

Evaluación de la influencia de productos en el agua de lavado en la severidad de antracnosis y calidad de bananos en postcosecha

Luana Aparecida Castilho Maro^{1*}; André Boldrin Beltrame¹; Vanessa Maria Corrêa Pacheco²; Julia Emanueli Rau³

¹Campo Experimental Itajaí. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

²Associação de Bananicultores de Luiz Alves / Prefeitura Municipal de Luiz Alves. Luiz Alves, Santa Catarina, Brasil.

³Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, Santa Catarina, Brasil.

*Autor de

Correspondencia:

Luana Aparecida Castilho
Maro
luanamaro@epagri.sc.gov.br

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Tecnología de Postcosecha

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Castilho MLA, Boldrin BA,
Corrêa PVM y Emanueli
RJ. 2024. Evaluación de la
influencia de productos en
el agua de lavado en la
severidad de antracnosis y
calidad de bananos en
postcosecha.

Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia 1(1):
75
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2475>

RESUMEN

Se evaluaron la influencia de diferentes productos en el agua de lavado en la severidad de antracnosis y calidad de bananos en postcosecha en dosis recomendadas por los fabricantes. Los parámetros de calidad evaluados fueron: pérdida de masa de materia fresca, color, firmeza de la cáscara, firmeza de la pulpa, resistencia a la caída, contenido de sólidos solubles totales (SST) y severidad de la antracnosis. Los productos no influyeron en los parámetros de color a^* y b^* y en la firmeza de la pulpa, ni provocaron los síntomas de antracnosis en frutos de banano. Las diferencias fueron más evidentes a los 7 días después de salir de la cámara de maduración, siendo ineficaces para mantener la calidad del fruto a los 10 y 13 días. Azoxistrobina + fluoxidinil, independientemente del método de aplicación, mostró el mejor efecto en el mayor número de variables de calidad, seguido del ácido láctico.

Palabras clave: *Musa* spp., *Colletotrichum musae*, agua de lavado, Postcosecha.

ABSTRACT

The influence of different products in the washing water on the severity of anthracnose and the quality of bananas was evaluated at doses recommended by the manufacturers. The quality parameters evaluated were: loss of fresh matter mass, color, peel firmness, pulp firmness, resistance to falling, total soluble solids (TSS) content and severity of anthracnose. The products did not influence the color parameters a^* and b^* and the firmness of the pulp, nor did they cause anthracnose symptoms in banana fruits. The differences were more evident 7 days after leaving the ripening chamber, being ineffective in maintaining fruit quality at 10 and 13 days. Azoxystrobin + fluoxidinil, regardless of the application method, showed the best effect on the greatest number of quality variables, followed by lactic acid.

Keywords: *Musa* spp., *Colletotrichum musae*, washing water, postharvest.



INTRODUCCIÓN

Innumerables actividades son necesarias para el cultivo de banano e las relacionadas con la postcosecha son esenciales para mantener la calidad de la fruta. Después de la cosecha en el campo, los racimos se envían a las empacadoras donde se llevan a cabo diferentes procedimientos para garantizar la calidad de la fruta e su sanidad. La higiene y los procedimientos fitosanitarios de las manos son medidas importantes realizadas pelos productores y consisten en eliminar la suciedad, los vectores de patógenos postcosecha y agentes biológicos, provenientes del campo, además de la detención de la savia resultante del proceso de cosecha.

En 2019, con la pandemia del coronavirus (SARS-CoV-2), surgió una gran preocupación por la transmisión del virus a través de los alimentos. Los países importadores de banano producido en Santa Catarina, como Argentina y Uruguay, han redoblado su atención a los procedimientos de higiene de los frutos recomendados por las instituciones oficiales de investigación. En 2021, una guía publicada por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indicó que los alimentos y sus envases no son un medio de propagación de virus que causan enfermedades respiratorias, incluido el SARS-CoV-2, y no constituyen directamente un problema de salud alimentaria (FAO, 2021).

Aun así, han aparecido en el mercado muchos productos para uso en tanques de lavado de banano. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de productos en el agua de lavado para el control de antracnosis y mantenimiento de la calidad de bananos en postcosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Campo Experimental de la Epagri de Itajaí, en el municipio de Itajaí – SC, Brasil, en agosto de 2023. Ensayos preliminares indicaron la influencia del ataque de trips de la fruta (*Frankliniella* sp. (Thysanoptera: Thripidae) en la evolución de maduración del fruto y pudrición poscosecha (*Colletotrichum musae*) incluso utilizando racimos embolsados. Con el fin de estandarizar la etapa de maduración y reducir el ataque de trips, se utilizó el embolsado en fase temprana utilizando una bolsa de plástico perforada de color azul. Veinte inflorescencias de bananos del subgrupo Cavendish (*Musa* spp. AAA) fueron embolsados en 20 de marzo de 2023. Utilizando como criterio la desaparición de la angulosidad de los frutos, que correspondió a 141 días después del marcado de los racimos, se cosecharon siete

racimos y se transportaron hasta la casa de empaque para aplicar los tratamientos. Las etapas de corte de racimos, transporte de cosecha a casa de empaque, recepción, depistado y descascarado siguieron las recomendaciones de Maro et al. (2023). Las manos se dividieron en ramos de cuatro frutos con una masa de $529.8 \pm 70,9$ g cada ramo. Los frutos tuvieron un diámetro promedio de $32.9 \pm 0,9$ mm y se encontraban en estado preclimático (piel verde). Luego se agregaron a cajas plásticas 25 L de agua, 5 mL de detergente neutro, 10 g de sulfato de aluminio y el producto respectivo en la dosis recomendada por el fabricante. Los ramos se sumergieron en la solución durante el tiempo recomendado por los fabricantes. Además, se pulverizaron los ingredientes activos azoxistrobina + fludioxonil y ácido láctico sobre los ramos de plátano utilizando un pulverizador manual, según las recomendaciones de los fabricantes. Luego de aplicar los tratamientos, los ramos fueron pesados para monitorear la pérdida de masa de materia fresca (PMMF) y colocados en cajas plásticas con capacidad de 20 kg que fueron enviadas a la cámara de maduración ($18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 95% de humedad relativa) donde permanecieron 3 días hasta la inyección con gas etileno según el proceso descrito por Maro et al. (2023). A la mañana siguiente de la segunda inyección de etileno y agotamiento, los frutos pasaron al Laboratorio de Postcosecha donde permanecieron en condiciones ambientales ($22.6 \pm 0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $55.5 \pm 1.2\%$) hasta su completa maduración. Las evaluaciones se realizaron a los 7, 10 y 13 días después de salir de la cámara de maduración.

Las evaluaciones de frutos consistieron en monitorear PMMF, color de la cáscara, firmeza de la cáscara, firmeza de la pulpa, resistencia a la caída y contenido de sólidos solubles totales (SST). La evaluación de la severidad de la antracnosis se realizó periódicamente después de la observación de los primeros síntomas en condiciones de infección natural hasta el último día del análisis físico-químico de los frutos, con la ayuda de la escala esquemática del 0 al 64% del área lesionada del fruto (MORAES et al., 2008). De los datos obtenidos se obtuvo el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) según la ecuación propuesta por Campbell y Madden (1990). Los tratamientos fueron: **1)** fertilizante foliar orgánico, **2)** peróxido de hidrógeno + plata coloidal, **3)** hipoclorito estabilizado al 4%, **4)** azoxistrobina + fludioxonil (inmersión), **5)** azoxistrobina + fludioxonil (aerosol), **6)** ácido láctico (aerosol) y **7)** testigo (solo agua, detergente y sulfato de aluminio).

El estudio se realizó en parcelas subdivididas en el tiempo, estando los productos ensayados en las parcelas, y en las subparcelas, los tres días de evaluación (7, 10 y 13). El diseño experimental fue completamente al azar con 5 repeticiones. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (prueba F) utilizando el software Sisvar v 5.6

(Ferreira, 2000) y las medias comparadas mediante la prueba de Scott Knott al 5% de probabilidad. A su vez, para los análisis estadísticos del ABCPE se realizaron las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett para verificar si los datos seguían distribución normal y homogeneidad de varianza, respectivamente. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó la formación de distintos grupos de promedios entre el control y los tratados con los diferentes productos, indicando la capacidad de mantener parámetros de calidad como PMMF, L, firmeza de la cáscara, resistencia a la caída (Cuadro 1), contenido de sólidos totales solubles (Cuadro 2) y gravedad de la antracnosis.

Sólo en la primera evaluación (7 días después de salir de la cámara de maduración), los productos ácido láctico, hipoclorito estabilizado al 4% y peróxido de hidrógeno + plata coloidal fueron ineficientes para promover valores más bajos de pérdida de masa.

Para los parámetros de color de cáscara, no se observaron diferencias para los valores de a^* y b^* en los diferentes tratamientos a lo largo del tiempo. Sólo el parámetro L^* (luminosidad o brillo) fue significativo el último día de evaluación (Cuadro 1). Todos los productos proporcionaron valores superiores al control, lo que indica eficiencia en el mantenimiento del brillo de la cáscara.

Bananos tratados con ácido láctico, azoxistrobina + fludioxinil (tanto por inmersión como por aerosol) y peróxido de hidrógeno + plata coloidal tuvieron pieles más firmes que el tratamiento control a los 7 días de salir de la cámara de frío (Cuadro 2). Sin embargo, no pudieron contener la pérdida de turgencia de la concha después de este tiempo. Al evaluar la firmeza de la pulpa se observó que los productos no diferían entre sí y eran ineficaces para mantener la firmeza.

Cuadro 1. Valores medios de pérdida de masa de materia fresca - PMMF (%), luminosidad – L*, fuerza de firmeza en la cáscara (N) y resistencia a la caída (N) de bananos del subgrupo Cavendish lavados con diferentes productos

Tratamientos	PMMF			L*			Fuerza de firmeza en la cáscara			Resistencia a la caída		
				Días después de la salida de la cámara fría ¹								
	7	10	13	7	10	13	7	10	13	7	10	13
Control	2.97 b	8.58 a	11.72 a	66.42 a	63.68 a	51.64 b	32.91 b	19.50 a	15.16 a	11.82 a	6.78 a	1.18 a
Ácido láctico	3.38 a	6.86 a	8.95 a	65.14 a	62.27 a	60.82 a	37.84 a	21.60 a	12.71 a	11.02 b	5.96 a	1.10 a
Azoxistrobina + fludioxinil	3.04 b	6.33 a	9.51 a	66.46 a	64.66 a	60.27 a	35.16 a	19.68 a	13.46 a	9.40 b	3.34 b	1.28 a
Azoxistrobina + fludioxinil (aerosol)	3.14 b	6.56 a	9.78 a	65.66 a	64.78 a	60.54 a	35.83 a	20.69 a	13.74 a	10.72 b	4.54 b	0.84 a
Fertilizante foliar orgánico	2.94 b	6.22 a	9.46 a	67.13 a	64.16 a	63.97 a	32.11 b	20.72 a	12.11 a	12.08 a	6.76 a	1.56 a
Hipoclorito estabilizado 4%	3.33 a	7.14 a	10.24 a	66.72 a	66.22 a	58.77 a	30.78 b	18.74 a	12.04 a	10.12 b	3.58 b	1.10 a
Peróxido de hidrógeno + plata coloidal	3.37 a	6.62 a	9.83 a	67.05 a	64.36 a	60.70 a	34.99 a	17.71 a	11.69 a	10.50 b	5.06 b	1.72 a
CV (%)	5.97	28.38	23.92	1.54	2.77	6.63	11.66	10.72	18.71	8.03	20.64	46.41

¹Separación de medias según la prueba de Scott Knott al 95% de probabilidad.

Cuadro 2. Valores medios de sólidos solubles totales (°brix) de bananos y severidad de la antracnosis (ABCPE) del subgrupo Cavendish lavados con diferentes productos.

Tratamientos	Sólidos solubles totales			ABCPE
	Días después de la salida de la cámara fría			
	7	10	13	
Control	23.40 b	24.74 a	23.52 a	199.45 a
Ácido láctico	23.80 a	25.98 a	24.82 a	190.90 a
Azoxistrobina + fludioxinil	22.20 e	23.94 a	23.62 a	198.80 a
Azoxistrobina + fludioxinil (aerosol)	23.00 c	25.38 a	23.42 a	218.80 a
Fertilizante foliar orgánico	22.30 e	23.64 a	22.00 a	193.65 a
Hipoclorito estabilizado 4%	23.08 c	25.30 a	23.54 a	214.80 a
Peróxido de hidrógeno + plata coloidal	22.24 e	25.26 a	23.92 a	184.25 a
CV (%)	0.63	5.20	6.40	11.06

¹Separación de medias según la prueba de Scott Knott al 95% de probabilidad.

En cuanto a la resistencia a la caída, se observaron diferencias significativas a los 7 y 10 días después de salir de la cámara de frío. Los valores más altos indican la necesidad de una mayor fuerza para promover el colapso. Por lo tanto, sólo el testigo, ácido láctico y fertilizante foliar orgánico promovieron una mayor integridad de los tejidos del pedú

Además de la resistencia a la caída, los productos mostraron diferencias significativas con relación al control para el contenido de sólidos solubles totales sólo en los días 7 y 10 (Cuadro 2). Ácido láctico, azoxistrobina + fludioxinil (ambas formas de aplicación), hipoclorito estabilizado al 4% y peróxido de hidrógeno + plata coloidal formaron un grupo de promedios a los 7 días que indican un menor grado de maduración de los frutos tratados con dichos productos. Si bien se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación de 10 días, los bajos valores de SST indican que los frutos están entrando en senescencia.

Finalmente, bajo las condiciones evaluadas, ningún tratamiento redujo el ABCPE (Cuadro 2). A diferencia de los resultados observados en este trabajo, varios autores demostraron que algunos de los ingredientes activos estudiados redujeron los

síntomas de la enfermedad en otros patosistemas (FURTADO et al., 2010; KANETIS et al., 2007), pero el peróxido de hidrógeno + plata coloidal tampoco redujo la severidad de la pudrición blanda en melocotoneros (CARVALHO et al., 2009). Se observó que los frutos presentaron una alta severidad de daños causados por trips, lo que podría facilitar el desarrollo de *C. musae* y, (MARTINS et al., 2020) en consecuencia, dificultar la acción de los productos evaluados.

CONCLUSIONES

Los productos no influyeron en los parámetros de color a^* y b^* y en la firmeza de la pulpa, ni provocaron los síntomas de antracnosis en frutos de banano. Las diferencias fueron más evidentes a los 7 días después de salir de la cámara de maduración, siendo ineficaces para mantener la calidad del fruto a los 10 y 13 días.

REFERENCIAS

1. Campbell CL, Madden L. Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Wiley, 532p., 1990.
2. Carvalho VL, Cunha RL, Chalfun NNJ, Moura PHA. Alternativas de controle pós-colheita da podridão-parda e da podridão-mole em frutos de pessegueiro. Rev. Bras. Frutic., v. 31, n. 1, p. 078-083, 2009
3. FAO – Food and Agriculture Organization. 2021. COVID-19: Guidance for preventing
4. transmission of COVID-19 within food. <https://www.fao.org/3/cb6030en/cb6030en.pdf> / Acesso en Octubre, 26, 2023.
5. Ferreira, DF. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45(2000), 235.
6. Furtado LM, Rodrigues AAC, Araújo VS, Silva LLS, CatarinoAM. Utilização de Ecolife® e Acibenzolar –s-metil (ASM) no Controle da Antracnose da banana em pós-colheita. Summa Phytopathologica, v.36, n.3, p.237-239, 2010.
7. Kanetis L, Förster H, Adaskaveg JE. Comparative efficacy of the new postharvest fungicides azoxystrobin, fludioxonil, and pyrimethanil for managing citrus green mold. Plant Disease, v. 91, p. 1502-1511, 2007.
8. Maro LAC, Lima JR, Negreiros RJZ. 2023. Manejo da banana na colheita e pós-colheita. In: Produção de Bananas em Santa Catarina. In: Guimarães GGF, Beltrame AB, Malburg JL, Maro LAC, Scherer RF, Negreiros RJZ. (Eds) Produção de banana em Santa Catarina. Epagri. Florianópolis, SC, Brazil, p. 223-251.
9. Martins RC, Leonel S, Souza JMA, Silva MS, Ferreira RB, Züge PGU, Lorenzetti ER, Bueno CROF. Yield, seasonality and plant health care of banana ‘BRS Conquista’ covered with different coloured polyethylene bags. SEMINA: CIÊNCIAS AGRÁRIAS 41(6):2977-2990, 2020

-
10. Moraes WS, Zambolim L, Lima JD. Quimioterapia de banana ‘prata anã’ no controle de podridões em pós-colheita. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.75, n.1, p.79-84, 2008.