

Costos de control de la Marchitez letal en plantaciones colombianas localizadas en la región del Bajo Upía

Lethal Wilt Control Costs in Colombian Oil Palm Plantations Located at Bajo Upia Region

CITACIÓN: Ruiz-A., E., Tovar, J. P., Ospina, C. A., Rojas, L. F., Hernández, D. A., Rosero, G., Hernández, M. L., Rubiano, M., Suesca, F., Verdugo, J. A. & Mosquera-Montoya, M. (2020). Costos de control de la Marchitez letal en plantaciones colombianas localizadas en la región del Bajo Upía. *Palmas*, 41(3), 38-52.

PALABRAS CLAVE: principios básicos de manejo de ML, *E. guineensis*, control de enfermedades, evaluación de costos

KEYWORDS: Lethal wilt control basic principles, *E. guineensis*, disease control, costs assessment

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

RECIBIDO: julio de 2020

APROBADO: agosto de 2020

RUÍZ Á. ELIZABETH
Investigadora Asociada
Unidad de Validación de Resultados de Investigación de Cenipalma

TOVAR JUAN P.
Coordinador de Manejo Fitosanitario
Programa Sectorial de Manejo Fitosanitario de Cenipalma

OSPINA CARLOS A.
Analista de Manejo Fitosanitario
Programa Sectorial de Manejo Fitosanitario de Cenipalma

ROJAS LINA F.
Estudiante de Pasantía
Unidad de Validación de Resultados de Investigación de Cenipalma

HERNÁNDEZ DIEGO A.
Investigador Auxiliar
Unidad de Validación de Resultados de Investigación de Cenipalma

ROSETO GUSTAVO
Jefe de Investigación, departamento de Desarrollo, Productividad e Innovación de Guaicaramo S. A. S.

HERNÁNDEZ MARTA L.
Directora Agronómica, departamento de Agronomía, Luker Agrícola

RUBIANO MIGUEL
Responsable de Operaciones, departamento de Agronomía de Palmar del Oriente

SUESCA FREDDY
Líder de Campo, departamento de Agronomía, Inversiones Los Maracos

VERDUGO JOSÉ A.
Asistente Técnico de Cultivo, departamento de Agronomía de Inversiones Palmarosa

MOSQUERA MONTAÑA MAURICIO
Coordinador de la Unidad de Validación de Resultados de Investigación de Cenipalma.
Autor de correspondencia
mmosquera@cenipalma.org

Resumen

La Marchitez letal (ML) es la enfermedad más limitante para los cultivos de palma de aceite en las llanuras orientales colombianas. Una estimación reciente sobre la pérdida causada por la ML en esta agroindustria dio un valor de 154 millones de dólares (Sispa-Cenipalma, 2019). Este

documento presenta los resultados de un estudio de investigación realizado con el fin de estimar los costos relacionados con la implementación de los principios de control de ML en cinco plantaciones ubicadas en la región de Bajo Upía (Llanos Orientales). Cabe destacar que estos principios se desarrollaron entre los administradores de plantaciones de palma de aceite e investigadores de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). Desde un punto de vista metodológico, se estructuró un cuestionario con el fin de recopilar datos sobre las actividades necesarias para llevar a cabo la estrategia de control, en la línea de los principios de control de ML. Específicamente, estas actividades fueron: búsqueda de casos de ML, eliminación de palmas enfermas con ML y aplicación de pesticidas. Los datos solicitados en cada una de estas actividades correspondieron a mano de obra requerida, rendimiento de la labor, salarios, insumos, herramientas y maquinaria. Los resultados indicaron que las actividades que tenían la mayor participación en los costos totales eran la búsqueda de casos de ML que osciló entre \$ 40.000/ha a \$ 120.000/ha, dependiendo principalmente de la frecuencia; y la aplicación de pesticidas con rangos de costos entre \$ 23.000/ha y \$ 90.000/ha, dependiendo de la frecuencia también. En cuanto al costo total anual por hectárea, estos oscilaron entre \$ 40.000 y \$ 220.000, los mayores valores representan plantaciones en donde hubo una mayor incidencia.

Abstract

The lethal wilt (LW) is the most limiting disease for oil palm crops in the Colombian Eastern Plains. A recent estimation on the loss caused by the LW on the Colombian oil palm agroindustry, yielded a value of USD 154 million (Sispa-Cenipalma, 2019). This paper presents the results of a research study undertaken in order to estimate the costs related to the implementation of the LW control principles in five plantations located at the Bajo Upia region (Eastern Plains). It must be highlighted that the LW control principles were developed among oil palm plantation managers and researchers from the Colombian oil palm research center, Cenipalma. From a methodological standpoint, it was structured a questionnaire in order to gather data on activities required to perform the control strategy, along the lines of the LW control principles. Specifically, these activities are: scouting for LW cases, elimination of diseased palms with LW and application of pesticides. The data asked at each of these activities correspond to labor required, labor yield, wages, inputs, tools and machinery. Results indicate that activities that have the greater share on the total costs are: scouting for LW cases which ranges from \$40.000/ha to \$120.000/ha per year, depending mostly upon frequency and; application of pesticides which ranges from \$23.000/ha y \$90.000/ha per year, depending mostly upon frequency, as well. Regarding the annual total cost per hectare results indicate that it oscillates between \$40.000 y \$220.000, and plantations reporting higher LW incidence.

Introducción

Marchitez letal de la palma de aceite

La Marchitez letal (ML) es una enfermedad endémica de la palma de aceite, la cual se reportó por primera vez en la Zona Oriental colombiana en el año 1994 en plantaciones ubicadas en la región del Bajo Upía (límites entre los departamentos del Meta y Casanare). Desde la década pasada se preveía que la ML se convertiría en la principal amenaza fitosanitaria para la sostenibilidad del cultivo de esa región (Rocha *et al.*, 2007).

Los avances sobre la investigación para el manejo de la enfermedad se enfocaron en tres aspectos principalmente: conocer el agente causante, la sintomatología y su comportamiento epidemiológico. A continuación, se esbozan brevemente los principales avances en cada uno de los aspectos previamente mencionados.

Respecto a la identificación del agente causal, Rocha *et al.* (2007) descartaron a *Fusarium*, bacterias y phytomonas. Se destaca que Álvarez y Mejía (2006) reportaron asociaciones de la ML con la presencia de fitoplasmas; sin embargo, la investigación en este sentido se mantiene en curso.

Se ha definido que los síntomas se caracterizan por un secamiento generalizado de las hojas, el cual inicia en sus puntas y bordes. Igualmente se presenta una momificación de los frutos del racimo y pudrición de las raíces. La enfermedad provoca la muerte de la palma en cuestión de semanas (Rocha *et al.*, 2007).

Respecto a la epidemiología, la enfermedad se presenta de manera agregada en los lotes, por tanto, hay una alta probabilidad de contagio entre palmas (Rocha *et al.*, 2007). Esto sugiere además la presencia de al menos un vector asociado a la transmisión del patógeno (Arango *et al.*, 2011; Arango *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2013). Los estudios más recientes se han enfocado en estimar la tasa de desarrollo (r) y en entender su curva de progreso (Arango *et al.*, 2014).

Manejo de la enfermedad

Rocha *et al.* (2007) sugirieron manejar la enfermedad con base en el diagnóstico oportuno, la eliminación de palmas afectadas, la implementación de buenas prácticas agronómicas y la reducción de la presencia de gramíneas.

Sierra *et al.* (2011) y Arango *et al.* (2011) reportaron disminución del progreso de la incidencia de la ML, mediante el manejo de gramíneas y el control de adultos de *Myndus crudus* (Hemiptera: cixiidae) hoy *Haplaxius crudus*, aplicando dos moléculas (Imidacloprid y Carbosulfan).

Rairán *et al.* (2015) informaron que la siembra de coberturas leguminosas para evitar el desarrollo de gramíneas, la detección temprana, la eliminación oportuna de palmas y la aplicación de insecticida a un área de contención, mostraron resultados positivos en el control de la enfermedad.

En 2019, el Comité Asesor Agronómico de la Zona Oriental y los comités locales, facilitados por Cenipalma, actualizaron los principios básicos de manejo de la ML (Cenipalma, 2019) así:

1. Detección temprana y eliminación oportuna de palmas enfermas
2. Delimitación de las áreas brote
3. Control de vector

4. Identificación de los niveles de susceptibilidad del cultivar
5. Aplicación de buenas prácticas agronómicas
6. Enfoque de manejo regional

Con base en lo anterior, se recomendó que cada plantación realizara las prácticas de control que se ajustaran a sus condiciones particulares.

Implicaciones económicas de la Marchitez letal

La presencia de enfermedades en los cultivos agrícolas tiene efectos directos sobre su productividad y, en consecuencia, sobre el resultado económico (Evans, 2003), lo que implica disminución en el valor de la producción e incrementos en los costos (Mosquera *et al.*, 2013).

Pérdidas asociadas a la Marchitez letal

Las pérdidas se han estimado a partir del costo de establecimiento, la disminución en el ingreso esperado y los costos de eliminación de palmas. En este sentido, Rocha *et al.* (2007) cuantificaron en \$ 13.050 millones las pérdidas ocasionadas por Marchitez letal en los Llanos Orientales entre 1994 y 2007. En 2019, Sispa-Cenipalma reportaron pérdidas equivalentes a USD 154,3 millones en la Zona Oriental palmera de Colombia, en donde aún la enfermedad continúa siendo un problema.

Costos asociados al manejo de la enfermedad

Castiblanco y Mosquera (2011) estimaron costos fijos en \$ 221.588/ha/año y variables en \$ 29.000/caso, considerando censos semanales, eliminación de palmas enfermas, aplicación de insecticidas y control de gramíneas.

Ruiz *et al.* (2013) estimaron que durante el primer año de la implementación de un paquete que incluía detección y eliminación oportuna y aplicación de plaguicidas en áreas brote, los costos oscilaron entre \$ 429.129/ha y \$ 601.497/ha, mientras que, en el segundo año, estos disminuyeron entre \$ 152.996/ha y \$ 340.715 /ha, con lo cual se invitó a productores a invertir en medidas de choque para el manejo de la ML.

A pesar de que se han realizado ejercicios de estimación del costo de manejo de la ML, este esfuerzo siempre se había llevado a cabo en alguna plantación específica, lo que dificultaba tener una visión general para la Zona Oriental. Por esta razón, surgió la iniciativa de hacer un ejercicio de levantamiento de información en varias plantaciones de una subzona. En consecuencia, este estudio estimó los costos de las prácticas básicas de manejo de la ML en cinco del Bajo Upía, con diversidad de escenarios en lo que se refiere a cultivares, años de siembra, incidencia de la enfermedad, así como el tipo de manejo dado. En este documento se presenta un modelo matemático sencillo que permite calcular el costo total de manejo de la ML para el periodo de estudio, el cual toma como punto de partida el método reportado por Mosquera *et al.* (2017).

Metodología

Para el presente estudio de caso se recolectaron datos acerca de los costos asociados a la aplicación de prácticas básicas para el manejo de la ML, durante los años 2017 y 2018, en cinco plantaciones (unidad de observación) con 18.209 ha de área sembrada en palma de aceite. Estas plantaciones fueron escogidas debido a que habían presentado la enfermedad durante al menos 20 años y en este tiempo, habían adoptado prácticas para mitigar su impacto.

Caracterización de plantaciones

Debido a la diversidad de situaciones en torno a las variables que afectaban el desarrollo de ML en las plantaciones, se realizó una caracterización previa,

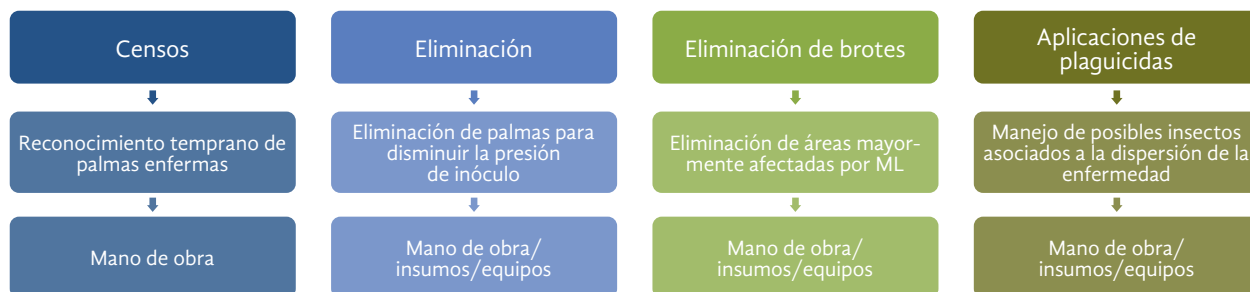
la cual ofrecía un soporte para entender la toma de decisiones respecto a la implementación de las prácticas básicas de manejo de la ML en cada una de ellas. Se utilizó información tomada por el Programa Sectorial de Manejo Fitosanitario (PSMF) en lo que se refiere a área sembrada, área afectada por la ML, cultivares sembrados (con algún nivel de resistencia y susceptibilidad), edad de las palmas y registro histórico de casos de la enfermedad. La información de dichas características es importante, ya que permitirá ilustrar el comportamiento de los costos, por ejemplo, se presentará información relativa a las áreas afectadas de los cultivos, dato relevante, dado que es un aspecto que condiciona directamente el costo de manejo (mayor área afectada implicaría mayores costos de manejo de la enfermedad).

Estimación del costo unitario de las labores de control de la Marchitez letal

Paralelamente y con el fin de estimar los costos unitarios, expresados en términos de costo por palma (\$/palma) o por hectárea (\$/ha), según la naturaleza de la labor; se elaboró un cuestionario para el levantamiento de datos técnicos y aspectos económicos, para las diferentes prácticas básicas de manejo de la enfermedad (Figura 1) para el lapso considerado (2017-2018). A continuación, se detalla la información recolectada para cada una de las prácticas consideradas en el estudio.

Mano de obra: se indagó por datos relativos al valor del jornal (pago diario) y al rendimiento de las labores (número de palmas o hectáreas realizadas en una jornada). Asimismo, se consideraron datos relacionados con tarifas pagadas por labor.

Figura 1. Prácticas de manejo de ML y rubros para la estimación de costos unitarios de labores



Insumos: se indagó por los precios de los productos utilizados, dosis por palma o dosis por hectárea, según el caso, y frecuencia de aplicación de los mismos.

Equipos o maquinaria: se estimaron los costos fijos y variables relacionados con su uso. Los costos fijos se determinaron a partir del precio de compra, la vida útil, la depreciación (método línea recta) y el valor de salvamento. Mientras que los costos variables tuvieron en cuenta los gastos necesarios para que el equipo o la máquina operara y los costos de mantenimiento reportados por cada plantación. De otra parte, cuando se trató de equipos o herramientas alquiladas se solicitó el valor de las tarifas pagadas.

Modelo de estimación de costos

Se empleó un modelo de estimación de costos que se basó en el método reportado por Mosquera *et al.* (2017), adaptándolo a las prácticas implementadas para el manejo de ML, las cifras se presentan en pesos colombianos¹. A continuación, se describen los parámetros, variables (Tabla 1) y ecuaciones utilizadas (Ecuación 1 y Ecuación 2). La unidad de observación fue la plantación.

La Ecuación 1 se empleó para estimar el costo en áreas brote de ML (áreas afectadas por al menos un caso de ML respecto al área total de la plantación),

Tabla 1. Variables y parámetros para la estimación de costos sobre las áreas totales de la plantación

Variables	CMF _p = Costo total de prácticas básicas de manejo de ML para el periodo p en áreas brote
	CMAL _p = Costo total de prácticas básicas de manejo para el periodo p en áreas sin ML
	Ce _i = Número de censos realizados en el mes i
	PE _i = Número de palmas erradicadas en el mes i
	AF _p = Área brote eliminada para el periodo p
	AA _i = Área aplicada con plaguicidas en el periodo p
	NA _i = Número de aplicaciones de plaguicidas en el periodo p
Parámetros	AP _{SE} = Área establecida en la plantación con palma (<i>E. guineensis</i>) menor o mayor a siete años
	VC _e = Costo de un censo (\$/ha)
	VPE = Costo de una palma erradicada (\$/palma)
	VAF = Costo de eliminación en áreas brote (\$/ha)
Subíndices	VAA = Costo de aplicaciones de plaguicidas (\$/ha)
	^l = Meses (1, 2, 3 ... 4)
	_p = Conjunto de años evaluados (2017, 2018)

$$CMF_p = \frac{\sum_{i=1}^{12} ((Ce_i * VC_e) + (PE_i * VPE) + ((AA_i * NA_i * VAA) + (AF_p * VAF))}{AP_{SE}}$$

Ecuación 1

$$CMAL_p = \frac{\sum_{i=1}^{12} (Ce_i * VC_e)}{AP_{SE}}$$

Ecuación 2

1 Si se desea realizar una conversión a dólares, emplear la equivalencia de \$ 3.281 por dólar (Banco de la República de Colombia, 2020)

en tanto que la Ecuación 2 se empleó para áreas sanas (áreas sin presencia de ML respecto al área total de la plantación). Posteriormente, se estimaron los costos totales por hectárea en cada plantación ponderando de acuerdo con la edad y a la presencia o ausencia de la enfermedad (Ecuación 3).

$$\text{Costo manejo ML plantación} = (\text{CMF}_p * \text{Área joven brote} + \text{CMFML}_p * \text{Área adulta brote}) + (\text{CMAL}_p * \text{Área joven sin ML} + \text{CMAL}_p * \text{Área adulta sin ML})$$

Ecuación 3

Resultados y discusión

Caracterización de plantaciones

En esta sección se presentan elementos del contexto de cada plantación (A-E) que influyen las decisiones con respecto a la implementación de las prácticas básicas para el manejo de la ML y, en consecuencia, impactan el costo de las mismas. Estas prácticas se describirán en las tablas de la 2 a la 7, y en ellas solo se presentarán las implementadas en cada caso.

La Figura 2 ilustra la zona de estudio. Las plantaciones A, B, C y D (amarillo, verde, morado y naranja) se encuentra localizadas en una región caracterizada por estar sometida desde hace 20 años a una alta presión de inóculo. Allí, la tasa de afectación llegó a ser de 3 palmas enfermas por ML por hectárea entre 2017 y 2018. Entretanto, la plantación E (en azul) se encontraba sometida a menor presión de inóculo de la ML, exhibiendo para el periodo en cuestión (2017 y 2018) una tasa de afectación de 0,1 palmas por hectárea.

De acuerdo con la categorización de Fedepalma en Colombia, las cinco plantaciones se agrupan en la categoría de plantaciones de gran escala (>500 ha).

Plantación A: en la Tabla 2 se mencionan las prácticas básicas de manejo implementadas en esta plantación que cuenta con las siguientes características:

- Área total sembrada de 3.299 ha.
- Área menor a 7 años: 1.781 ha de las cuales el 62 % presentó casos de ML (brote).
- Área mayor a 7 años: 1.518 ha de las cuales el 44 % presentó casos de ML (brote).

Figura 2. Mapa con la ubicación de las plantaciones

Fuente: Programa Sectorial de Manejo Fitosanitario, 2020

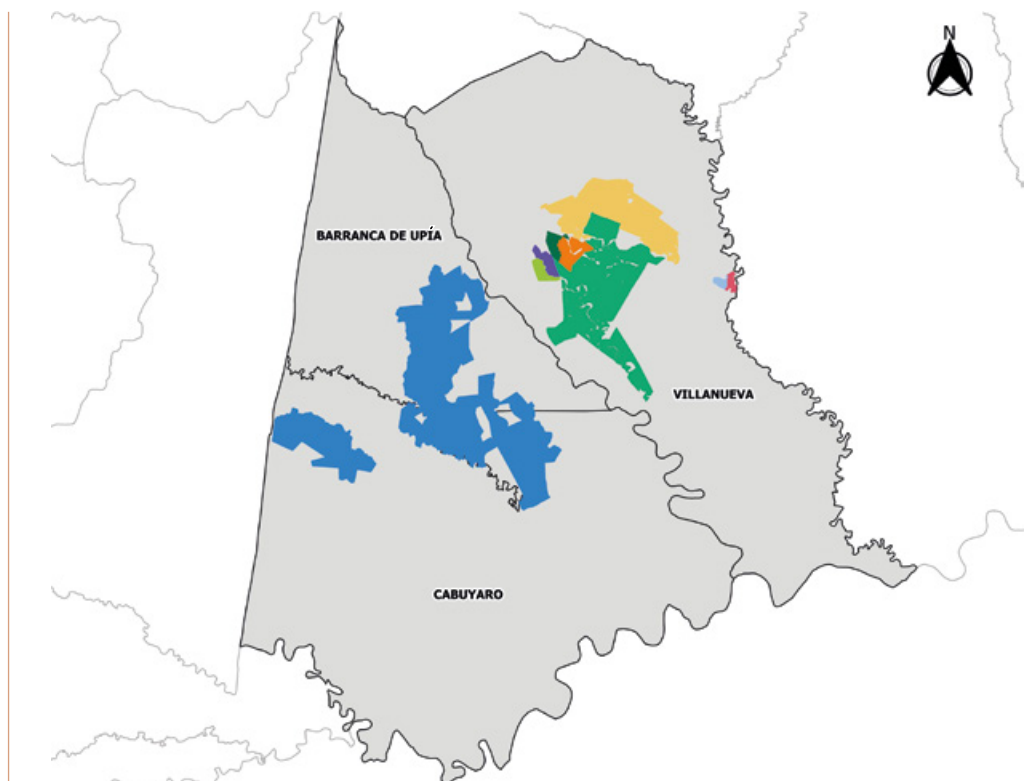


Tabla 2. Prácticas básicas de manejo en la plantación A (2017-2018).

Aspecto	Categoría por edad	Censos	Eliminación	Eliminación de áreas brote	Aplicación de plaguicidas
Método	<7 años	Censos no exclusivos para ML, desplazamiento en forma de U	Tumbado con motosierra		Aplicación aérea de plaguicidas de síntesis química. Se realizan al menos 7 aplicaciones en áreas brote con afección generalizada
	>7 años		Química (inyección con herbicida)		No se realizan aplicaciones en estas áreas
Datos técnicos labor	<7 años	Rendimiento: 20 ha/jornal	No hay información disponible	No se realiza esta práctica	Insumos: Imidacloprid (400 cc/ha) Fipronil (200 cc/ha) Rendimiento equipo: 100 ha/día
		Frecuencia: quincenal en áreas sanas y semanal en áreas brote	Nº de palmas erradicadas: 11.255		Hectáreas aplicadas: 340
	>7 años	Rendimiento: 35 ha/jornal	Insumo MSMA (140 cc)		*NA
		Frecuencia: quincenal en áreas sanas y brote	Número de palmas erradicadas: 3.154		
Costo unitario	<7 años	\$ 2.495/ha	\$11.753/palma		\$43.500/ha
	>7 años	\$ 1.426/ha	\$8.547/palma		*NA

*NA: no aplica, esta práctica no se realiza en la plantación en la vigencia del estudio.

- Porcentaje de área total sembrada con cultivos que han mostrado mayor susceptibilidad (25 %).
- Número total de casos para el periodo 2014 y 2018 (21.956).

Plantación B: las prácticas que implementan para el manejo de la ML se observan en la Tabla 3. A continuación se refieren algunas de sus características:

- Área total sembrada de 560 ha.
- Área menor a 7 años: 162 ha de las cuales el 100 % presentó casos de ML (brote).
- Área mayor a 7 años: 398 ha de las cuales el 35 % presentó casos de ML (brote).
- Porcentaje de área total sembrada con cultivos que han mostrado mayor susceptibilidad: 50 %.
- Número total de casos acumulados 2014-2018: 442.

Plantación C: las prácticas implementadas para el manejo de ML se observan en la Tabla 4. A continuación se refieren algunas de sus características:

- Área total sembrada de 590 ha.
- Área menor a 7 años: 118 ha de las cuales ninguna presentó casos de ML (brote).
- Área mayor a 7 años: 472 ha de las cuales el 76 % presentó casos de ML (brote).
- Porcentaje de área total sembrada con cultivos que han mostrado mayor susceptibilidad (34 %).
- Número total de casos acumulados 2014-2018 (2.330).

Plantación D: las prácticas básicas de manejo implementadas se observan en la Tabla 5, a continuación se mencionan algunas de sus características:

- Área total sembrada de 4.566 ha.

Tabla 3. Prácticas básicas de manejo en la plantación B (2017-2018).

Aspecto	Categoría por edad	Censos	Eliminación	Eliminación de áreas brote	Aplicación de plaguicidas
Método	<7 años	Censos no exclusivos para ML, desplazamiento en forma de U	Química/mecánica (inyección con herbicida y tumbado)		
	>7 años		Química (120 cc de Reglone y 2 cc de Eltra)		
Datos técnicos labor	<7 años	Frecuencia: mensual en áreas sanas, semanal en áreas brote	Diquat (120 cc) Carbosulfan (14 cc)	*NA	*NA
		Rendimiento: 10 ha/jornal	Nº de palmas erradicadas: 167		
	>7 años	Frecuencia: mensual en áreas sanas y semanal en áreas brote	Diquat (120 cc) Carbosulfan (14 cc)		
		Rendimiento: 35 ha/jornal	Nº de palmas erradicadas: 7		
Costo unitario	<7 años	\$ 5.475/ha	\$ 10.614/palma		
	>7 años	\$ 2.407/ha	\$ 13.129/palma		

Tabla 4. Prácticas básicas de manejo en la plantación C (2017-2018).

Aspecto	Categoría por edad	Censos	Eliminación	Eliminación de áreas brote	Aplicación de plaguicidas
Método	<7 años	Censos no exclusivos para ML, desplazamiento en forma de U	*NA	*NA	Aplicación con Jacto de controladores biológicos. 3 aplicaciones anuales en áreas de renovación por ML
	>7 años		Química (inyección con herbicida)	Lotes completos, posterior a una afectación de más del 50 %	Aplicación con Jacto de controladores biológicos. 3 aplicaciones anuales en áreas brote
Datos técnicos labor	<7 años	Rendimiento: 30 ha/jornal Frecuencia: quincenal en áreas sanas y semanal en áreas brote	*NA	*NA	Insumos: *ND Rendimientos equipo: 30 ha/día
	>7 años		Insumo MSMA (120 cc) Número de palmas erradicadas: 361	Insumos MSMA (120 cc) Área erradicada: 38 ha de siembras 2004	
Costo unitario	<7 años	\$ 1.878/ha	\$ 8.965/palma	NA	\$ 43.000/palma
	>7 años			\$ 433.290/ha	\$ 43.000/palma

*ND: no disponible.

- Área menor a 7 años: 1.826 ha de las cuales el 88 % presentó casos de ML (brote).
- Área mayor a 7 años: 2.740 ha de las cuales el 30 % presentó casos de ML (brote).
- Porcentaje de área total sembrada con cultivares que han mostrado mayor susceptibilidad (10 %).
- Número total de casos acumulados 2014-2018 (16.640).

Las prácticas de manejo de ML adoptadas en esta plantación se observan en la Tabla 5.

Plantación E: se caracteriza por:

- Área total sembrada de 9.194 ha.
- Área menor a 7 años: 2.115 ha de las cuales ninguna presentó casos de ML (brote).
- Área mayor a 7 años: 7.082 ha de las cuales el 5 % presentó casos de ML (brote).
- Porcentaje de área total sembrada con cultivos que han mostrado mayor susceptibilidad (10 %).
- Número total casos acumulados 2014-2018 (4.266).

Las prácticas de manejo de ML adoptadas en esta plantación se observan en la Tabla 6, se resalta que en las palmas menores a siete años únicamente se realizaron censos debido a que en estas no se presentaron casos de la enfermedad en la temporada de estudio.

Costo unitario de las prácticas básicas para el manejo de la Marchitez letal

Fue común observar que en áreas sanas únicamente se realizaron censos, excepto en la plantación C, don-

de adicionalmente se aplicaron controladores biológicos de manera preventiva. En lo que concierne a las áreas brote, la frecuencia de los censos se incrementó y, además, se aplicaron insecticidas para el control de insectos vectores, se eliminaron las palmas enfermas y cuando la plantación lo consideró pertinente o el número de casos era muy alto, se procedió a eliminar el lote completo (eliminación de brotes). La Tabla 7 presenta los rangos de costo unitario, para cada una de las labores de las plantaciones del Bajo Upía que participaron en el presente estudio de caso.

Censo: esta labor es de suma importancia, ya que la detección oportuna contribuye a disminuir la presión de inóculo en las áreas cultivadas. El costo unitario depende del valor del jornal pagado y del rendimiento de la mano de obra en la ejecución de la labor, expresado con respecto a la jornada laboral. En lo que se refiere al rendimiento de los censos, se menciona que osciló entre 10 y 45 ha por día, lo cual a su vez depende de la edad del cultivo y del método empleado. En este orden de ideas, el costo se incrementa en las plantaciones donde el censador tiene la instrucción de reportar otras enfermedades. De la misma manera, cuando se exige un recorrido línea a línea, se reduce considerablemente el área explorada, pero aumenta la calidad de la detección; que es en últimas lo que se desea.

Tabla 5. Prácticas básicas de manejo implementadas en la plantación D (2017-2018).

Aspecto	Categoría por edad	Censo	Eliminación oportuna	Eliminación de áreas brotes	Aplicaciones de plaguicidas
Método	<7 años	Censos no exclusivos para ML, desplazamiento en forma de U	Química (inyección con herbicida)	Lotes completos, posterior a una afectación de más del 50 %	5 aplicaciones con Jacto de controladores biológicos en áreas brote
	>7 años				
Datos técnicos de labores	<7 años	Rendimiento: 25 ha/jornal	Insumo Diquat (120 cc)	Insumo Diquat (120 cc)	Insumos <i>Metarhizium</i> + <i>Paecilomyces</i> + <i>Beauveria</i> (1,5 lb de mezcla/ha) Rendimientos equipo: 30 ha/día
	>7 años				
		Frecuencia: quincenal en áreas sanas y semanal en áreas brote	Palmas erradicadas: 2.377	Área: 175 ha de siembras 89-90	Hectáreas aplicadas: 616
Costo unitario	<7 años	\$ 2.172/ha	\$ 7.817/palma	NA	\$ 38.214/ha
	>7 años			\$ 558.916/ha	

Tabla 6. Prácticas básicas de manejo implementadas en la plantación E (2017-2018)

Aspecto	Categoría por edad	Censos	Eliminación	Aplicaciones de plaguicidas	Eliminación de áreas brote
Método	<7 años		*NA	*NA	*NA
	>7 años	Censos no exclusivos para ML, desplazamiento cada 4 líneas de palma	Química (inyección con herbicida)	4 aplicaciones en platos y paleras en áreas brote de <i>Metarhizium</i> sp + <i>Paecilomyces</i> sp + <i>Beauveria</i> sp 12 aplicaciones al suelo con Malathion	Lotes completos, posterior a una afectación de más del 65 %
Datos técnicos de labores	<7 años		*NA	*NA	*NA
	>7 años	Rendimientos: 40-45 ha/jornal Frecuencia: quincenal en áreas sanas y semanal en áreas brote	Insumo MSMA (80 cc) Glifosato (80-100 cc) Malathion (50 cc)	Insumos Biológicos: 1 lb/ha Químicos: 1 l/ha Rendimientos equipo: Jacto: 30 ha/día	Mecánica con retroexcavadora 3 aplicaciones de insecticida (Malathion) con frecuencia quincenal
Costo unitario	<7 años		*NA	*NA	*NA
	>7 años	\$ 1.620/ha	\$ 14.340/palma	\$ 39.100/ha	\$ 785.516/ha

Tabla 7. Rangos de costos unitarios de labores de acuerdo a las prácticas básicas de manejo de la ML que implementan las plantaciones estudiadas

Labor	Número de plantaciones que la realizan	Unidad	Valor mínimo	Valor máximo
Palma < 7 años				
Censos	5	ha/vez	\$ 1.620	\$ 5.475
Eliminación	3	Palma	\$ 7.817	\$ 11.753
Aplicación de plaguicidas en áreas brote	3	ha/vez	\$ 38.214	\$ 43.500
Eliminación de áreas brote	0			
Palma > 7 años				
Censos	5	ha/vez	\$ 1.426	\$ 2.172
Eliminación	5	Palma	\$ 7.817	\$ 14.340
Aplicación de plaguicidas en áreas brote	3	ha/vez	\$ 38.000	\$ 43.000
Eliminación de áreas brote	3	ha/vez	\$ 443.290	\$ 785.516

Eliminación de palmas enfermas: se observó que la inyección con herbicidas es de uso común principalmente en palmas mayores a 7 años, en palmas jóvenes (<7 años) se usó una mezcla de métodos

químicos y mecánicos. El costo unitario osciló entre los \$ 7.817 y los \$ 14.340 (Tabla 7) y se evidenció que inyectar las palmas es menos costoso que tumbarlas con motosierra o palín.

Aplicaciones de plaguicidas en áreas brote: el costo unitario promedio fue alrededor de \$ 40.000/ha tanto en palma menor a 7 años, como en palma mayor a 7 años. La estimación de este costo incluyó equipo utilizado, mano de obra requerida e insumos necesarios para llevarla a cabo. Aquí no se discrimina si el insumo aplicado fue químico o biológico, aunque fue más frecuente el uso de hongos entomopatógenos. El equipo más utilizado para aplicar pesticidas fue la bomba pulverizadora de cañón marca Jacto y el rendimiento promedio fue de 30 ha/día.

Eliminación de áreas brote: las tres plantaciones que ejecutaron esta labor tomaron como criterio de decisión incidencias superiores al 50 %. El costo de la eliminación de brotes dependió del área de los lotes intervenidos y del valor unitario resultante del método de eliminación de palmas empleado. El mayor costo correspondió al uso de retroexcavadora para tumbar y picar los estípites, acompañado de dos aplicaciones posteriores de insecticida sobre el área eliminada (Tabla 7).

Costos totales de las prácticas básicas de manejo de la Marchitez letal

Estos se estimaron siguiendo las ecuaciones de la 1 a la 3 que se presentan en la descripción de los aspectos metodológicos de este documento. Se consideraron

cuatro escenarios según la edad de siembra y la presencia o ausencia de la enfermedad.

Costo total de las prácticas básicas de manejo de la Marchitez letal en áreas con palma menor a siete años

Áreas sanas: el costo promedio se estimó en \$ 53.000/ha por año y corresponde fundamentalmente a la labor del censo. Como se mencionó previamente, en la plantación C, el costo incluyó la aplicación de entomopatógenos por tratarse de renovaciones de antiguos brotes de ML, mayor detalle se observa en la Tabla 8.

Áreas brote: para estas áreas se estimó que el costo promedio fue de \$ 287.000/ha por año (Tabla 8). Cabe resaltar que más del 50 % de ese costo total corresponde a la labor del censo.

Costo total de las prácticas básicas de manejo de la Marchitez letal en áreas con palma mayor a siete años

Áreas sanas: el costo promedio estimado fue \$ 41.000/ha por año, correspondiente a la labor de detección de casos de la ML (censos), en la Tabla 9 se detallan los costos de cada plantación.

Áreas brote: el costo total estimado osciló entre \$ 63.108/ha y \$ 298.157/ha al año. Debe resaltarse, que

Tabla 8. Costo total de las prácticas básicas de manejo de la ML en palma menor a siete años.

Labor	Unidad	Plantación				
		A	B	C	D	E
		Área sana				
Censos	\$/ha-año	60.712	65.700	45.698	51.758	39.420
Aplicación de plaguicidas	\$/ha-año			129.000		
	Total (\$/ha-año)	60.712	65.700	174.698	51.758	39.420
Área brote						
Censos	\$/ha-año	129.740	284.700		110.606	
Eliminación de palmas (abril 2017 a abril 2018)	\$/ha-año	78.669	6.647		15.852	
Aplicación de plaguicidas	\$/ha-año	69.112		No hay áreas brote	167.380	No hay áreas brote
	Total \$/ha-año	277.521	291.347		293.838	

las plantaciones con menores costos totales (Tabla 9) corresponden a aquellas que no tuvieron la necesidad de eliminar áreas brote ni realizaron aplicaciones de plaguicidas, por tener la menor cantidad de casos de la enfermedad.

Los costos totales de las prácticas básicas resultaron inferiores en la palma mayor a siete años debido a la menor incidencia de la enfermedad en esta.

Costo total de prácticas básicas en toda la plantación

Para su estimación se empleó la Ecuación 3, que considera la proporción de áreas con siembras jóvenes y adultas, y con áreas sanas y brotes sobre el total de las siembras *E. guineensis*. En este caso, la estimación

del costo total por plantación osciló entre \$ 42.496/ha y \$ 220.465/ha al año (Tabla 10).

La plantación con el menor costo (E) corresponde a aquella que tiene la mayor área total sembrada, menor área en brote de enfermedad, menor incidencia y más baja presión de inóculo. Adicionalmente, la mayoría de cultivares sembrados habían evidenciado algún grado de resistencia a la enfermedad.

Las plantaciones A, B y D presentaron costos alrededor de los \$ 130.000/ha/año. Se caracterizaron por tener entre un 10 % y un 50 % del área sembrada con cultivares susceptibles, un porcentaje importante de lotes brote (60 % en la palma menor a siete años y entre 30 % y 44 % en la palma mayor). Adicionalmente, se encontraban ubicadas en la zona con mayor presión de inóculo.

Tabla 9. Costo total de las prácticas básicas de manejo de la ML en palma mayor a siete años.

Labor	Unidad	Plantación				
		A	B	C	D	E
		Área sana				
Censos	\$/ha-año	39.420	28.884	45.698	51.757	39.420
Total		39.420	28.884	45.698	51.757	39.420
Área brote						
Censos	\$/ha-año	39.420	125.164	97.656	110.606	84.240
Eliminación de palmas (abril 2017 a abril 2018)	\$/ha-año	23.688	383	11.942	4.865	3.985
Eliminación de áreas brote	\$/ha-año	0	0	98.535	57.344	35.331
Aplicaciones plaguicidas	\$/ha-año	-	-	90.023	33.508	1.677
Total		63.108	125.547	298.156	206.323	125.233

Tabla 10. Costo total de las prácticas básicas de manejo de ML por plantación

Actividad	Unidad	Plantación				
		A	B	C	D	E
Censos		75.428	125.872	74.151	76.000	41.027
Eliminación (abril 2017 a abril 2018)		34.455	1.994	6.540	3.873	143
Eliminación de áreas brote	\$/ha-año			49.299	8.104	60
Aplicación de plaguicidas		23.938		90.476	42.337	1.266
Total		133.821	127.866	220.466	130.314	42.496

El mayor costo estimado para la plantación C, se explica porque realiza aplicaciones de controladores biológicos de tipo preventivo en áreas sanas provenientes de renovaciones por ML. Esta decisión, si bien incrementa los costos, se constituye en una herramienta que permite beneficiar el largo plazo del cultivo.

Conclusiones

Los costos de la aplicación de prácticas básicas de manejo de la ML dependieron de las características particulares de cada caso. Aspectos como la edad de las palmas, la presión del inóculo, el número de casos, el tamaño de áreas brote y los cultivares establecidos, fueron los principales condicionantes.

El censo fitosanitario resultó ser el rubro de mayor participación en los costos de manejo, debido a la intensidad en el uso de mano de obra calificada y a la frecuencia de ingreso a los lotes para detectar oportunamente casos de ML. El costo de la labor resultó mayor, en tanto se visitaron las palmas línea a línea (es decir de una manera más rigurosa), así como cuando en el mismo censo se reportaron enfermedades letales y otros problemas. Sin embargo, debe recalarse que, debido a la importancia de esta labor, la calidad debe primar ante el costo.

La aplicación de entomopatógenos para el control de posibles vectores de ML se empleó en la mayoría de las plantaciones que hicieron parte de este estudio. Su participación en el costo total de las prácticas de manejo dependió de las áreas intervenidas y de la frecuencia (mensual y trimestral).

Respecto a la eliminación, el método químico fue el más frecuente y el más económico. Sin embargo, a diferencia de la eliminación mecánica donde se garantiza la muerte inmediata de la planta, con la inyección química las palmas tardaban alrededor de 10 días en desecarse completamente. Frente a esto, es importante garantizar su eficacia y, en algunos casos, el incremento de costos que implica la eliminación mecánica puede ser necesario para asegurar el resultado técnico.

Los costos asociados a la eliminación de áreas brote fueron relativos y dependieron de criterios téc-

nicos, económicos y administrativos de cada plantación. Si bien, requirieron de un importante recurso para ejecutarse, beneficiaron áreas sanas al disminuir la presión del inóculo.

Fue notable que se realizaran las mismas prácticas al grupo de palmas menores y mayores a siete años, pero con cambios en las frecuencias, rendimientos y costos unitarios de las labores. Los costos totales de las prácticas básicas fueron superiores en las áreas jóvenes, dado el mayor número de casos.

Este estudio estimó el costo de las prácticas básicas para el manejo de la ML. Las prácticas culturales necesarias para el buen desarrollo del cultivo como nutrición, poda, cosecha, drenaje, control de gramíneas y manejo de coberturas leguminosas, que hacen parte de los principios básicos (Cenipalma, 2019), se consideraron como costos inherentes a la producción de RFF y, por tanto, no se tuvieron en cuenta como costos exclusivos para el manejo de la ML.

Las cinco plantaciones que generosamente compartieron sus datos, llegaron a obtener los costos que aquí se estimaron a través de años de aprendizaje, adaptando el conocimiento a sus condiciones actuales. Así, el presente estudio se convierte en un referente para que cada lector lo analice, de acuerdo con su propio escenario.

Los métodos descritos en este documento se constituyen en un punto de partida para trabajos posteriores que permitan hacer el mismo ejercicio en otras subzonas de los Llanos Orientales. De esta manera se podrían conocer los costos de manejo de la enfermedad en otras realidades y, además, determinar el impacto económico de la enfermedad en esa región.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las gerencias de las cinco plantaciones que permitieron que su personal técnico compartiera los datos y participara activamente en este ejercicio. Asimismo, a Cenipalma y al Fondo de Fomento, administrado por Fedepalma, por la financiación de este estudio.

Bibliografía

- Álvarez, E. & Mejía, J. (2006). DNA Sequence Analysis of the 16SrRNA Región of Phytoplasma Associated with Lethal Wilt in Oil Palm. *Fitopatología Colombiana*, 29(1), 39-44.
- Arango, M., Sierra, L. J., Aldana de la Torre, R. C. & Martínez, G. (2011a). 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. *Palmas*, 32(1), 11-23.
- Arango, M., Ospina, C. A., Sierra, L. J. & Martínez, G. (2011b). *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 32(2), 13-25.
- Arango, M., Ospina, C. & Martínez, G. (2012). Manejo de la Marchitez letal en palma de aceite en zonas de alta incidencia. Revista *Palmas*, 33(4), 29-40. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10738>
- Arango, M., Castaño, J. & Bustillo, A. (2014). *Epidemiología de la Marchitez letal de la palma de aceite en Colombia*. Poster presentado en la XIV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite.
- Banco de la República de Colombia. (2020). *Tasa representativa del mercado (TRM - Peso por dólar)*. Estadísticas. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Castiblanco, S. & Mosquera, M. (2011). Costos asociados a la Marchitez letal en palma de aceite. *Palmas*, 32, 39-46.
- Cenipalma. (2019). *Guía de bolsillo principios básicos para el manejo de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite*. ISBN 978-958-8360-74-4.
- Evans, E. A. (2003) Economic Dimensions of Invasive Species. *Choices*, 2, 5-9.
- Mosquera, M., Grogan, K., Evans, E. & Spreen, T. (2013) A Framework for Determining the Period when a Perennial Crop is no Longer Profitable after a Disease Outbreak. *Theoretical Economics Letters*, 3(3), 171-181.
- Mosquera, M., Fontanilla, C., Zúñiga, E., Escobar, G., Cadena, Y., León, N. & Velazco, C. (2017). Una experiencia de coordinación de acciones para enfrentar la Pudrición del cogollo: costos asociados a su manejo curativo. *Palmas*, 38(2), 51-62.
- Rairán, N., Beltrán, J. & Arango, M. (2015). Tecnologías para el manejo de la Marchitez letal de la palma de aceite validadas en la Zona Oriental de Colombia. *Palmas*, 36(1), 55-62.
- Rocha, P., Tovar, J., Gutiérrez, D. & Mosquera, M. (2007). Marchitez letal en palma de aceite. *Boletín Técnico*, 22. Cenipalma.

- Ruiz, E., Rairán, N., Mosquera, M. & Zambrano, J. (2013). Estimación de costos asociados al manejo de la Marchitez letal (ML) en parcelas de validación. *Palmas*, 34(4), 23-32. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10914/10902>
- Sierra, L., Arango M., Aldana R. & Martínez, G. (2011). Evaluación de insecticidas para el control de adultos de *Myndus crudus* (Hemiptera: Cixiidae). *Palmas*, 32(1), 25-32.
- Sispa-Cenipalma. (2019). *Realidad fitosanitaria del cultivo de la palma de aceite en Colombia*.