

# Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la marchitez letal de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare, Colombia

Effect of Insecticide and Herbicide Application in the Development of Lethal Wilt in Oil Palm in Bajo Upia, Casanare, Colombia

## AUTORES

### Mauricio Arango

Ing. Agrónomo, M.Sc.,  
Asistente de investigación,  
Área de Fitopatología, Cenipalma

### Luis Jorge Sierra

Ing. Agrónomo,  
Auxiliar de investigación,  
Área de Entomología, Cenipalma

### Rosa Aldana

Bióloga, Esp.  
Asistente de investigación,  
Área de Entomología, Cenipalma

### Gerardo Martínez

Ing. Agrónomo Ph.D.  
Coordinador del Programa de  
Plagas y Enfermedades, Cenipalma  
e-mail:  
gerardo.martinez@cenipalma.org

## Palabras CLAVE

Palma de aceite, marchitez letal,  
insecticidas, herbicidas.

Oil palm, Lethal wilt, insecticides,  
herbicides.

Recibido: 9 diciembre 2010  
Aceptado: 17 febrero 2011

## Resumen

La marchitez letal (ML) es uno de los principales problemas patológicos de la palma de aceite en Colombia y, en especial, en la Zona Oriental. Los primeros casos de presentaron en 1994 en el bajo Upía y a partir de ese momento se ha diseminado a las zonas vecinas. A pesar de los diferentes estudios realizados no se ha logrado identificar su agente causante, pero si hay evidencias de que se trata de un patógeno transmitido por un insecto que se ve favorecido en su desarrollo por la presencia de algunas malezas que permiten su reproducción. En este trabajo se evaluó el efecto del uso de insecticidas y herbicidas, individualmente o combinados, sobre el desarrollo de la enfermedad. Los resultados mostraron que es posible detener el avance de ML cuando se aplican insecticidas para el control del insecto vector, herbicidas para el control de las arvenses que sirven de huéspedes del insecto y que los resultados son aún mejores cuando se utilizan simultáneamente insecticidas más herbicidas. Se ha confirmado la presencia de un insecto vector del agente causante de la marchitez letal y que algunas de las especies de cobertura presentes en las zonas afectadas están jugando un papel muy importante en el incremento de sus poblaciones y, como consecuencia de ello, en el desarrollo de la enfermedad.

## Abstract

Lethal wilt is one of the main disease problems of oil palm in Colombia and particularly in the East Zone. The first cases were reported in 1994 in Bajo Upia and since then it had been spreading to neighboring zones. The disease causal agent has not been identified but there are evidences that it is an insect transmitted pathogen and that the insect is breeding in certain weeds in the affected areas. In this work it was evaluated the use of insecticides and herbicides, individually or combined, in the development



of the disease. The results indicated that it is possible to stop the development of lethal wilt when insecticides are applied for insect control, herbicides for weed control, and that the results are even better when they are used simultaneously. It was confirmed the presence of an insect vector of the lethal wilt pathogen and that some weeds in the affected zones are playing an important role in the development of the vector population and as a result of this in the spread of the disease.



## Introducción

La marchitez letal (ML), es una de las principales enfermedades de la palma de aceite en Colombia. Los primeros registros de la enfermedad se dieron en la región de los Llanos Orientales en 1994, en la plantación Palmar del Oriente (Villanueva-Casanare), a partir de allí se ha propagado rápidamente convirtiéndose en un grave riesgo sanitario para la palmicultura en esta zona.

Según el Grupo Úpía (2010), ML ha causado la muerte de aproximadamente 106.000 plantas entre 1994 y mayo de 2010 y se han erradicado más de 753 hectáreas, solo en el Bajo Úpía, departamentos de Meta y Casanare. Contrario a lo mencionado por Duarte y Tovar (2007), este disturbio de origen patogénico no es nuevo para el cultivo de la palma de aceite en el país, pues entre la década de 1960-1970, Mena y colaboradores (1975) reportaron en la Zona Central palmera, en la plantación Oleaginosas Risaralda ubicada en el departamento de Norte de Santander, una enfermedad de características similares en cuanto a la expresión de síntomas y la ausencia de protozoarios flagelados, la cual causó la muerte de más 288.000 palmas. En su momento se denominó marchitez sorpresiva (MS), nombre que posteriormente se utilizó exclusivamente para llamar a la marchitez asociada a protozoarios flagelados. La confusión creada al referirse con el mismo nombre a dos enfermedades diferentes ya había sido mencionada por Martínez (1985).

La implementación de prácticas agronómicas, como la detección temprana de las plantas enfermas, la erradicación inmediata de ellas y el manejo de coberturas, han mostrado tener algún efecto positivo en el proceso de reducción del avance de la enfermedad;

sin embargo, estas medidas de tipo sanitario no han sido suficientes para impedir la rápida diseminación del patógeno, que está siendo favorecido por insectos vectores asociados a la presencia de gramíneas o poáceas, como una de las coberturas más frecuentes en los lotes y en sus alrededores, en las plantaciones afectadas por la ML (Tupaz, 2009 y Sierra, 2010a).

A pesar de las investigaciones adelantadas en la búsqueda del responsable de la enfermedad, el verdadero agente causante de la misma no se ha podido identificar, al respecto varios investigadores se han dado a la tarea de conocer el patógeno implicado. Duarte y Tovar (2007), luego de realizar inoculaciones con 28 colonias de bacterias y 18 cepas de hongos aislados de plantas afectadas por ML, no lograron reproducir los síntomas en plántulas de un mes.

Álvarez y Claroz (2002) afirmaron que el agente causante de ML es un fitoplasma, pero observaciones posteriores de investigadores de la Universidad de Florida (Estados Unidos) y de Cenipalma no permitieron confirmar esta posibilidad (Romero, 2010).

En la actualidad Cenipalma adelanta trabajos orientados a la identificación del vector responsable de la transmisión de este patógeno de plantas enfermas a plantas sanas, y las evidencias indican que se trata de un insecto que es favorecido por la presencia de diferentes coberturas y entre ellas gramíneas al interior de las plantaciones (Sierra, 2010b). En relación con lo anterior, para el caso de marchitez que se presentó en Oleaginosas Risaralda, Mena y colaboradores (1975) afirmaron que cuando se implementaron prácticas orientadas a la eliminación del insecto vector *Haplaxius pallidus* hoy *Myndus crudus* y la gramínea predominante en el área, *Panicum maximum* o pasto Guinea, la enfermedad pudo ser controlada.



Estudios epidemiológicos de ML realizados por Torres y Tovar (2007) en los Llanos Orientales sugieren que un insecto de corto vuelo podría estar involucrado en la diseminación del patógeno responsable del disturbio, al respecto Rocha y colaboradores (2007) mencionaron que el patrón espacial de la enfermedad es agregado y que la probabilidad de enfermarse es mayor para las palmas sanas que sean vecinas a las plantas afectadas por ML; lo que significa que los primeros casos delimitan un espacio que se llena con el tiempo, con una lenta expansión por fuera de los linderos iniciales, similar a lo mencionado por Van der Plank (1963), quien afirmó que en la sucesión cíclica de los patógenos ocurren tres fases: la primera de penetración, seguida por una fase de establecimiento y finalmente la multiplicación y diseminación.

En enfermedades similares a ML, como es el caso del amarillamiento letal del cocotero o la marchitez estudiada en Oleaginosas Risaralda, se ha identificado a *Myndus crudus* (Hemíptera: Cixiidae) como responsable de la diseminación del agente causante; y el manejo de esta enfermedad se ha basado en el control directo del insecto más la eliminación de sus plantas hospederas (Howard, 1990; Mena et ál., 1975).

Esta situación requiere que se evalúen e implementen medidas adicionales que complementen las prácticas ya establecidas, para impedir que la enfermedad continúe diseminándose a nuevas áreas de la Zona Oriental, donde aún no se tienen registros de su presencia o para reducir su impacto en las zonas ya afectadas.

Este documento presenta los resultados obtenidos en la plantación Palmeras Santana Ltda., donde se implementó un estudio orientado a determinar el efecto de la aplicación de insecticidas y el control total de coberturas sobre el desarrollo de la marchitez letal.

## Materiales y métodos

En la plantación Palmeras Santana Ltda., ubicada en el municipio de Villanueva (Casanare), región del bajo Upía, fue seleccionado en abril de 2007 un lote material IRHO 2501 siembra 2004, donde aún no se registraban casos de ML, pero con fuerte presión de inóculo proveniente de lotes aledaños. En este lote, denominado "Lote 53", fueron implementadas diferentes prácticas agronómicas durante 31 meses, con el fin de conocer su efecto sobre el desarrollo y la velocidad de disemi-

nación de la enfermedad, bajo la hipótesis de que hay un insecto involucrado en la propagación del agente causante y que algunas de las malezas en el cultivo están favoreciendo su desarrollo y multiplicación.

Una porción del lote fue dividida en dieciséis parcelas experimentales, cada una con cerca de 25 palmas efectivas, distribuidas en un arreglo espacial de bloques completos al azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo separada por líneas de tres palmas, en las cuales no se realizó ningún tratamiento pero sí el manejo agronómico establecido por la plantación. Se evaluaron cuatro tratamientos:

1. Aplicaciones conjuntas de insecticidas dirigidos al dosel de la palma, más herbicidas dirigidos a la vegetación acompañante
2. Aplicaciones de insecticidas
3. Aplicaciones de herbicidas
4. Tratamiento control, el cual se desarrolló bajo un manejo sin aplicación de productos químicos (Figura 1).

Las moléculas usadas para el manejo de las poblaciones de insectos durante los dos primeros años del ensayo fueron: Tiametoxan + Lambdacialotrina (Engeo®), Metamidofos (Tamaron®) y Tiociclam (Evisect®), durante el último año se alternaron, por recomendación del Dr. Cesar Cardona, con las moléculas Imidacloprid (Confidor®) y Carbosulfan (Eltra®),

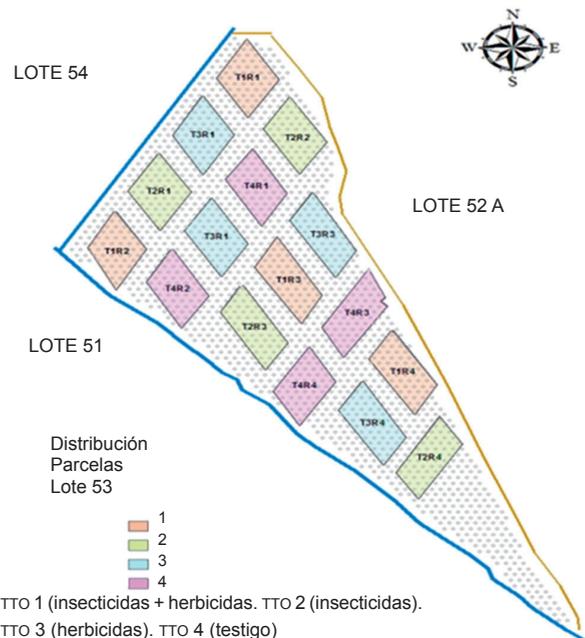


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el lote 53.

las cuales en trabajos previos desarrollados por Cenipalma (Sierra, 2010b), mostraron ser las mejores para el manejo de insectos chupadores.

Para el control total de malezas se aplicó glifosato, empleándose durante los primeros dieciocho meses del ensayo una dosis de 600 cc de producto/bomba de 20 litros; luego de este periodo se disminuyó a 300 cc de producto/bomba de 20 litros.

En el tratamiento control se conservó la población de arvenses que se presentó en la zona y no se realizó ningún control de insectos; solo se efectuó una rocería manual de la vegetación acompañante cada mes durante los 18 primeros meses y con guadaña hasta la finalización del ensayo.

Se realizaron registros quincenales de incidencia de la ML por parte de la plantación. Los datos se llevaron de forma acumulada para permitir posteriores análisis de curvas y tasas de desarrollo ( $r$ ), no solo al interior de las parcelas sino en todo el lote experimental y en los lotes vecinos, con el propósito de conocer el efecto epidemiológico de los tratamientos en todo el lote 53 y lo sucedido en los lotes aledaños.

Estos valores se obtuvieron usando la fórmula:

$$r = \frac{1}{(T_1 - T_0)} \left( \text{Log}_e \frac{X_1}{(1 - X_1)} - \text{Log}_e \frac{X_0}{(1 - X_0)} \right)$$

En donde:

$r$  = Tasa de desarrollo de la enfermedad

$T_1$  = Tiempo de evaluación final

$T_0$  = Tiempo de evaluación inicial

$X_1$  = Valor proporcional entre 0 y 1 de enfermedad final

$X_0$  = Valor proporcional entre 0 y 1 de enfermedad inicial

$1 - X_1$  y  $1 - X_0$  = Proporción de plantas sanas pero susceptibles (fórmula citada por Castaño, 2002)

De igual manera se determinó en el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) a través de la fórmula propuesta por Shaner and Finney (1977), esta variable permitió caracterizar la epidemia a lo largo del ciclo.

$$\text{ABCPE} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(X_{i+1} + X_i)}{2} \right] [T_{i+1} - T_i]$$

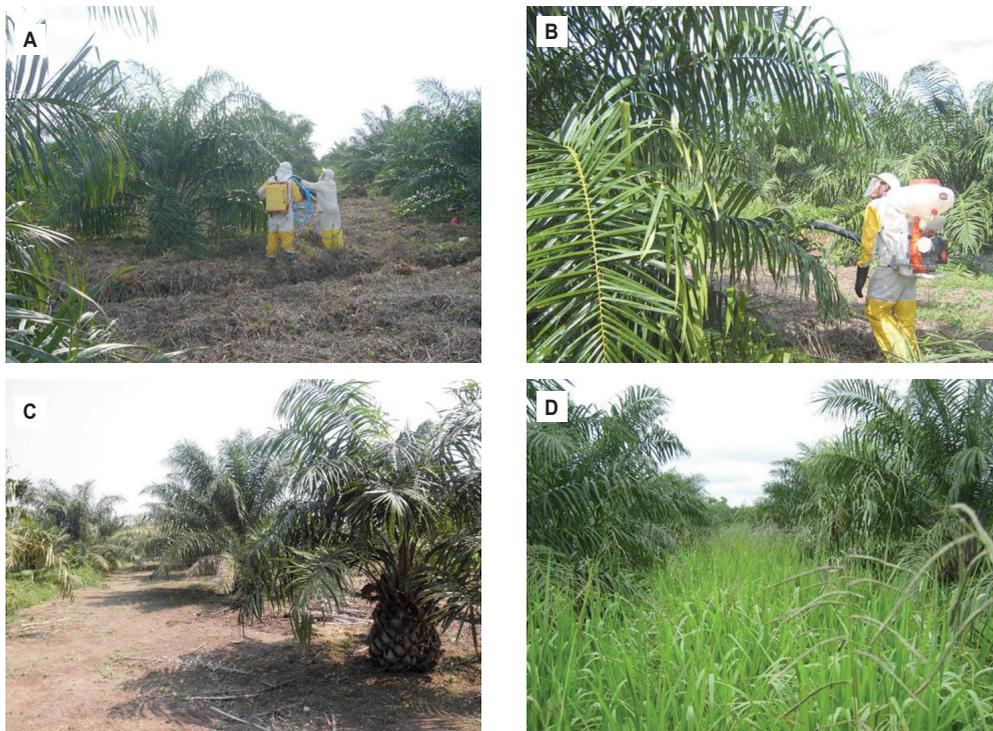


Figura 2. Tratamientos aplicados en las parcelas experimentales. A. Tratamiento 1 (Aplicación de insecticidas + herbicidas). B. Tratamiento 2 (aplicación de insecticidas). C. Tratamiento 3 (aplicación de herbicidas). D. Tratamiento 4 (Testigo). (Fotos: L. J. Sierra).



Figura 3A. Secamiento de las puntas de las raquillas en las plantas afectadas por ML en las parcelas experimentales. (Foto: M. Arango).



Figura 3B. Pudrición y desprendimiento de inflorescencias en plantas afectadas por ML en las parcelas experimentales. (Foto: M. Arango).

En donde:

$X_i$ : Incidencia en la lectura  $i$

$T_i$ : tiempo en días desde la lectura  $i$  hasta la lectura  $i+1$

$n$ : Número total de lecturas

Las plantas afectadas por la ML en todo el lote fueron erradicadas en los tres días siguientes a su detección por parte de los supervisores de sanidad de la plantación.

## Resultados y discusión

### Síntomas observados en las plantas afectadas por la ML

Similar a lo mencionado por Arango (2010), la presencia del patógeno provocó como síntoma inicial, en todas las palmas afectadas, pudrición seca en

las puntas de las brácteas espinosas de la raquila; sin embargo, este síntoma no se presentó en toda la inflorescencia; fue posible observar la pudrición en las brácteas de las espiguillas de la parte apical (Figura 3A). Con el avance de la enfermedad ocurrió desprendimiento de toda la inflorescencia afectada desde la base del pedúnculo (Figura 3B).

Seguido del síntoma en las inflorescencias, los racimos maduros se pudrieron precozmente y frutos de los racimos inmaduros perdieron inicialmente el lustre normal, seguido del desprendimiento de los mismos a partir de la base (Figura 4).

A nivel foliar los síntomas no se presentaron en orden, tal como lo mencionó Arango (2010), y no en todos los casos fueron las hojas bajas las afectadas; pero sí las hojas de las coronas intermedias, lo que indica que la expresión de los síntomas foliares se presenta en desorden (Figura 5).



Figura 4. Pudrición y desprendimiento de frutos en plantas afectadas por la ML en las parcelas experimentales. (Fotos: M. Arango).



Figura 5. Secamiento en desorden del sistema foliar en plantas afectadas por la ML en las parcelas experimentales. (Fotografía de W. Castro).

La presencia del patógeno en las plantas enfermas causó una decoloración marrón oscura en las puntas de los folíolos que se extendió por el margen de éstos, precedida de una tonalidad amarilla (Figura 6); con el avance de la enfermedad los ápices de los folíolos se secaron progresivamente y se entorcharon hacia el envés; finalmente se necrosaron por completo, pero al tacto conservaron su flacidez, lo que impidió que se quebraran fácilmente y que se presentara el sonido crujiente típico que se observa al comprimir una hoja seca (Arango, 2010).

En estas evaluaciones, no todas las plantas afectadas por marchitez letal presentaron la pudrición de raíces registrada por Fajardo y colaboradores (2005), pero cuando se dio ésta, según Arango (2010), no fue tan acelerada como sucede en la marchitez sorpresiva, enfermedad asociada a protozoarios flagelados.

### Diseminación de la enfermedad en las parcelas experimentales

Durante el primer año de evaluación la mayoría de las palmas sintomáticas a ML se presentaron al interior de las parcelas experimentales, siendo las dos primeras repeticiones de los tratamientos insecticidas más



Figura 6. Secamiento de los folíolos en plantas afectadas por la ML en las parcelas experimentales. (Foto: M. Arango).

herbicidas y la de solo insecticidas, las más afectadas (Figura 7A). Esta situación se debió especialmente a que estas repeticiones se encontraron en el frente de avance de la enfermedad a partir del lote 54, el cual presentó una alta incidencia y generó una fuerte presión de inóculo y de potenciales insectos inoculativos sobre estas repeticiones.

Durante el segundo año la enfermedad tomó un comportamiento de focos, siguiendo el patrón descrito por Rocha (2007), donde reportó que el riesgo de infección de las palmas sanas aumenta a medida que se encontraron más próximas a plantas enfermas.

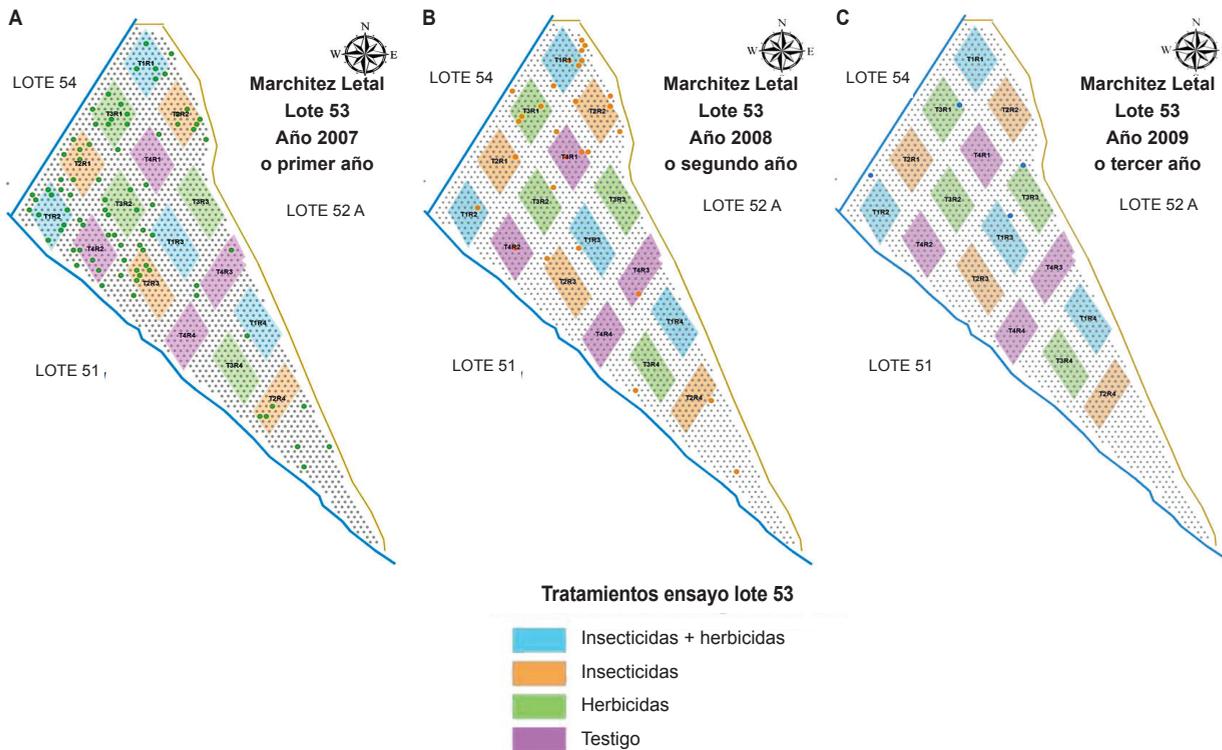


Figura 7. Distribución de las palmas afectadas por la ML en cada una de las parcelas experimentales del lote 53. A. Ubicación de los casos en el primer año. B. Ubicación de los casos en el segundo año. C. Ubicación de los casos en el tercer año.



Como consecuencia de ello, durante el primer año los primeros casos delimitaron un espacio que ya en el segundo año se llenó con los nuevos casos de la ML.

En la segunda fase de evaluación y por efecto de las aplicaciones periódicas de insecticidas y de herbicidas, la mayoría de las plantas enfermas se ubicaron ya no al interior de las parcelas experimentales, sino en los bordes de ellas, producto de haber reducido las poblaciones de insectos vectores y los huéspedes de los mismos. Se notó un cambio muy claro en el comportamiento de la enfermedad, como respuesta a las intervenciones con los diferentes tratamientos (Figura 7B).

Durante el tercer año solo se detectaron 21 casos de la ML comparados con 45 en el año anterior, una reducción del 55%, y 132 en el primer año de estudio, una reducción del 83% (Tabla 1).

La dispersión de la ML durante el tercer año se concentró en las palmas localizadas entre las líneas que separaron cada una de las repeticiones, es decir, fuera de las parcelas tratadas y evaluadas, lo anterior indicó que en esos lugares no tratados, tanto las poblaciones de los insectos vectores como sus huéspedes, no se vieron afectados y fue en ellas donde continuó el desarrollo de la ML (Figura 7C).

Durante los tres años que comprendió el ensayo, la enfermedad tuvo un comportamiento más agresivo en los lotes vecinos que en el lote experimental (lotes 52 A y 54). En estos se realizó el manejo que venía utilizando la plantación: detección de las palmas sintomáticas y

Tabla 1. Número de casos

Número de casos		
Primer año	Segundo año	Tercer año
132	45	21

erradicación temprana. Adicionalmente, se realizaron de forma focalizada control de gramíneas con el uso de productos químicos (Figura 8). Esta situación hace más evidente la bondad de la implementación de las medidas de manejo y control que se realizaron en el Lote 53. Si la intervención para el manejo y control de la enfermedad hubiera sido en áreas más extensas, los resultados hubieran sido aún más contundentes, pues se habría reducido de manera más rápida el potencial de inóculo y la población de vectores, como consecuencia de la erradicación de palmas enfermas, la aplicación de insecticidas y la intervención sobre las plantas huéspedes del vector.

## VARIABLES EVALUADAS

### Incidencia de la enfermedad

A pesar de que los primeros casos de la marchitez letal comenzaron a presentarse en el lote experimental en abril de 2007, se decidió omitir en los análisis la información generada en los primeros cinco meses de observación, por considerar que los tratamientos aplicados a cada parcela no podían tener algún efecto sobre procesos de inoculación que ocurrieron antes del iniciar los tratamientos. Esta determinación se

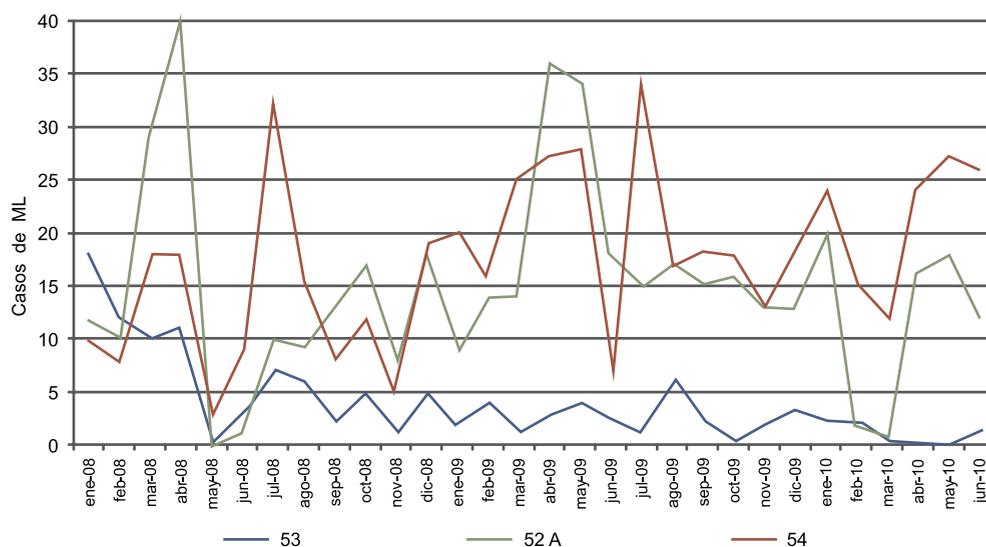
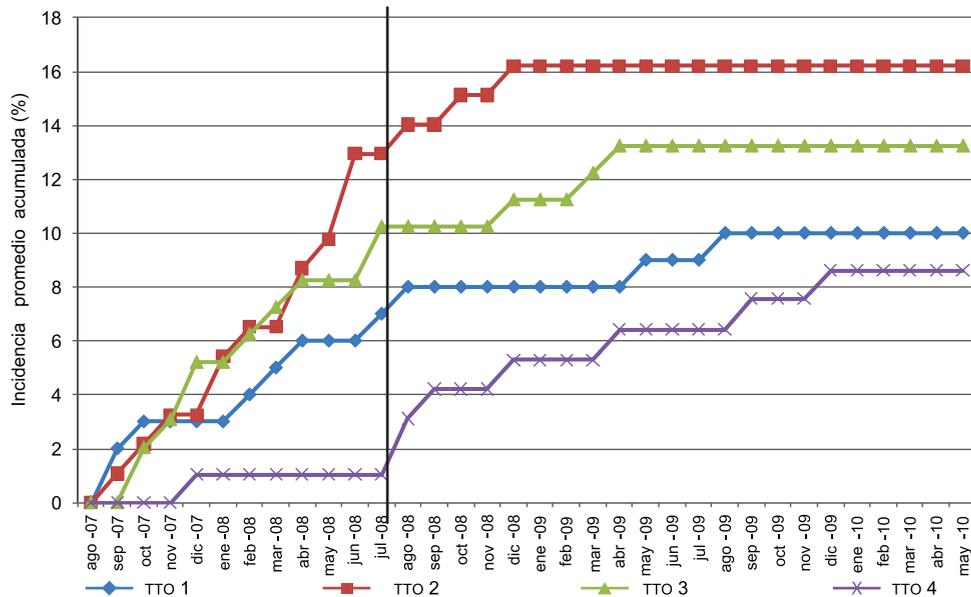


Figura 8. Casos mensuales de la marchitez letal en el lote 53 y en los lotes vecinos a la parcela experimental (54 y 52 A), entre enero de 2008 y junio de 2010.



TTO 1 (insecticidas + herbicidas). TTO 2 (insecticidas). TTO 3 (herbicidas). TTO 4 (testigo)

Figura 9. Curvas de desarrollo de la marchitez letal en las diferentes parcelas experimentales, cuando se omitieron los casos que se presentaron en los primeros cinco meses.

tomó considerando las experiencias previas de Mena y colaboradores (1975), quienes al trabajar con el antecedente de marchitez en palma de aceite en Colombia, no asociado a protozoarios flagelados, registraron un promedio de incubación en la planta de más de cinco meses (Figura 9).

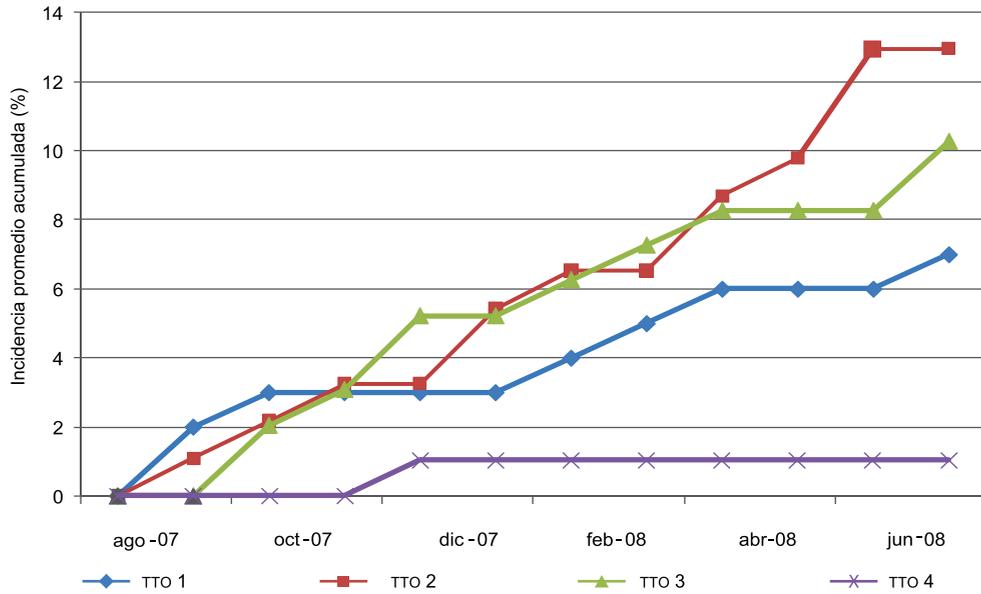
Los valores de incidencia acumulada fueron divididos en dos periodos, el primero desde los cinco hasta los quince meses de iniciado el ensayo; y el segundo, desde los 15 hasta los 31 meses, fecha cuando finalizó (Figura 9). Esta división se realizó al interpretar los cambios observados en las curvas y como se verá más adelante al analizar los valores calculados de las tasas de desarrollo de la enfermedad y el área bajo la curva de desarrollo de la ML.

Durante estos doce primeros meses de evaluación se presentó una pendiente mayor en las curvas de desarrollo de la enfermedad en todos los tratamientos, menos en el testigo. En esta fase todos los tratamientos presentaron valores de incidencia acumulada diferentes entre sí, siendo el tratamiento de insecticidas el de mayor incidencia (13%), seguido por los tratamientos con herbicidas (10%), insecticidas más herbicidas (9%) y finalmente el control (1%) (Figura 10).

En la Figura 10 se puede apreciar que durante estos doce meses del ensayo ninguno de los tratamientos evaluados, excepto el testigo, logró mantener la curva de desarrollo de la enfermedad en niveles

bajos, razón por cual la aplicación de insecticidas, de herbicidas o la mezcla de ambos, en este periodo, al parecer no presentaron un efecto positivo en el control de la enfermedad. Lo anterior se debió a que no se estaban usando las moléculas insecticidas más apropiadas para el control de insectos chupadores, al deficiente control de la vegetación acompañante, principalmente gramíneas, las cuales no afectaron significativamente las poblaciones del vector ni de sus malezas huéspedes, permitiendo que el proceso de diseminación de la ML pudiera continuar y a la fuerte presión de inóculo y de potenciales insectos vectores provenientes de lotes aledaños (54 y 52A), sobre cada una de las parcelas que se ubicaron en la parte superior, entre las que por efecto de la aleatorización no se hallaron repeticiones correspondientes al tratamiento control.

A partir del decimoséptimo mes (julio de 2008) de iniciados los tratamientos, se comenzó a hacer evidente el impacto positivo que se estaba presentando en el manejo y control de la enfermedad, una vez se implementaron medidas correctivas al desarrollo del experimento, producto de afectar tanto las poblaciones de insectos vectores como sus huéspedes de manera periódica (Figura 9), adicionalmente, este efecto fue más satisfactorio en la medida que el número de casos fue llegando a cero para el último año de evaluación. El cambio sugerido en la selección de



TTO 1 (insecticidas + herbicidas. TTO 2 (insecticidas). TTO 3 (herbicidas). TTO 4 (testigo)

Figura 10. Curvas de desarrollo de marchitez letal en las parcelas experimentales entre los cinco y los diecisiete meses después de implementados los tratamientos.

las moléculas insecticidas por el Dr. Cesar Cardona y los resultados de las evaluaciones preliminares realizadas por Sierra (2010b), fueron determinantes en los logros obtenidos. Se encontró que las moléculas Imidacloprid y Carbosulfan fueron las que luego de quince días de aplicadas proporcionaron un control de insectos chupadores superior al 80% (Figura 11).

### Tasa de desarrollo de la enfermedad

Otro de los criterios para dividir en dos los periodos de evaluación, como se indicó previamente, fueron los valores calculados de las tasas de desarrollo ( $r$ ), variable que reflejó la velocidad a la cual se diseminó la enfermedad, en cada tratamiento.

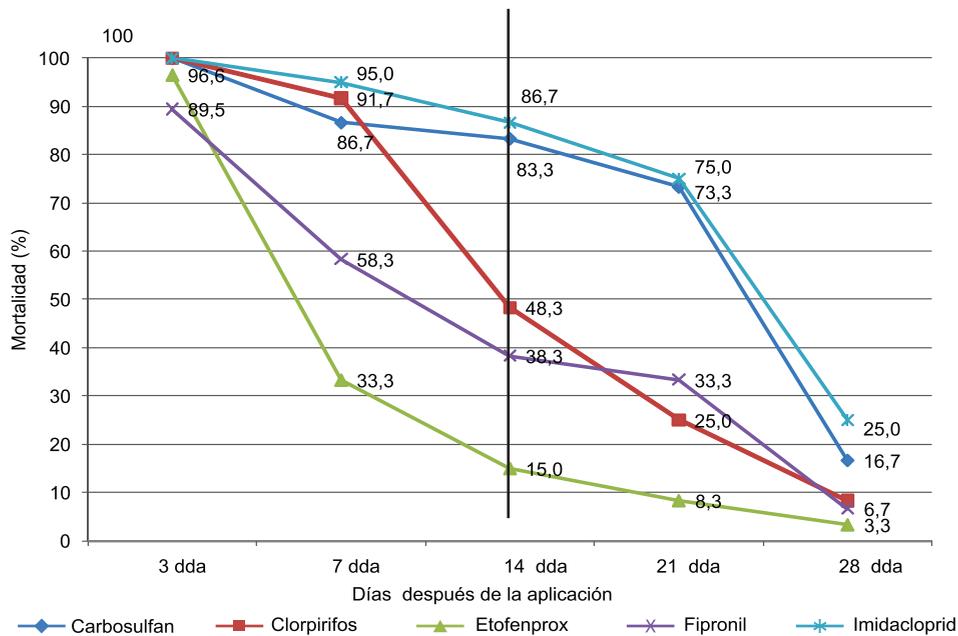


Figura 11. Eficiencia de moléculas evaluadas para el control de insectos chupadores.

Tabla 2. Variables evaluadas durante la primera fase del ensayo

Tratamiento		Incidencia inicial	Incidencia final	Tasa de desarrollo	ABCPE
		%		<i>r</i>	
Insecticidas más herbicidas	1	2	8	0,1316	43,50
Insecticidas	2	1,09	14,04	0,2618	65,63
Herbicidas	3	0	10,34	0,1901	58,99
Control	4	0	3,13	0,0027	7,81

### Resultados durante el primer periodo de evaluación.

En relación con la tasa de desarrollo se encontró que la velocidad a la cual se diseminó la enfermedad (*r*) en el primer periodo de evaluación fue mayor en el tratamiento de aplicación de insecticidas (0,2618), seguida por el tratamiento de herbicidas (0,1901) y el tratamiento combinado de insecticidas más herbicidas (0,1316); finalmente el menor valor correspondió al tratamiento control (0,0027), en una relación cien veces menor que el tratamiento dos (Tabla 2). Estos valores sugieren que la velocidad a la cual se presentó la enfermedad dentro de las parcelas se vio afectada por su distribución al interior del lote, lo que favoreció el poco desarrollo de la epidemia en el tratamiento control.

Además, se pudo apreciar que durante la primera fase del ensayo a pesar de la fuerte presión de inóculo de los lotes aledaños, el tratamiento combinado de insecticida más herbicida, epidemiológicamente, limitó de mejor forma la velocidad de desarrollo de la enfermedad (0,1316), cuando fue comparado con los demás tratamientos donde se emplearon productos químicos de manera independiente (0,2618 en el tratamiento de insecticidas y 0,1901 en el tratamiento de herbicidas) (Tabla 2). Este efecto se debió a la intervención combinada y periódica de la población de insectos vectores y de sus huéspedes.

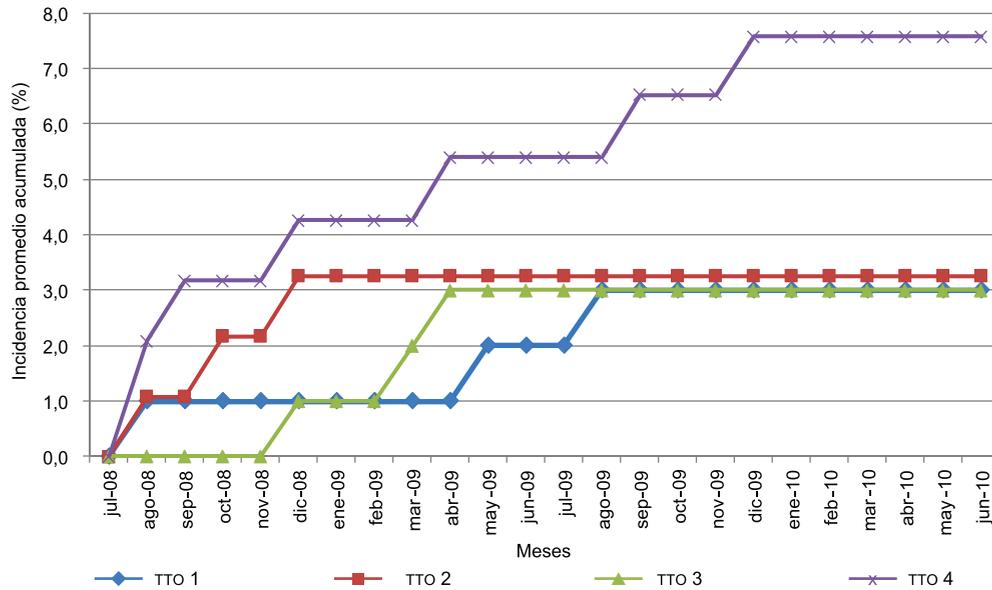
*Resultados durante el segundo periodo de evaluación.* Durante la segunda fase de evaluación, la veloci-

dad con la que se desarrolló la enfermedad se invirtió a favor de los tratamientos donde se emplearon, de forma independiente y de manera conjunta, productos químicos como insecticidas para el control de vectores y herbicidas para el manejo de sus huéspedes, es decir en los tratamientos 1, 2 y 3. Este resultado se presentó por las mejoras en las prácticas de control de insectos y de plantas acompañantes, seguidas de otras actividades de tipo sanitario al interior de las parcelas como la erradicación inmediata de palmas afectadas. Durante esta segunda fase se logró que la velocidad de desarrollo de la enfermedad (*r*) disminuyera en comparación con los valores registrados durante la primera fase a 0,0004 para el tratamiento de insecticida más herbicida, 0,0013 para el tratamiento de insecticida y 0,0012 para el tratamiento de herbicida, comparadas con la tasa de desarrollo de la enfermedad de 0,0539 para el tratamiento control, valor que fue veinte veces superior que el registrado en la primera fase (Tabla 3), producto de un control más eficaz de la vegetación acompañante con las aplicaciones de herbicidas, sumado a la intervención periódica del ciclo de vida del insecto vector, con las aplicaciones de insecticidas específicos para insectos chupadores.

En la Tabla 3 se aprecia que en el tratamiento donde se efectuaron aplicaciones conjuntas de insecticidas más herbicidas de forma periódica (Tratamiento 1), la velocidad con la que se diseminó la enfermedad fue de 0,0004 unidades por mes, valor considerablemente menor al de los demás tratamientos. En rela-

Tabla 3. Variables evaluadas durante la segunda fase del ensayo

Tratamiento		Incidencia inicial	Incidencia final	Tasa de desarrollo	ABCPE
		%		<i>r</i>	
Insecticidas más herbicidas	1	0	1,00	0,0004	24,50
Insecticidas	2	0	3,26	0,0013	69,02
Herbicidas	3	0	3,00	0,0012	48,50
Control	4	0	7,57	0,0539	129,65



TTO 1 (insecticidas + herbicidas). TTO 2 (insecticidas). TTO 3 (herbicidas). TTO 4 (testigo)

Figura 12. Curvas de desarrollo de la marchitez letal en las diferentes parcelas experimentales a partir del segundo año de evaluación

ción con el tratamiento control éste fue superior 134 veces con respecto al tratamiento de solo insecticidas, la diferencia correspondió a 3,25 veces y finalmente cuando se realizaron aplicaciones mensuales de solo herbicidas la tasa de desarrollo disminuyó tres veces a favor del tratamiento 1.

A su vez, en la Tabla 3 se aprecia que aplicaciones de insecticidas o herbicidas usados en forma independiente mensual, permitieron reducir satisfactoriamente la velocidad a la cual se presentaron los casos de ML, por sus valores similares en relación con la tasa de desarrollo ( $r$ ). Definitivamente se obtuvo un mejor control cuando se realizó, de manera simultánea, un manejo sobre las poblaciones tanto de arvenses como de insectos mediante el uso de herbicidas e insecticidas (Figura 12).

Al analizar el desarrollo de la enfermedad en todo el lote 53 y compararlo con lo sucedido en los lotes vecinos, se aprecia que como producto del manejo

realizado por medio de las diferentes prácticas, la velocidad a la cual se desarrolló la ML en el lote experimental fue inferior a la de los lotes aledaños en los tres años de evaluación, con diferencias que comenzaron a ser importantes a partir de 2009, cuando las prácticas conjuntas de todos los tratamientos proporcionaron un efecto epidemiológicamente significativo en el desarrollo de la enfermedad (0,0161), sin embargo, una diferencia bien marcada entre los lotes se observó en 2010 cuando el valor de la tasa de desarrollo del lote 53 (0,0036) fue seis veces menor en comparación con el lote 52 A (0,0215) y 4,3 veces menor que el lote 54 (0,0158) (Tabla 4).

En relación con el espaciamiento temporal de la enfermedad en los diferentes tratamientos se encontró que cuando se aplicaron insecticidas más herbicidas, de manera conjunta y periódica, se presentó una mayor supervivencia de las plantas en el tiempo (Figura 9); ratificando lo anterior se pudo establecer que para este

Tabla 4. Variables epidemiológicas evaluadas en el lote experimental y lotes aledaños

	Año	Lotes		
		53	52 A	54
Tasa de desarrollo ( $r$ )	2007	0,0039	0,0215	0,0026
	2008	0,0524	0,0284	0,0738
	2009	0,0161	0,0348	0,0525
	2010	0,0036	0,0215	0,0158

tratamiento, doce meses después de haber dado inicio al segundo programa de aplicaciones, no se volvieron a registrar casos de la enfermedad. Al respecto, con el uso solo de insecticidas la enfermedad se manejó una vez cumplidos dieciséis meses de tratamiento. En las parcelas correspondientes a aplicaciones solo de herbicidas trascurrieron veinte meses para obtener un control satisfactorio de ML. Incluso en el tratamiento control se observó una reducción en el número de casos de la enfermedad, como resultado de lo que se logró en las parcelas aleatorias. Esta baja en el potencial de inóculo, en la población de vectores y de plantas huéspedes de los mismos tuvo su efecto favorable en las parcelas control, especialmente cuando se comparó el desarrollo de la enfermedad en los lotes vecinos, en los cuales, como se mencionó previamente, el manejo fue solo de erradicación de palmas enfermas y parcheo de focos de gramíneas.

#### *Área bajo la curva de progreso de la enfermedad*

Un tercer criterio para considerar dos fases del experimento fue la determinación del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE).

*Resultados durante el primer periodo de evaluación.* Durante la primera fase del experimento se apreció el mismo comportamiento observado que en la variable tasa de desarrollo ( $r$ ) (Tabla 2), es decir, el tratamiento control representó el menor valor (7,81), seguido por el tratamiento en donde de forma conjunta se realizaron aplicaciones de insecticidas más herbicidas (43,50), en éste, por la ubicación de las parcelas en el lote experimental las cuales estuvieron sometidas a presión directa de la enfermedad, fue posible observar la bondad de las aplicaciones combinadas y periódicas de los productos aun desde los primeros doce meses luego de iniciado el ensayo. El tratamiento con herbicidas representó 58,99 unidades en relación con la variable ABCPE y, finalmente, el tratamiento de insecticidas fue el de mayor valor, 65,63 correspondiente a una incidencia de 14,04% al final de esta fase (Tabla 2).

Los lotes aleatorios al ensayo jugaron un importante papel en los resultados obtenidos del primer periodo, ya que las parcelas que, producto del sorteo de distribución, estuvieron en el frente del lote se vieron afectadas por la presión de inóculo suministrada por

estos lotes; razón por la que los valores de  $r$  y ABCPE en el tratamiento control fueron considerablemente mejores que en los demás tratamientos, pues estas parcelas se vieron favorecidas al quedar aisladas del frente de avance de la enfermedad.

*Resultado durante el segundo periodo de evaluación.* La variable área bajo la curva de progreso de la enfermedad, durante la segunda fase del ensayo, permitió apreciar, igual que en la primera fase, un efecto similar al análisis de la variable tasa de desarrollo ( $r$ ).

La menor área bajo la curva de progreso de la enfermedad se observó en el tratamiento herbicidas más insecticidas (24,50), este fue seguido por el tratamiento con herbicidas (48,50) y luego por el tratamiento con insecticidas (69,02). El tratamiento control tuvo un valor de 129,65 indicando claramente la bondad de los tratamientos (Tabla 3) 5,3 veces mayor que el mejor tratamiento.

Es importante anotar que estos resultados tienen la misma tendencia de los logrados por Mena y colaboradores (1975) en los estudios sobre manejo y control de marchitez de la palma de aceite, observada en la plantación Oleaginosas Risaralda en Norte de Santander.

Como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, los lotes vecinos al lote experimental afectaron el desarrollo de la enfermedad en todos los tratamientos y en especial el control.

## **Conclusiones**

Con el anterior trabajo se ratifica la hipótesis planteada en relación con la presencia de un insecto vector, el cual juega un papel importante como diseminador del agente causante de la marchitez letal en la palma de aceite, justificando el nuevo enfoque de las investigaciones relacionadas en pro de conocer las plantas que afectan o inhiben el óptimo desarrollo del insecto y las coberturas no asociadas a la presencia del vector como medidas de manejo de la enfermedad.

Aplicaciones periódicas de insecticidas dirigidos al dosel de la palma y herbicidas para el control de la vegetación acompañante permitieron reducir significativamente la velocidad con la que se diseminó la enfermedad, más aún cuando estas estuvieron acompañadas de prácticas sanitarias como la erradicación oportuna de las plantas afectadas, estableciendo que es posible manejar la ML al afectar las poblaciones de



insectos vectores del agente causante del disturbio como de sus respectivas hospederas obteniendo, según el tratamiento aplicado, valores considerablemente mejores que en el tratamiento testigo (Sierra et ál., 2010).

En relación con lo anterior y conociendo que los productos químicos afectan epidemiológicamente la tasa de desarrollo de la enfermedad, es importante considerar que la oportunidad, frecuencia y periodicidad de las aplicaciones, son factores vitales en el momento que se decide optar por esta medida, pues para el caso de la marchitez letal, el objetivo de las mismas es disminuir la cantidad de insectos vectores del agente causante mediante la interrupción del ciclo de vida y no deben convertirse en aplicaciones calendarizadas durante todo el ciclo del cultivo.

A pesar del desconocimiento del periodo de incubación del patógeno en la planta se pudo apreciar que el efecto de cada uno de los tratamientos evaluados es a largo plazo y no de acción inmediata, lo cual supone que dicho periodo, según las observaciones realizadas, sería superior a los cinco meses. Es a partir de ese momento cuando se pueden comenzar a evaluar los efectos que se presentan sobre el desarrollo

de la enfermedad, cuando se implementan prácticas para su manejo y control.

Es importante aclarar, con base en los resultados obtenidos, que las aplicaciones periódicas de productos químicos se convierten en una herramienta válida de manejo de la ML, siempre y cuando éstas sean consideradas como una medida de “choque”. Según lo anterior, es importante conocer diferentes moléculas y residualidades de las mismas, para evitar otros problemas de tipo ambiental y ecológico. En este sentido, la erradicación inmediata de palmas afectadas, el manejo de la vegetación acompañante donde se encuentren las plantas hospederas del insecto vector, se convierten en las estrategias más importantes para la prevención y manejo de la marchitez letal.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a todo el personal de la plantación Palmeras Santana Ltda., en especial a su gerente, José Antonio Torres, al Fondo de Fomento Palmero y al Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).

## Bibliografía

- Álvarez, E.; Claroz, J.L. 2002. Caracterización molecular y clasificación de fitoplasmas asociados con la palma de aceite. En: Ascolfi. *Memorias XXIII Congreso Nacional de Fitopatología*. 3-6 July 2002. Bogotá (Colombia).
- Arango, M. 2010. Descripción de síntomas característicos de la marchitez letal. En: *Memorias taller internacional de manejo de la marchitez letal (ML)*. Marzo 3-4 de 2010. Villavicencio (Colombia).
- Cardona, C. 2008. Asesoría comunicación personal e informe de asesoría.
- Castaño, J. 2002. *Principios Básicos de Fitoepidemiología*. Editorial Universidad de Caldas, 396p.
- Duarte, S. Tovar, J.P. 2007. Pruebas de patogenicidad *in vitro* con microorganismos aislados de palmas afectadas por marchitez letal. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá (Colombia).
- Fajardo, G., Tovar, J.P., Hernández. M.L. 2005. Determinación de síntomas de la marchitez letal de la palma de aceite. Informe final de tesis de pregrado presentado a Cenipalma. 83p.
- Grupo Upía. 2010. *Memorias taller internacional de manejo de la marchitez letal (ML)*. Marzo 3-4 de 2010. Villavicencio (Colombia).
- Howard, F. 1990. Evaluation of grasses for cultural control of *Myndus crudus*, a vector of lethal yellowing of palms. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 56: 131-137.
- Martínez, G. 1985. Observaciones sobre distintos casos de marchitez de la palma africana en Colombia. *Palmas* 6 (3): 65-67.
- Mena, E.; Cardona, C.; Martínez, G.; Jiménez, O. D. 1975. Efecto del uso de insecticidas y control de malezas en la incidencia de la marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista Colombiana de Entomología*. (Colombia) 1(1): 9-14.
- Rocha, P.J.; Tovar, J.P.; Gutiérrez, D.F.; Mosquera, M. 2007. Marchitez letal en palma de aceite. *Boletín Técnico Bogotá* (Colombia) No. 21.
- Romero, H.M. 2010. Respuesta fisiológica de la palma a la marchitez letal. En: *Memorias taller internacional de manejo de la marchitez letal (ML)*. Marzo 3-4 de 2010. Villavicencio (Colombia).



- Shaner, G.; Finney, R. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in knox wheat. *Phytopathology*. 36: 1307-1311.
- Sierra, L.J. 2010a. Medidas de manejo preventivo de la marchitez letal-control de gramíneas-. En: *Memorias taller internacional de manejo de la marchitez letal (ML)*. Marzo 3-4 de 2010. Villavicencio (Colombia).
- Sierra, L.J. 2010b. Medidas de manejo preventivo de la marchitez letal -control con insecticidas-. En: *Memorias taller internacional de manejo de la marchitez letal (ML)*. Marzo 3-4 de 2010. Villavicencio (Colombia).
- Sierra, L.J.; Aldana, R.; Arango, M.; Martínez, G. 2010. Control measures for lethal wilt in oil palm in Colombia. En: *Memorias XX Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología (APS-CD)*. 24-27 septiembre. Managua (Nicaragua).
- Torres, E., y Tovar, J.P. 2007. Estudio epidemiológico de la enfermedad marchitez letal de la palma de aceite en plantaciones de Villanueva – Casanare. *Palmas* (Colombia) 25 (No. especial. Tomo II): 210-211.
- Tupaz, A. 2009. Caracterización estructural de las poblaciones de arvenses que crecen en el cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y su asociación con palmas sanas y enfermas de marchitez letal. Tesis de pregrado Universidad de Nariño.
- Van Der Plank, J.E. 1963. *Plant Diseases: Epidemics and Control*. Academic Press, New York.

“**FEDEPALMA** expresamente advierte a todos los usuarios, miembros y consultantes, y demás terceros interesados, que los informes que adelanta o resultados que socializa, exposiciones, presentaciones, conferencias, documentos; así como en general la información que difunde como consecuencia de los estudios, inferencias y demás análisis realizados al interior de la misma o contratados por ella, -sin perder su rigor y profundidad profesional-, sólo tienen carácter informativo, de consulta, de difusión y de referencia estadística, académica o consultiva; puesto que en ningún caso constituyen axiomas para su estricta observancia, ya que en el mejor de los casos podrían interpretarse como simples consejos o recopilaciones de experiencias analizadas, para que sean estudiadas, utilizadas, o aplicadas por quienes acceden a ellas de acuerdo con su propio criterio, bajo su exclusiva responsabilidad, según su leal saber y entender; ya que cada situación resulta única y particular, y requiere de tratamientos o soluciones específicas que escapen de la competencia de **FEDEPALMA**. Por tanto, se trata de socializaciones según el estado actual de la técnica y de los avances científicos idóneamente realizados, que han sido valorados por esta última hasta ese momento; sin tener en cuenta escenarios concretos detallados, ni casos particulares”.

