S., Zhang, S.L and I, Ferguson. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biol. Technol. 28, 67–74

Zhu, Y.J., X. Qiu, P.H. Moore, W. Borth, J. Hu, S. Ferreira, and H.H. Albert. 2003. Systemic Acquired Resistance induced by BTH in papaya. Physiol. Mol. Plant Path. 63:237-248.