

# Manejo de la Marchitez letal en palma de aceite en zonas de alta incidencia

## Management of Lethal wilt disease in oil palm in areas with high incidence

### Autores

**Mauricio Arango**

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

**Carlos Ospina**

Ing. Agrónomo, Auxiliar de Sanidad Vegetal, Coordinadora de Manejo Sanitario Zona Oriental, Fedepalma

**Gerardo Martínez**

Ing. Agrónomo Ph.D. Coordinador del Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

### Palabras clave

Palma de aceite, Marchitez letal, manejo integrado, tasa de desarrollo,

*Haploxyium crudus*.

Oil Palm, Lethal wilt, integrated management, disease development rate, *Haploxyium crudus*

Recibido:

Noviembre 1 de 2012

Aprobado:

Noviembre 15 de 2012

### Resumen

La Marchitez letal (ML) de la palma de aceite es una enfermedad endémica en Colombia; su importancia no sólo radica en las más de 1.000 ha erradicadas en la Zona Oriental entre 1994 y 2010, sino en su rápida diseminación hacia otras zonas palmeras. Las prácticas de manejo realizadas en las plantaciones afectadas se han basado en la detección y erradicación de las palmas infectadas, el control de especies gramíneas y el establecimiento de coberturas; sin embargo, estas medidas por sí solas no han impactado satisfactoriamente la diseminación del patógeno responsable de la enfermedad. En el desarrollo de un programa integrado de control de la ML, Cenipalma diseñó un plan de manejo que incluye conocimiento sobre la presencia del vector, el periodo de incubación del patógeno en la palma, el efecto de las labores de manejo agronómico y la epidemiología de la enfermedad. En esta investigación se evaluó el plan de manejo en una zona afectada por la ML y con una tasa de desarrollo superior a 0,030 unidades año<sup>-1</sup>, el programa consistió en detección y erradicación oportuna de las palmas afectadas, control de gramíneas y del insecto vector usando moléculas eficientes. Mediante un modelo de estimación se comparó el avance de la enfermedad en ausencia de estas prácticas. Los resultados obtenidos mostraron que los manejos realizados durante los meses indicados y a nivel regional, permitieron reducir el desarrollo de la ML entre 30,8% y 98,8%, mientras que cuando el programa fue implementado de manera local, no hubo respuesta de las medidas de manejo y, por el contrario, la velocidad de desarrollo de la enfermedad se incrementó entre 29,2 y 59,9% como resultado del alto potencial de inóculo en lotes vecinos. También indicaron que es posible controlar la ML si se implementan en forma integral todas las medidas de manejo propuestas mediante un enfoque regional.



## Abstract

Lethal wilt disease (ML for its name in Spanish) in oil is an endemic disease in Colombia, where its importance is not only related to more than 1000 ha eradicated in the East Zone between 1994 and 2010 but on his rapid spread toward other oil palm zones. The management practices implemented in the affected states have been detection and eradication of infected palms, as well as the control of grasses and the establishment of other cover crops, but these practices have not been enough to reducing the dissemination of the pathogen responsible of this disease. In the development of an integrated control program for ML, Cenipalma developed a plan that included the results on the research with its insect vector, the incubation period of the pathogen in the palm, the effect of agronomic practices and epidemiological studies. This work evaluated the management program in an area with a development rate above 0.030 year<sup>-1</sup>, that included detection and opportune eradication of affected palms, grasses and insect control, using efficient molecules. With a simulation model it was compared the development of the disease in the absence of the control measures. The results indicated that when the control measures were implemented according to the program at regional level, it was possible to reduce the number of cases of palms with ML between 30.8 and 98.9%, compared with the results where the management was implemented locally, where there was not a response to the control measures, because there was an increase from 29.2 to 59.9 in the number of diseased palms due to the inoculum carried by insects coming from neighboring infected fields with high inoculums potential. These results indicated that it is possible to control lethal wilt disease in oil palm when an integrated management program is implemented at regional level.



## Introducción

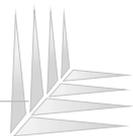
La Marchitez letal (ML) de la palma de aceite es una de las enfermedades más limitantes del cultivo en Colombia; ha sido reportada tanto en la Zona Central (Martínez, 2009), como en la Oriental (Arango *et al.*, 2011a). Según la Coordinadora de Manejo Sanitario (2012), en los Llanos Orientales (Zona Oriental) entre 1994 y 2011 se erradicaron cerca de 106.000 plantas por la ML, de las cuales 23.135 palmas correspondieron al 2011.

Los registros de la ML en Colombia no son recientes ni limitados a la Zona Oriental, Mena y Martínez (1977), identificaron entre 1965 y 1975 en la plantación Oleaginosas Risaralda, ubicada en Norte de Santander, la presencia de la enfermedad que en su momento se conoció como Marchitez sorpresiva pero que hoy, como resultado de las investigaciones realizadas, correspondió a la Marchitez letal, donde a consecuencia de

esta problemática sanitaria fueron erradicadas aproximadamente 288.000 palmas.

Según Arango *et al.*, (2011a), aunque el patógeno que causa la ML aún se desconoce, se identificó a *Haplaxius (Myndus) crudus* Van Duzze (Hemíptera: Cixiidae), como el insecto responsable de diseminar el patógeno causante de la enfermedad entre las palmas infectadas y las sanas al interior de las plantaciones. A partir de esta información, más la obtenida de estudios epidemiológicos realizados por Arango *et al.*, (2011b), fue posible establecer planes de manejo y control de esta problemática sanitaria, integrando diversas prácticas enfocadas hacia la reducción de la fuente del inóculo y las poblaciones del vector en el campo.

Entre las estrategias de manejo de la ML que han sido propuestas por Arango *et al.*, (2011c), se mencionan: 1) El control de gramíneas y es-



tablecimiento de coberturas, bien sea con plantas leguminosas u otras especies que no sean hospederas de *H. crudus* e impidan su normal desarrollo; 2) El diagnóstico temprano y la eliminación inmediata de las palmas infectadas; 3) Para las zonas de alta incidencia, la implementación de un programa de control químico, que permita controlar las poblaciones del insecto vector (Arango *et al.*, 2011b).

Con relación al uso de insecticidas para reducir las poblaciones de adultos de *H. crudus* en campo Sierra *et al.*, (2011), evaluaron 14 moléculas de insecticidas comerciales aplicadas al follaje de las palmas. Se encontró que solo imidacloprid y carbosulfan causaron mortalidad superior a 70%, 21 días después de la aplicación; adicionalmente, indicaron que estos biocidas 28 días después de aplicados redujeron su efecto y causaron mortalidades entre 25 y 16,7%, respectivamente.

Para el manejo de las enfermedades en plantas, de acuerdo con el blanco a intervenir y la labor a implementar, se deben identificar los periodos oportunos cuando éstas brindan los mejores resultados y, así, permitir que su efecto reduzca la incidencia del problema sanitario que se quiere manejar; al respecto Arango *et al.*, (2011c), luego de estudios epidemiológicos sobre la ML, lograron establecer que los periodos en los que ocurren las mayores infecciones del agente causante de la enfermedad en las palmas sanas son los correspondientes a la época seca, tiempo cuando se presentan las máximas temperaturas promedias mensuales del año en la Zona Oriental. De acuerdo con los autores, esta situación estimula a la población de adultos de *H. crudus* a buscar el follaje de las palmas como fuente de alimento, lo que promueve el movimiento de los insectos y a su vez la diseminación del agente causante de la enfermedad entre plantas enfermas y sanas.

Dentro de las estrategias de manejo de la ML, es importante impedir el desarrollo de los estados inmaduros de *H. crudus* ubicados en las macollas de especies gramíneas como *Paspalum virgatum* y *Panicum maximum*, lo cual permite una reducción en el número de casos de una enfermedad. Sin embargo, en zonas de

alta incidencia, esta práctica por sí sola no genera una solución satisfactoria a la problemática sanitaria (Arango *et al.*, 2011c).

El manejo de la ML propuesto por Arango *et al.*, (2011c), incluye una serie de labores a lo largo del año; que partiendo de la detección temprana, la erradicación oportuna de las plantas sintomáticas, el control de gramíneas y el establecimiento de coberturas, reducen el potencial de inóculo de la enfermedad. Adicionalmente, los autores mencionados indican que el programa se debe complementar en zonas de alta incidencia, con alternativas de control directo del insecto vector, como el uso de productos biocidas, que impacten directamente la población de adultos y en este sentido la disminución de los casos de la enfermedad.

Otra de las estrategias propuestas por Arango *et al.*, (2011c), es la siembra de materiales genéticos menos susceptibles, la consecuencia epidemiológica de esta práctica es impactar la velocidad de diseminación del agente causante de la ML; al respecto Arango *et al.*, (2011c), identificaron entre un grupo de materiales sembrados comercialmente al interior de las plantaciones del Bajo Upiá, zona fuertemente afectada por la ML, diferentes grados de susceptibilidad al agente causante de la enfermedad. Los genotipos promisorios de este estudio podrán ser incluidos tanto en programas de mejoramiento como en el corto plazo en planes de renovación de plantaciones y siembras nuevas (Arango, 2011).

La bondad de los programas de manejo integrado de las enfermedades se debe evaluar y comparar con lotes manejados sin las prácticas recomendadas; sin embargo, debido a la importancia económica que representa la ML, esta situación no es posible en condiciones de campo comerciales. Al respecto, el desarrollo de modelos predictivos permite simular el avance del disturbio y así determinar la eficiencia de las prácticas de manejo (Berger 1977; Shtienberg *et al.*, 1989; Andrade *et al.*, 2005; Contreras *et al.*, 2009).

Los modelos epidemiológicos de tipo predictivo se desarrollan sobre el avance de las enfermedades en poblaciones de plantas, interactuando en función del tiempo, la suscepti-

bilidad de los hospederos, las condiciones ambientales favorables, la virulencia del patógeno y la presencia o ausencia de vectores (Zhang *et al.*, 2000). Según Costa *et al.*, (2002), en epidemiología los modelos simulan el progreso de las enfermedades, la prevención de su ocurrencia y cuantificación de daños y pérdidas.

Tradicionalmente las plantaciones con presencia de la enfermedad han manejado la problemática de la ML sólo con algunas de las prácticas de manejo propuestas por Arango *et al.*, (2011c). Además, no existe un criterio acerca del momento en el cual se deben realizar estas medidas. El objetivo de esta investigación es demostrar a nivel comercial que las prácticas de manejo de la ML implementadas de manera integral y con un enfoque regional, brindan en zonas de alta incidencia una alternativa eficiente que permite reducir la tasa de desarrollo de la enfermedad y, por consiguiente, la presencia de nuevos casos.

## Materiales y métodos

En una plantación ubicada en la región del Bajo Úpía y con alta presión de inóculo de la ML (tasa de desarrollo superior a 0,030 unidades año<sup>-1</sup>), se realizaron prácticas de manejo de la enfermedad, según lo recomendado por Arango *et al.*, (2011c). El programa incluyó, además de medidas sanitarias, la aplicación aérea de insecticidas sistémicos durante los meses correspondientes a la época seca.

Durante diciembre de 2010, enero y febrero de 2011, se programaron tres aplicaciones de insecticidas dirigidas al follaje de las palmas, en diferentes lotes comerciales empleando las moléculas imidacloprid (150 cc/ha) y carbosulfan (300 cc/ha), ajustándose a los resultados obtenidos por Sierra *et al.*, (2011) y Arango *et al.*, (2011b). Sin embargo, por decisión de la plantación, el programa de aspersiones incluyó la molécula thiametoxam (150 cc/ha); y otra serie de cuatro aspersiones adicionales, hasta junio de 2011 (Tabla 1).

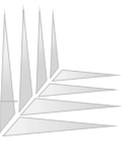
Las tres aspersiones iniciales al follaje de las palmas se realizaron con una frecuencia promedio de 27 días, en lugar de los 21 días sugeridos por Sierra *et al.*, (2011), mientras que en las cuatro rondas siguientes, el tiempo entre aplicaciones fue en promedio de 32 días (Tabla 1).

Las fechas cuando se realizaron las aplicaciones en las épocas adecuadas se encuentran resaltadas; sin embargo, es importante mencionar que el uso de la molécula thiametoxam fue decisión de la plantación y no se encuentra dentro del programa de manejo desarrollado por Cenipalma.

Se evaluó el efecto de las prácticas de manejo desarrolladas en los lotes intervenidos, a través de un modelo logístico, el cual partió de la ecuación citada por Costa *et al.*, (2002). Se comparó el comportamiento de la ML en ausencia de las medidas implementadas. El modelo explicó el aumento de la enfermedad en el tiempo, de

**Tabla 1.** Lotes de palma de aceite empleados para evaluar el progreso de la Marchitez letal, luego de las aspersiones para el control de *Haplaxius (Myndus) crudus*, vector del agente causante de la enfermedad.

Aplicación	Lotes	Producto	Dosis	Fecha
1	40C;51B;52A;56E	Carbosulfan	300cc/ha	21-dic-10
2	40C;51B;52A;56E	Imidacloprid	150cc/ha	26-ene-11
3	40C;51B;52A;56E	Thiametoxam	150cc/ha	19-feb-11
4	40C;51B;52A;56E	Carbosulfan	300cc/ha	12-mar-11
5	40C;51B;52A;56E	Imidacloprid	150cc/ha	13-abr-11
6	40C;51B;52A;56E	Imidacloprid	150cc/ha	21-may-11
7	40C;51B;52A;56E	Carbosulfan	300cc/ha	16-jun-11



acuerdo con la cantidad de inóculo presente y el número de palmas sanas disponibles:

$$\frac{dy}{dt} = r \cdot y (1-y)$$

En donde:

- $r$ : Tasa de desarrollo de la ML  
 $(1-y)$ : Cantidad de palmas sanas pero susceptibles

### Registro de la información

Con el fin de estimar la incidencia acumulada de la ML en los lotes intervenidos, se realizó un seguimiento mensual antes y después de las aplicaciones, que permitió comparar la información colectada en campo con la predicción obtenida del modelo epidemiológico.

Se realizaron mapas de las áreas tratadas y de sus vecindades usando el *software* ArcGIS 9 (ArcMap versión 9.2), en ellos se graficaron las diferentes zonas intervenidas y, de acuerdo con los intervalos de las tasas de desarrollo ( $r$ ) descritos por Arango *et al.*, (2011c), se identificaron con color rojo los lotes cuyos valores de  $r$  fueron superiores a 0,0300 unidades año<sup>-1</sup>; con azul, aquellos cuyos valores de  $r$  estuvieron entre 0,0010 y 0,029 unidades año<sup>-1</sup>; y con amarillo, los lotes con valores de  $r$  entre 0,0005 y 0,0009 unidades año<sup>-1</sup>.

### Resultados y discusión

El modelo epidemiológico permitió conocer la respuesta de las prácticas de manejo implementadas para el control de la ML según las recomendaciones de Arango *et al.*, (2011c), en función del efecto positivo o negativo de las mismas.

### Respuesta de las prácticas implementadas para el manejo de la ML en el lote 51B

Las prácticas realizadas a través de un enfoque integrado permitieron reducir entre diciembre de 2010 y el mismo mes de 2011 la velocidad de desarrollo de la ML ( $r$ ) en 34,4% (Tabla 2). Asimismo, el pronóstico de la incidencia acumulada de la enfermedad según el modelo de predicción, estimado entre enero y diciembre de 2011, encontró que en ausencia del manejo efectuado la incidencia para el último mes hubiera sido de 27,9%, mientras que la curva de incidencia real finalizó en 24,4% (Figura 1).

Producto de las aplicaciones de insecticidas y, a pesar de haber empleado, el 19 de febrero de 2011, la molécula thiametoxam, cuyo efecto sobre las poblaciones de *H. crudus*, según Sierra *et al.*, (2011), es considerablemente reducido, impactando sólo 36,7% de los adultos expuestos siete días después de aplicada de manera foliar (DDA), 10% a los 14 DDA y de 0% a los 21 días DDA, se logró impactar el desarrollo de la enfermedad; la diferencia entre la incidencia pronosticada, según el modelo de estimación y la incidencia real para diciembre de 2011, fue de 3,5%; lo cual representó que 25 plantas de las que estaban pronosticadas para enfermarse no se afectaron por la ML (Figura 1).

Como resultado de haber aplicado una molécula con bajo control de las poblaciones de adultos de *H. crudus*, se observa un incremento en la incidencia de la ML en dos puntos porcentuales entre julio y agosto, asociada a la baja mortalidad que causó el producto sobre los vectores seis meses atrás cuando fue empleada, situación que concuerda con los resultados obtenidos por Sierra *et al.*, (2011) (Figura 1).

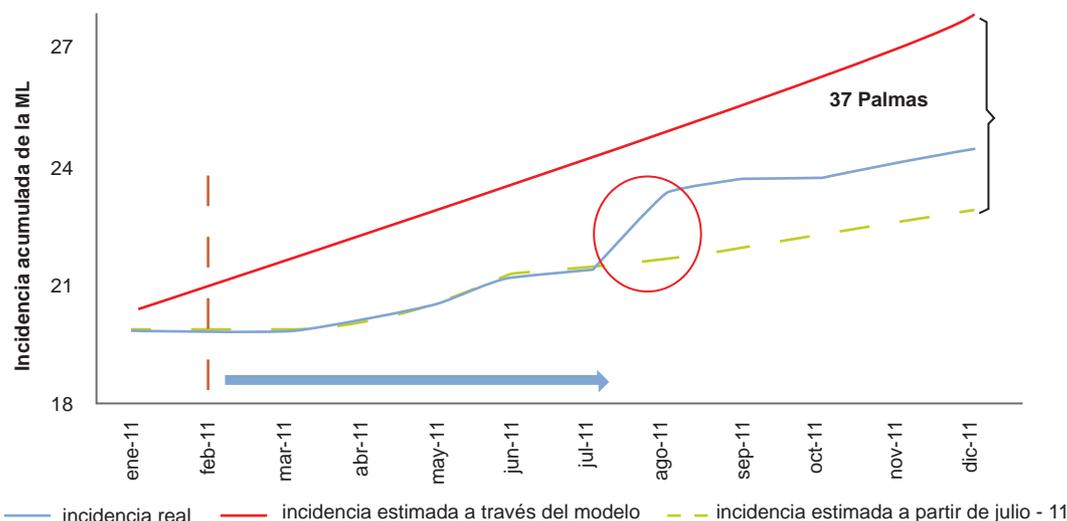
**Tabla 2.** Comportamiento de la tasa de desarrollo de la ML en el lote 51B, entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011.

Lote	Material	r		Diferencia	% reducción
		Diciembre 2010	Diciembre 2011		
51 B	Golden Hope	0,0377	0,0247	0,0129	34,4%

\* Unidades año<sup>-1</sup>

Con el fin de conocer el escenario que se hubiera esperado en ausencia de la aplicación del ingrediente activo thiametoxam, se desarrolló una nueva estimación empleando el modelo descrito. Se observa en la figura 1 cómo de no tener dentro del plan de manejo este producto, la tendencia de la ML no hubiera presentado tal incremento entre julio

y agosto, alcanzando al final del periodo una incidencia acumulada de 22,8%, diferente al 25,5% que se presentó y al 27,9% de incidencia estimada en ausencia de manejo, según el modelo, al finalizar el año, 37 plantas no hubieran sido infectadas, 12 más a las encontradas inicialmente (Figura 1).



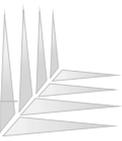
**Figura 1.** Comparación entre la incidencia acumulada real, la incidencia pronosticada según el modelo de estimación entre enero y diciembre de 2011 y la esperada entre julio y diciembre de 2011 en el lote 51B, con el modelo de estimación desarrollado para la Marchitez letal.

La tasa de desarrollo de la enfermedad en el lote 51B para el mes de diciembre de 2010, cuando se inició el estudio, fue superior al rango de 0,0300 unidades por año<sup>-1</sup> (Tabla 2), definido por Arango (2011) y Arango *et al.*, (2011c) como un nivel altamente preocupante y en el cual el potencial de inóculo presente es tan importante que favorece la rápida diseminación del agente causante de la enfermedad entre las palmas enfermas y las sanas.

De acuerdo con los estudios realizados, el valor de  $r$  obtenido en 2010 causó en el lote durante el año siguiente un incremento en el potencial de inóculo, a tal punto que por cada palma enferma por la ML era de esperar durante un tiempo promedio de 5,7 meses entre 16 y 22 nuevas infec-

ciones (Arango *et al.*, 2011a). Para diciembre de 2011 el valor de  $r$  fue 0,0247 unidades por año<sup>-1</sup>, cifra 34,4% menor al valor obtenido en diciembre de 2010 (0,0377 unidades por año<sup>-1</sup>). Esta reducción fue producto de implementación de las prácticas de manejo recomendadas.

De acuerdo con Arango *et al.*, (2011c), haber impactado el valor de  $r$  durante diciembre de 2011 causará una reducción de nuevas infecciones. En el nivel que se encontró la tasa de desarrollo al final del año, la posibilidad de infección de nuevas palmas por cada planta detectada con la ML está entre cuatro y seis, durante el periodo de incubación del agente causante de la enfermedad (Figuras 3a y 3b), un valor menor que el registrado un año antes.



## Respuesta de las prácticas implementadas para el manejo de la ML en el lote 56E

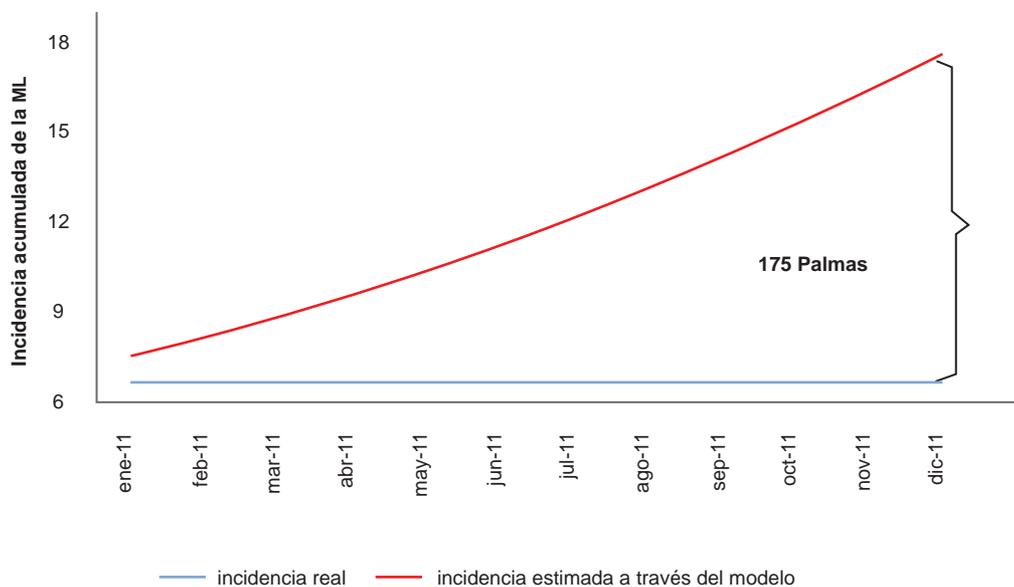
Como resultado de implementar en el lote 56E las prácticas para el manejo de la ML, se logró impactar la incidencia acumulada real de la enfermedad, siendo menor que la predicción estimada por el modelo de estimación. La reduc-

ción en el valor de la tasa de desarrollo fue de 98,1% entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011 (Tabla 3); sin duda, un comportamiento mejor en comparación al lote 51B. Doce meses después de haber iniciado el plan de manejo integrado de la ML, la incidencia acumulada de la enfermedad, según el modelo, debió haber sido de 17,4%, mientras que la incidencia acumulada real fue de solo 6,9% (Figura 2).

**Tabla 3.** Comportamiento de la tasa de desarrollo de la ML en el lote 56E, entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011.

Lote	Material	<i>r</i>		Diferencia	% reducción
		Diciembre 2010	Diciembre 2011		
56 E	AAR	0,0889	0,0017	0,0871	98,1%

\* Unidades año<sup>-1</sup>



**Figura 2.** Comparación entre la incidencia acumulada real y la pronosticada en el lote 56E, con el modelo de estimación desarrollado para la Marchitez letal.

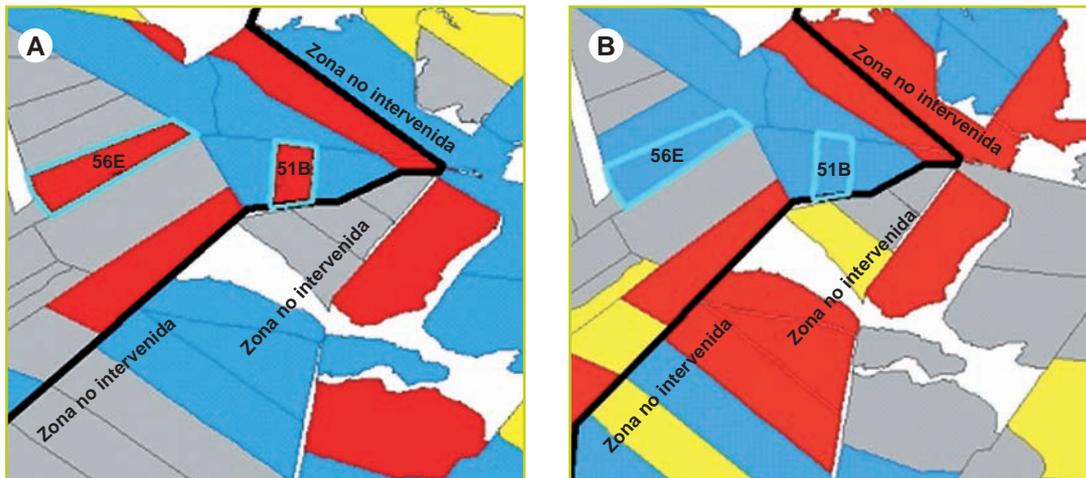
Como se aprecia en la figura 2, 10,5% de diferencia que se presentó entre la incidencia acumulada pronosticada en el modelo de estimación y la incidencia acumulada real para el mes de diciembre de 2011, representó que 175 palmas en el lote no fueron infectadas por el agente causante de la ML. Estos resultados

indican los beneficios de implementar el manejo integrado de la enfermedad, lo cual permitió reducir el proceso de desarrollo de la misma, con resultados muy prometedores.

La tasa de desarrollo de la enfermedad (*r*) para el lote 56E en diciembre de 2010, cuando se inició el plan de manejo integrado, era

superior a 0,0300 unidades por año<sup>-1</sup> (Figuras 3A y 3B); mientras que para diciembre de 2011 el valor de  $r$  producto del manejo realizado estuvo en el intervalo medio (0,001 a 0,029 unidades por año<sup>-1</sup>), muy cercano al nivel más bajo, con una reducción de 98,1% (Figura 3B). De acuerdo con estos datos, la

posibilidad de infección de nuevas plantas en el lote 56E, durante los próximos seis meses, no será mayor al rango entre cuatro y seis plantas, por cada palma identificada con la ML; situación que muestra la importancia adicional de evitar el contagio de las 175 plantas que no se enfermaron en este lote.



**Figura 3.A.** Estado de los lotes 51B y 56E en diciembre de 2010. **3B.** Estado de los lotes 51B y 56E en diciembre de 2011. Con rojo los lotes cuyos valores de  $r$  son superiores a 0,0300 unidades año<sup>-1</sup>, con azul los lotes cuyos valores de  $r$  fueron entre 0,0010 y 0,0290 unidades año<sup>-1</sup> y, finalmente con amarillo aquellos con valores de  $r$  entre 0,0005 y 0,0009 unidades año<sup>-1</sup>.

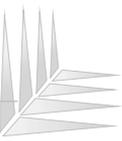
La diferencia en el desarrollo de la enfermedad entre los dos lotes que fueron intervenidos (56E y 51B), estuvo influenciada por la menor susceptibilidad del material AAR sembrado en el lote 56E, comparado con la mayor susceptibilidad del material Golden Hope del lote 51B. Al respecto, Arango *et al.*, (2011c) lograron identificar en diferentes materiales genéticos sembrados comercialmente su mayor o menor susceptibilidad al agente causante de la ML y la evolución de la enfermedad una vez identificada la primera palma infectada.

Por otra parte, la presencia de áreas vecinas con alto potencial de inóculo de la ML y no manejadas de manera regional, afectó considerablemente la eficiencia de las prácticas de manejo realizadas. En los lotes 52A y 40C, que también fueron intervenidos con el programa

de manejo integrado recomendado por Arango *et al.*, (2011c), no se presentaron efectos positivos y, en ellos la tasa de desarrollo de la enfermedad entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011 no se redujo, por el contrario, se observó un incremento considerable cuando se compararon los resultados reales con los pronosticados en el modelo de predicción.

### Respuesta de las prácticas implementadas para el manejo de la ML en el lote 52A

El efecto de las vecindades no intervenidas adecuadamente causó que en el lote 52A no se presentara reducción en el valor de  $r$  a consecuencia de los manejos realizados, por el contrario, la velocidad de desarrollo de la en-



fermedad se incrementó en 29,2% durante el periodo de evaluación (Tabla 4 y Figura 4). El modelo de estimación evaluado permitió conocer dicho incremento, al predecir que para

el mes de diciembre de 2011 la incidencia acumulada estimada sería 50,5%, mientras que la incidencia acumulada real fue 52,2% (Figura 4).

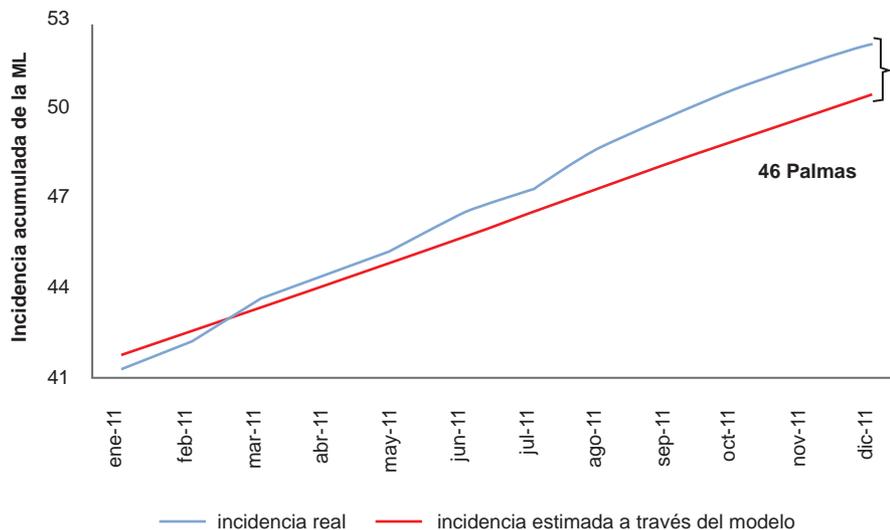
**Tabla 4.** Comportamiento de la tasa de desarrollo de la Marchitez letal en el lote 52A, entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011.

Lote	Material	<i>r</i>		Diferencia	% incremento
		Diciembre 2010	Diciembre 2011		
52 A	Golden Hope	0,0321	0,0394	-0,0073	22,7%

\* Unidades año<sup>-1</sup>

La diferencia entre la incidencia pronosticada acumulada según el modelo de estimación y la incidencia acumulada real para diciembre de 2011 fue 1,6%. Este porcentaje representó que 46 plantas más de las que predijo el modelo para el mes de diciembre, presentaron los

síntomas asociados a la ML; en este sentido, el número adicional de palmas afectadas por encima del modelo de predicción son el resultado del inóculo que proporcionaron los lotes aledaños y en los cuales no se redujo la población del vector *H. crudus* (Figura 4).



**Figura 4.** Comparación entre la incidencia acumulada real y la incidencia acumulada con el modelo de estimación desarrollado para la Marchitez letal en el lote 52A.

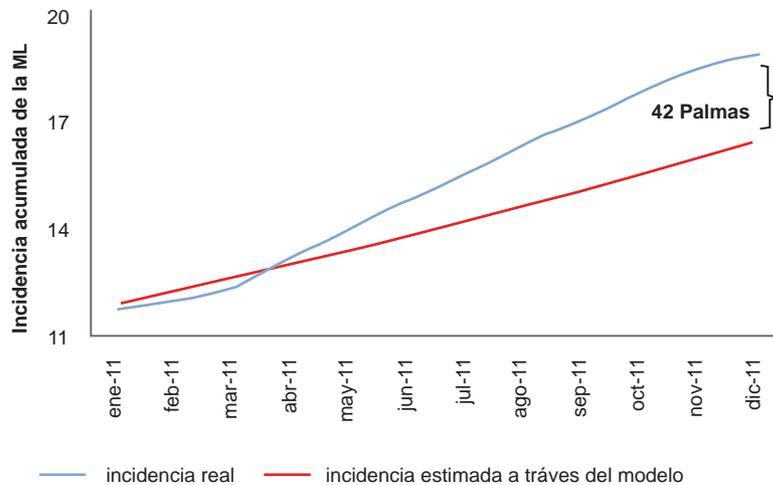
Los valores de la tasa de desarrollo de la enfermedad para los meses de diciembre de 2010 y diciembre de 2011 en el lote 52A se encontraron, según se muestra en la tabla 4, superiores al rango de 0,030 unidades año<sup>-1</sup> (Figuras 6A y 6B), en este nivel la posibilidad de nuevas

infecciones durante el periodo de incubación del agente causante de la enfermedad en las palmas, estaría entre 16 y 22 nuevas plantas; por lo que es de esperar que para seis meses siguientes ocurra, al interior de este lote, un aumento considerable en la incidencia de la ML.

## Respuesta de las prácticas implementadas para el manejo de la ML en el lote 40C

En este lote, la predicción arrojada por el modelo para diciembre de 2011 indicó que la in-

cidencia acumulada sería 16,4% mientras que la incidencia acumulada real fue 18,9%; es decir, una diferencia porcentual de 2,5%; en este nivel de incidencia 42 palmas más de las que predijo el modelo fueron afectadas por la ML (Figura 5).



**Figura 5.** Comparación de la incidencia acumulada real y la acumulada pronosticada según el modelo de estimación desarrollado para la Marchitez letal en el lote 40C.

La tasa de desarrollo de la ML en el lote 40C, incrementó 50,2% entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011, producto de la alta presión de inóculo que proporcionaron los lotes vecinos no intervenidos (Tabla 5 y Figura 6B). Esta situación confirma que el manejo de la enferme-

dad no brinda resultados satisfactorios cuando no se hace de manera regional y bajo un programa integrado, en el cual se consideren todas las prácticas de manejo, sumando las que afecten epidemiológicamente el inóculo inicial como la tasa de desarrollo de la enfermedad.

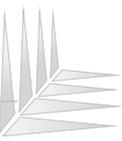
**Tabla 5.** Comportamiento de la tasa de desarrollo de la Marchitez letal en el lote 40C, entre diciembre de 2010 y diciembre de 2011.

Lote	Material	<i>r</i>		Diferencia	% incremento
		Diciembre 2010	Diciembre 2011		
40 C	Guthrie	0,0338	0,0508	-0,0170	50,2%

\* Unidades año<sup>-1</sup>

En el lote 40C, los valores de las tasas de desarrollo de la ML de diciembre de 2010 y diciembre de 2011 fueron superiores al rango de 0,030 unidades por año<sup>-1</sup> (Figura 6B); lo cual repercute en la variable tasa básica de infección

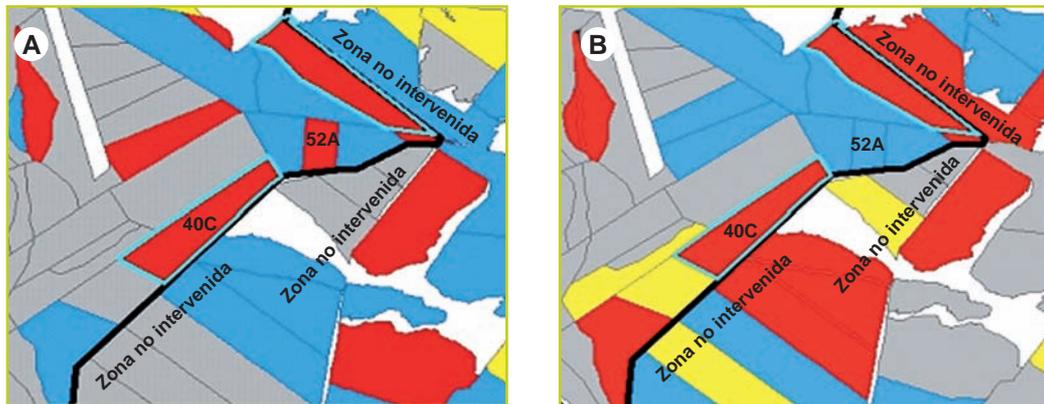
descrita por Arango *et al.*, (2011c), en este sentido una palma infectada brinda la oportunidad para que se presenten, en los próximos seis meses, entre 16 y 22 palmas enfermas. De esta manera, las 42 palmas adicionales que fueron



infectadas en comparación con las que predijo el modelo, suministran la fuente de inóculo necesaria para un número muy alto de nuevas infecciones durante el próximo semestre.

Tanto el material Golden Hope del lote 52A como el Guthrie del lote 40C, fueron identificados como genotipos altamente susceptibles al agente causante de la ML (Arango *et al.*, 2011); en estos materiales el programa

de manejo de la enfermedad, debe realizarse de manera específica y rigurosa, ajustando las fechas para cada una de las prácticas recomendadas, siempre y cuando de forma integrada se incluyan las parcelas vecinas, tal es el caso del lote 51B (material Golden Hope), en el cual se observó buena respuesta al manejo propuesto cuando se intervino junto con las áreas vecinas.



**Figura 6A.** Estado de los lotes 52A y 40C en diciembre de 2010. **Figura 6B.** Estado de los lotes 52A y 40C en diciembre de 2011. Con rojo los lotes cuyos valores de  $r$  son superiores a 0,0300 unidades año<sup>-1</sup>; con azul, los lotes cuyos valores de  $r$  fueron entre 0,0010 y 0,0290 unidades año<sup>-1</sup>, y con amarillo, los lotes con valores de  $r$  entre 0,0005 y 0,0009 unidades año<sup>-1</sup>.

En las figuras 6A y 6B se observa cómo por la cercanía de los lotes tratados con áreas en las cuales la única práctica de manejo fue la erradicación de palmas enfermas, no se logró reducir la tasa de desarrollo de la ML. Esta situación permitió que insectos presentes en los lotes vecinos y portadores del agente causante de la enfermedad, pudieran migrar hacia los tratados e inocular las palmas sanas. La importancia de estos resultados trasciende en la implementación de las medidas de manejo con un enfoque regional y no en zonas independientes.

## Conclusiones

A través de prácticas de manejo implementadas con un enfoque regional fue posible reducir la

tasa de desarrollo del agente causante de la Marchitez letal y en este sentido afectar la incidencia de la enfermedad, por el contrario, sólo con la intervención de lotes individuales no se logró que las medidas de manejo propuestas por Ceni-palma brindaran resultados satisfactorios para el control de esta problemática sanitaria.

Producto del manejo implementado se logró disminuir el riesgo de nuevas infecciones, puntualmente en los lotes 51B y 56E se pasó del rango entre 16 y 22 palmas nuevas infectadas por cada planta enferma, al rango de cuatro a seis. Esta situación fue producto de reducir, al interior de los lotes tratados, el potencial de inóculo y la población de insectos vectores del agente causante de la ML.

A pesar de haber encontrado resultados satisfactorios con la intervención de lotes afecta-

dos antes y durante la época seca en áreas con alto potencial de inóculo, se debe considerar la frecuencia de las aplicaciones y el uso de productos adecuados. En este trabajo las aspersiones durante las fechas recomendadas se realizaron con intervalos de 27 días en promedio, no acorde con las recomendaciones realizadas por Cenipalma.

Haberle modificado al esquema de aplicaciones diseñado por Cenipalma una de las moléculas durante las fechas más críticas, trajo como consecuencia, en el lote 51B, el incremento considerable de la incidencia acumulada seis meses después; situación que reflejó el deficiente control del producto sobre las poblaciones de adultos de *H. crudus* en condiciones de campo y que antes había sido demostrado experimentalmente por Sierra et al., (2011).

El desarrollo de herramientas de estimación de tipo epidemiológico, usadas dentro del paquete de manejo integrado para la Marchitez letal propuesto por Cenipalma, permite a las plantaciones afectadas conocer la bondad y eficiencia de las prácticas desarrolladas, de igual manera brindan un soporte confiable a la hora de tomar decisiones y estimar el avance de la enfermedad.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Fondo de Fomento Palmero (FFP), administrado por Fedepalma; al Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) por el apoyo financiero y científico, respectivamente. Al personal de las plantaciones de la Zona Oriental, en especial a las ubicadas en el Bajo Upía, por su valiosa colaboración.



## Bibliografía

- Andrade-Piedra, J.; Forbes, G.A.; Shtienberg, D.; Grünwald, N.; Chacón, M.; Taípe, M.; Hijmans, R.; Fry, W. 2005. Qualification of a plant disease simulation model: Performance of the LATEBLIGHT model across a broad range of environments. *Phytopathology* 95:1412-1422.
- Arango, M. 2011. Impacto de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en una zona de alta incidencia de la enfermedad. Bogotá. Memorias de la Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Septiembre 22 de 2011.
- Arango, M.; Ospina, C.A.; Sierra, L.J.; Martínez, G. 2011a. *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Palmas* 32 (2):13-25.
- Arango, M.; Sierra, L.J.; Aldana, R.; Martínez, G. 2011b. Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare, Colombia. *Palmas* 32 (1):11-24.
- Arango, M.; Ospina, C.A.; Martínez, G. 2011c. Uso de herramientas epidemiológicas para establecer el manejo integrado de la Marchitez letal de la palma de aceite. *Palmas* 32 (4): 17-27.
- Berger, R.D. 1977. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. *Phytopathology* 15:165-83.
- Contreras, L.M.; Torres, I.; Guevara, R.G.; Romero, R.; Terol, I.R.; Osornio, R.A. 2009. Mathematical modeling tendencies in plant pathology. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (25): 7399-7408.
- Costa, L.U.; de Jesús, W.C.; Ribeiro Do Vale. 2002. Modelos aplicados en fitopatología. *Rev. FCA UN Cuyo*. Tomo XXXIV. N° 1.
- Coordinadora de Manejo Sanitario. 2012. Reunión de subcomité agronómico de la Zona del Bajo Upía. Enero 27 de 2012. Cumaral-Meta (Colombia).
- Martínez, L. G. 2009. Sanidad de la palma. *En: Informe de labores Fondos parafiscales palmeros*. Fedepalma 44-45.
- Mena, T.E.; Cardona, M.C.; Martínez, L.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.
- Mena, E. Y Martínez, G. 1977. Identificación del insecto vector de la Marchitez sorpresiva de la palma africana *Elaeis guineensis*, Jacq. *Revista Fitopatología Colombiana*. 6(1):2-14.
- Sierra, L.J.; Arango, M.; Aldana, R.; Martínez, G. 2011. Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare, Colombia. *Palmas* 32 (1): 25-32.
- Shtienberg, D.; Doster, M. A.; Pelletier, J. R.; Fry, W. E. 1989. Use of simulation models to develop a low-risk strategy to suppress early and late blight in potato foliage. *Phytopathology* 79:590-595.
- Zhang, X.S.; Holt, J.; Colvin, J. 2000. A general model of plant-virus disease infection incorporating vector aggregation. *Plant Pathology* 49: 435-444.