

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao

Use of essential oils from aromatic plants in the management of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) in cocoa crop

Jull Isaías Márquez Salinas¹ ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2176-7215>

Erik Patricio Quito León^{1*} ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5589-5935>

Juan Pablo Zambrano-Bosquez¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8831-3460>

Walter Rubén Torres Tene¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4137-2930>

¹Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil, Ecuador.

*Autor de correspondencia: erik.quitol@ug.edu.ec.

Recibido: 08 octubre 2023

Aprobado: 12 diciembre 2023

Publicado: 31 diciembre 2023

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la efectividad de fungicidas orgánicos en el control de la Moniliasis en el cacao. Se probaron seis tratamientos diferentes en mazorcas. Los tratamientos incluyeron la aplicación de aceites esenciales de Romero (*Salvia rosmarinus*) y Tomillo (*Thymus vulgaris*), solos y combinados con Kupper, un coadyuvante.

Los tratamientos que incluyen AE Romero (T1) y AE Tomillo (T3) a una dosis de 5 mL/L, así como el tratamiento solo con Kupper (T5) a 6.25 mL/L, presentan los mayores porcentajes de mazorcas sanas, siendo estadísticamente similares y agrupados en la categoría "a" según la prueba de Tukey. Los tratamientos que combinan AE Romero o AE Tomillo con Kupper (T2 y T4) también exhiben altos porcentajes de mazorcas sanas, pero se clasifican en el grupo "ab", sin diferencias significativas con el grupo "a". El tratamiento control (T6) tiene el porcentaje más bajo de

mazorcas sanas, agrupándose en la categoría "b". En cuanto a mazorcas enfermas, los tratamientos con AE Romero y AE Tomillo muestran los porcentajes más bajos, clasificándose en el grupo "c". El tratamiento control, por su parte, tiene el porcentaje más alto de mazorcas enfermas, situándose en el grupo "b".

A medida que pasa el tiempo, algunos tratamientos muestran una tendencia más pronunciada hacia la reducción de mazorcas enfermas y el aumento de mazorcas sanas, lo que sugiere que podrían ser más efectivos en el manejo de la moniliasis del cacao.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la producción de cacao al enfatizar la utilidad de fungicidas orgánicos en la mejora de la calidad y productividad del cultivo.

Palabras clave: Aceites esenciales; cacao; fungicidas; moniliasis; romero; tomillo.



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

ABSTRACT

In the present study, the effectiveness of organic fungicides in the control of Monilirosis in cocoa was evaluated. Six different treatments were tested on ears. The treatments included the application of essential oils of Rosemary (*Salvia rosmarinus*) and Thyme (*Thymus vulgaris*), alone and combined with Kupper, an adjuvant.

Treatments that include Rosemary EO (T1) and Thyme EO (T3) at a dose of 5 ml/L, as well as treatment only with Kupper (T5) at 6.25 ml/L, present the highest percentages of healthy ears, being statistically similar and grouped in category "a" according to the Tukey test. The treatments that combine AE Rosemary or AE Thyme with Kupper (T2 and T4) also exhibit high percentages of healthy ears, but are classified in group "ab", without significant differences with group "a". The control treatment (T6) has the lowest percentage of healthy ears, grouping into category "b". Regarding diseased ears, treatments with Rosemary EO and Thyme EO show the lowest percentages, classifying them in group "c". The control treatment, for its part, has the highest percentage of diseased ears, placing it in group "b".

As time passes, some treatments show a more pronounced trend toward reducing diseased pods and increasing healthy pods, suggesting that they could be more effective in managing cocoa monilirosis.

These findings have important implications for cocoa production by emphasizing the usefulness of organic fungicides in improving crop quality and productivity.

Keywords: Cocoa; essential oils; fungicides; monilirosis; rosemary; thyme.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*) tiene lugar principalmente en África, América Central y del Sur, Asia y Oceanía. Aproximadamente el 68% de la producción mundial de cacao se origina en África, encabezada por Costa de Marfil como el país líder, seguido de Ghana, Nigeria y Camerún, los países de América Central y del Sur contribuyen con aproximadamente el 15% de la producción global de cacao, siendo Brasil y Ecuador los principales proveedores en esta región, el resto de la producción se distribuye en Asia y Oceanía, donde Indonesia y Malasia ocupan posiciones destacadas como productores, esta concentración de la producción se encuentra en una estrecha franja que se extiende a lo largo de la línea ecuatorial, ya que el cacao tiene requisitos específicos en términos de clima y condiciones físicas (Quintero & Díaz, 2004).

En Ecuador, el cacao es uno de los productos más destacados y ha desempeñado un papel significativo en la economía y la sociedad del país. Antes del boom petrolero, durante casi un siglo, el cacao fue la principal fuente económica y social en Ecuador, y su desarrollo estuvo estrechamente vinculado al mercado internacional del cacao. A partir de la década de 1980, el cacao ha generado importantes ingresos para el país y actualmente se encuentra entre los cinco productos más exportados, excluyendo el petróleo. Además, Ecuador es reconocido como el principal exportador mundial de cacao fino y de aroma (López, 2015).

El 80% de la producción de cacao en Ecuador se concentra en la región Costa, principalmente en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Esmeraldas y El Oro. Por otro lado, el 14% de la producción proviene de la Región Sierra, específicamente de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Bolívar, Cotopaxi y Cañar. En la región Amazónica, el 6% de la producción se centra principalmente en las



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

provincias de Orellana, Napo, Sucumbíos y Zamora Chinchipe (INEC, 2020).

La pudrición helada de la mazorca del cacao o simplemente monilla es una enfermedad altamente destructiva que afecta al cacao en las regiones de América del Sur y América Central, esta enfermedad es causada por el hongo patógeno *Moniliophthora roreri*, estrechamente relacionado con otro patógeno del cacao llamado *Moniliophthora perniciosa*, responsable de la enfermedad de la escoba de bruja (Meinhardt & Bailey, 2016). Estos hongos son muy especializados y de desarrollo lento, tienen la capacidad de afectar las mazorcas en cualquier etapa de crecimiento (Hidalgo et al., 2021; Solis et al., 2021). Ambos patógenos son la causa principal de las pérdidas de rendimiento en la producción de cacao en América (Meinhardt & Bailey, 2016).

El método más común y efectivo para controlar estas enfermedades de las plantas es el uso de fungicidas químicos, pero esto plantea una seria amenaza para el medio ambiente y la salud pública, así como la posibilidad de generar resistencia en los patógenos; por lo tanto, en los últimos años, se ha observado una clara inclinación hacia la búsqueda de métodos alternativos más seguros para el control de enfermedades fúngicas en la agricultura (Yoon et al., 2013). Así, se ha incrementado la búsqueda de nuevos fungicidas naturales, como los aceites esenciales de plantas que se han mostrado prometedores en el combate de hongos, mejorando la cantidad y calidad de los alimentos con baja toxicidad (Botelho et al., 2022).

Estudios sobre los aceites esenciales se han fomentado ampliamente en los últimos años, los cuales demuestran el uso de aceite como un potencial producto para su aplicación en el control de fitopatógenos severos que causan daños graves en los sistemas agrícolas; por eso, el uso de estos bioproductos como antimicrobianos eficientes en la agricultura moderna es un desafío y se ha investigado progresivamente (dos Santos et al., 2022).

En Ecuador el cultivo de cacao es afectado por dos enfermedades primarias y endémicas, la escoba de bruja y monilla; estas son causantes de hasta el 80% de pérdidas en la producción cacaotera, pudiendo llegar al 100% en épocas de alta infección (Hidalgo et al., 2021).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de biofungicidas a base de aceites esenciales de Tomillo (*Thymus vulgaris*) y Romero (*Salvia rosmarinus*) sobre el hongo de Monilla (*Moniliophthora roreri*) en mazorcas de cacao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó, en el Recinto San Carlos, del cantón Balao, provincia del Guayas (2° 54' 49.5" S; 79° 44' 26.3" O; 70 m.s.n.m). El ensayo se realizó en una zona ecológica perteneciente a un Bosque Deciduo de la Costa con temperaturas atmosféricas máximas absolutas que van desde los 32°C a los 36°C y mínimas desde los 15°C a 18°C, con precipitaciones anuales de 750 mm, y una humedad relativa entre 70 y 85%. El clima Tropical Megatérmico Seco, y las temperaturas atmosféricas y del suelo determinan que la Evapotranspiración Potencial (ETP) de la zona sea de unos 519 mm/años equivalentes a 1.42 mm/día, en promedio (GAD Municipal Cantón Balao, 2021).

El ensayo experimental se realizó en una plantación de 5 años de edad de la variedad CCN-51 con un distanciamiento de siembra de 2.80 m entre plantas e hiladas dando un total de 1276 plantas. Se utilizó aceites esenciales comerciales de Tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y Romero (*Salvia rosmarinus*), además del producto KUPER en suspensión concentrada, cuyo ingrediente activo es sulfato de cobre pentahidratado (270 g.i.a/L).

Se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 10 repeticiones por tratamiento dando un total de 60 unidades experimentales.



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Factores de estudio

Para cumplir con el objetivo planteado se evaluaron dos tipos de fungicidas para el control de monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao;

- Fungicida orgánico o bioaceites: Aceites esenciales de Tomillo y Romero.
- Fungicida químico: Sulfato de cobre pentahidratado a una sola concentración.

Tratamientos estudiados

Se definieron cinco tratamientos compuestos por dos tratamientos de origen orgánico, un químico y dos generados por la combinación de los productos mencionados (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los tratamientos y dosificación.

Tratamiento	Código	Producto	Dosis
Tratamiento 1	T1	AE Romero	5 ml/L
Tratamiento 2	T2	AE Romero + Kupper	5 ml/L + 6.25 ml/L
Tratamiento 3	T3	AE Tomillo	5 ml/L
Tratamiento 4	T4	AE Tomillo + Kupper	5 ml/L + 6.25 ml/L
Tratamiento 5	T5	Kupper	6.25 ml/L
Tratamiento 6	T6	Testigo	-

Nota: AE=Aceite esencial, Kupper = Sulfato de cobre pentahidratado

Con el fin de controlar los factores de confusión, minimizar el error experimental y maximizar la eficiencia del estudio, se organizó de la siguiente manera los tratamientos;

Tabla 2. Delineación del ensayo experimental en campo.

Características	Valor
Ancho del bloque experimental	2.80 m
Largo del bloque experimental	28.0 m
Número de bloques	6
Distancia entre hileras	2.80 m
Distancia entre planta	2.80 m
Unidades experimentales por bloque	10
Área del bloque	78.4 m ² (2.80 m x 28.0 m)
Área de la parcela del experimento	470.4 m ² (78.4 m ² x 6)

Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples

Los datos recolectados en el campo fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y para realizar la comparación de las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. La herramienta estadística utilizada fue IBM SPSS Statistics v25. Para corregir la asimetría de la variable y asegurar una distribución normal, se transformaron los datos discretos (x) a valores continuos utilizando la función logarítmica (log(x)). En el caso de los valores iguales a cero, se les sumó uno antes de aplicar la función logarítmica (log(x + 1)).

Manejo del experimento

Se seleccionó hileras de plantas de cacao, de acuerdo al delineamiento del experimento. Y se identificó las mazorcas de cacao, asegurando que las mazorcas estén en la misma etapa de desarrollo. Se limpió y desinfectó las mazorcas antes de la aplicación del fungicida. Para la preparación de los productos a base de aceites esenciales se utilizó una bomba manual de atomización de una capacidad de 20 litros además de un emulsificante a razón del 1% del volumen final del aceite; esto, con el objetivo de formar una mezcla homogénea que mantenga el agua y los aceites esenciales. Para los tratamientos a base de sulfato de cobre pentahidratado se preparó de acuerdo con las instrucciones del fabricante (0.75 l/ha).

Datos evaluados

Después de cada aplicación de los tratamientos, se evaluó la incidencia, el porcentaje de frutos sanos sobre el hongo Monilla en cada mazorca de cacao. Durante el ensayo se realizaron 3 atomizaciones de los tratamientos. Al primer día, a los 15 días, a los 30 días y a los 45 días después de haber realizado la primera aplicación. La lectura de las variables se realizó cada 5 días hasta la finalización del ensayo.



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Incidencia de la enfermedad. Esta variable se refiere a la presencia y frecuencia de la moniliasis en las mazorcas de cacao. Para esto, se registró la cantidad de mazorcas afectadas por la enfermedad en cada tratamiento. **Porcentaje de frutos sanos,** esta variable indica el porcentaje de frutos de cacao que se mantienen sanos y no presentan signos de la enfermedad. Se procedió a contar y registrar la proporción de frutos sanos en cada tratamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la Figura 1, se observa una disminución en el número de mazorcas enfermas y un aumento en el número de mazorcas sanas con el paso del tiempo en todos los tratamientos. Esto sugiere que los productos utilizados pueden estar teniendo un efecto positivo en la mitigación de la moniliasis del cacao. Además, en un estudio similar sobre el cultivo de papaya Maradol, Vázquez-Ovando et al., (2018) observaron una mejora en la calidad de los frutos y una reducción en la incidencia de enfermedades al emplear fungicidas orgánicos a base de aceites esenciales.

Los tratamientos que incluyen el fungicida orgánico Kupper (T2, T4 y T5) parecen tener en promedio un menor número de mazorcas enfermas en comparación con los tratamientos que solo contienen aceites esenciales (T1 y T3). Esto sugiere que la adición de Kupper podría estar mejorando la eficacia de los aceites esenciales en el control de la enfermedad. El tratamiento T5, que solo contiene el fungicida orgánico Kupper sin aceites esenciales, muestra una disminución en el número de mazorcas enfermas con el tiempo, lo que indica que Kupper podría tener un efecto positivo por sí solo en el manejo de la moniliasis. Los tratamientos T3 y T4, que contienen el aceite esencial de Tomillo, parecen tener un efecto similar en el control de las mazorcas enfermas y sanas en comparación con los tratamientos T1 y T2, que contienen el aceite esencial de Romero. El hallazgo de que el tratamiento con Kupper solo mostró una disminución en el número de

mazorcas enfermas a lo largo del tiempo es coherente con la investigación de Díaz (2021), donde se destacó que algunos coadyuvantes orgánicos tienen propiedades antifúngicas que podrían contribuir a la reducción de enfermedades en cultivos.

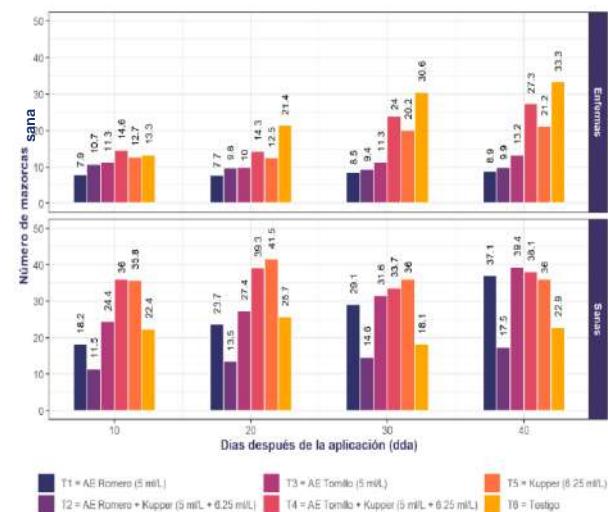


Figura 1. Tendencia de estado de las mazorcas por tratamiento

De acuerdo a la Figura 2, los tratamientos que muestran una mayor proporción de mazorcas sanas en cada momento indicado son aquellos con porcentajes más altos en las barras "Sanas". El tratamiento T1 tiene una proporción de mazorcas sanas del 69.73% a los 10 días, del 75.48% a los 20 días, del 77.39% a los 30 días y del 80.65% a los 40 días.

Por el contrario, los tratamientos que tienen una mayor proporción de mazorcas enfermas en cada momento son aquellos con porcentajes más altos en las barras "Enfermas". El tratamiento T6 tiene una proporción de mazorcas enfermas del 37.25% a los 10 días, del 45.44% a los 20 días, del 62.83% a los 30 días y del 59.25% a los 40 días.

A medida que pasa el tiempo, algunos tratamientos muestran una tendencia más pronunciada hacia la reducción de mazorcas enfermas y el aumento de mazorcas sanas, lo que sugiere que podrían ser más efectivos en el manejo de la moniliasis del cacao.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

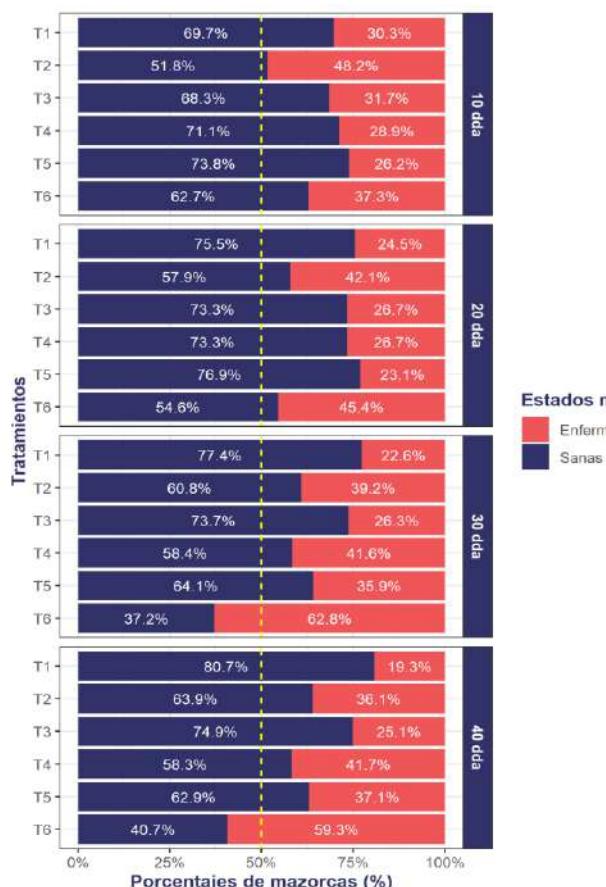


Figura 2. Proporción de mazorcas sanas y enfermas

Los tratamientos que incluyen AE Romero (T1) y AE Tomillo (T3) con una dosis de 5 ml/L, y solo Kupper (T5) con una dosis de 6.25 ml/L, muestran los porcentajes más altos de mazorcas sanas y se agrupan en el grupo "a", según prueba de Tukey. Los tratamientos que combinan AE Romero o AE Tomillo con Kupper (T2 y T4) también tienen altos porcentajes de mazorcas sanas, pero son significativamente diferentes del grupo "a" y se agrupan en el grupo "ab". El tratamiento control (T6) muestra un porcentaje medio más bajo de mazorcas sanas que todos los tratamientos anteriores y se agrupa en el grupo "b".

Los tratamientos que incluyen AE Romero (T1) y AE Tomillo (T3) con una dosis de 5 ml/L, muestran los porcentajes medios más bajos de mazorcas enfermas y se agrupan en el grupo

"c". Los tratamientos que incluyen solo Kupper (T5) con una dosis de 6.25 ml/L, y los que combinan AE Romero o AE Tomillo con Kupper (T2 y T4), también tienen bajos porcentajes medios de mazorcas enfermas, pero no son significativamente diferentes del grupo "c" y se agrupan en el grupo "bc". El tratamiento control (T6) muestra un porcentaje medio más alto de mazorcas enfermas que todos los tratamientos anteriores y se agrupa en el grupo "b".

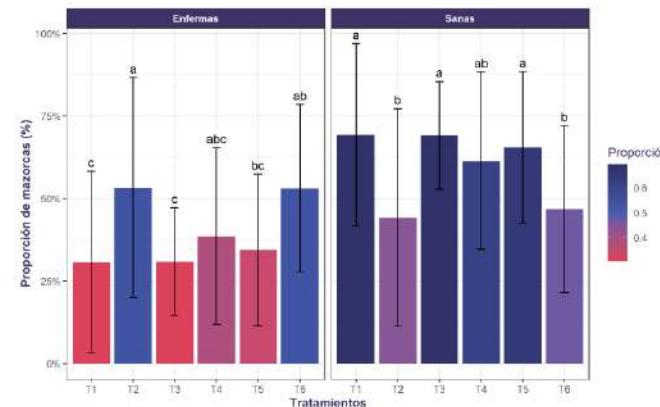


Figura 3. Porcentaje medio de mazorcas sanas y enfermas. Los valores con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey 0.05.

Hay una diferencia significativa entre las mazorcas sanas ($p\text{-valor} = 0.0374$), pero no entre las mazorcas enfermas ($p\text{-valor} = 0.2899$). No hay una diferencia significativa en las mazorcas sanas ($p\text{-valor} = 0.0803$). Tampoco hay una diferencia significativa en las mazorcas enfermas ($p\text{-valor} = 0.059$), aunque nuevamente hay una posible tendencia. No hay una diferencia significativa entre las mazorcas sanas ($p\text{-valor} = 0.2193$).

Los resultados del ANOVA indican que no hay diferencias significativas en las mazorcas sanas a los 10 días y en las mazorcas enfermas a los 30 y 40 días de evaluación. Para los otros días de evaluación (20 y 30 días), los p -valores están cerca de 0.05, lo que sugiere posibles diferencias significativas, pero no alcanzan el nivel de significancia establecido.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Asimismo, en un trabajo realizado por Cruz y Centeno (2017) en el contexto del manejo de una enfermedad en pepino, se observaron diferencias significativas en la respuesta de las plantas a diferentes tratamientos a lo largo del tiempo, con algunas tendencias que sugieren potenciales diferencias significativas, pero que no alcanzaron la significancia estadística. Esto concuerda con las tendencias que se aprecian en los resultados.

Estados de mazorcas a los 10 días después de aplicación

Los tratamientos en las mazorcas sanas se agrupan en una única categoría "A", lo que significa que no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para las mazorcas sanas a los 10 días de evaluación. Sin embargo, podemos notar que las medias de los tratamientos varían. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas, podemos observar que los tratamientos T4 y T5 obtuvieron las medias más altas, lo que sugiere que podrían tener un mejor rendimiento en términos de reducir la moniliosis en mazorcas sanas a los 10 días de aplicación en comparación con los demás tratamientos.

Al igual que con las mazorcas sanas, los tratamientos para las mazorcas enfermas también se agrupan en una única categoría "A", indicando que no hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para las mazorcas enfermas a los 10 días de evaluación. Aunque las diferencias no son significativas, podemos observar que el tratamiento T4 tiene la media más alta, lo que sugiere que podría estar mostrando un mejor efecto en reducir la moniliosis en mazorcas enfermas a los 10 días de aplicación en comparación con los demás tratamientos.

La agrupación de tratamientos para mazorcas enfermas en una categoría "A" a los 10 días refleja una respuesta similar a la de estudios de Vaillant et al., (2009) en el control de enfermedades en cultivos de papa el cual

también mostró agrupaciones de tratamientos sin diferencias significativas en ciertos momentos de evaluación. Sin embargo, al igual que en este estudio, se notaron tendencias en las medias de los tratamientos que sugieren posibles diferencias en la respuesta. Aunque las diferencias no sean estadísticamente significativas, la observación de que el tratamiento T4 podría tener un efecto más marcado en la reducción de moniliosis en mazorcas enfermas a los 10 días indica una dirección prometedora en el manejo de esta enfermedad en etapas tempranas.

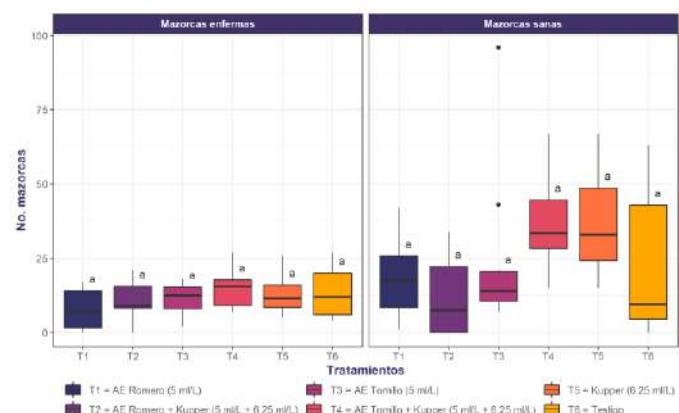


Figura 4. Estados de mazorcas a 10 días después de aplicación

Estados de mazorcas a los 20 días después de aplicación

Los tratamientos se agrupan en diferentes categorías. La agrupación de tratamientos indica que hay diferencias significativas en sus medias. Los tratamientos T5 y T4 presentan las medias más altas y están en el mismo grupo "A", lo que sugiere que podrían ser los tratamientos más efectivos para reducir la moniliosis en mazorcas sanas a los 20 días de aplicación.

También se observan diferencias significativas entre los tratamientos para las mazorcas enfermas. El tratamiento T6 tiene la media más alta y está en el grupo "A", lo que sugiere que podría ser el tratamiento más efectivo para reducir la moniliosis en mazorcas enfermas a los



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

20 días de aplicación. Los tratamientos T4, T5 y T3 tienen medias intermedias y se agrupan en el grupo "AB". El tratamiento T1 tiene la media más baja y se agrupa en el grupo "B". Los tratamientos T5 y T4 para mazorcas sanas y el tratamiento T6 para mazorcas enfermas parecen ser los más efectivos para reducir la moniliosis en cacao en este punto específico de tiempo.

La significancia del tratamiento T6 para mazorcas enfermas a los 20 días de aplicación se asemeja a los resultados obtenidos por Ramírez (2023) en el manejo de Moniliosis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao. Ellos encontraron que un tratamiento específico fue altamente efectivo en la reducción de la enfermedad en plantas afectadas. Esta coincidencia refuerza la idea de que ciertos tratamientos pueden ser más eficaces en condiciones particulares.

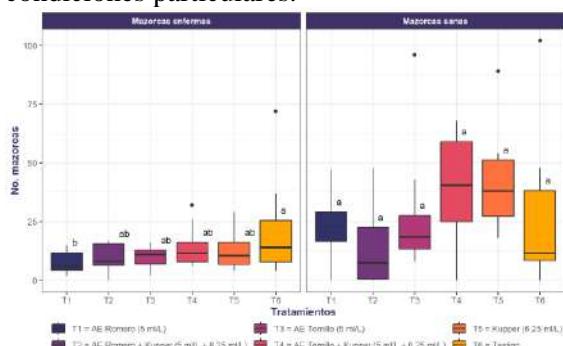


Figura 5. Estados de mazorcas a 20 días después de aplicación

Estados de mazorcas a los 40 días después de aplicación

Todos los tratamientos se agrupan en una única categoría "A", lo que indica que no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para las mazorcas sanas a los 40 días de evaluación. Sin embargo, se puede observar que las medias de los tratamientos varían. Se nota que los tratamientos T3, T4, T1 y T5 tienen las medias más altas, lo que sugiere que podrían tener un mejor rendimiento en términos de reducir la moniliosis en mazorcas sanas a los 40 días de

aplicación en comparación con los demás tratamientos.

Los tratamientos se agrupan en tres categorías: "a", "ab" y "b", lo que indica que se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para las mazorcas enfermas a los 40 días de evaluación. El tratamiento T6 tiene la media más alta y se encuentra en el grupo "a", lo que sugiere que podría ser el tratamiento más efectivo para reducir la moniliosis en mazorcas enfermas a los 40 días de aplicación. Los tratamientos T4, T5 y T3 tienen medias intermedias y se agrupan en el grupo "ab". Los tratamientos T2 y T1 tienen las medias más bajas y se agrupan en el grupo "b".

El hecho de que los tratamientos T3, T4, T1 y T5 hayan mostrado las medias más altas en términos de mazorcas sanas a los 40 días es alentador. Estas diferencias en las medias sugieren que estos tratamientos podrían ser prometedores para mitigar la moniliosis en el cultivo de cacao. Estos resultados se alinean con investigaciones anteriores que han demostrado que los aceites esenciales, como los extraídos del tomillo y el romero, pueden tener propiedades fungicidas y ser eficaces contra patógenos en cultivos agrícolas. La actividad antimicrobiana y antifúngica de estos aceites esenciales ha sido documentada en varios estudios (Almarie, 2022; Arraiza et al., 2018; de Souza et al., 2022; Luciane et al., 2010).

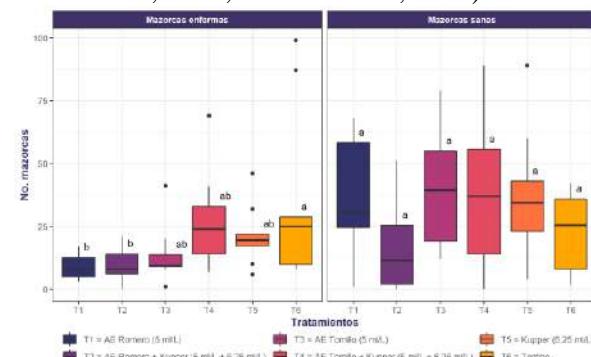


Figura 6. Estados de mazorcas a 40 días después de aplicación

CONCLUSIONES



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

No se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos T4, T5, T3, T1 y T2; sin embargo, exhibieron niveles variables de eficacia en el manejo de la moniliosis en las mazorcas en buen estado.

Después de 20 días, los tratamientos T5 y T4 registraron las medias más altas en mazorcas sanas, lo que sugiere que podrían seguir siendo los más eficaces para controlar la moniliosis en frutos sin signos de la enfermedad.

A los 30 días, el tratamiento T5 mantuvo la media más elevada en mazorcas sanas, lo que indica su continua efectividad en la lucha contra la moniliosis en frutos en buen estado.

Luego de 40 días, los tratamientos T3, T4 y T5 presentaron las medias más altas en mazorcas sanas, lo que sugiere una persistente efectividad en el control de la enfermedad.

Los tratamientos T4 y T5, que incorporan aceites esenciales de Romero y Tomillo junto con Kupper, demostraron una mayor eficacia en el control de la moniliosis en mazorcas tanto sanas como afectadas en diferentes momentos de evaluación.

Conflictos de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Jull Isaias Márquez Salinas desarrollo del trabajo de Titulación, Erik Patricio Quito León, Juan Pablo Zambrano Bosques, Walter Rubén Torres Tene en la creación y redacción del artículo científico.

Referencias bibliográficas:

- Almarie, A. A. (2022). Phytotoxic Activity of Essential Oils. En M. Santana de Oliveira (Ed.), Essential Oils: Applications and Trends in Food Science and Technology (pp. 263-279). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99476-1_12
- Arraiza, M. P., González-Coloma, A., Andres, M. F., Berrocal-Lobo, M., Domínguez-Núñez, J. A., Cidral Da Costa Jr, A. C. D. C., Navarro-Rocha, J., & Calderón-Guerrero, C. (2018). Antifungal Effect of Essential Oils. En H. A. El-Shemy (Ed.), Potential of Essential Oils. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78008>
- Botelho, A. de S., Ferreira, O. O., Batista, R. J. da Rocha, & Franco, C. de J. P. (2022). Activity of Essential Oils Against Food Spoilage Fungi. En M. Santana de Oliveira (Ed.), Essential Oils: Applications and Trends in Food Science and Technology (pp. 43-70). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99476-1_3
- Cruz, J., & Centeno, C. (2017). Progreso temporal del mildiu veloso [*Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & MA Curtis) Rostovzev] en pepino (*Cucumis sativus* L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia [Trabajo de graduación]. Universidad Nacional Agraria.
- de Souza, A. L. C., Campos e Silva, R., Bezerra, F. W. F., de Oliveira, M. S., Neves Cruz, J., & de Aguiar Andrade, E. H. (2022). Essential Oils and Their General Aspects, Extractions and Aroma Recovery. En M. Santana de Oliveira (Ed.), Essential Oils: Applications and Trends in Food Science and Technology (pp. 3-20). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99476-1_1
- dos Santos, M. S. N., Oro, C. E. D., Dolianitis, B. M., Wancura, J. H. C., Tres, M. V., & Zabot, G. L. (2022). Control of Phytopathogens in Agriculture by Essential Oils. En M. Santana de Oliveira (Ed.), Essential Oils: Applications and Trends in Food Science and Technology (pp. 221-245). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99476-1_10
- GAD Municipal Cantón Balao. (2021). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

- del Cantón Balao 2020-2027, provincia del Guayas. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Balao.
- Hidalgo, K. S., Villafuerte, S. P., & Coello, D. V. (2021). Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo (p. 20) [Guía No 178]. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747>
- INEC. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPACE) 2019. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- López Guerrero, A. (2015). Producción y Comercialización de Cacao Fino de Aroma en el Ecuador Año 2012-2014 (p. 34) [Versión Pública]. Superintendencia de Control del Poder de Mercado (SCPM). <http://www.scpm.gob.ec/biblioteca>
- Luciane, C., Alves, E., & Douglas, C. do A. (2010). Ultrastructural study of conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum musae* treated with essential oils. *Interciencia*, 35(12), 912-915.
- Meinhardt, L. W., & Bailey, B. A. (2016). *Moniliophthora roreri* Genome and Transcriptome. En B. A. Bailey & L. W. Meinhardt (Eds.), *Cacao Diseases* (pp. 97-135). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2_4
- Quintero, M. L., & Díaz, K. M. (2004, enero). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59.
- Solis, K., Peñaherrera, S., & Vera, D. (2021). Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo (Guía No. 178; p. 22). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747>
- Vaillant, D., Romeu, C., Ramos, E., González, M., Ramírez, R., & González, J. (2009). Efecto inhibitorio in vitro de cinco monoterpenos de aceites esenciales sobre un aislado de *Rhizoctonia solani* en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Fitosanidad*, 13(3), 197-200.
- Vázquez-Ovando, A., López-Hilerio, H., Salvador-Figueroa, M., Adriano-Anaya, L., Rosas-Quijano, R., & Gálvez-López, D. (2018). Uso combinado de radiación UV-C y biorecubrimiento de quitosán con aceites esenciales para el control de hongos en papaya Maradol. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(3), e-688. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018688>
- Yoon, M.-Y., Cha, B., & Kim, J.-C. (2013). Recent Trends in Studies on Botanical Fungicides in Agriculture. *The Plant Pathology Journal*, 29(1), 1-9. <https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.05.2012.0>

