CAPÍTULO I
ESTADO ACTUAL DE LA ENFERMEDAD DEL MOKO EN EL CANTÓN EL CARMEN

Diana Alexandra Alava Cruz
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0002-2975-2180

Olga Benigna Pérez Chamorro
Universidad UTE
https://orcid.org/0000-0002-8404-9076

Leonardo Enrique Avellán Vásquez
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0003-4265-8049

Manuel Alexander Meza Loor
Instituto Superior Tecnológico Tsa´chila
https://orcid.org/0000-0002-1693-5180

https://doi.org/10.70171/jjyczw87

Resumen

La enfermedad del moko, causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2, es una de las amenazas fitosanitarias más graves para el plátano en el cantón El Carmen, principal zona productora de Ecuador. Este capítulo analizó el estado actual de la enfermedad mediante un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM), con el fin de identificar asociaciones entre variables sociodemográficas, productivas y de conocimiento fitosanitario. Se encuestaron 211 productores de seis sectores del cantón durante agosto de 2026, con un 95% de confianza y 5% de error. Se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis, CATPCA y regresión logística binaria en SPSS. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en el tamaño del cultivo entre sectores ni entre hectáreas y la presencia de moko. El ACM identificó dos dimensiones: una de conocimiento técnico (identificar agente causal, reconocer síntomas y conocer la enfermedad) y otra de percepción/información (experiencia directa, medios de diseminación y escala del cultivo). La regresión logística reveló que la rotación de cultivo es el único predictor significativo (OR = 7,54; $p < 0,001$), indicando que quienes la realizan tienen 7,5 veces más probabilidad de reportar problemas de moko, lo que sugiere que se adopta como respuesta a la enfermedad y no como medida preventiva.

Palabras clave: moko del plátano, diagnóstico fitosanitario, rotación de cultivos.

INTRODUCCIÓN

Para la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD, 2024), esta es una de las plagas más destructivas de los cultivos de musáceas, ya que genera pérdidas en la producción y altos costos por la aplicación de medidas de contención y erradicación. Existen diversas fuentes o vías de contaminación o propagación: 1) plantas y partes de plantas afectadas, como el cormo, pseudotallo, fruta y hojas; 2) insectos como el picudo negro; 3) animales de granja como gallinas y cerdos; 4) suelo contaminado adherido al calzado, maquinaria y herramientas; 5) agua contaminada; 6) raíces enfermas que se entrecruzan con las raíces de plantas sanas; y 7) malezas.

El moko es una enfermedad bacteriana devastadora, cuyo agente causal es *Ralstonia solanacearum* raza 2, que afecta a los cultivos de banano y plátano, provocando marchitamiento y la muerte de la planta. Además, contamina el suelo, lo que dificulta la recuperación del cultivo y genera pérdidas económicas. La propagación de la enfermedad es rápida y puede ocurrir a través de diversas vías, incluyendo el material vegetal infectado, suelo contaminado transportado por herramientas, calzado o animales, e incluso insectos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2025).

En la provincia de Manabí, el cantón El Carmen concentra la mayor parte de la producción nacional de plátano, producto que solía llegar con gran éxito a los mercados internacionales. Sin embargo, la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, conocida comúnmente como "moko del Plátano", ha provocado una crisis en la región. Este patógeno, uno de los problemas fitosanitarios más graves para las musáceas en las regiones tropicales y subtropicales, ha causado grandes pérdidas a un sector que depende de este cultivo (El productor, 2024).

Según datos reportados por Alava et al. (2018), en el cantón El Carmen, el 21% de los encuestados manifestó que la enfermedad estaba presente en su propiedad; el 50% de los plataneros expresó conocer la enfermedad y reconocer sus síntomas; y el 23% la atribuyó al agente causal bacteriano. Además, el 24% de los productores señaló que el método de diseminación es por semilla; finalmente, el 71% de los encuestados respondió no tener información sobre medidas preventivas o de control de la enfermedad.

En este contexto, la gravedad de la enfermedad del moko en el cantón El Carmen y el limitado conocimiento que los productores poseen sobre sus mecanismos de propagación y control evidencian la necesidad de analizar el estado actual de la enfermedad del moko

(*Ralstonia solanacearum* raza 2) en el cantón El Carmen, mediante la aplicación de un Análisis de Correspondencia Múltiple, para identificar las asociaciones entre las variables sociodemográficas, productivas y de conocimiento fitosanitario de los plataneros.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en la provincia de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón El Carmen y Santo Domingo, en los sectores de: Las Delicias, San Pedro de Suma, Naranjales, La Bramadora, La Medianía, Sumita Pita, llevada a cabo el mes de agosto de 2026. La población muestreada fueron 211 productores de plátano de exportación, donde se asignó un nivel de confianza del 95 % y un margen de error admisible del 5%, para las preguntas consideradas en encuestas. Se empleó estadística multivariada (Análisis de Componentes Principales) que permitió reducir el número de variables categóricas, de los datos obtenido de las encuestas aplicadas a los productores de plátano Barraganete.

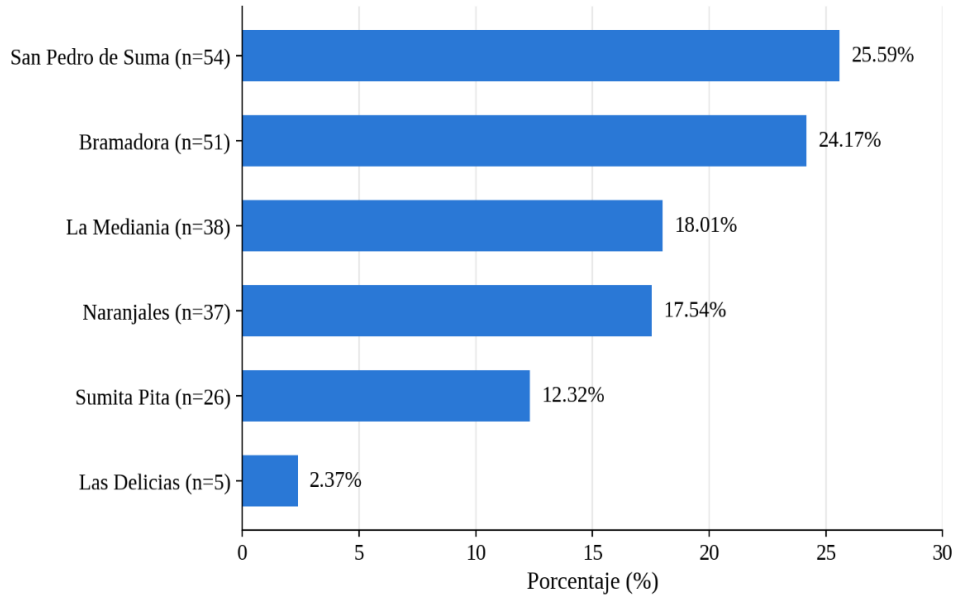
Se empleó el software estadístico SPSS para realizar de la limpieza de datos, análisis exploratorio y multivariantes mismo que permitió determinar las técnicas estadísticas para clasificar y agrupar las relaciones entre las variables dependientes (manejo) y su incidencia sobre la enfermedad del moko.

RESULTADOS

Al comparar las localidades entre sí, se identifican tres grupos claramente diferenciados. Las localidades San Pedro de Suma y Bramadora son las de mayor peso en el estudio y estadísticamente equivalentes entre sí, aportando en conjunto casi el 50% de la información recolectada. Un segundo grupo, de representación intermedia, está conformado por La Medianía (18,01%), Naranjales (17,54%) y Sumita Pita (12,32%). Finalmente, Las Delicias (2,37%) conforma por sí sola un tercer grupo de representación marginal, con un tamaño muestral casi diez veces menor al de la localidad líder.

Figura 1

Distribución porcentual de las encuestas según localidad



Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis

Número de hectáreas por sector (Lugar): No existe diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en el tamaño del cultivo de plátano (en hectáreas) entre los seis sectores del cantón El Carmen. Aunque Las Delicias presenta el rango promedio más alto (119,40) y Sumita Pita el más bajo (97,42), la variabilidad observada es completamente atribuible al azar muestral y no refleja un patrón geográfico real. En términos prácticos, esto significa que la superficie cultivada de plátano es homogénea entre los sectores encuestados, por lo que no es necesario estratificar futuros análisis por tamaño de finca según el sector.

Número de hectáreas según presencia de problemas de moko: Tampoco se encontró una relación significativa entre el tamaño del cultivo y la presencia de problemas de moko. El grupo que "Sospecha" tener la enfermedad presenta el rango promedio más alto (126,89), seguido de "No" (105,10) y "Sí" (103,41), pero esta diferencia no es estadísticamente robusta. Este resultado es relevante porque descarta al tamaño de la finca (hectáreas) como factor discriminante directo del riesgo de moko en esta muestra: agricultores con fincas grandes y pequeñas tienen probabilidades similares de reportar el problema.

En función de los resultados antes expuesto se prosigue con el análisis de componentes principales, para establecer que factores como las prácticas de manejo (rotación, normas fitosanitarias, tratamientos) podrían ser más determinantes que la escala productiva.

Resultados de análisis de componentes principales

Un alfa promedio de 0,742 indica una confiabilidad aceptable-buena de la solución de dos dimensiones; ambas dimensiones superan individualmente el umbral de 0,70 recomendado. La inercia total explicada (43,3%) es razonable para un CATPCA con muchas variables categóricas (donde rara vez se supera el 50-60%), lo que respalda usar 2 dimensiones para resumir el patrón de respuestas de los 211 agricultores. La tabla de medidas discriminantes cuantifica el aporte de cada variable a la formación de las dos dimensiones del modelo CATPCA, y su valor puede interpretarse de forma análoga a una carga factorial al cuadrado: mientras más alto es el valor (más cercano a 1), mayor es la capacidad de esa variable para diferenciar a los agricultores dentro de la dimensión correspondiente. Los totales activos (3,485 y 3,015) coinciden con los autovalores ya reportados en la tabla de confiabilidad, y la columna "Media" resume la contribución global de cada variable considerando ambas dimensiones simultáneamente.

Tabla 1

Resumen del modelo

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza contabilizada para	
		Total (autovalor)	Inercia
1	,764	3,485	,232
2	,716	3,015	,201
Total		6,500	,433
Media	,742a	3,250	,217

Nota: a. La media de alfa de Cronbach se basa en la media de autovalor.

En la Dimensión 1, las variables con mayor poder discriminante son: *Identifica al agente causal de enfermedad* (0,807), *Conoce usted sobre enfermedad moko* (0,791) y *Reconoce síntomas del moko en plátano* (0,550). Estos valores, notablemente superiores al resto, confirman que esta dimensión está construida fundamentalmente sobre el conocimiento técnico y diagnóstico de la enfermedad: es el eje que mejor separa a los agricultores informados de los que no lo están respecto a qué es el moko, cómo se reconoce y quién lo causa. *Tiene información de medidas preventivas* (0,346) también aporta de forma moderada a esta dimensión, reforzando su carácter cognitivo/informativo.

En la Dimensión 2, el patrón se invierte: destacan *Medios diseminación de enfermedad* (0,570), *Tiene problemas de moko* (0,407), *Número hectáreas cultivo de plátano* (0,365), *Normas fitosanitaria para traslado de semilla* (0,335) y *Tratamientos para control de moko* (0,320). Esta combinación sugiere que la segunda dimensión captura un componente más práctico y experiencial: la experiencia directa con la enfermedad en la finca, el tamaño del cultivo, y la aplicación de medidas de manejo y control (normas fitosanitarias, tratamientos), diferenciándose así de la dimensión puramente cognitiva.

Para la variable *Número de hectáreas del cultivo plátano*, discrimina de forma relativamente equilibrada en ambas dimensiones (0,284 y 0,365, media 0,325), lo que indica que tamaño del cultivo se relaciona con la experiencia práctica frente al moko. Igual de relevante es el comportamiento de *Reconocer los síntomas del moko en plátano*, que combina una discriminación alta en la Dimensión 1 (0,550) con un aporte moderado en la Dimensión 2 (0,290), siendo de hecho la variable con mejor equilibrio entre ambas dimensiones (media 0,420), lo que la posiciona como un indicador robusto y transversal del perfil general del agricultor frente a la enfermedad.

En el extremo opuesto se ubican las variables con medias discriminantes muy bajas, todas por debajo de 0,10: *Entidades gobierno han realizado capacitación* (0,040), *Tipo de cultivo plátano* (0,018), *Adquisición de nuevas semillas* (0,033) y *Tratamientos para control de moko* solo en su componente de Dimensión 1 (0,008). Estos valores tan cercanos a cero indican que dichas variables presentan poca variabilidad discriminante en la muestra de 211 agricultores, es decir, las respuestas tienden a ser homogéneas (por ejemplo, la mayoría cultiva el mismo tipo de plátano o casi nadie ha recibido capacitación gubernamental) por lo que no contribuyen de manera significativa a diferenciar perfiles dentro del espacio bidimensional del modelo, aun cuando temáticamente sean relevantes para el estudio.

En conjunto, la tabla confirma y profundiza la interpretación del Biplot: existe una clara bipolaridad entre variables de conocimiento teórico/diagnóstico (que cargan en la Dimensión 1) y variables de experiencia práctica y manejo agronómico (que cargan en la Dimensión 2), mientras que las variables institucionales y de adquisición de insumos (capacitación gubernamental, adquisición de semillas, entidades de gobierno) muestran escasa capacidad discriminante en ambas dimensiones, lo que podría señalar una limitada o poco diferenciada intervención institucional percibida por los agricultores del cantón El Carmen frente al manejo del moko.

Tabla 2

Medidas discriminantes

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
Tipo de cultivo plátano	,034	,002	,018
Número hectáreas cultivo plátano	,284	,365	,325
Conoce usted sobre enfermedad del moko	,791	,003	,397
Identifica al agente causal de enfermedad	,807	,342	,574
Reconoce síntomas del moko en plátano	,550	,290	,420
Sabe donde apareció la enfermedad del moko	,116	,197	,156
Medios diseminación de enfermedad	,202	,570	,386
Tiene problemas de moko	,056	,407	,232
Tiene información de medidas preventivas	,346	,001	,173
Entidades de gobierno han realizado capacitación	,045	,036	,040
Ha realizado adquisición de semilla	,136	,001	,068
Normas fitosanitaria para traslado de semilla	,031	,335	,183
Tratamientos para control de moko	,008	,320	,164
Adquisición de nuevas semillas	,046	,019	,033
Rotación de cultivo para control de moko	,033	,127	,080
Total activo	3,485	3,015	3,250

El Biplot cuenta con dos ejes de comportamiento distintos entre los 211 agricultores del cantón El Carmen: un eje de conocimiento técnico (saber identificar el agente y los síntomas de moko) y un eje de percepción/información (haber tenido el problema y conocer cómo se disemina, ligado a la escala del cultivo).

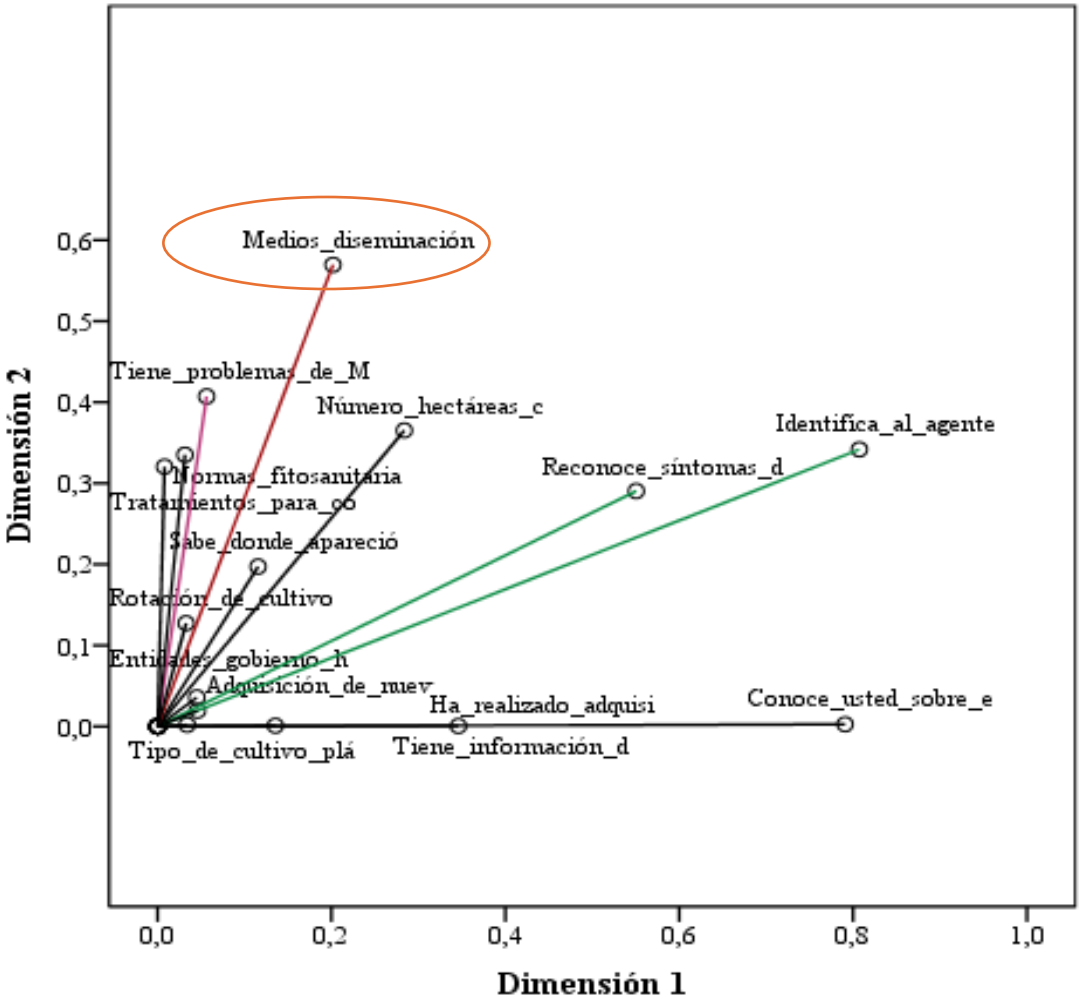
Dado que: *Identifica al agente*, *reconoce síntomas* y *conoce usted sobre el moko* se ubican lejos del origen y en la misma dirección general, existe una asociación fuerte entre ellas: los agricultores que reconocen síntomas también tienden a identificar el agente causal y a declarar que conocen la enfermedad, es decir, el conocimiento teórico y el diagnóstico práctico van de la mano.

En cambio, las prácticas de manejo (rotación, tratamientos, normas fitosanitarias, adquisición de material) están poco correlacionadas con esas dimensiones, lo que podría

interpretarse como una brecha entre el conocimiento/percepción del problema y la adopción real de prácticas de manejo un hallazgo típico y relevante para estudios de extensión agrícola, y probablemente uno de los puntos centrales a discutir en las conclusiones del estudio.

Figura 2

Biplot de análisis de correspondencias



Resultados de regresión logísticas binaria

De los cinco predictores, solo la rotación de cultivo resultó estadísticamente significativa. Controlando por tipo de cultivo, hectáreas, normas fitosanitarias y adquisición de semilla, los agricultores que sí realizan rotación de cultivo tienen 7,5 veces más probabilidad (OR=7,54) al reportar problemas de moko, como medida de control. Las demás variables (tipo de cultivo, hectáreas, normas fitosanitarias, adquisición de semilla) no mostraron asociación significativa con la presencia de moko una vez controlado el efecto de las demás sus intervalos de confianza cruzan el valor 1.

Tabla 3

Odds Ratios (razones de momios)

Predictor	OR*	IC 95%	p
Cultivo asociado (vs. monocultivo)	1,39	0,69 – 2,76	0,355
Hectáreas cultivadas (por categoría)	0,88	0,63 – 1,23	0,455
Normas fitosanitarias: Sí (vs. No)	1,04	0,53 – 2,04	0,907
Rotación de cultivo: Sí (vs. No)	**7,54**	**3,64 – 15,63**	**<0,001**
Adquisición nueva semilla: Sí (vs. No)	1,66	0,80 – 3,45	0,175

Nota: *OR > 1 (aumenta la probabilidad de que ocurra el evento); OR <1, (disminuye dicha probabilidad); y cuando el OR es exactamente igual a 1, (No existe asociación alguna entre el predictor y el evento estudiado).

CONCLUSIONES

La prueba de Kruskal-Wallis evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en el número de hectáreas cultivadas de plátano entre los seis sectores evaluados del cantón El Carmen. Asimismo, no se encontró relación significativa entre el tamaño de la finca y la presencia de problemas de moko, lo que descarta la escala productiva como factor discriminante del riesgo de la enfermedad en esta muestra.

El análisis de correspondencia múltiple permitió identificar dos ejes de comportamiento entre los 211 agricultores: una dimensión de conocimiento técnico, construida sobre variables como identificar al agente causal, reconocer síntomas y conocer la enfermedad; y una dimensión de percepción/información, asociada a haber tenido problemas de moko, conocer los medios de diseminación, el número de hectáreas y la aplicación de normas fitosanitarias y tratamientos. Esta estructura bidimensional demuestra que el conocimiento de la enfermedad no es un bloque único, sino que combina componentes cognitivos y experienciales.

La regresión logística binaria reveló que, de los cinco predictores evaluados, solo la rotación de cultivo resultó estadísticamente significativa (OR = 7,54; IC 95%: 3,64 – 15,63; p < 0,001). Los agricultores que realizan rotación tienen 7,5 veces más probabilidad de reportar problemas de moko, lo que indica que esta práctica se adopta principalmente como respuesta a la presencia de la enfermedad y no como medida preventiva.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario AGROCALIDAD. (2024). *Guía para el establecimiento y mantenimiento de sitios de producción libres de Ralstonia solanacearum Raza 2.* Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Guia_Ralstonia.pdf

Alava, D., Vivas, J., González, I., & Meza, M. (2018). *Situación actual de la enfermedad del moko (Ralstonia solanacearum, Raza II) en el cultivo de plátano en el cantón El Carmen.* Obtenido de Ponencia. Red Santo Domingo Investiga.: https://www.redisd.org/index.php/es/ponencias-l020-agricultura-acuacultura-ganaderia-y-pesca-24/536-situacion-actual-de-la-enfermedad-del-moko-ralstonia-solanacearum-raza-ii-en-el-cultivo-de-platano-en-el-canton-el-carmen

El productor. (2024). *El moko avanza rápidamente en la región del Carmen.* Obtenido de Periódico digital agropecuario de Ecuador: https://www.elproductor.com/articulo/el-moko-avanza-rapidamente-en-la-region-del-carmen

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2019). E*stado del arte y opciones de manejo del moko y Sigatoka negra.* Obtenido de http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf

INAMHI. (2016). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.* Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2019). *Banano, plátano y otras musáceas.* Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2025). *Mesa Técnica del Plátano, en El Carmen, analiza situación del sector y soluciones a problemáticas.* Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-del-platano-en-el-carmen-analiza-situacion-del-sector-y-soluciones-a-problematicas/