



Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia

ISSN: 0254-0770

revistatecnica@fing.luz.edu.ve

Universidad del Zulia

República Bolivariana de Venezuela

Edwin Edison Jaramillo Aguilar; Hugo Francisco Ramón Mendoza; Juan Carlos Nava Luzardo
Alternativas Ecológicas para el Control de la Pudrición de la Corona del Fruto de Banano (Musa AAA)

Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería,
Universidad del Zulia, vol. 45, núm. 3, 2022, pp. 147-155

Universidad del Zulia
Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.22209/rt.v45n3a01>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=605781791001>

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

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia



REVISTA TÉCNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- REDALYC
- REDIB
- SCIELO
- DRJI
- INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL
- LATINDEX
- DOAJ
- REVENCYT
- CHEMICAL ABSTRACT
- MIAR
- AEROSPACE DATABASE
- CIVIL ENGINEERING ABTRACTS
- METADEX
- COMMUNICATION ABSTRACTS
- ZENTRALBLATT MATH, ZBMATH
- ACTUALIDAD IBEROAMERICANA
- BIBLAT
- PERIODICA

UNIVERSIDAD DEL ZULIA



REVISTA TÉCNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Jesús Enrique Lossada – Primer rector en la reapertura de LUZ 1946
Abogado, docente, poeta, escritor, ensayista, dramaturgo,
traductor, parlamentario, periodista y profesor universitario zuliano.

Alternativas Ecológicas para el Control de la Pudrición de la Corona del Fruto de Banano (*Musa* AAA)

Edwin Edison Jaramillo Aguilar¹, Hugo Francisco Ramón Mendoza¹,
Juan Carlos Nava Luzardo*²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador

²Facultad de agronomía, Universidad del Zulia. Apartado postal 4005. Maracaibo, Venezuela

*Autor de correspondencia: navauniversidaddelzulia@gmail.com

<https://doi.org/10.22209/rt.v45n3a01>

Recepción: 15 de marzo 2022 | Aceptación: 30 de junio de 2022 | Publicación: 01 de septiembre de 2022

Resumen

El cultivo del banano (*Musa* AAA) en Ecuador ha sido un rubro importante en cuanto al desarrollo económico y social, requiriéndose en la actualidad de alternativas ecológicas para contrarrestar las pérdidas en el manejo postcosecha. Por ello, esta investigación consistió en evaluar los efectos de diferentes tratamientos (T1: tiabendazol + imazalil, T2: imazalil, T3: tiabendazol, T4: hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), T5: citronela (*Cymbopogon nardus*), T6: canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y T7: árbol de té (*Melaleuca alternifolia*)), para el control de la pudrición de la corona del fruto; lográndose determinar la menor severidad de la enfermedad y el menor grado de maduración. El análisis de varianza indicó que existieron diferencias estadísticamente significantes ($p < 0,05$) entre T7 y los demás tratamientos aplicados, presentando un control de 140,9 del área bajo la curva del progreso de la enfermedad y la menor escala de maduración (1: coloración verde). De esta manera, el aceite esencial de árbol de té (T7) fue identificado como el mejor tratamiento, considerándose como una alternativa ecológica para el control de la pudrición de la corona del fruto de banano, con la menor severidad y el menor grado de madurez.

Palabras clave: árbol de té; control biológico; madurez; *Musa* AAA; severidad.

Ecological Alternatives to Control of Banana Fruit Crown Rot (*Musa* AAA)

Abstract

Banana cultivation (*Musa* AAA) in Ecuador has been an important item in terms of economic and social development. Ecological alternatives are required to counteract losses in post-harvest handling, therefore, the research consisted of evaluating the effects of T1: thiabendazole + imazalil; T2: imazalil; T3: thiabendazole; T4: lemongrass (*Cymbopogon citratus*), T5: citronella (*Cymbopogon nardus*), T6: cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*), and T7: tea tree (*Melaleuca alternifolia*)), for the control of crown rot disease in banana fruit, determining the lower severity of the disease and the lower degree of maturation. The analysis of variance indicated that there were statistically significant differences ($p < 0.05$) in T7 with respect to the other treatments, presenting a control of 140.9 of the area under the disease progress curve and the lowest maturation scale with 1 (green color), being the best treatment. The essential oil of tea tree, is ecological alternatives, was achieved in the control of crown rot in banana fruit, with less severity of the disease and lesser degree of maturity of the fruit.

Keywords: tea tree; biological control; maturity; *Musa* AAA; severity.

Alternativas ecológicas para o controle da podridão da coroa do fruto da bananeira (*Musa* AAA)

Resumo

O cultivo de banana (*Musa* AAA) no Equador tem sido um item importante em termos de desenvolvimento econômico e social, exigindo atualmente alternativas ecológicas para compensar as perdas no manejo pós-colheita. Portanto, esta pesquisa consistiu em avaliar os efeitos de diferentes tratamentos (T1: tiabendazol + imazalil, T2: imazalil, T3: tiabendazol, T4: cidreira (*Cymbopogon citratus*), T5: citronela (*Cymbopogon nardus*), T6: canela (*Cinnamomum zeylanicum*) e T7: tea tree (*Melaleuca alternifolia*), para o controle da podridão da coroa dos frutos; sendo capaz de determinar a menor gravidade da doença e o menor grau de maturação. A análise de variância indicou que houve diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o T7 e os demais tratamentos aplicados, apresentando um controle de 140,9 da área sob a curva de progresso da doença e a menor escala de maturação (1 : coloração verde). Desta forma, o óleo essencial de melaleuca (T7) foi identificado como o melhor tratamento, considerando-o como uma alternativa ecológica para o controle da podridão da coroa do fruto da bananeira, com a menor severidade e o menor grau de maturidade.

Palavras-chave: árvore do chá; controle biológico; maturidade; *Musa* AAA; severidade.
árvore do chá controle biológico maturidade *Musa* AAA severidade

Introducción

Ecuador sigue siendo el principal exportador mundial de banano y representa el 30 % de la oferta mundial. Además, debido a la demanda de los consumidores en los mercados externos más exigentes, representa el 15 % de las exportaciones totales y segundo rubro de exportación más importante del país. En este sentido, la exportación de banano ecuatoriano ha mantenido un crecimiento sostenido, aumentando su productividad, con mayor número de cajas por hectárea (MAGAP, 2017). Al respecto, Vásquez (2017) indicó que la producción de banano en Ecuador es suficiente para cumplir con la tercera parte de las exportaciones a nivel global, debido a que su comercialización oscila entre las 80 y 85 millones de cajas de la producción mundial de este fruto. No obstante, se presentan grandes pérdidas económicas por enfermedades desarrolladas en la postcosecha, resultando en el rechazo del producto ya procesado o embarques en los puertos marítimos de exportación de frutos. Ante los efectos de la climatización, que deteriora la corona del banano, se realizan tratamientos químicos con mertect 20-S y fungaflor para minimizar su deterioro (Vademécum, 2017), sin embargo, se hace necesario la evaluación de alternativas ecológicas para el control de esta y otras enfermedades.

Chero (2020) señaló que la enfermedad de pudrición de la corona en frutos de banano viene generando pérdidas económicas a los productores. Para Scribano y Garcete (2016) la pudrición de la corona en el fruto de banano, se ve estimulada por un conjunto de hongos que causan una gran pérdida del fruto procesado. Es una enfermedad que se desarrolla en la postcosecha, debido a que el fruto se ve expuesto a varios patógenos, como: *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Gloeosporium musarum*, *Botryodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis* spp., *Ceratocystis* spp. y *Verticillium* spp. Estos hongos se encuentran generalmente en la hojarasca, restos florales o brácteas, y se alojan en el fruto al momento de su lavado o desmane (separación de las manos del racimo). La enfermedad ocasiona el ablandamiento superficial del fruto, ya sea en la corona o en el raquis, tomando una coloración marrón oscuro a negro con manchas blanquecinas o rosadas, que a medida que avanza afecta a los pedicelos y en casos severos a los dedos individuales, ocasionando su desprendimiento de la corona. La enfermedad (a partir del tejido enfermo) se propaga hacia el cuello del dedo y con el tiempo, hacia el resto del fruto. Se inicia con la infección en la zona de corte, debido a las heridas producidas en el proceso de desmane, las mismas que dan lugar a la germinación de las esporas de los hongos que penetran en las coronas (Ancota *et al.*, 2013).

Aguilar *et al.* (2021) señalaron que en el manejo del rubro banano es necesario implementar estrategias de manejo integrado con difusión de los conocimientos de las diferentes enfermedades. Arribas (2018), por su parte, mencionó que debido a todos los problemas de salud pública y repercusiones ambientales generados por el uso de agroquímicos durante todo el manejo del cultivo, se necesita el desarrollo de productos naturales eficaces en el control biológico de enfermedades, que no provoquen efectos secundarios y que provengan de fuentes renovables como son las plantas. Así mismo, Villasmil *et al.* (2022) destacaron que la producción con alternativas ecológicas es

un sistema mediante el cual se busca mejorar las condiciones del ambiente y lograr mantener en el tiempo un agroecosistema más saludable, implementando un programa de manejo a base de productos orgánicos.

Entre las diferentes alternativas ecológicas que se podrían utilizar para el control de la enfermedad de la pudrición de la corona en banano, se encuentra: 1) Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), que es una yerba perenne perteneciente a la familia Poaceae. Tiene varias funciones biológicas como la actividad antifúngica y bacteriana (Soto *et al.*, 2017); 2) Citronela (*Cymbopogon nardus*), pertenece al orden Poales, familia Poaceae. Produce un aceite esencial a partir de la destilación por vapor de sus partes aéreas, entre otras (Arribas, 2018); 3) Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), pertenece a la familia Ranales; su aceite esencial se extrae de la corteza del árbol. Se han realizado estudios para conocer su actividad antifúngica sobre *Colletotrichum musae* (Roselló *et al.*, 2015); 4) Árbol de té (*Melaleuca alternifolia*), se obtiene mediante la destilación de las hojas y ramas frescas (Cabello *et al.*, 2016); 5) Tiabendazol, tiene una acción sistémica para el control de la enfermedad de la pudrición de la corona en banano, en la cual reduce la incidencia de patógenos, como: *Gloeosporium musarum*, *Colletotrichum musae*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Ceratocystis paradoxa*, *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium roseum* y *Verticillium theobromae* y 6) Imazalil, cuya función es crear permeabilidad de los hongos, y su dosis recomendada oscila entre 0,5 y 0,8 g/l para el control de los patógenos *Fusarium roseum*, *Verticillium theobromae* y *Colletotrichum musae*, causantes de la enfermedad de la pudrición de corona en banano (Vademécum, 2017).

En este contexto, el objetivo de la investigación fue evaluar alternativas ecológicas para el control de la pudrición de corona en el fruto de banano, determinando la menor severidad de la enfermedad y el menor grado de madurez, con la finalidad de aportar opciones de tratamiento que puedan ser utilizadas en el manejo del rubro banano.

Materiales y Métodos

Localidad de experimentación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Se localiza en las coordenadas geográficas: 3°15'52" S y 79°57'04" O. La zona tiene un clima cálido tropical, moderado, con una humedad de 80 %, temperatura media anual de 25 °C y precipitación alrededor de 700 mm/año (INAMHI, 2018).

Muestras de bananos

Las muestras de banano se obtuvieron de unidades productivas (que hubiesen presentado la enfermedad) cercanas a la localidad de experimentación. Se cosecharon 20 racimos con edad de 12 semanas (tiempo establecido por la exportadora para el corte del racimo en campo); se llevaron al laboratorio, se lavaron con agua destilada, eliminándose manualmente las flores restantes para posteriormente realizar la separación de las manos del racimo. Se realizó la aplicación de cada tratamiento (una sola vez) a los clústeres (mano de banano dividida) con una asperjadora de espalda tipo mochila. Luego, se colocaron en cajas de cartón (utilizadas para exportación), debidamente identificadas según el tratamiento.

Tratamientos aplicados

Los aceites esenciales (hierba Luisa, citronela, canela y árbol de té) fueron proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, siendo obtenidos mediante la destilación de hojas y ramas frescas o extracción directa de la corteza del árbol. El tiabendazol e imazalil fueron adquiridos en una distribuidora comercial local, ya que son los que se utilizan en el manejo postcosecha del banano en la región. Para pesar la cantidad a usar de imazalil, se utilizó una balanza electrónica marca KERN, modelo: PCB 350-3, Alemania. Cada preparación se aplicó para cada tratamiento con sus repeticiones (Tabla 1).

Clasificación y medición de las variables

Se evaluaron dos variables que infieren en la calidad del fruto en postcosecha: afectación de la pudrición de corona (menor severidad de la enfermedad) y el menor grado de madurez. Dicha evaluación se realizó en diez clústeres (mano de banano dividida) almacenados en cajas de cartón que se usan para la exportación de banano. La

temperatura fue de 18 °C, humedad de 50 % e iluminación de 500 lux. Para cada tratamiento establecido, se determinó la escala del avance que afectó a la corona.

Tabla 1. Tratamientos aplicados para el control de la pudrición de la corona de banano.

Tratamiento	Tipo y concentración
1	Tiabendazol + imazalil: 5 ml/l
2	Imazalil: 6 g/l
3	Tiabendazol: 5 ml/l
4	Hierba Luisa: 5 ml/l
5	Citronela: 5 ml/l
6	Canela: 5 ml/l
7	Árbol de té: 5 ml/l
8	Agua destilada (testigo)

Escalas de medición

Para la determinación del índice de afectación en la pudrición de la corona del banano se utilizó la escala de Frossard (Cartaya *et al.*, 2011), la escala tiene 9 niveles para la pudrición de corona de banano, siendo el número 1 cuando la fruta está totalmente sana y 9 cuando la pudrición llega hasta la pulpa (Figura 1): según escala de Frossard, basada en la escala de la *United Fruit Corporation*: 1) sin micelio, 2) presencia de micelio, 3) ¼ de pudrición, 4) ½ pudrición, 5) ¾ pudrición, 6) pudrición, 7) ½ del pedúnculo, 8) todo el pedúnculo, 9) pulpa (Sánchez *et al.*, 2021).

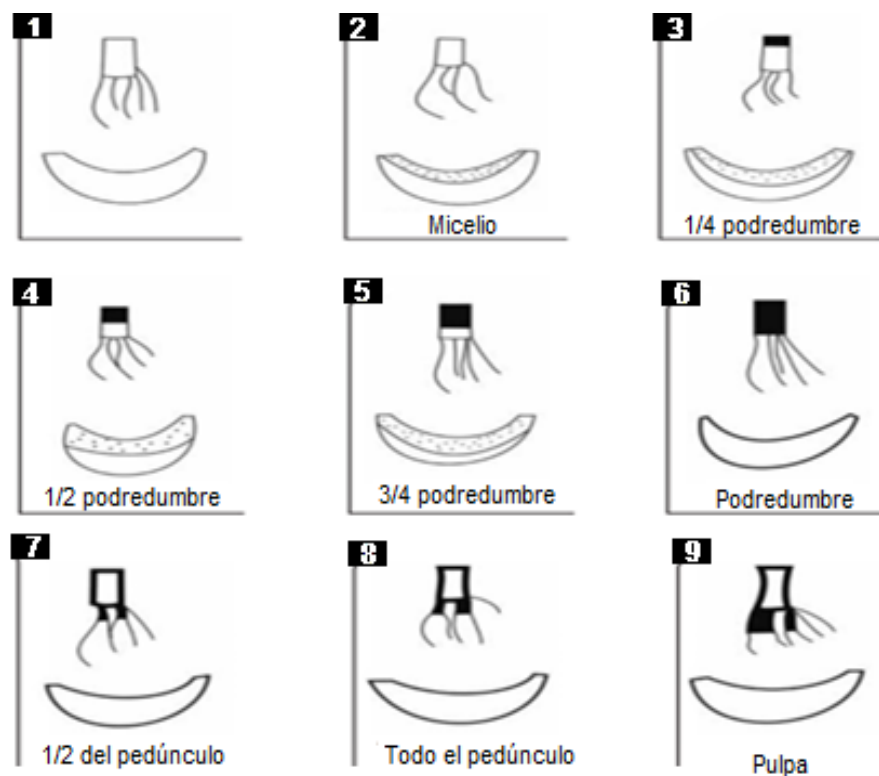


Figura 1. Determinación del índice de afectación en la pudrición de la corona del banano (escala de Frossard) (Cartaya *et al.*, 2011).

Para la evaluación del grado de maduración en el banano se utilizó la escala de Soto (2008). Se evaluó durante 21 días (tiempo que tarda el fruto de banano en llegar a su destino final), teniendo en cuenta que la coloración del fruto parte desde verde hasta amarillo con pecas oscuras, lo cual significa que alcanzó su etapa de madurez. Esta escala de maduración tiene 7 niveles, el nivel 1 es el fruto color verde; 2: verde claro; 3: verde amarillento; 4: más amarillo que verde; 5: amarillo con puntos verdes; 6: totalmente amarillo y 7: amarillo con puntos café (Figura 2).



Figura 2. Escala para la evaluación del grado de maduración en el banano (Soto, 2008).

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 8 tratamientos y 10 repeticiones para cada uno. Se realizó un análisis paramétrico de la varianza (ANOVA) y comparación múltiple de medias (prueba de Tukey con una significancia del 95 %), para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS® (SAS, 2020). Se utilizó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) como herramienta estadística en el análisis del comportamiento (Madden *et al.* 2007), durante los 21 días de experimentación. Se generó un archivo con los datos generados de los 9 niveles para la pudrición de corona de banano, para realizar los respectivos análisis. Además, se aplicó la prueba de Friedman, ANOVA no paramétrico, para la variable maduración de frutos. Inicialmente, se realizó un análisis exploratorio para comprobar la homocedasticidad y normalidad de los datos en las variables pudrición de la corona y maduración de frutos.

Modelo matemático

El modelo matemático del diseño completamente al azar (DCA), se simboliza con la Ecuación 1 (Box *et al.*, 2008):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, t$ (número de tratamientos)
 $j = 1, 2, \dots, b$ (número de repeticiones)

Donde: Y_{ij} es la variable evaluada, μ la media general del ensayo, τ_i los efectos de los tratamientos y ϵ_{ij} el error experimental

Resultados y Discusión

El análisis de varianza indicó que existieron diferencias estadísticamente significantes ($p < 0,05$) de T7 con respecto a los demás tratamientos, presentando un control con valor de 140,90 del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), siendo el mejor tratamiento para controlar la pudrición de corona en el fruto de banano, en comparación con los valores intermedios de T3: 151,45; T1: 153,70; T2: 160,15; T4: 162,55 y T5: 168,50, con menor control, siendo estadísticamente inferiores a T6, mostrando la mayor ABCPE, con un valor máximo de 180,80, indicando que no realizó control en la pudrición de la corona en el fruto (Tabla 2 y Figura 3).

Tabla 2. Resultados del ANOVA para la pudrición de la corona del fruto de banano, de acuerdo con los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Media	Repetición	Grupos*
7	140,90	10	a
3	151,45	10	ab
1	153,70	10	ab
2	160,15	10	bc
4	162,55	10	bc
5	168,50	10	cd
6	180,80	10	d

*Letras distintas en la columna indican diferencias significativas (prueba de Tukey para $p < 0,05$).

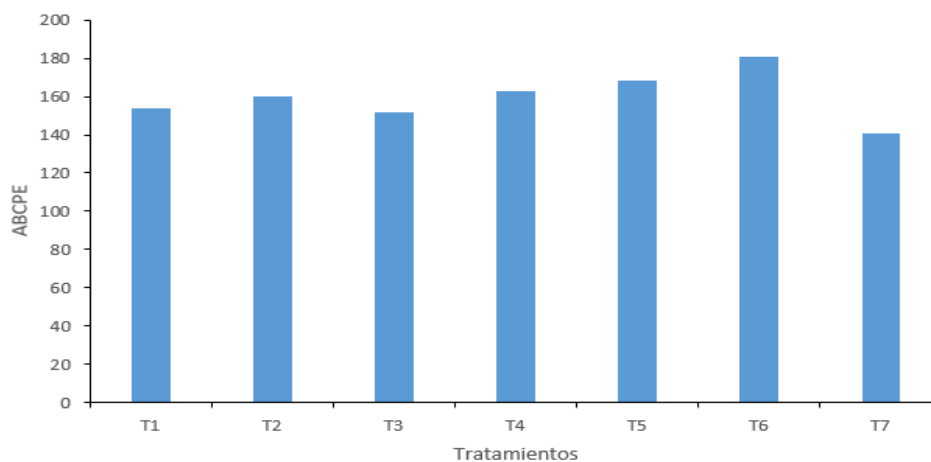


Figura 3. Severidad de la pudrición de la corona del fruto de banano. ABCPE (área bajo la curva del progreso de la enfermedad).

Los resultados indicaron que el T7 fue el que presentó mayor cantidad de frutos sanos sin ningún tipo de micelio ni podredumbre. Al contrario el T6 fue el que más porcentaje de micelio en fruto presentó, con menores niveles de control y menos frutos sanos, sin actividad preventiva, ni curativa, por lo que no se recomienda utilizar la canela en el control de la enfermedad. El tiabendazol y el imazalil presentaron control (son utilizados en la zona),

pero por debajo del árbol de té, reflejándose una nueva opción en las diferentes unidades productivas. T4 y T5 presentaron menor control, no recomendándose su uso en programas de manejo de la pudrición de la corona.

Los resultados coincidieron con los reportados por Torres y Jaramillo (2017) con valores de control de 138,60 y 144,62 de ABCPE, utilizando otras alternativas ecológicas como aloe vera y moringa respectivamente. Los resultados igual coincidieron con los de Silva *et al.* (2015) y Quihui *et al.* (2017), quienes señalaron que el uso del árbol de té, mostró control de la enfermedad, sin provocar disminución, ni daño en la calidad de la masa del fruto. Chauhan, *et al.*, (2014) reportaron control de la enfermedad, con aplicación de extractos de aloe vera. Droby *et al.* (2013), mencionaron que la reciente tendencia está cambiando hacia alternativas ecológicas más seguras y que faciliten el control de los daños.

Se presenta el árbol de té como una alternativa ecológica para el control de la pudrición de corona en el fruto de banano, coincidiendo con Sánchez *et al.* (2021) quienes reflejaron que las alternativas ecológicas presentan eficiencia en el control de la enfermedad de pudrición de corona en banano y con Nava *et al.* (2021) indicando, que es necesario obtener diferentes alternativas y/o extractos que puedan ser utilizados en una producción limpia y sostenible del rubro.

La pudrición de corona se debería manejar como un conjunto de prácticas coordinadas, con la supervisión constante, por lo tanto, se considera necesario que en las diferentes unidades productivas se revise semanalmente la presencia de la enfermedad, analizando la situación, tomar acciones necesarias con la opción de alternativas ecológicas.

Las diferentes unidades productivas podrían utilizar el árbol de té y seguir probando otras alternativas ecológicas para reducir los efectos de la pudrición de corona, teniendo en consideración las regulaciones, las diferentes normas establecidas, y que los consumidores demandan la reducción de químicos en los tratamientos postcosecha, además de que algunos productos utilizados han presentado resistencia y que en la producción de banano orgánico no pueden ser utilizados agroquímicos, debido a las normas que regulan la agricultura orgánica.

En cuanto a las diferentes escalas de maduración del fruto, las diferencias encontradas en la prueba de Tukey ($p < 0,05$) mostraron que T7, presentó el menor valor de maduración (valor de 1: coloración verde), observándose que los tratamientos T1, T3 y T6, presentaron valor de 7 en la escala para la evaluación del grado de maduración en el banano, llegando a maduración completa. T5 presentó un valor de 2,5; T2 y T4: valores de 4,5 (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de la prueba de Friedman para la maduración del fruto.

Prueba de Friedman							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	p
7	4,5	7	4,5	2,5	7	1	<0,0001
Tratamiento	Media	Grupos*					
7	1	a					
5	2,5	bc					
4	4,5	de					
2	4,5	de					
1	7	f					
6	7	f					
3	7	f					

*Letras distintas en la columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Por lo tanto, el aceite esencial de árbol de té presentó el índice menor, tendiendo a inhibir el desarrollo de los patógenos en la corona del fruto, evidenciándose que su efecto superó al resto de los tratamientos, inclusive a los fungicidas de origen químico que comúnmente se utilizan para el proceso de postcosecha. Es una alternativa

ecológicamente amigable para los productores de banano, por lo que se deberían actualizar conocimientos sobre el manejo de alternativas ecológicas en el rubro banano en la búsqueda de disminuir la presencia de enfermedades postcosecha del fruto, que causan rechazos en los mercados y al mismo tiempo contar con diferentes opciones para sustituir el uso de agroquímicos.

Conclusiones

El uso de aceite esencial de árbol de té representa una alternativa ecológica en el control de la pudrición de la corona en el fruto de banano, con la menor severidad de la enfermedad y el menor grado de madurez. La canela, por su parte no demostró control sobre la enfermedad, mientras que hierba Luisa y citronela exhibieron poco control.

Se demostró que es factible realizar un manejo de la enfermedad sin el uso de agroquímicos, en la búsqueda de disminuir el impacto negativo a las personas y al ambiente, por el uso de estos productos químicos.

No se recomienda el uso de canela, hierba Luisa y citronela en el control de la pudrición de la corona en el fruto de banano. Se sugiere seguir realizando investigaciones con otras alternativas ecológicas en musáceas y otros rubros, para detallar aún más la naturaleza y el efecto de cada una de ellas.

Referencias Bibliográficas

Aguilar, R., Arévalo, C., Morales, A., Galecio, M. (2021). Hongos asociados a la necrosis de haces vasculares en el cultivo de banano orgánico: síntomas, aislamiento e identificación, y alternativas de manejo integrado. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 249-256.

Ancota, R., Raymundo B., Bejarano, A., Duque, A. (2013). Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa* spp. L.) en Piura, Perú. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(1), 70-81.

Arribas, A. (2018). *Evaluación de aceites esenciales de citronela, melisa y sándalo como agentes de biocontrol de hongos necrotrofos in vitro e in vivo*. Tesis de grado. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Box, G., Hunter, J., Hunter, W. (2008). *Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento*. 2^{da} ed. Barcelona: Editorial Reverté.

Ceballos, M., Guerra, J., Fernández, L., López, C. (2016). Administración accidental de aceite puro esencial de árbol de té (*Melaleuca alternifolia*) en lactantes. *Revista de Pediatría de Atención Primaria*, 18, 25-28.

Chauhan, S., Gupta, K., Agrawal, M. (2014). Application of biodegradable *Aloe vera* gel to control post harvest decay and longer the shelf life of grapes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(3), 632-642.

Chero, K. (2020). *Control de Thielaviopsis paradoxa y Colletotrichum musae asociado a la pudrición de la corona del banano y detección de sus fuentes de inóculo*. Tesis de grado. Piura: Universidad Nacional de Piura.

Droby, S., Wisniewsky, M., El Ghaouth, A., Wilson, C. (2013). Influence of food additives on the control of postharvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product Aspire. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 127 - 135.

INAMHI. (2018). *Boletín agroclimático decadal*. Boletín informativo No. DEI-BAD-30-2018. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Madden, L., Hughes, G., Van Den Bosch, F. (2007). *The study of plant disease epidemics*. St. Paul: APS Press.

MAGAP. (2017). *Necesidades del cultivo de banano*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca (MAGAP). Ecuador.

- Nava, J., Urdaneta, T., Centanaro, P. (2021). Alternativas ecológicas de control de *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de plátano. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 44(3), 199-207.
- Quihui, L., Morales, G., Valbuena, E., Campos, J., Silvia, N., López, M. (2017). Membrana de quitosano con aceites esenciales de romero y árbol de té: potencial como biomaterial. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 38(1), 255-264.
- Roselló, J., Sempere, F., Sanz, I., Chiralt, A., Santamarina, M. (2015). Antifungal activity and potential use of essential oils against *Fusarium culmorum* and *Fusarium verticillioides*. *TEOP*, 18(2), 359-367.
- Sánchez, P., Jaramillo, E., García, R. (2021). Evaluación de dosis de extracto etanólico de canela más agua ozonificada en pudrición de corona de banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 19-25.
- Scribano, F., Garcete, V. (2016). Eficiencia de fungicidas de síntesis y orgánicos sobre la pudrición de corona del fruto de banano *Musa acuminata* Colla en la provincia de Formosa, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 1-6.
- SAS. (2020). *SAS Studio user's guide: statistics*. Version 15.1. Statistical Analysis System (SAS). Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Silva, M., Freitas, K., Balbi-Peña, M., Clemente, E., Stangarlin, J., Itako, A. (2015). Control del moho azul en poscosecha de manzana con productos naturales. *Idesia*, 33(2), 57-63.
- Soto, M. (2008). *Banano. Técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización*. 3^{era} ed. San José: Litografía e Imprenta LIL.
- Soto, M., Alvarado, P., Rosales, L., Cerna, J. (2017). Efecto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*, hierba Luisa en los niveles de ansiedad de estudiantes de educación secundaria. *Revista In Crescendo*, 8(1), 26-33.
- Vademécum (2017). *Cultivo de banano*. [en línea] disponible en: <https://www.vademecum.com.ecu> [consulta: 10 julio 2022].
- Vásquez, R. (2017). El impacto del comercio del banano en el desarrollo del Ecuador. *Revista Afese*, 53, 167-182.
- Villasmil, R., Nava, J., Portillo, E., Díaz, E. (2021). Efecto del manejo agroecológico sobre el crecimiento de plántulas de *Theobroma cacao* L. en fase de vivero. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 45(1), 16-25.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Vol. 45. N°3, Septiembre - Diciembre, 2022

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en Agosto 2022, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientificaluz.org