

Aceite parafínico de origen renovable para el control de Sigatoka negra en plantaciones de bananas

Diego Romero^{1*}; Benjamin Swoboda¹

¹TotalEnergies Fluids, campo experimental Monreri, La Rita, Guápiles, provincia de Limon, Costa Rica.

***Autor de**

Correspondencia:

Diego Romero
diego.romero@totalenergies.com

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Fitosanidad

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Romero D y Swoboda B.
2024. Aceite parafínico de
origen renovable para el
control de Sigatoka negra
en plantaciones de bananas.
Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia 1(1):
37
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2437>

RESUMEN

Se han evaluado una serie de formulaciones de aceite de parafina renovables, no provenientes de origen fósil (léase hidrocarburos) para su uso como adjuvante de fungicidas en el control de Sigatoka negra en plantaciones de bananas. Doce aplicaciones fueron programadas, comparando la formulación experimental renovable con el standard (fósil), manifestando un nivel de control igual, tanto a nivel de hoja más joven infectada, hoja más joven con estrías, cantidad final de hojas e índice de severidad de 49,7% y 48,4% vs 91,0% sobre el testigo no tratado. La economía en emisión de equivalentes CO₂ entre ambos orígenes es de aproximadamente + 745 Kg/T para el fósil contra -2500Kg/MT para aceite de origen renovable.

Palabras clave: *Musa* spp., *Pseudocercospora fijiensis*, aceite mineral, renovable, carbono neutral, CO₂ equivalente, Fitosanidad.

ABSTRACT

A series of renewable paraffin oil formulations, not of fossil origin (read hydrocarbons), have been evaluated for use as a fungicide adjuvant in the control of black Sigatoka in banana plantations. Twelve applications were programmed, comparing the renewable experimental formulation with the standard (fossil), showing an equal level of control, both at the level of youngest leaf infected, youngest leaf spotted, number of leaves and severity index, achieving 49.7% and 48.4% vs 91.0% over the control. The saving in CO₂ equivalent emissions between both sources is approximately + 745 Kg/T for fossil oil versus -2500 Kg/MT for oil of renewable origin.

Keywords: *Musa* spp., *Pseudocercospora fijiensis*, mineral oil, renewable, carbon neutral, CO₂ equivalent, phytosanity.



INTRODUCCIÓN

Los aceites minerales derivados de petróleo han sido utilizados desde finales del siglo XIX, inicialmente como insecticidas y/o acaricidas en cultivos perenes, presentándose como emulsiones de kerosene para aplicación a la salida de la dormancia (Agnello, 2002). El aceite de petróleo se introdujo en el cultivo de banano para el combate de la Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) a inicios de 1950s y cambio por completo las estrategias y la eficiencia en el combate de la enfermedad (Ganry J., Laville E. 1983). Un cambio trascendental fue la reducción del volumen de caldo a utilizarse por hectárea, iniciando con 2.571 L ha⁻¹ para mezcla bordelesa, y otros fungicidas acuosos como el Zineb, aplicados vía terrestre para pasar a mezclas de aceites de petróleo bajo el concepto de bajo volumen, para un total de 93,5 L ha⁻¹.

Con la llegada de la aplicación aérea en los años 1970s, los volúmenes de aplicación se vieron reducidos hasta llegar a aplicar 23 L ha⁻¹, practica aun utilizada en la actualidad, considerándose de Ultra Bajo Volumen, logrando niveles de control aceptables para la industria. Un nuevo episodio se abre posterior al acuerdo europeo denominado Green Deal de 2019 sobre el común acuerdo de países, empresas públicas y privadas al aceptar convertirse en carbono neutral a un horizonte 2050. En el caso particular de Europa, la Comisión Europea ha adoptado una serie de propuestas para que las políticas climáticas, energéticas, de transporte y fiscales de la UE sean las adecuadas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos 55% de aquí a 2030, tomando como base el año 1990.

A nivel de emisiones de equivalentes CO₂ por parte de las diferentes industrias agroexportadoras, la actividad bananera si bien no es catalogada como de las principales emisoras, como es el caso de la ganadería con 60 KG CO₂ eq. por kilo de carne producido, forma parte de este grupo debido tanto a la intensidad en el consumo de agroquímicos y fertilizantes como por su distribución geográfica y su impacto en emisiones a través del transporte marítimo para arribar a los centros de consumo. Según estimaciones recientes (Poore, Nemecek 2018) la actividad bananera produce 0.8 Kg de equivalentes CO₂ por cada kg de banana producida, lo que puesto en perspectiva representaría para una economía que produce y exporta 100.000 T de bananas por año, algo así como 80.000 T de equivalentes CO₂ por año.

Una nueva tecnología basada en aceite de parafina de origen renovable, fuente alternativa al origen fósil del petróleo, viene a aportar una solución para reducir las emisiones de CO₂ y equivalentes por parte de la industria bananera, garantizando al mismo tiempo los mismos niveles de eficacia y selectividad ofrecidos por los aceites

de parafina de origen fósiles. El siguiente trabajo busca demostrar esta hipótesis, es decir la independencia del origen de un aceite de parafina sobre la eficacia y selectividad de este. El uso de aceites parafínicos de origen renovable se presenta como una solución integral, tanto a nivel agronómico como ambiental al contribuir positivamente a la reducción de gases a efecto invernadero en la cadena productiva, respondiendo de una manera directa al compromiso ambiental asumido por muchas de las compañías que operan en el mercado. Cabe destacar que tanto los insumos como procesos para la fabricación del aceite parafínico renovable son auditados externamente bajo el standard ISCC+ y que su LCA, análisis de Ciclo de Vida, es actualizado regularmente, al menos una vez al año, para dimensionar su aporte en términos de Kg CO₂ eq/T de producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el área experimental Monreri, ubicado en la Rita, Guápiles, en la provincia de Limón, Costa Rica. Se utilizaron plantas de banano de cultivo de tejidos de Grande Naine. La unidad experimental estuvo compuesta por 9 plantas de banano, sembradas en parcelas a 2,50 m entre plantas. El ensayo siguió un diseño completamente aleatorio, cada tratamiento se replicó tres veces. Las hileras fronterizas entre tratamientos se plantaron con *Musa textilis*, una variedad tolerante a la Sigatoka negra.

Todos los tratamientos se aplicaron utilizando una motobomba de espaldas para un volumen total de 23 L ha⁻¹. Los productos ensayados se aplicaron en una emulsión de aceite y agua utilizando una dosis de 5 L ha⁻¹ y un emulsionante de uso común en la industria de base alcohol graso etoxilado, a una concentración de 1% del volumen de aceite utilizado. La primera aplicación se realizó el 26 de noviembre de 2022 (semana 47) y el último el 30 de enero (semana 5). Se realizaron un total de 12 aplicaciones para todos los tratamientos.

A nivel de productos, dos formulaciones de aceite de parafina renovables han sido evaluadas (DEV2061 y DEV2065) en comparación con el aceite de parafina de origen fósil, actualmente disponible en el mercado (Cuadro 1).

Cuadro 1. descripción de los tratamientos

Tratamiento	Dosis (L ha ⁻¹)
1. DEV2061 (renovable)	5.0
2. DEV2065 (renovable)	5.0
3. Aceite comercial (Fósil)	5.0
4. Plantas no tratadas	---

Evaluación

Semanalmente se evaluaron las siguientes variables: hojas totales por planta, hoja más joven con estrías, hoja más joven con manchas y severidad de la enfermedad. Las evaluaciones de enfermedades fueron realizadas una vez que la primera hoja aplicada alcanzó la posición #4 y cada 7 días hasta dos semanas después de la última aplicación. La respuesta al tratamiento contra la Sigatoka negra se evaluó mediante la escala de Stover modificada por Gauhl.

El análisis estadístico se realizó con el programa INFOSTAT, mediante comparación múltiple prueba (DGC) para cada parámetro. Para el análisis estadístico, los parámetros evaluados se transformaron como Área bajo el curva (AUC). AUC es una operación matemática que representa la suma de cada parámetro evaluado, entre dos fechas de evaluación, multiplicado por los días entre las evaluaciones: $(X \text{ semana } 21 + X \text{ semana } 22) / 2 * \text{Días semana } 50 - 51$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índices como la hoja más joven infectada (YLI) y la hoja más joven manchada (YLS) son comúnmente utilizado por la mayoría de las empresas bananeras y productores independientes. En todas las figuras, el eje X representa la semana y el eje Y: YLI, YLS, número total de hojas o índice de gravedad de la enfermedad

Hoja más joven infectada (YLI) y hoja más joven con manchas (YLS). Los valores de YLI varían entre 4,5 y 4,8 para las formulaciones de aceite evaluadas (Cuadro 2). La figura 2 muestra que las formulaciones de aceites renovables y fósiles tuvieron una tendencia casi idéntica.

El análisis estadístico indica que no hubo diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas (b) sólo entre los tratamientos con aceite y las plantas no tratadas (a). Para el parámetro de la mancha foliar más joven (YLS), los resultados para las formulaciones oscilaron entre 5,4 a 5,8 (Cuadro 2). Como era de esperar, los resultados más bajos de YLS se obtuvieron en el grupo no tratado de plantas.

El resultado alto de Pr del análisis estadístico para YLS indica que la probabilidad de que los valores de YLS reflejen el efecto de los tratamientos fue muy baja: Pr= 0,2270 (Figura3, Cuadro 3).

Cuadro 2. Promedio de los parámetros de la enfermedad (no transformado a AUC-área bajo la curva)

Tratamiento	YLI	YLS	Numero de hojas	Severidad
1. DEV2061 (renovable)	4.6	5.5	6.7	0.79
2. DEV2065 (renovable)	4.5	5.4	6.9	0.96
3. Aceite comercial (Fósil)	4.8	5.8	7.1	0.79
4. Plantas no tratadas	4.2	5.2	7.1	1.38

Cuadro 3. Parámetros de la enfermedad evaluados, valores reportados como área bajo la curva (AUC).

Tratamiento	YLI	YLS	Numero de hojas	Severidad
	Pr: 0.0066	Pr: 0.2270	Pr: 0.5460	Pr: 0.0150
1. DEV2061 (renovable)	27376 b	267.7 a	427.1 a	49.7 a
2. DEV2065 (renovable)	26577 b	294.7 a	436.3 a	63.0 a
3. Aceite comercial (Fósil)	28477 b	296.0 a	448.4 a	48.4 a
4. Plantas no tratadas	24376 a	270.4 a	453.8 a	91.0 b

*Prueba de comparación múltiple (DGC): promedio con la misma letra no son estadísticamente diferentes (p=0.05).

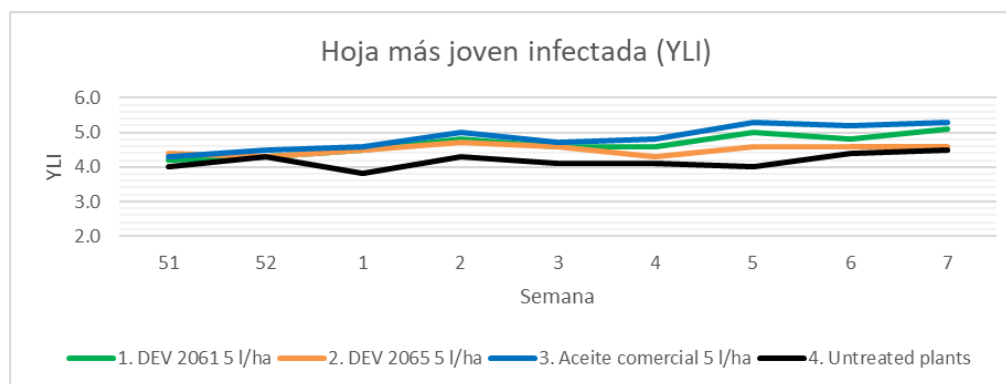


Figura 2. Hoja de banano más joven infectada (YLI).

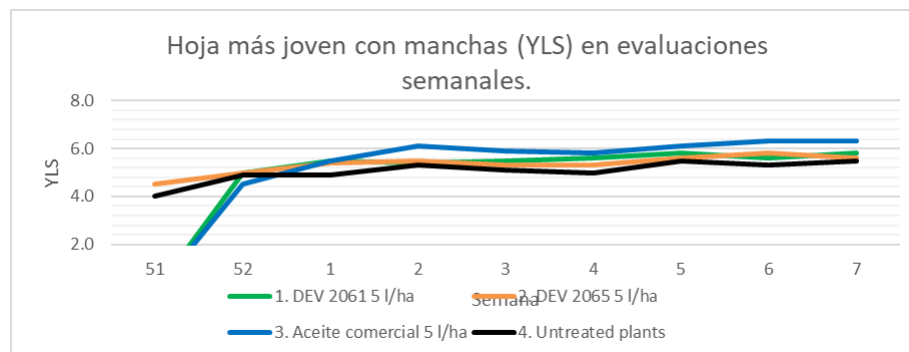


Figura 3. Hoja más joven con manchas (YLS)

Número total de hojas

El número promedio de hojas para todos los tratamientos osciló entre 6,7 y 7,1 hojas (Cuadro 2). Todos los tratamientos mantuvieron un número de hojas similar: sólo las plantas no tratadas tuvieron un número de hojas ligeramente menor en la semana #7 (Figura 4). El análisis estadístico indica que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en el parámetro número de hojas (Cuadro 3, $p=0.5460$).

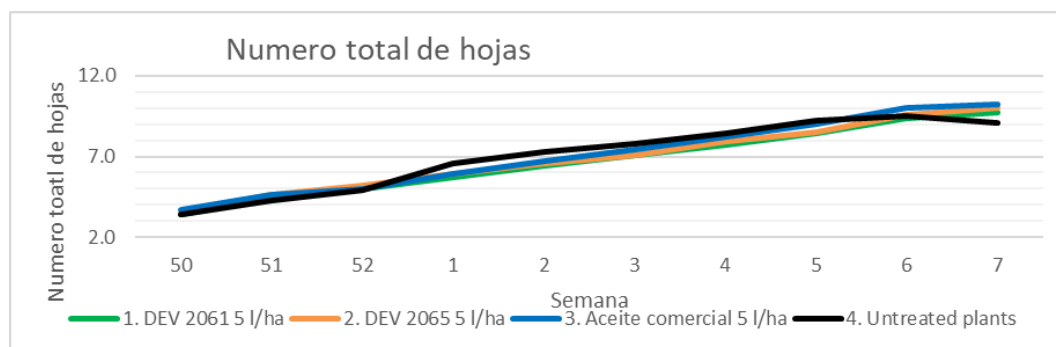


Figura 4. Número total de hojas de banano

Severidad de la enfermedad

Hubo condiciones de lluvia escasa durante el período de prueba (355 mm); sin embargo, la curva de la enfermedad de las plantas no tratadas muestra que hubo suficiente presión de la enfermedad para probar las formulaciones de aceite.

Desde las primeras evaluaciones, la gravedad de la enfermedad de DEV 2065 fue ligeramente superior a la de los otros tratamientos. Este comportamiento se mantuvo durante todo el período de prueba (Figura 5). Por otro lado, la gravedad de la

enfermedad de DEV 2061 y Aceite comercial fósil tuvo el mismo comportamiento: las evaluaciones semanales mostraron que su eficacia era idéntica: el promedio del índice de gravedad de la enfermedad de las diez evaluaciones fue el mismo (Figuras 5 y 6).

El análisis estadístico de la gravedad de la enfermedad separa los tratamientos en dos grupos (Cuadro 3):

- T.1 DEV 2061, T.2 DEV 2065 y T.3 Aceite comercial fósil se agruparon sin diferencias significativas entre ellos (a)
- Las plantas no tratadas se clasificaron solas (b) con diferencias significativas con los tratamientos con aceite

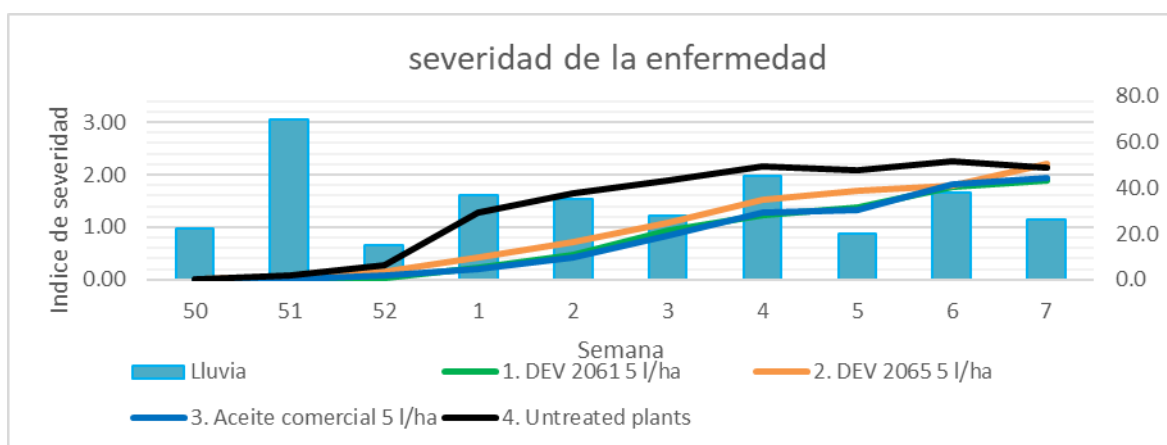


Figura 5. Severidad de la enfermedad en todos los tratamientos evaluados.

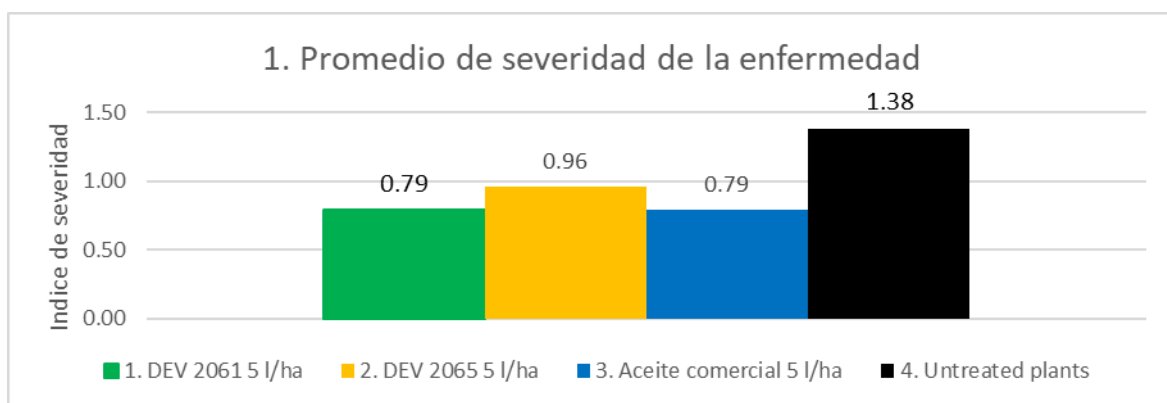


Figura 6. Promedio de severidad de la enfermedad en todos los tratamientos

CONCLUSIONES

Aunque no hubo diferencias significativas entre los aceites parafínicos DEV 2061, DEV 2065 y aceite comercial fósil, las evaluaciones semanales de la enfermedad mostraron que la formulación DEV 2065 tenía una mayor infección que las otras formulaciones.

La formulación renovable DEV 2061 y el aceite comercial de origen fósil tuvieron un efecto idéntico a nivel de control sobre *Pseudocercospora fijiensis*, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Ninguna de las formulaciones de aceite parafínico, tanto fósil como renovable, produjeron síntomas de fitotoxicidad.

La formulación renovable de aceite de parafina, descrita como DEV2061, evidencia un nivel de control y selectividad idéntico que la oferta actual de origen fósil que encontramos actualmente en el mercado.

REFERENCIAS

1. AGNELLO A. 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. Libro. Spray oils beyond 2000: -2-1
2. GANRY J. – LAVILLE E. 1983. Cercosporiasis del plátano y sus tratamientos. Evolución de los métodos de tratamiento. 1) Tratamientos fungicidas. 2) Advertencia. Frutas, 38 (1): 3-20.
3. Poore, Nemecek 2018 Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science 360, 987–992.