Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios
e-ISSN: 3028-4074

Artículo científico de investigación

Incidencia y severidad de Moniliophthora roreri en plantaciones de cacao de distintas edades

Incidence and severity of Moniliophthora roreri in cacao plantations of different ages

Arelis Elizabeth Marcillo De La Cruz
Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador
amarcillodelacruz@gmail.com; https://orcid.org/0009-0003-5308-4543
Jonathan Alberto Mite Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador
jonathan.mite@uleam.edu.ec; https://orcid.org/0009-0001-8071-4622
Cristhian Arturo Torres López
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador
arturoc.torres@uleam.edu.ec; https://orcid.org/0009-0008-5075-9097

Recepción: 13 de agosto de 2026
Aceptado: 06 de septiembre de 2026
Publicado: 14 de octubre de 2026

¿Cómo citar este artículo?

Marcillo De La Cruz, A. E., Mite Zambrano, J. A., & Torres López, C. A. (2026). Incidencia y severidad de Moniliophthora roreri en plantaciones de cacao de distintas edades. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios, 3*(4), 14-27. https://doi.org/10.65705/RHOMU.v3i4.135.

Copyright: © 2026 Arelis Elizabeth Marcillo De La Cruz, Jonathan Alberto Mite Zambrano, Cristhian Arturo Torres López; Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

RESUMEN

La moniliasis, causada por Moniliophthora roreri, constituye una de las principales limitaciones fitosanitarias del cacao. El objetivo de este estudio fue evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad en plantaciones de distintas edades del cantón Pichincha, Manabí, Ecuador, y describir su comportamiento productivo. La investigación se desarrolló entre septiembre y noviembre de 2025 en plantaciones preexistentes agrupadas en tres categorías: 1–3, 4–5 y 6 o más años, con cinco repeticiones y 15 unidades experimentales. Se realizaron ocho evaluaciones de campo y se registraron incidencia, severidad y componentes productivos. El análisis de varianza mostró diferencias entre grupos para las variables sanitarias y productivas ($p < 0,01$), complementadas con comparaciones de Tukey. Las plantaciones de 4–5 años presentaron la mayor afectación sanitaria, mientras que las de 6 o más años registraron los menores niveles de incidencia y severidad y los mayores promedios productivos. Estos resultados evidencian diferencias entre los grupos evaluados, aunque no permiten atribuirlas exclusivamente a la edad. La información obtenida aporta una base local para orientar el monitoreo fitosanitario considerando conjuntamente edad, manejo y condiciones de las plantaciones.

PALABRAS CLAVE: cacao; moniliasis; Moniliophthora roreri; incidencia; severidad.

ABSTRACT

Moniliasis, caused by Moniliophthora roreri, is one of the main phytosanitary limitations of cacao. The objective of this study was to evaluate the incidence and severity of the disease in plantations of different ages in the Pichincha canton, Manabí province, Ecuador, and to describe its productive performance. The research was conducted between September and November 2025 in pre-existing plantations grouped into three categories: 1–3, 4–5, and 6 or more years old, with five replicates and 15 experimental units. Eight field evaluations were carried out, and incidence, severity, and productive components were recorded. Analysis of variance showed differences between groups for both health and productive variables ($p < 0.01$), which were further supported by Tukey's test. The 4–5-year-old plantations showed the greatest health impact, while those 6 years or older registered the lowest levels of incidence and severity and the highest average yields. These results demonstrate differences between the evaluated groups, although they cannot be attributed solely to age. The information obtained provides a local basis for guiding phytosanitary monitoring, taking into account the age, management, and conditions of the plantations.

KEYWORDS: cocoa; moniliasis; Moniliophthora roreri; incidence; severity.

INTRODUCCIÓN

El cacao (Theobroma cacao L.) ocupa un lugar relevante en los sistemas agrícolas tropicales por su valor económico, social y cultural. En Ecuador, además de su importancia comercial, constituye una fuente de ingresos para numerosas familias rurales y se cultiva bajo condiciones muy diversas de manejo, edad de las plantaciones y organización de los sistemas agroforestales. Esa heterogeneidad también se refleja en la respuesta sanitaria del cultivo. Entre las enfermedades que afectan su productividad, la moniliasis continúa siendo una de las más persistentes y difíciles de manejar (Kongor et al., 2024; Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

La enfermedad es causada por Moniliophthora roreri, un patógeno especializado en los frutos de cacao. Su importancia no depende únicamente del daño visible en las mazorcas. Parte del proceso infeccioso puede desarrollarse antes de que aparezcan síntomas externos, lo que dificulta la detección temprana y permite que frutos aparentemente sanos permanezcan en la plantación mientras la infección avanza (Aime y Phillips-Mora, 2005; Bailey et al., 2018). Esta característica, sumada a su presencia en diferentes regiones de América tropical, ha convertido a la moniliasis en un problema fitosanitario de interés permanente para las zonas productoras (Phillips-Mora et al., 2007; Delgado, 2022).

No todas las plantaciones responden de la misma manera. La intensidad de la enfermedad puede variar según el ambiente, el material vegetal, la disponibilidad de frutos susceptibles y las prácticas de manejo. Leandro-Muñoz et al. (2017) demostraron que variables microclimáticas influyen en la aparición de síntomas y signos de M. roreri, mientras que Plasencia-Vázquez et al. (2022) señalaron que las condiciones climáticas modifican su distribución potencial en Ecuador. También existen diferencias asociadas con el componente genético del cultivo. Solís Bonilla et al. (2021), por ejemplo, encontraron variación en la respuesta sanitaria y productiva de diferentes materiales de cacao.

Dentro de este conjunto de factores, la edad de la plantación resulta particularmente interesante porque suele ir acompañada de cambios en la estructura del cultivo. Con el paso de los años pueden modificarse la arquitectura del dosel, la densidad foliar, la cantidad de frutos, la distribución de sombra y las necesidades de manejo. Sin embargo, esas transformaciones no ocurren de manera uniforme. Dos plantaciones con la misma edad pueden diferir ampliamente en poda, fertilización, material genético, densidad de siembra o manejo sanitario. Por eso, la edad puede ser un criterio útil de comparación, aunque no debe considerarse por sí sola como una explicación suficiente de las diferencias en incidencia o severidad.

Esta distinción es relevante cuando se trabaja con plantaciones ya establecidas. En esas condiciones, el investigador no controla de forma completa las características que acompañan a cada grupo. Las diferencias observadas pueden reflejar la edad, pero también el historial de manejo, el ambiente o las particularidades de cada finca. El valor de este tipo de estudios está, entonces, en reconocer patrones bajo condiciones reales de producción y generar hipótesis que puedan ser examinadas posteriormente con diseños más controlados.

En Ecuador se han evaluado distintas estrategias para el manejo de la moniliasis, entre ellas prácticas culturales, podas fitosanitarias y alternativas de control biológico (Pilaloa David et al., 2021; Anzules-Toala et al., 2022; Leiva et al., 2020). Estos trabajos han aportado información valiosa sobre el manejo de la enfermedad, pero existe menos evidencia orientada a comparar cómo se manifiestan la incidencia y la severidad entre plantaciones de diferentes edades bajo condiciones locales específicas. En el cantón Pichincha, provincia de Manabí, esa información es todavía limitada.

La comparación resulta pertinente porque incidencia y severidad no describen exactamente lo mismo.

La incidencia indica qué proporción de frutos presenta síntomas; la severidad expresa cuánto del fruto está afectado. Juntas ofrecen una lectura más completa del estado sanitario. Si además se contrastan con componentes productivos, es posible reconocer patrones que ayuden a comprender mejor el comportamiento de las plantaciones, aunque esas relaciones deben interpretarse con cautela cuando existen diferencias agronómicas entre los grupos.

Con base en este problema, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia y severidad de Moniliophthora roreri en plantaciones de cacao de distintas edades en el cantón Pichincha, provincia de Manabí, Ecuador, y describir el comportamiento de algunos componentes productivos durante el periodo septiembre–noviembre de 2025. Se compararon plantaciones de 1–3 años, 4–5 años y 6 o más años, considerando la edad como criterio de agrupación y reconociendo que otras características de manejo y desarrollo también pueden contribuir a las diferencias observadas.

METODOLOGÍA

Área de estudio y organización de la investigación

La investigación se desarrolló entre septiembre y noviembre de 2025, durante la época seca, en el sector Esc. Manabí, localizado en el kilómetro 7 de la vía hacia la parroquia rural San Sebastián, cantón Pichincha, provincia de Manabí, Ecuador. Se trabajó con plantaciones de cacao previamente establecidas y con antecedentes de afectación por Moniliophthora roreri. El seguimiento comprendió ocho visitas de campo realizadas con intervalos de ocho días, durante las cuales se registraron variables sanitarias y componentes productivos mediante observación directa, medición de frutos y registros fotográficos.

La edad de las plantaciones se utilizó como criterio de comparación y se organizaron tres grupos: T1, de 1–3 años; T2, de 4–5 años; y T3, de 6 o más años. La estructura estadística consignada en el estudio correspondió a un diseño de bloques completos al azar con tres grupos, cinco repeticiones y 15 unidades experimentales. Las plantaciones procedieron de tres fincas de la zona de estudio; cada parcela estuvo conformada por 32 plantas, de las cuales se evaluaron cuatro. La tesis de origen señala además que se seleccionaron cinco parcelas en las tres fincas, lo que debe considerarse al interpretar la estructura del diseño.

Dado que las plantaciones ya existían antes de comenzar la investigación, la edad no fue asignada experimentalmente. Por esta razón, aunque el análisis estadístico original se estructuró como un DBCA, la comparación se interpreta con cautela como una evaluación de grupos de plantaciones preexistentes. Esta precaución es coherente con los principios metodológicos señalados por Ramos-Galarza (2021) y Morán Lozano et al. (2025), quienes destacan que la elección del diseño y el alcance de las inferencias deben corresponder con el nivel real de control ejercido sobre las condiciones del estudio.

La delimitación de las unidades de evaluación y la sistematización de los registros siguieron una lógica cuantitativa. Hernández Sampieri et al. (2014) y Medina et al. (2023) señalan que una definición clara de las unidades, variables e instrumentos favorece la consistencia de las comparaciones y la trazabilidad de la información obtenida. Estos criterios resultan especialmente relevantes en estudios de campo donde las condiciones de las parcelas no pueden controlarse completamente.

Tabla 1

Estructura de evaluación de las plantaciones de cacao

Grupo	Edad de la plantación	Repeticiones declaradas	Plantas evaluadas por parcela	Frecuencia
T1	1–3 años	5	4	Cada 8 días
T2	4–5 años	5	4	Cada 8 días
T3	6 o más años	5	4	Cada 8 días

Nota. La estructura estadística reportada comprendió 15 unidades experimentales y ocho visitas de campo. Los grupos correspondieron a edades existentes de las plantaciones.

Evaluación de incidencia y severidad

La incidencia se determinó mediante el conteo de mazorcas con síntomas visibles de moniliasis respecto al número total de frutos observados en cada unidad de evaluación. El resultado se expresó como porcentaje:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{frutos con síntomas}}{\text{total de frutos observados}} \times 100$$

La severidad se estimó visualmente como el porcentaje de superficie externa de la mazorca afectada por síntomas, utilizando una escala continua de 0 a 100 %:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{\text{área afectada del fruto}}{\text{área total del fruto}} \times 100$$

Ambas variables se emplearon de forma complementaria: la incidencia permitió cuantificar la frecuencia de frutos sintomáticos, mientras que la severidad describió la extensión visible de la afectación. La observación de campo se acompañó de registros fotográficos como respaldo de los síntomas.

La información disponible en la tesis no documenta una escala diagramática validada, procedimientos de calibración entre evaluadores ni confirmación microbiológica o molecular del agente causal. En consecuencia, la severidad se interpreta como una estimación visual de campo de los síntomas observados y esta condición debe reconocerse al valorar la reproducibilidad del procedimiento.

Componentes productivos y registro de datos

Como variables complementarias se evaluaron el número de mazorcas por planta (NMP), la longitud promedio de mazorca (TMP), el peso de mazorca con cáscara (PMCP), el peso de grano húmedo (PGHP) y el peso de grano seco (PGSP). El número de mazorcas se obtuvo mediante conteo directo; la longitud se midió con cinta métrica y se expresó en centímetros, mientras que los pesos se determinaron con balanza digital y se registraron en gramos.

Los registros se organizaron por planta, fruto y parcela. Esta organización permitió conservar la identificación de cada grupo durante el procesamiento posterior. De acuerdo con Medina et al. (2023), la

definición previa de técnicas e instrumentos y la organización sistemática de los datos son condiciones necesarias para mantener coherencia entre las variables observadas y su tratamiento analítico.

El trabajo de campo comprendió ocho evaluaciones; sin embargo, la información estadística disponible en el manuscrito y la tesis presenta los resultados consolidados para las 15 unidades experimentales y no describe de manera explícita cómo se integraron los registros correspondientes a las distintas fechas. Por esta razón, el presente artículo utiliza esos valores consolidados y no realiza inferencias sobre la evolución temporal de la enfermedad.

Análisis estadístico

El análisis incluyó estadísticos descriptivos para incidencia y severidad, entre ellos media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Posteriormente se aplicó el modelo aditivo correspondiente al diseño de bloques completos al azar utilizado en el análisis original:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde Y_{ij} representa la observación correspondiente al i-ésimo grupo y j-ésimo bloque, μ la media general, τ_i el efecto asociado al grupo de edad, β_j el efecto del bloque y ε_{ij} el error aleatorio. La estructura contempló dos grados de libertad para los grupos, cuatro para los bloques, ocho para el error y 14 grados de libertad totales. Esta organización corresponde a la estructura estadística consignada en la tesis.

Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significación de 0,05 y se calculó el coeficiente de variación de cada variable. El mismo esquema analítico se utilizó para los componentes productivos. La selección del análisis se presenta de acuerdo con el procedimiento utilizado en el estudio original; no obstante, siguiendo el criterio de Arredondo Domínguez et al. (2020), Ramos-Galarza (2021) y Morán Lozano et al. (2025), sus resultados se interpretaron dentro del alcance real del diseño y sin atribuir causalidad exclusivamente a la edad de las plantaciones.

Debido a que las unidades correspondieron a plantaciones preexistentes y no se dispone de información detallada sobre variables potencialmente asociadas —entre ellas material genético, manejo de sombra, densidad, poda, fertilización, saneamiento y condiciones microclimáticas—, las diferencias estadísticas se interpretaron como diferencias entre los grupos observados durante el periodo de estudio. Asimismo, los análisis productivos se utilizaron para describir el comportamiento de las plantaciones, no para estimar pérdidas directamente atribuibles a la moniliasis.

RESULTADOS

Los resultados disponibles corresponden a valores consolidados por unidad experimental para el periodo comprendido entre septiembre y noviembre de 2025. Aunque durante el estudio se realizaron ocho evaluaciones con una frecuencia de ocho días, la información estadística disponible se presenta de forma agregada para las 15 unidades experimentales; por esta razón, los resultados permiten comparar los grupos de plantaciones evaluados, pero no examinar la evolución temporal de la enfermedad entre fechas de observación.

Incidencia y severidad de moniliasis

La incidencia y severidad de Moniliophthora roreri mostraron diferencias entre los tres grupos de plantaciones clasificados según su edad. El análisis de varianza reportado identificó diferencias entre grupos para ambas variables ($p < 0,01$). Los coeficientes de variación fueron de 12,03 % para incidencia y 12,45 % para severidad, mientras que el efecto correspondiente a los bloques no fue reportado como estadísticamente significativo.

La comparación de medias mediante la prueba de Tukey mostró que los tres grupos se diferenciaron tanto para incidencia como para severidad. Las plantaciones de 4–5 años presentaron los mayores valores, con 38,20 % de incidencia y 30,60 % de severidad. El grupo de 1–3 años registró valores intermedios, con 20,40 % y 15,40 %, respectivamente, mientras que las plantaciones de 6 o más años presentaron los menores valores, con 12,40 % de incidencia y 8,40 % de severidad.

Tabla 2

Incidencia y severidad de moniliasis en los grupos de plantaciones evaluados

Grupo	Edad de la plantación	Incidencia (%)	Severidad (%)
T1	1–3 años	20,40 b	15,40 b
T2	4–5 años	38,20 c	30,60 c
T3	6 o más años	12,40 a	8,40 a
Diferencia crítica de Tukey	—	4,86	3,56

Nota. Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias entre grupos según la prueba de Tukey, $\alpha = 0,05$.

La diferencia entre las plantaciones de 4–5 años y las de 6 o más años alcanzó 25,80 puntos porcentuales para incidencia y 22,20 puntos porcentuales para severidad. Respecto a las plantaciones de 1–3 años, el grupo de 4–5 años presentó diferencias de 17,80 puntos porcentuales en incidencia y 15,20 puntos porcentuales en severidad.

En conjunto, ambas variables mostraron el mismo orden entre los grupos evaluados: las plantaciones de 4–5 años presentaron los mayores niveles medios de afectación, las de 1–3 años ocuparon una posición intermedia y las de 6 o más años registraron los menores valores. Este patrón corresponde a las condiciones observadas en las unidades estudiadas durante el periodo de evaluación y, por sí solo, no permite atribuir las diferencias exclusivamente a la edad de las plantaciones.

Componentes productivos

Los componentes productivos también presentaron diferencias entre los grupos evaluados. El análisis de varianza reportó diferencias entre grupos para el número de mazorcas por planta, longitud promedio de mazorca, peso de mazorca con cáscara, peso de grano húmedo y peso de grano seco ($p < 0,01$). Los coeficientes de variación oscilaron entre 7,09 % para el peso de mazorca con cáscara y 12,24 % para el peso de grano seco.

Las plantaciones de 6 o más años presentaron los mayores promedios en las cinco variables evaluadas. En este grupo se registraron 12,80 mazorcas por planta, una longitud media de mazorca de 18,60 cm, un peso de mazorca con cáscara de 865,40 g, un peso de grano húmedo de 402,60 g y un peso de grano seco de 182,40 g.

Las plantaciones de 1–3 años ocuparon una posición intermedia, mientras que el grupo de 4–5 años

presentó los menores promedios de los componentes productivos.

Tabla 3

Componentes productivos de las plantaciones según grupo de edad

Grupo	Edad	NMP	TMP (cm)	PMCP (g)	PGHP (g)	PGSP (g)
T1	1–3 años	10,40 b	16,90 ab	742,60 b	338,40 b	149,60 b
T2	4–5 años	7,60 c	14,80 b	608,80 c	271,80 c	118,20 c
T3	6 o más años	12,80 a	18,60 a	865,40 a	402,60 a	182,40 a
Diferencia crítica de Tukey	—	2,14	2,32	94,74	55,07	33,19

Nota. NMP: número de mazorcas por planta; TMP: longitud promedio de mazorca; PMCP: peso de mazorca con cáscara; PGHP: peso de grano húmedo; PGSP: peso de grano seco. Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias según Tukey, $\alpha = 0,05$

Para el número de mazorcas por planta, el grupo de 6 o más años presentó un promedio de 12,80, frente a 10,40 en las plantaciones de 1–3 años y 7,60 en las de 4–5 años. La diferencia entre los grupos de 6 o más años y de 4–5 años fue de 5,20 mazorcas por planta.

La longitud promedio de mazorca fue de 18,60 cm en las plantaciones de 6 o más años, 16,90 cm en las de 1–3 años y 14,80 cm en las de 4–5 años. En esta variable, el grupo de 1–3 años compartió letras con los otros dos grupos, por lo que su media no quedó estadísticamente separada de ambos extremos según la comparación de Tukey.

El peso de mazorca con cáscara presentó valores medios de 865,40 g, 742,60 g y 608,80 g para los grupos de 6 o más años, 1–3 años y 4–5 años, respectivamente. El mismo orden se observó para el peso de grano húmedo, con 402,60, 338,40 y 271,80 g, y para el peso de grano seco, con 182,40, 149,60 y 118,20 g.

Estos resultados describen diferencias productivas entre los grupos evaluados, pero no permiten atribuirlas directamente a la presencia o intensidad de la moniliasis. Las plantaciones corresponden a diferentes grupos de edad y pueden diferir además en otras características agronómicas no incluidas en el análisis.

Análisis de varianza de las variables sanitarias y productivas

Los valores consignados en el análisis de varianza muestran diferencias entre los grupos para las variables sanitarias y productivas evaluadas. En incidencia y severidad, los cuadrados medios correspondientes a los grupos fueron superiores a los cuadrados medios del error. Un comportamiento equivalente se observó en las variables productivas.

Tabla 4

Análisis de varianza de las variables sanitarias y productivas

Panel A. Variables sanitarias

Fuente de variación	gl	Incidencia, CM	Severidad, CM
Bloques	4	5,77	3,07
Grupos de edad	2	865,80**	662,87**
Error experimental	8	7,22	3,87
Total	14	—	—

CV (%)	—	12,03	12,45

Panel B. Componentes productivos

Fuente de variación	gl	NMP, CM	TMP, CM	PMCP, CM	PGHP, CM	PGSP, CM
Bloques	4	1,87	1,48	3160,13	1270,07	405,07
Grupos de edad	2	26,07**	24,34**	59210,13**	23109,07**	9327,47**
Error experimental	8	1,40	1,65	2748,00	928,60	337,20
Total	14	—	—	—	—	—
CV (%)	—	11,52	7,66	7,09	9,03	12,24

Nota. gl: grados de libertad; CM: cuadrado medio; CV: coeficiente de variación; **: $p < 0,01$. Los valores corresponden al análisis estadístico reportado en la información original del estudio.

La ausencia de diferencias estadísticas reportadas para los bloques indica que, dentro del modelo utilizado, no se detectaron diferencias atribuibles a este componente de variación. Sin embargo, este resultado no implica necesariamente homogeneidad agronómica completa entre las parcelas, debido a que características como manejo, material vegetal, estructura del dosel y condiciones ambientales no fueron incluidas como variables explicativas en el análisis.

Relación descriptiva entre afectación sanitaria y componentes productivos

Al considerar conjuntamente los resultados sanitarios y productivos, se observó un patrón coincidente entre los grupos. Las plantaciones de 4–5 años presentaron los mayores valores medios de incidencia y severidad y, simultáneamente, los menores promedios para los componentes productivos evaluados. Por el contrario, las plantaciones de 6 o más años registraron los menores niveles de incidencia y severidad y los mayores valores productivos, mientras que el grupo de 1–3 años presentó una posición intermedia.

Esta coincidencia constituye una relación descriptiva entre el comportamiento sanitario y productivo de los grupos estudiados. No obstante, los análisis realizados no permiten demostrar que la mayor incidencia o severidad haya ocasionado directamente los menores valores productivos, debido a que no se evaluó estadísticamente la asociación entre estas variables a nivel de parcela o planta y tampoco se controlaron otras características potencialmente relacionadas con el comportamiento productivo.

En consecuencia, los resultados permiten establecer que, bajo las condiciones particulares de las plantaciones estudiadas y durante septiembre–noviembre de 2025, el grupo de 4–5 años presentó la mayor afectación sanitaria promedio, mientras que las plantaciones de 6 o más años mostraron los menores valores de incidencia y severidad y los mayores promedios de los componentes productivos. La interpretación de estas diferencias debe mantenerse circunscrita a las unidades evaluadas y al periodo de estudio.

DISCUSIÓN

La mayor incidencia y severidad de Moniliophthora roreri se registró en las plantaciones de 4–5 años, mientras que los valores más bajos correspondieron al grupo de 6 o más años. Las plantaciones de 1–3 años

ocuparon una posición intermedia. Este patrón fue consistente para ambas variables sanitarias, lo que permite señalar que, dentro de las condiciones evaluadas, el grupo de edad intermedia concentró la mayor afectación.

La coincidencia entre incidencia y severidad resulta relevante porque ambas variables describen dimensiones distintas de la enfermedad. La primera refleja la proporción de frutos afectados; la segunda, la magnitud visible del daño. Que ambas siguieran el mismo orden entre grupos refuerza la existencia de un patrón sanitario diferenciado. Aun así, esa coincidencia no implica que una variable determine a la otra ni que la edad de la plantación explique por sí sola las diferencias observadas.

En enfermedades como la moniliasis, la expresión de los síntomas depende de varios factores que actúan de manera simultánea. Kongor et al. (2024) señalan que las pérdidas asociadas con enfermedades del cacao pueden variar según las condiciones de producción, el manejo fitosanitario y las características de las plantaciones. Esto es importante para interpretar los resultados obtenidos en Pichincha. La edad permite organizar la comparación, pero también puede estar asociada con diferencias en estructura del dosel, cantidad de frutos, intensidad de poda, sombra o manejo acumulado.

Por ello, el mayor nivel de afectación observado en las plantaciones de 4–5 años no debería interpretarse como evidencia de que esa edad sea, en sí misma, una condición de mayor susceptibilidad. Es posible que este grupo haya reunido características favorables para la expresión de la enfermedad, pero esas condiciones no fueron medidas directamente. En este punto, la evidencia del estudio permite describir el patrón, no explicar todavía su mecanismo.

El microclima puede haber desempeñado un papel importante. Leandro-Muñoz et al. (2017) mostraron que variables como temperatura, humedad y condiciones dentro del dosel influyen en la aparición de síntomas y signos de M. roreri. Del mismo modo, Plasencia-Vázquez et al. (2022) destacaron la importancia de las condiciones climáticas en la distribución potencial del patógeno en Ecuador. Estos antecedentes respaldan la necesidad de considerar el ambiente como parte de la interpretación epidemiológica.

En las plantaciones evaluadas, factores como ventilación, sombra, densidad foliar o permanencia de humedad pudieron variar entre grupos. No obstante, el estudio no registró esas variables. Sería especulativo afirmar, por ejemplo, que las plantaciones de 4–5 años tuvieron mayor humedad dentro del dosel o menor circulación de aire. Lo correcto es plantearlo como una hipótesis para investigaciones posteriores.

El manejo también merece atención. Las prácticas de poda, eliminación de frutos afectados y regulación de sombra modifican las condiciones en las que se desarrolla la enfermedad. Anzules-Toala et al. (2022) y Pilaloa David et al. (2021) mostraron que diferentes estrategias culturales y fitosanitarias pueden reducir la afectación por moniliasis. En este contexto, las diferencias observadas entre grupos podrían estar vinculadas no solo con la edad, sino también con la historia de manejo de cada plantación.

Este aspecto adquiere especial importancia porque las unidades evaluadas ya estaban establecidas antes del estudio. No se trató de plantas cuya edad hubiera sido asignada experimentalmente. Por eso, cada grupo puede haber reunido características propias de manejo, material vegetal y ambiente que acompañaban a la edad. La comparación sigue siendo útil, pero su alcance debe mantenerse dentro de esos límites.

Los componentes productivos mostraron un patrón inverso al sanitario. Las plantaciones de 6 o más años presentaron los mayores promedios de número de mazorcas, longitud de fruto y peso de mazorca y grano, mientras que el grupo de 4–5 años registró los valores más bajos. A primera vista, esta coincidencia podría sugerir una relación entre mayor afectación por moniliasis y menor desempeño productivo. El estudio,

sin embargo, no permite establecer esa relación de manera causal.

La productividad de una plantación depende de múltiples factores. La edad fisiológica, el material genético, el estado nutricional, las condiciones del suelo y las prácticas de manejo pueden modificar la producción de frutos y el peso de los granos. Por esa razón, el hecho de que el grupo con mayor incidencia y severidad también haya mostrado menores valores productivos debe interpretarse como una asociación descriptiva entre grupos.

Los resultados de Solís Bonilla et al. (2021) apoyan la importancia de estudiar conjuntamente variables sanitarias y productivas, ya que encontraron relaciones entre moniliasis y características de producción en materiales de cacao. Sin embargo, su enfoque fue distinto y estuvo orientado a componentes genéticos y evaluaciones prolongadas. Esa diferencia metodológica impide trasladar directamente sus conclusiones al presente estudio, aunque sí aporta un marco útil para futuras investigaciones.

También debe considerarse el material vegetal. Diferencias genéticas entre plantaciones pueden modificar tanto la susceptibilidad a M. roreri como el comportamiento productivo. Solís Bonilla et al. (2021) evidenciaron variabilidad entre materiales de cacao, mientras que Rodríguez-Velázquez et al. (2025) mostraron diversidad genética del patógeno. En consecuencia, una caracterización más detallada de los clones o materiales cultivados permitiría separar mejor el efecto asociado con la edad de otras fuentes de variación.

El menor nivel de afectación observado en las plantaciones de 6 o más años merece una interpretación especialmente cuidadosa. No significa necesariamente que las plantaciones maduras sean menos susceptibles. Podría reflejar mejores prácticas de manejo, diferencias en la disponibilidad de frutos susceptibles, características particulares del material vegetal o condiciones microambientales distintas. Este resultado es interesante precisamente porque contradice una explicación simple basada únicamente en la edad.

Otro elemento que limita la interpretación es el periodo de evaluación. El estudio se desarrolló entre septiembre y noviembre de 2025, durante la época seca. Por tanto, los valores obtenidos representan ese intervalo y no necesariamente el comportamiento anual de la enfermedad. La expresión de M. roreri puede cambiar cuando varían las lluvias, la humedad y la disponibilidad de frutos susceptibles.

Además, aunque se realizaron ocho visitas con intervalos de ocho días, los resultados disponibles fueron consolidados por unidad experimental. Esto impide conocer si las diferencias entre grupos se mantuvieron durante todo el seguimiento o si aparecieron únicamente en determinadas fechas. Un análisis temporal habría permitido observar con mayor detalle la evolución de la incidencia y severidad y establecer si el comportamiento de los grupos fue estable a lo largo del periodo.

A pesar de estas limitaciones, los resultados tienen utilidad práctica. La mayor afectación registrada en las plantaciones de 4–5 años permite identificar este grupo como una referencia para intensificar el monitoreo dentro de las condiciones estudiadas. No se trata de asumir que todas las plantaciones de esa edad presentan necesariamente mayor riesgo, sino de reconocer que, en las fincas evaluadas, ese patrón fue consistente.

Del mismo modo, las plantaciones de 6 o más años ofrecen información valiosa. Su menor afectación sanitaria y sus mayores promedios productivos sugieren que sería pertinente examinar qué características de manejo estuvieron presentes en estas unidades. Una comparación más detallada de poda, sombra, eliminación de frutos enfermos, densidad de plantación y material genético podría ayudar a identificar

factores asociados con el comportamiento observado.

En conjunto, los resultados muestran una diferenciación clara entre los grupos evaluados, pero no permiten atribuir esas diferencias exclusivamente a la edad. La principal contribución del estudio consiste en proporcionar evidencia local sobre el comportamiento de la moniliasis en plantaciones con diferentes edades y señalar variables que deberían incorporarse en trabajos posteriores.

Futuras investigaciones deberían ampliar el número de fincas, incluir diferentes épocas del año y registrar variables ambientales, agronómicas y genéticas. También sería conveniente conservar y analizar los datos correspondientes a cada fecha de evaluación. Con esa información sería posible determinar con mayor precisión si la edad mantiene una asociación independiente con la incidencia y severidad o si el patrón observado está explicado principalmente por otras características de las plantaciones.

CONCLUSIÓN

El estudio cumplió su objetivo al comparar la incidencia y severidad de Moniliophthora roreri en plantaciones de cacao de distintas edades del cantón Pichincha y describir el comportamiento de sus componentes productivos. Las plantaciones de 4–5 años presentaron la mayor afectación sanitaria, mientras que las de 6 o más años registraron los menores niveles de incidencia y severidad dentro de las condiciones evaluadas.

Los componentes productivos siguieron un patrón inverso: el grupo con mayor afectación sanitaria presentó los menores promedios, mientras que las plantaciones de mayor edad mostraron los valores más altos. Esta coincidencia debe interpretarse como una relación descriptiva entre los grupos estudiados y no como evidencia de una relación causal directa entre moniliasis y desempeño productivo.

En conjunto, los resultados aportan evidencia local para el monitoreo fitosanitario de plantaciones con características semejantes. La edad constituye un criterio útil de comparación, pero su interpretación debe integrarse con factores de manejo, material vegetal y condiciones ambientales que también pueden contribuir a la expresión de la enfermedad.

REFERENCIAS

Aime, M. C., & Phillips-Mora, W. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia, 97*(5), 1012–1022. https://doi.org/10.3852/mycologia.97.5.1012

Anzules-Toala, V., Pazmiño-Bonilla, E., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V., & Julca-Otiniano, A. (2022). Control of cacao (*Theobroma cacao*) diseases in Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana, 33*(1), Article 45939. https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45939

Arredondo Domínguez, E. R., Gómez Cárdenas, R. E., Lalama Flores, R. V., & Chóez Chóez, L. O. (2020). Investigación científica y estadística para el análisis de datos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8*(1), Artículo 22. https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i1.2411

Bailey, B. A., Evans, H. C., Phillips-Mora, W., Ali, S. S., & Meinhardt, L. W. (2018). *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. *Molecular Plant Pathology, 19*(7), 1580–1594. https://doi.org/10.1111/mpp.12648

Delgado, C. (2022). Primer registro de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Evans et al.) del *Theobroma cacao* en la región de la triple frontera, Loreto, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos), 9*(2), 93–98. https://doi.org/10.22386/ca.v9i2.343

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Kongor, J. E., Owusu, M., & Oduro-Yeboah, C. (2024). Cocoa production in the 2020s: Challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience, 5*, Article 102. https://doi.org/10.1186/s43170-024-00310-6

Leandro-Muñoz, M. E., Tixier, P., Germon, A., Rakotobe, V., Phillips-Mora, W., Maximova, S., & Avelino, J. (2017). Effects of microclimatic variables on the symptoms and signs onset of *Moniliophthora roreri*, causal agent of Moniliophthora pod rot in cacao. *PLOS ONE, 12*(10), Article e0184638. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184638

Leiva, S., Oliva, M., Hernández, E., Chuquibala, B., Rubio, K., García, F., & Torres de la Cruz, M. (2020). Assessment of the potential of *Trichoderma* spp. strains native to Bagua (Amazonas, Peru) in the biocontrol of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*). *Agronomy, 10*(9), Article 1376. https://doi.org/10.3390/agronomy10091376

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.080

Morán Lozano, N. S., Zavala Baque, D. L., Intriago Terán, A. B., Ávila Parrales, R. A., Guerrero Alcívar, H. A., Tuárez Bravo, H. M., Pinargote Bravo, B. J., & Pilay Robles, N. A. (2025). *Metodología de la investigación científica: Diseño de investigaciones cuantitativas*. Editorial Internacional Alema.

Phillips-Mora, W., Aime, M. C., & Wilkinson, M. J. (2007). Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology, 56*(6), 911–922. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01646.x

Pilaloa David, W., Alvarado Aguayo, A., Pérez Vaca, D., & Torres Sánchez, S. (2021). Manejo agroecológico de la moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 5*(15), 453–468. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.129

Plasencia-Vázquez, A. H., Vilchez-Ponce, C. R., Ferrer-Sánchez, Y., & Veloz-Portillo, C. E. (2022). Efecto del cambio climático sobre la distribución potencial del hongo *Moniliophthora roreri* y el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador continental. *Terra Latinoamericana, 40*, Artículo e1151. https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1151

Ramos-Galarza, C. A. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica, 10*(1), 1–7. https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356

Rodríguez-Velázquez, N. D., Fernández-Pavía, S. P., Pineda-Vaca, D., Tlacuilo-Cano, J.-D., López-Guillén, G., Chávez-Ramírez, B., & Estrada-de los Santos, P. (2025). Genetic diversity of *Moniliophthora roreri* from cacao trees growing in the Soconusco area, Chiapas, Mexico. *Plant Disease, 109*(6), 1303–1313. https://doi.org/10.1094/PDIS-04-24-0873-RE

Solís Bonilla, J. L., Lopes, U. V., Zamarripa Colmenero, A., Martínez Valencia, B. B., Avendaño Arrazate, C. H., & Peres Gramacho, K. (2021). Estimation of genetic parameters associated with frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) and cacao production in Mexico. *Tree Genetics & Genomes, 17*, Article 24. https://doi.org/10.1007/s11295-021-01498-8

Tinoco-Jaramillo, L., Vargas-Tierras, Y., Habibi, N., Caicedo, C., Chanaluisa, A., Paredes-Arcos, F., Viera, W., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2024). Agroforestry systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests, 15*(1), Article 195. https://doi.org/10.3390/f15010195

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaramos no tener conflictos de intereses de índole financiero, ni personales u otro tipo que influya en la realización de esta revisión sistemática que es parte de un programa de postgrado, lo cual evidencia la transparencia y alineación con estándares como PRISMA que recomienda su inclusión entes de la bibliografía para publicaciones académicas.

FINANCIAMIENTO

El artículo no tiene financiamiento

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD AUTORAL

Arelis Elizabeth Marcillo De La Cruz: conceptualización, revisión bibliográfica, análisis formal y redacción del borrador original.

Jonathan Alberto Mite Zambrano: revisión bibliográfica, análisis formal y revisión y edición del manuscrito.

Cristhian Arturo Torres López: revisión bibliográfica, análisis formal, revisión y edición del manuscrito, y preparación y estandarización del formato final.