

# COMPORTAMIENTO E IMPACTO DE LA ENFERMEDAD DE MOKO EN LA ZONA DE URABÁ (COLOMBIA), EN LAS ÚLTIMAS TRES DÉCADAS Y MEDIA Y PROPUESTA DE UN INDICE DE RIESGO DE LA ENFERMEDAD

Darío Antonio Castañeda Sánchez<sup>1</sup> y John Alexander Espinosa Orrego<sup>2</sup>

---

## RESUMEN

*Aunque la enfermedad de moko se ha monitoreado según el número de fincas afectadas, se demuestra que no es recomendable el uso de este indicador para el manejo de la enfermedad, porque no refleja el estado real ni el riesgo que representa según la distribución. Un indicador más preciso está basado en el número de focos. El promedio histórico en porcentaje de la enfermedad según este indicador es del 0,06 %, para la zona de Urabá lo que equivale a una destrucción promedio anual de 589,8 focos. En área, el promedio de destrucción por año fue de 16,5 ha para un total de 611 ha en 33 años de registro, evidencia directa de la capacidad destructiva y del impacto económico que tiene la enfermedad. Por lo tanto se propone un índice de riesgo para la enfermedad estimado con base en el producto de las relaciones entre el área infectada / área total y entre los lotes infectados / lotes totales, el cual puede fácilmente ser implementado en cualquier finca del sector bananero o platanero.*

**Palabras claves:** Moko, enfermedades, banano, riesgo, *Rashtonia*.

---

<sup>1</sup> Coordinador, Línea Agricultura de Precisión. Cenibanano – Augura. Conjunto Residencial Los Almendros. Carepa, Colombia. <dacastanedas@softome.net >

<sup>2</sup> Técnico en investigación, Línea Agricultura de Precisión. Cenibanano – Augura. Conjunto Residencial Los Almendros. Carepa, Colombia. <jespinosa@augura.com.co>

## ABSTRACT

### **BEHAVIOR AND IMPACT OF THE MOKO DISEASE IN THE URABÁ REGION (COLOMBIA), DURING THE PAST 35 YEARS AND PROPOSAL OF A RISK INDEX FOR THE DISEASE**

*Although, moko disease has been monitored based upon the number of the farms affected, it is shown that this is not a recommended indicator for disease management, because it does not reflect the real condition and the risk it represents according to its distribution. A more precise indicator is based on the number of foci. The historic mean percentage for the moko disease according to this indicator is 0,06 % for the Urabá region, which equates to an annual average destruction of 589,8 foci. In area, the mean annual destruction was 16,5 ha for a total of 611 ha registered in 33 years, representing direct evidence of the destructive capacity and of the economic impact of the disease. Therefore, a risk index is proposed for the disease, estimated on the product of the relationships between the infected area / the total area, and between the infected lots / total lots, which can easily be implemented at any farm in the banana or plantain sector.*

**Key words:** Moko, diseases, bananas, risk, *Ralstonia*.

---

## INTRODUCCIÓN

El moko (a.c. *Ralstonia solanacearum*) es una enfermedad bastante agresiva y temida en las zonas productoras de banano y plátano, ya que su presencia acarrea una pérdida de unidades de producción con y sin síntomas, debido a su forma de control; y este aunque sencillo, debe hacerse adecuada y coherente (Blanco y Mogollón, 1997; Tans-Kersten; Huang y Allen, 2001; Granada, 1997).

La enfermedad es oriunda de Centro y Sur América donde se encontró en heliconias y de Mindanao, Filipinas donde se reporta en banano. De estos lugares se ha venido distribuyendo silenciosamente por todo el mundo. Rorer (1911) menciona que en 1890, la enfermedad apareció en forma epidémica en Trinidad; en 1940 se dan los primeros reportes en Venezuela y Centro

América y años más tarde en el Caribe y parte de Sudamérica, (Sequeira, 1997). En Colombia se encontró por primera vez en 1954 entre los municipios de Prado y Purificación, en el departamento del Tolima (Rosero y Zarama, 1985); pero solo hasta 1962, Elkin Bustamante, identificó el agente causal como de naturaleza bacteriana. En 1962 aparece en la Hoya, departamento del Magdalena (Granada, 1997). En julio de 1968 se reporta la presencia de la enfermedad en la zona bananera de Urabá, zona sur del municipio de Chigorodó, hoy municipio de Carepa (Mena, 1999).

El moko tiene como agente causal la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, la cual se ha convertido en una constante amenaza tanto para los cultivos de exportación de la zona del Caribe Colombiano, como para los de consumo interno establecidos en la zona cafetera central y que si no es

controlada adecuada y oportunamente, en un tiempo relativamente corto, puede afectar la generación de divisas, empleos directos e indirectos y por tanto el bienestar socioeconómico de los grupos comerciales y familiares que derivan su sustento de las musaseas (Merchan, 1998). Por ello se han hecho grandes inversiones no solo por parte de los productores sino también por entidades gubernamentales, interesadas en detener la dispersión de la misma tanto dentro como fuera de la zona y del país.

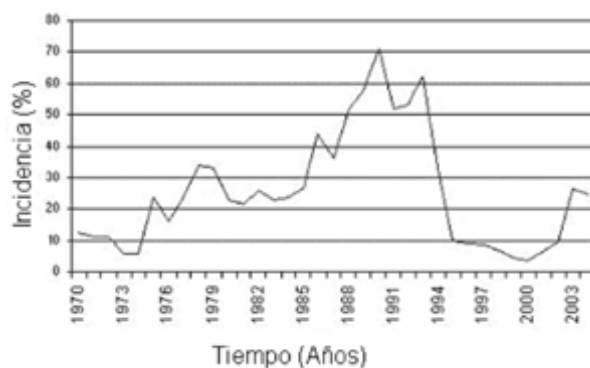
Para el manejo integrado de las enfermedades, aparte de un diagnóstico adecuado y de disponer de las medidas sanitarias, es necesario contar con un umbral de decisión sensible que permita oportunamente verificar, modificar y/o implementar las actividades control. Este artículo busca analizar los indicadores de uso actual y proponer ajustes para incrementar su precisión.

**Comportamiento de la incidencia de la enfermedad en Urabá según el número de fincas afectadas.** La enfermedad de moko ha venido desarrollándose paulatinamente en todo el eje bananero del Urabá

afectando significativamente la producción y comercialización de banano, debido a su amplia propagación e incidencia, encontrándose la enfermedad en 1990 en el 71 % de las fincas, año de mayor incidencia.

Gracias a la supervisión y control realizada por brigadas fitosanitarias de Augura, la enfermedad se logró controlar hasta el punto, de tener un porcentaje de incidencia menor del 5 % en el 2000, año en el cual desaparecieron dichas huertas, empezando así, el siglo XXI con controles y tratamientos muy particulares en cada una de las fincas infectadas, lo que propició de nuevo un crecimiento acelerado de la enfermedad, encontrándose afectadas a la fecha, cerca de la tercera parte del total de las fincas bananeras (Figura 1).

El problema actual de la enfermedad es asumido por cada finca, lo que conforma un sistema complejo de formas diferentes de control, manejo e interés por erradicar el moko de una manera eficiente, convirtiéndose, éstas diferencias intra-fincas en un problema social y de valoración económica de los predios del sector bananero.



**Figura 1.** Comportamiento en Urabá, Colombia de la enfermedad de moko a través del tiempo según el número de fincas afectadas.

Un ejemplo específico de cómo la enfermedad de moko puede afectar las relaciones sociales es el caso de fincas limítrofes o cercanas y donde antes de que apareciera la enfermedad, el intercambio de herramientas e información era normal. Una vez se conoce la presencia de la enfermedad en cualquiera de las fincas es prohibitivo con la finca infectada el intercambio de herramientas, información e incluso disminuyen las relaciones personales, de tal forma que van aislando lentamente la finca problema. Igual, en una futura certificación o posible venta "avalúo", las fincas que poseen la enfermedad, disminuyen su valor comercial o no pueden ser certificadas.

***Comportamiento de la enfermedad según el número de focos.***

La enfermedad de moko, siempre se ha calculado y reportado con base en el porcentaje de infección de la zona de acuerdo con el número de fincas infectadas; sin embargo, este indicador no refleja el estado real de la enfermedad, ni el riesgo que representa ésta, de acuerdo a la distribución presentada por la enfermedad en un momento determinado. Se recomienda entonces trabajar la incidencia de la enfermedad con base en el número de focos, entendiendo foco como aquella unidad o unidades de producción destruidas por la presencia de una o más plantas enfermas en un mismo sitio. En las Figuras 2a y 2b, se muestran dos casos hipotéticos de distribución de la enfermedad en un área conformada por 6 fincas de 50 ha cada una. En ambos casos la enfermedad es detectada en un número de 12 focos, si se calcula la incidencia de la enfermedad con base en el número de fincas enfermas en el primer caso se tendría una incidencia del 100 %, mientras que en el

segundo la incidencia sería del 16 %; lo cual en ninguno de los dos casos es cierto, porque no se está considerando el área de la plantación afectada. Tampoco se está teniendo en cuenta el riesgo de dispersión presentado por la bacteria en los dos casos hipotéticos, el cual claramente se ve que es diferente, es decir en el caso 2a el riesgo de la zona es mayor, por su mayor dispersión frente al 2b con una menor dispersión.

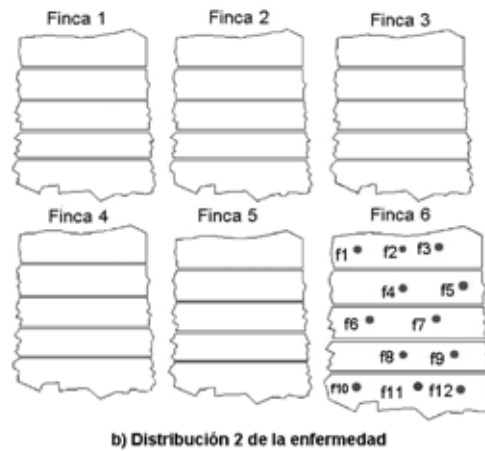
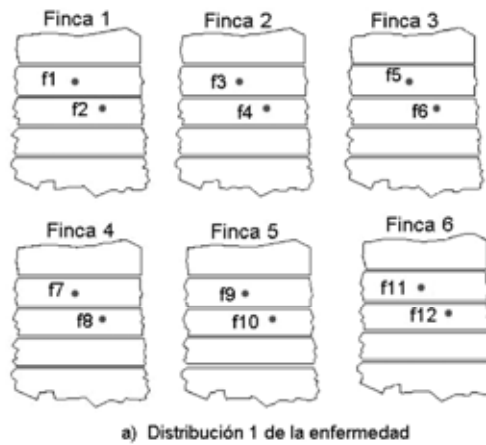
Los productores adicionalmente para cada foco manejan tanto el número de plantas con y sin síntomas de la enfermedad destruidas por el manejo. Si se tiene en cuenta el número de focos, plantas destruidas y distancia de siembra, puede estimarse el área promedio por foco en cada una de las fincas afectadas y con estas el porcentaje de infección por focos o por área según se desee.

Regresando al ejemplo hipotético de las Figuras 2a y 2b y si se supone que en cada foco se detectó una planta con los síntomas de la enfermedad, siguiendo la recomendación de destruir todas las plantas sanas existentes en un radio de 5 m, las plantas destruidas cubrirían entonces un área de 78 m<sup>2</sup> y si las fincas presentan un área de 50 ha, cada una, entonces, el porcentaje de incidencia sería del 0,002 %, en los dos casos. Un porcentaje aparentemente bajo pero dado las características de la enfermedad es verdaderamente alto.

Si se mira de nuevo la Figura 1, pareciera ser que la incidencia actual de la enfermedad en la zona bananera del Urabá estuviera disminuyendo, pero no es así, lo que realmente se redujo fue el número de fin-

cas como tal, ya que desde el punto de vista de la cantidad de fuentes de infección "focos", sigue aumentando como se confirma en la Figura 3. En esta se observa que el grado de infección por focos, en el cual cada valor por año representa el porcentaje de incidencia para la zona según las hectáreas destruidas y el número de focos en cada una de éstas, no detiene su

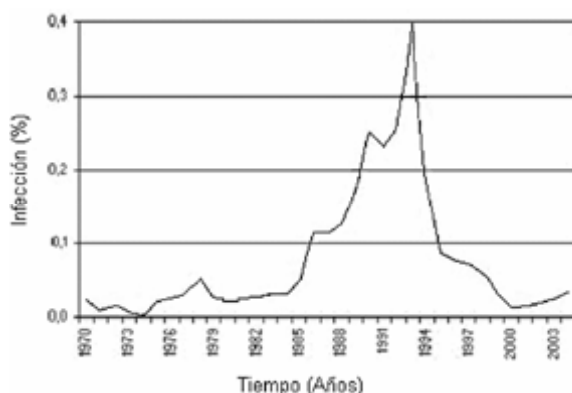
crecimiento. Así, el promedio histórico por año de infección por focos oscila alrededor de 589,8 lo que equivale al 0,06 %, en toda la zona; un número bastante significativo tanto desde el punto de vista de la enfermedad, como económico para la región, máxime si se tiene en cuenta la cuarentena de 6 meses en que debe dejarse cada foco, esto es, sin sembrar.



**Figura 2.** Representación gráfica de dos casos hipotéticos de la distribución de la enfermedad de moko en una misma localidad con 6 fincas de 50 hectáreas cada una y 12 focos en total.

Adicionalmente, cuando se comparan las Figuras 1 y 3 se observa mayor variabilidad temporal en el comportamiento de la enfermedad cuando se evalúa con base en

el número de fincas respecto a focos, lo que puede en un momento determinado, resultar engañoso bien para manejo de la enfermedad o bien para avance de ésta.



**Figura 3.** Dinámica de la infección por focos de la enfermedad de moko a través del tiempo en la zona de Urabá, Colombia.

**Comportamiento de la enfermedad según el número de plantas enfermas y destruidas.** El comportamiento de plantas enfermas y destruidas evidencia exactamente el mismo patrón que para focos registrado en la Figura 3, simplemente a escalas diferentes debido a la forma de medición. En la Figura 4, se puede apreciar adicionalmente la amplificación que tiene la curva de plantas destruidas respecto a la curva de plantas enfermas, esto debido al sistema de manejo de la enfermedad, el cual está basado en la destrucción de todas las plantas sin síntomas en un radio de 5 a 10 m a partir de la última planta con síntomas detectada.

De los datos obtenidos se estimó a través del tiempo la relación promedio de destrucción, la cual fue de 1:9 o sea, que por

una planta con síntomas se destruían 9 plantas aparentemente sanas, acercándose en las tres décadas al millón de plantas devastadas por causa de esta enfermedad (Morales, 2001).

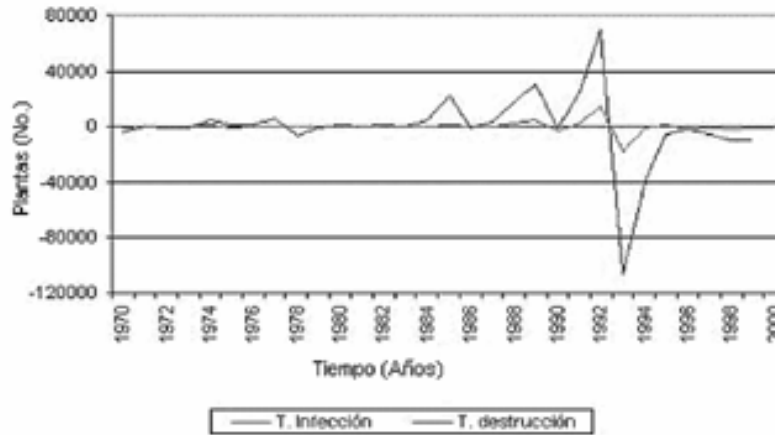
**Tasa de infección y destrucción de la enfermedad de moko.** Después del análisis de la relación entre plantas enfermas y destruidas, es importante destacar el efecto de un incremento o un descenso de la enfermedad en una escala temporal más pequeña, esto es de un año a otro. Para ello se determinó cada una de las tasas de cambio anual de la enfermedad para las dos últimas variables, esto es para las plantas con y sin síntomas destruidas (Figura 5). Por colocar solo un caso extractado de la Figura 5, en la cual entre el año 92 y 93, se observa una tasa de destrucción de cerca

de las 80000 plantas, lo que coincide con la mayor incidencia de la bacteria en la zona, mientras que al siguiente año se presentó el caso contrario, se dejaron de destruir cerca de 110.000 plantas, resultado

de un buen manejo, buen control y persistente supervisión. Igual comportamiento se apreció para la tasa de infección, simplemente con menor impacto.



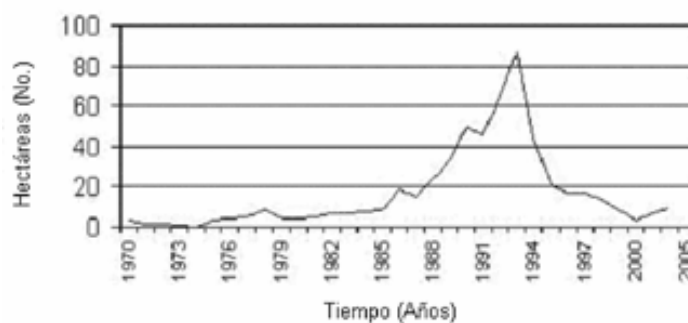
**Figura 4.** Relación de plantas enfermas para moko y destruidas entre el 1970 y 2000 en la zona de Urabá, Colombia.



**Figura 5.** Tasas de infección y de destrucción de la enfermedad de moko en Urabá, Colombia.

**Impacto económico de la enfermedad en la zona.** Con las cifras mostradas anteriormente se ha evidenciado ya la importancia económica y social que tiene la enfermedad para las zonas productoras de banano y plátano en Urabá. En el caso banano, hasta el momento, el promedio de destrucción/año oscila entre 16 y 17 ha. y hasta la fecha, para los 33 años de los cuales se

dispone de registro, se han destruido aproximadamente 611 hectáreas de las cuales 87 se destruyeron solo en 1993, año de mayor incidencia de la enfermedad (Figura 6); cifras nada despreciables si se tiene en cuenta que el tamaño promedio de una finca de banano en la zona bananera del Urabá es de 73 ha.



**Figura 6.** Total hectáreas destruidas por año por la enfermedad de moko en la zona de Urabá, Colombia.

El área devastada repercute directamente en pérdidas económicas por el lucro cesante de la tierra "no producción" el cual es de 15 meses (6 de cuarentena y 6 de siembra a floración más 3 de llenado de fruto), lo que significa que, con una productividad de 2000 cajas/ha/año, se dejan de producir alrededor de 2.500 cajas por hectárea destruida. Así, en el año de más alta incidencia de la enfermedad en Urabá se dejaron de producir en promedio más de 180.000 cajas de banano, para un total en 35 años de aproximadamente 1.328.763 cajas. Sin embargo se podría estar sobrepasando este valor, si a la cifra anterior se incluyen los costos incurridos de acuerdo al estado fisiológico en que se encontra-

ban las unidades de producción destruidas al momento de la detección de los síntomas; es decir, se ha incurrido en más gastos en plantas ya florecidas que antes de ésta, lo cual no fue tenido en cuenta en los datos anteriores por no disponer de información, pero hace suponer que las pérdidas pueden ser aun más altas.

**Índice de riesgo para la enfermedad de moko.** Para la enfermedad de moko, y en general para la mayoría de las enfermedades, no se conocen trabajos en los cuales se hayan incluido las repercusiones que puede tener para una finca o región la forma de distribución que este presentando la enfermedad en un momento determina-



do y mucho menos como cuantificarlo, entre otras razones por que en muchos casos es difícil de estimar o dispendioso de ejecutar.

Se propone para el moko un índice de riesgo de dispersión del agente causal, el cual es estimado con base en el producto de las relaciones entre el área infectada y área total y entre los lotes infectados y lotes totales, esto es:

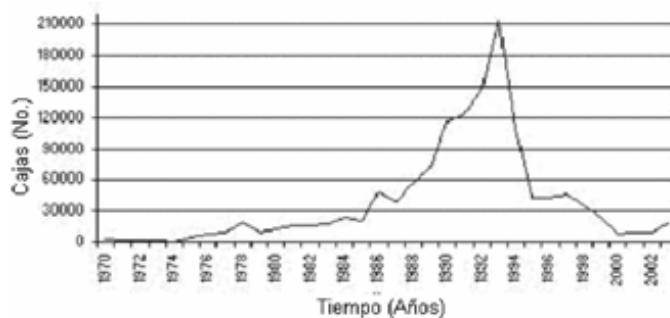
$$IR = \frac{Ae}{At} \times \frac{Li}{Lt}$$

Donde:

- IR: índice de riesgo
- Ae: área enferma de la finca.
- At: área total de la finca.
- Li: Lotes infectados en la finca.
- Lt: Lotes totales de la finca

Lo que se busca es estimar la probabilidad que tienen las unidades de producción sanas en una finca bananera de ser infectadas, la cual obviamente se dispara con el aumento del área afectada y con el incremento de la dispersión.

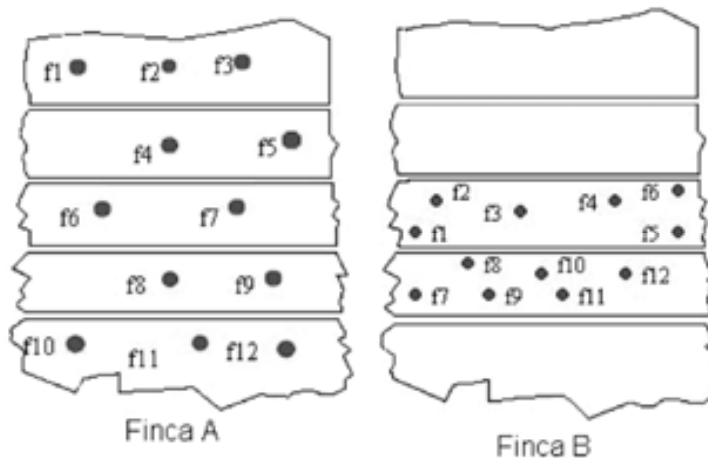
Si se toma como ejemplo hipotético el presentado en la Figura 8, en el cual se tienen dos fincas de 50 ha con 5 lotes cada una. Para el ejercicio en las dos fincas se registró la enfermedad con 12 focos en cada una, sin embargo en la finca A, los 12 focos se encuentran distribuidos en los 5 lotes, mientras que en la finca B, los 12 focos fueron detectados únicamente en 2 lotes. Al mirar ahora el riesgo de dispersión de la enfermedad presentado por cada una de las fincas y aplicar la ecuación anterior y asumiendo que el área de cada foco es de 78 m<sup>2</sup> este es de 0,002 para la finca A y de 0,0007 para la finca B, lo que indica un menor riesgo en la finca B por la menor dispersión presentada por la enfermedad. Además se evidencia que cuando el índice de riesgo es bajo también se facilita el manejo de la enfermedad.



**Figura 7.** Cajas de banano perdidas por año debido al lucro cesante de la tierra afectada por la enfermedad de moko en Urabá, Colombia.

Este índice puede ser fácilmente implementado por cada una de las fincas en donde se presente la enfermedad en las zonas productoras de banano o plátano. Si se tiene información de la tasa mensual de aparición de casos se puede estimar en

cuanto tiempo todos los lotes de la finca estarán infectados, en caso de que no se implemente ninguna medida seria de manejo. Esto último se verá reflejado en este índice el cual tenderá a 1.



**Figura 8.** Representación esquemática de dos casos hipotéticos de distribución de la enfermedad de moko en dos fincas con la misma área (50 ha)

Para que se pueda implementar y calcular de manera correcta este índice en una finca, se debe recopilar alguna información relacionada con, el número de focos, el área de la finca y de cada uno de los focos, lotes totales de la finca y saber cuantos de ellos están afectados, al igual que, registro histórico de la enfermedad dentro de la finca, por ejemplo cuando apareció, en que lote, número de casos, posible agente dispersor etc.

**Posibles causas de variación del índice de riesgo.** En la Figura 9 se plantean dos situaciones hipotéticas que podrían presentarse al interior de una finca con proble-

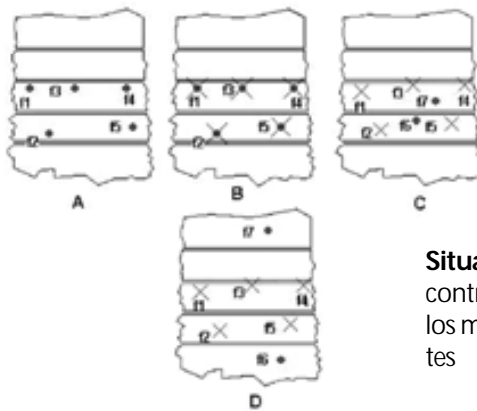
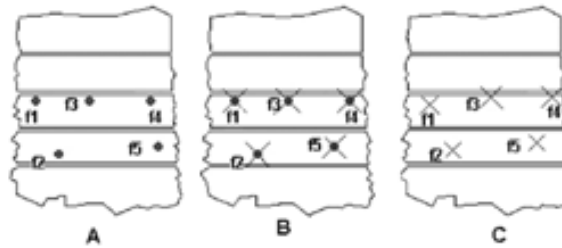
mas de moko, posterior al manejo de la enfermedad. Supóngase, una finca de 50 ha, en la cual son detectados 5 focos de la enfermedad distribuidos en 2, de 5 lotes totales que tiene la finca, si se estima el índice de riesgo este sería de 0,0031. Una vez implementadas las medidas de manejo, pueden presentarse las siguientes dos situaciones. Situación 1, no se detectan nuevos focos de la enfermedad en la finca, por lo que el índice de riesgo se mantiene en el mismo nivel durante los 6 meses de cuarentena que requiere el manejo de la enfermedad, y a partir del cual vuelve nuevamente a ser 0 de no registrarse nuevos casos, (Figura 9, situación 1). Situación 2,

detección de nuevos focos de la enfermedad, que en el ejemplo hipotético serían dos nuevos casos. Una vez más se tendrían dos posibilidades: la primera, que los dos nuevos casos sean detectados dentro de los dos lotes ya infectados, en este caso el índice de riesgo es de 0,0044 (Figura 9, situación 2 C); la segunda, que los dos nuevos casos sean detectados en dos nuevos lotes en este caso el índice de riesgo es de 0,0088, (Figura 9, situación 2 D).

En la situación 1, en el cual el índice de riesgo se mantiene estable, estaría indicando que las medidas de manejo de la enfermedad fueron implementadas correctamente, así como que el agente de disper-

sión no está actuando o fue identificado y controlado adecuadamente. En la situación 2C, en la cual el índice se incrementa por aparición de nuevos focos de la enfermedad al interior de lotes ya infectados, muy probablemente está indicando que las medidas de manejo no están operando adecuadamente y que por lo tanto deben revisarse. En la situación 2D el índice de riesgo es dos veces mayor respecto al valor obtenido según la situación anterior, a pesar de que en ambos casos son detectados dos focos. En este caso el índice estaría indicando que el (los) agente (s) de dispersión no fueron considerados o no han sido detectados y que se estaría colocando en mayor riesgo todo el sistema productivo.

**Situación 1:** Detección de la enfermedad, control y no aparición de casos



**Situación 2:** Detección de la enfermedad, control y aparición de síntomas dentro de los mismos lotes o dentro de lotes diferentes

**Figura 9.** Situaciones hipotéticas que se pueden presentar dentro de una finca después de implementar el manejo de la enfermedad conocida como moko.

Bajo condiciones de campo, muy probablemente se presentan combinaciones de formas de dispersión, si el índice aumenta, a pesar de usar medidas de control fitosanitario, deberá analizarse la forma de crecimiento de este; puesto que puede estar señalando, fallas en las medidas de control, indicando que la (s) fuente (s) de dispersión no fueron consideradas dentro de las medidas aplicadas, o una combinación de ambas. Por lo tanto es necesario revisar las practicas de manejo del cultivo para identificar cuales están facilitando el avance de la enfermedad (Figura 9). Se podría considerar que en el cultivo del banano, esta situación, es equivalente a la de zonas calientes en sigatoka negra en la cual condiciones edafoclimáticas hacen necesario un número mayor de aplicaciones para el control del hongo.

Factores como organización de los grupos de trabajo de campo, labores de manejo del cultivo, vías de acceso, capacitación de trabajadores y conocimiento del problema, son algunos de los facilitadores de la dispersión del agente causal que deben ser conocidos y tenidos en cuenta dentro de las medidas fitosanitarias de control.

### CONCLUSIÓN

La enfermedad de moko no puede ser subestimada; como se demostró, es una enfermedad que en la zona bananera de Urabá tiene sus implicaciones económicas y sociales. También es importante resaltar que es una enfermedad que con un buen sistema de manejo puede ser erradicada, pero se necesita la colaboración de productores, comercializadoras, centros de investigación e instituciones gubernamentales,

para que con el empeño, vigilancia de todos, complementado con un buen manejo se de una solución a este problema.

El índice de riesgo de dispersión es una herramienta dentro del manejo integrado de enfermedades que deja tipificar el avance del patógeno en presencia o ausencia de medidas fitosanitarias de control. Este índice corrige los errores que se pueden dar por sobre o subestimación de la incidencia de la enfermedad a nivel de zona o a nivel de finca, lo que puede ser corregido al establecer las relaciones enferma/área total de finca y lotes infectados/lotés totales. En el caso particular de una finca un incremento en el índice, a pesar de las medidas de control implementadas esta indicando que algún factor no fue considerado en las medidas.

### BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, L. M y MOGOLLÓN B., J. Co-nozca, prevenga y erradique el moko en bananeras y plataneras. Santa Marta, Colombia: ICA –AUGURA, 1997. 12 p. (Cartilla Divulgativa. Sanidad Vegetal).

GRANADA, G. A. Moko del plátano y banano en Colombia. *En: Revista Bananos y Plátanos con el Mejor Entorno Ambiental*. Vol. 19, No. 1 (1997); p 39-43.

MENA B., J. Programa de sanidad vegetal de Augura. *En: Carta Informativa*. Vol. 208, No.3 (1999); p.12-13.

MERCHÁN, V. M. Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo del plátano en la zona central cafetera. *En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE*

PLÁTANO (1998: Armenia, Quindío). Memorias del Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. Armenia, Quindío: ICA, 1998. p. 177-191.

MORALES, J. G. Enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*) del banano y plátano, reconocimiento y manejo. La experiencia en Urabá. *En*: SEMINARIO TALLER MANEJO INTEGRADO DE SIGATOKAS, MOKO Y PICUDO NEGRO DEL PLÁTANO, EN EL EJE CAFETERO (2001: Armenia, 24). Memorias del Seminario Taller Manejo Integrado de Sigatokas, Moko y Picudo Negro del Plátano, en el Eje Cafetero. Armenia: s.n., 2001. p. 43-47.

RORER, J. B. A bacterial disease of bananas and plantains. *En*: Phytopathology. Vol. 1 (1911); p. 45-49.

ROSERO, A. y ZARAMA, A. Evolución de la enfermedad de moko (*Pseudomonas solanacearum*), en banano y métodos para su control en la zona de Urabá. *En*: Revista Augura. Vol. 2 (1985); p. 13-29.

SEQUEIRA, L. Bacterial wilt of bananas: the missing element in international efforts for banana improvement. Madison. USA: University of Wisconsin - Department of Plant Pathology. 1997. Disponible en Internet: [www.inra.fr](http://www.inra.fr). Consultado el 09 de mayo de 2004.

TANS-KERSTEN, J; HUANG, H. and ALLEN, C. *Ralstonia solanacearum* needs motility for invasive virulence on tomato. *En*: Journal of Bacteriology. Vol. 183, No.12 (2001); p. 3597-3605.