

Estimación de costos de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*

Costs Estimation for Bud Rot Treatment in Colombian Oil Palm Plantations

CITACIÓN: Fontanilla, C., Mosquera, M., Ruíz, E., Sánchez, A., Beltrán, J.A, Arias, N., *et al.* (2014). Estimación de costos de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite. *Palmas*, 35(2), 23-37.

PALABRAS CLAVE: *Elaeis guineensis*, Pudrición del cogollo (PC), modelo estimación de costos, parcelas de validación.

KEY WORDS: *Elaeis guineensis*, Bud Rot (BR), cost quantifying, testing plots.

RECIBIDO: febrero 2014.

APROBADO: marzo 2014.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

CARLOS ANDRÉS FONTANILLA

Investigador Asociado. Sección de Economía Agrícola, Cenipalma.
cfontanilla@cenipalma.org

MAURICIO MOSQUERA

Líder Sección de Economía Agrícola, Cenipalma.

ELIZABETH RUIZ

Auxiliar de Investigación. Sección de Economía Agrícola, Cenipalma.

ANDRÉS CAMILO SÁNCHEZ

Ingeniero de Producción Agroindustrial.

JORGE ALONSO BELTRÁN

Coordinador División de Validación y Transferencia de Tecnología, Cenipalma

NOLVER ATANASIO ARIAS

Investigador Posdoctoral División de Validación y Transferencia de Tecnología, Cenipalma

JUAN MANUEL GUERRERO

Extensionista-transferidor, Cenipalma.

WILBERT CASTRO

Ingeniero Agrónomo.

YAZMÍN PENAGOS.

Extensionista-transferidor, Cenipalma.

Resumen

Se presenta un modelo que permite cuantificar los costos de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) para un periodo determinado. El modelo fue alimentado con información de cuatro parcelas demostrativas localizadas en diferentes áreas de Colombia, para el periodo 2009-2013. En todas ellas se utilizó el tratamiento para la PC. Los resultados indican que el costo de manejo de la enfermedad depende de factores como: compensación de la mano de obra de la región, rendimiento estimado para las diferentes labores de control e incidencia de la enfermedad. El costo de manejo fue mayor durante el primer año de tratamiento alcanzando valores de hasta \$ 200.000/ha mensuales. Una vez se consigue reducir la incidencia de la PC, se logra reducir el costo a niveles de \$ 10.000 por hectárea por mes. Cabe anotar que una vez la PC ataca una plantación, hay que incorporar la labor de monitoreo como parte de los costos de manejo del cultivo.

Abstract

We present a model intended to quantify Bud Rot (BR) treatment costs. The empirical data comes from four oil palm experimental plots located at different regions from Colombia, during the period 2009 to 2013. All of the aforementioned plots were attacked by BR and treated according to Cenipalma's recommendation on BR control. Results indicate that BR treatment costs depend upon labor wages, labor productivity, and BR incidence. It was also found that costs of BR treatment decrease along time. This is, BR control costs corresponding to the first year of treatment are the highest, reaching \$ 200.000 per hectare per month. Once BR incidence decreases due to the BR control strategy proposed by Cenipalma, costs decrease proportionally, so the cost may reach values of \$10.000 per hectare per month. However, once BR is present at the fields there is a monitoring cost that must be incorporated as part of the oil palm fruit production costs.



Introducción

La Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite ha arrasado con cultivos enteros de palma de aceite en Latinoamérica (Drenth *et al.*, 2013), (Silva & Martínez, 2009), (Martínez *et al.*, 2010). Para el caso de Colombia, las áreas afectadas como consecuencia de esta enfermedad superan las 70.000 ha (Fedepalma, 2013), cifra cercana al 15 % del área cultivada con palma en Colombia para 2012. Lo impactante de esta proporción no es solo su magnitud, también la posibilidad de que las áreas afectadas se conviertan en la fuente de inóculo que afecte a cultivos sanos de la región y se genere un efecto de bola de nieve.

Promover estrategias preventivas y curativas para controlar la PC y otras enfermedades de la palma de aceite ha sido el enfoque de Cenipalma desde su creación. En su lucha contra la enfermedad, documentó la importancia de un manejo integrado del cultivo para disminuir el riesgo de que la PC afecte las palmas establecidas (manejo preventivo) (Arias *et al.*, 2014), (Cristancho *et al.*, 2012) (Munevar *et al.*, 2001). De la misma manera, Cenipalma consiguió identificar a *Phytophthora palmivora* como agente causante de la enfermedad (Drenth *et al.*, 2013), (Sarría *et al.*, 2008) y estableció una estrategia de manejo correctivo para hacer frente a la enfermedad en cultivos afectados (Mosquera *et al.*, 2013), (Martínez, 2009), (Arias *et al.*, 2009), (Torres *et al.*, 2008). Esta estrategia consiste en la identificación oportuna de palmas afectadas con

la PC, la remoción del tejido enfermo y la aplicación de agroquímicos preventivos y protectantes.

Esta estrategia curativa, acompañada de buenas prácticas agronómicas complementarias (drenajes, balance nutricional y manejo integrado de plagas, entre otras) ha sido evaluada en parcelas de validación de la tecnología de manejo de la Pudrición del cogollo (Arias *et al.*, 2014), (Sánchez *et al.*, 2010). Durante más de cinco años de manejo de las parcelas se ha demostrado en escala comercial que la enfermedad es manejable cuando la incidencia es inferior a 10 % (Arias *et al.*, 2014). Pese a que se tiene un parte de tranquilidad sobre la viabilidad técnica, pocos son los reportes que se encuentran en la literatura sobre los costos de manejo de la enfermedad. Con el ánimo de documentar para la comunidad palmera los requerimientos en términos monetarios del control de la enfermedad, en este artículo se expondrán los costos incurridos en las parcelas de validación de Cenipalma en las cuales se puso a prueba la tecnología de manejo de la PC.

Metodología

Se documentaron los costos de cuatro parcelas donde fue validada la tecnología de manejo de la PC (Tabla 1). Durante aproximadamente dos años, el tratamiento de la PC fue validado en las parcelas ubicadas en El Borre-

Tabla 1. Información general de las parcelas.

Plantación	Ubicación	Área (ha)	Año de siembra	Fecha de inicio parcela	Año de finalización de parcela
San Joaquín	Zona Norte	15,0	2008	Noviembre 2009	2011
El Borrego	Zona Oriental	14,4	2005-2008	Agosto 2010	2012
Pravia	Zona Central	19,2	2006	Agosto 2009	2013
La Vizcaína	Zona Central	51,6	2003	Mayo 2009	2013

go (Zona Oriental) y San Joaquín (Zona Norte); por su parte, las parcelas ubicadas en Pravia y el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína (Zona Central) tuvieron un mayor tiempo de validación por estar en una zona donde la enfermedad se ha mostrado letal.

Una de las alternativas para estimar los costos causados por el manejo de una enfermedad es utilizar un sistema contable que permita discriminar el gasto para diferentes actividades de cultivo, entre ellos, manejo de la enfermedad, y con la periodicidad deseada solicitar reportes de gasto. No obstante, en el manejo de enfermedades se requiere de la aplicación de insumos químicos cuyo registro contable no coincide con la demanda inmediata del cultivo. Es decir, puede comprarse un lote de algún producto fitosanitario para reponer el inventario, pero es posible que este se gaste en un periodo futuro. Adicionalmente, un producto puede ser utilizado para el control de diferentes enfermedades o plagas. También se pueden presentar casos en los que el gasto de algunas actividades, que no sean exclusivas del manejo de la enfermedad, se cargue al centro de costo de la enfermedad. Lo anterior puede dificultar la estimación del costo de manejo de la PC o conducir a errores.

Para evitar estos inconvenientes, se optó por utilizar un modelo que a partir de las actividades ejecutadas en las parcelas de validación y su costo unitario

asociado, permitiese valorar el costo total del manejo de la enfermedad. A continuación se presenta el esquema de manejo de la PC.

Las actividades principales del manejo curativo involucran detección temprana, cirugías para eliminar el tejido enfermo, así como tratamiento y seguimiento a las palmas afectadas por la PC (Figura 1). Es importante mencionar que la frecuencia con la que se realizan los censos obedece a la incidencia de la enfermedad. En lotes que presenten casos de la PC, los censos deben realizarse por lo menos cada quince días, siempre y cuando no exista un foco de la enfermedad, en ese caso, se debe incrementar la frecuencia (por lo menos a ocho días). Una vez identificadas, las palmas afectadas con la PC se debe iniciar su tratamiento en un tiempo no mayor a ocho días. Se les realiza la remoción del tejido enfermo, se protege el tejido expuesto y se aplica una primera ronda de agroquímicos preventivos (Tabla 6), las rondas de aplicación se realizan por lo menos cada quince días hasta que las palmas se dan de alta; cabe mencionar que en cada aplicación se hace rotación de productos.

De acuerdo con lo anterior, el modelo de estimación de costos de la enfermedad exigió la disponibilidad de la información que se menciona a continuación: 1) Reporte de los censos de la enfermedad, 2) Herramientas, insumos y dosis requeridos para reali-



Figura 1. Esquema de manejo curativo de la PC.

zar cirugías y rondas de aplicación de productos fitosanitarios, 3) Costo unitario (por palma o por hectárea) y rendimiento de la mano de obra en diferentes actividades de manejo como censo, cirugía y rondas de aplicación de productos fitosanitarios, entre otros.

Es importante destacar que esta iniciativa no incluye costos de adecuación física del suelo como la implementación de drenajes, por ejemplo, ni tampoco el trampeo de *Rhynchophorus palmarum*, porque al igual que la nutrición balanceada y el manejo de suelos, entre otras actividades, son considerados como factores determinantes que deben ser implementados por todas las plantaciones para obtener un óptimo desempeño en su cultivo; se debe resaltar que la ausencia de estas actividades da lugar a factores predisponentes de la enfermedad (Arias *et al.*, 2014).

Reporte de censos de identificación temprana: se hizo seguimiento a la cantidad de censos realizados y a la información recogida en cada uno de ellos: cantidad de casos nuevos de la PC, palmas reincidentes, palmas dadas de alta y palmas erradicadas como consecuencia de la enfermedad. La información fue reportada por las empresas en donde se establecieron las parcelas de validación.

Herramientas, insumos fitosanitarios y dosis: como fuente de información se emplearon los reportes de las plantaciones en donde fueron establecidas las parcelas de validación. Se garantizó que las dosis e ingredientes activos para el manejo de la enfermedad fuesen los recomendados por Cenipalma (Sánchez *et al.*, 2010), (Torres *et al.*, 2008).

Rendimiento y costo de la mano de obra: se documentaron los costos y rendimiento (o eficiencia) de la mano de obra para la ejecución de las prácticas de control de la PC en cada plantación. Debido a la temporalidad de la información recogida, los costos de las plantaciones fueron deflactados a precios de 2013 utilizando el índice de precios al consumidor (IPC).

El modelo

A continuación se describen los parámetros considerados en el modelo de estimación de costos de manejo de la PC:

Índices:

I = conjunto de meses (i=1, 2, ..., 12).

P = conjunto de años de tratamiento (p=1, 2, 3..., n)

Variables:

CM_p = costo de manejo para el periodo p.

Ce_i = número de censos realizados en el mes i.

NvC_i = nuevos casos reportados en el mes i.

Re_i = palmas reincidentes reportadas en el mes i.

Pt_i = palmas en tratamiento reportadas en el mes i (descartando las palmas reincidentes).

RS_i = cantidad de rondas sanitarias efectuadas en el mes i.

PE_i = palmas erradicadas en el mes i.

Parámetros:

VCe_i = costo de un censo en el mes i (\$).

VCi_i = costo de una cirugía en el mes i (\$/palma).

VRs_i = costo de ronda sanitaria en el mes i (\$/palma).

VEr_i = costo de erradicación en el mes i (\$/palma).

Ecuación 1. Ecuación de costo de manejo.

$$CM_p = \sum_{i=1}^{n=12} Ce_i * VCe_i + (NvC_i + Re_i) * VCi_i + Pt_i * VRs_i + PE_i * VEr_i$$

Nótese que el modelo permite calcular el costo acumulado de manejo para un intervalo p. Para efectos prácticos, los intervalos p considerados en el acompañamiento realizado a las parcelas de validación fueron equivalentes a un año, con lo que el valor “n” de la ecuación 1 equivale a 12 (es decir, doce meses).

Resultados

Sobre el rendimiento y costo de la mano de obra

A continuación se presenta el diagrama de operaciones para las labores de censo, cirugías y rondas de aplicación (Figuras 2, 3 y 4)

Las plantaciones donde fueron establecidas las parcelas de validación de la tecnología mostraron un amplio rango en los costos unitarios y en el rendimiento de la mano de obra. Estos valores serán presentados a continuación para las labores de censo, cirugías y rondas sanitarias (Tablas 2, 3 y 4):

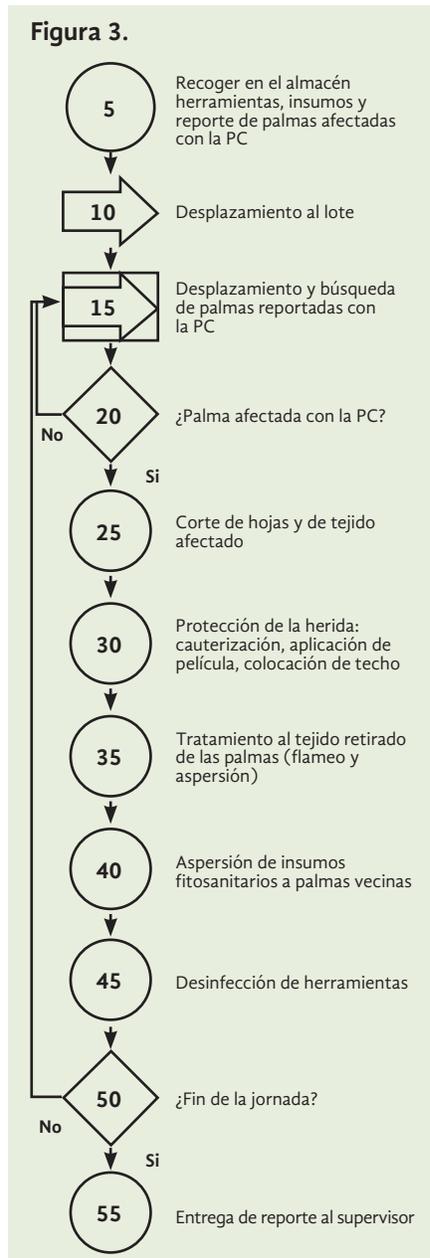
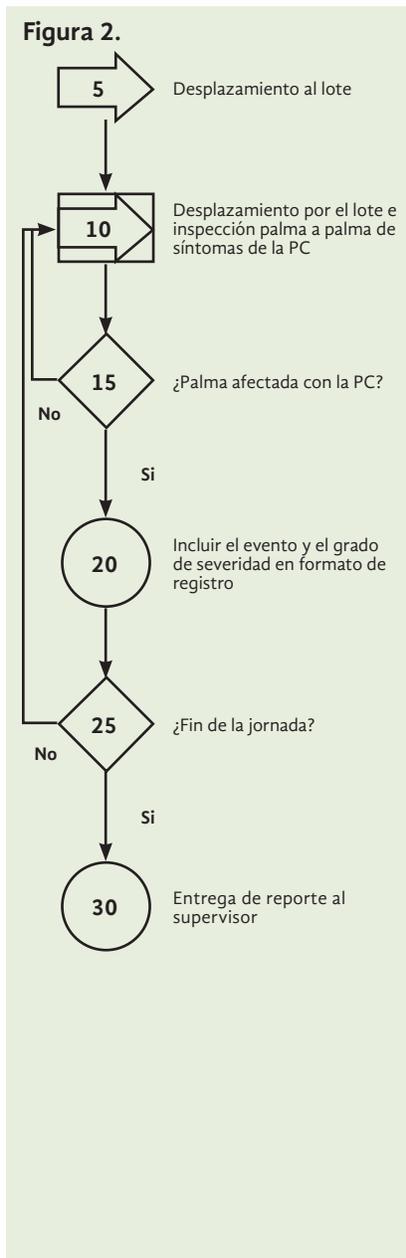


Figura 2. Diagrama de operaciones del censador.

Figura 3. Diagrama de operaciones del cirujano.

Figura 4. Diagrama de operaciones de aplicador de rondas.

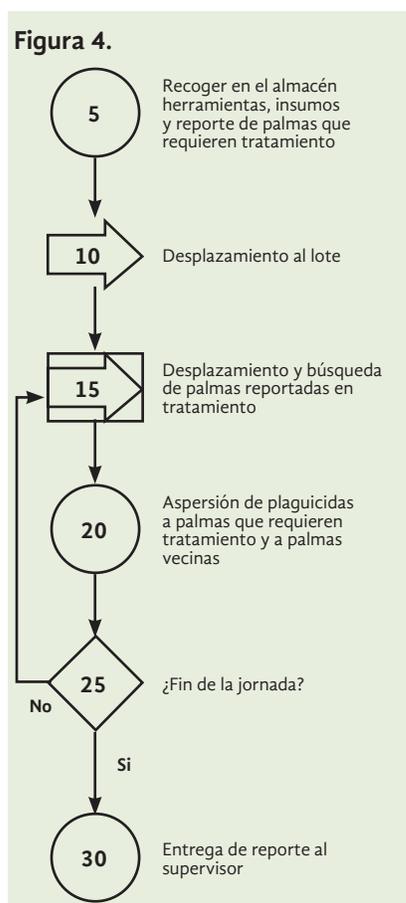


Tabla 2. Rendimiento y costo de la mano de obra de censos de la PC.

	San Joaquín	El Borrego	Pravia	La Vizcaína
Costo mano de obra (\$/ha)	2,873	1,721	3,571	10,502
Rendimiento de la mano de obra (ha/jornal)	13	20	10	7

Tabla 3. Rendimiento y costo de la mano de obra de las cirugías.

	San Joaquín	El Borrego	Pravia	La Vizcaína
Costo mano de obra (\$/cirugía)	2,490	1,724	7,648	6,786
Rendimiento cuadrilla (cirugías/día)	15	40	9	20
Integrantes por cuadrilla	1	2	1	2

Tabla 4. Rendimiento y costo de la mano de obra de rondas sanitarias.

	San Joaquín	El Borrego	Pravia	La Vizcaína
Costo mano de obra (\$/palma)	139	148	136	132
Rendimiento (palmas aplicadas/jornal)	263	200	450	460
Rendimiento (palmas afectadas/jornal)	29	29	50	51

El rendimiento alcanzado por la mano de obra en los censos de la PC estuvo alrededor de 7 y 20 hectáreas por operario en una jornada. Cabe resaltar que donde se presentó el mayor recorrido por jornal fue en El Borrego, allí el censador monta en semoviente durante su recorrido por los lotes. Pese a que la plantación con el menor rendimiento en censos de la PC fue La Vizcaína, este ha venido evolucionando desde que se inició la parcela, pasando de un área inicial de 2 hectáreas a 7 hectáreas por jornal. Se debe anotar también que allí, antes que un rendimiento alto, se prefiere garantizar que los operarios tendrán el tiempo suficiente en cada palma para identificar los síntomas asociados a la Pudrición del cogollo. No obstante, otras plantaciones como Pravia y San Joaquín mostraron que se pueden obtener rendimientos entre 10 y 13 hectáreas por jornal, consiguiendo una buena efectividad.

Sobre tarifas pagadas por hectárea, existen dos factores asociados, por una parte el costo del jornal en la región y, por otra, el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de la tarea. En general, el factor que mayor peso tuvo sobre las diferencias en las tarifas fue el rendimiento de la mano de obra debido a que las tarifas unitarias presentaron una relación inversa a los rendimientos alcanzados por la mano de obra (mayor rendimiento, menor costo); sin embargo, para el caso de La Vizcaína, el hecho de competir con salarios de empresas de extracción minera y petrolera, le representa un costo aún mayor.

Cabe destacar que mientras en los censos a cada operario le asignan un área específica, la labor de cirugía requiere que se elimine el tejido afectado por *Phytophthora palmivora*, y que se realice una aspersión preventiva de fungicidas, insecticidas y bactericidas a la palma afectada y a las palmas vecinas. Para facilitar la ejecución de estas labores, en algunas plantaciones decidieron conformar cuadrillas y

asignar tareas individuales a cada integrante (uno se encargaba de hacer los cortes, mientras que el otro le apoyaba con el alistamiento de la herramienta y la aspersión del anillo de palmas que rodean la palma enferma). Se debe resaltar que en la medida en que las palmas sean identificadas en estados más tempranos de la enfermedad, el rendimiento de cirugías será mayor, por ejemplo, por esta condición en El Borrego las cuadrillas de cirujanos pasaron de 27 a 40 cirugías por jornal.

La tarifa unitaria pagada a la mano de obra por concepto de cirugías se ubicó entre \$ 1.724 y \$ 7.648. Este costo, al igual que el de los censos, presentó una tendencia inversa al rendimiento de la mano de obra (mayor rendimiento, menor costo). Note que el rendimiento de la mano de obra para la ejecución de una cirugía estuvo entre 9 y 20 cirugías por jornal. En este caso, también se puede observar el efecto del elevado costo de la mano de obra en la región de la Zona Central.

El rendimiento de la mano de obra en las rondas de aspersión de productos fitosanitarios estuvo entre las 200 y 460 palmas aplicadas por operario en un día. Se debe recordar que por cada palma afectada la mezcla de productos fitosanitarios ha de ser aplicada a ocho palmas adicionales ubicadas alrededor (comúnmente llamadas el anillo), por lo que en realidad los casos de palmas afectadas atendidos se reducen en una proporción de nueve para todas las plantaciones, con excepción de El Borrego donde la proporción es de siete porque el anillo al que se hace la aspersión es de seis palmas. Con base en lo anterior, los casos de palmas afectadas (incluyendo la palma enferma más el anillo), que un operario atiende en un día, varían entre los 29 y 51. Para alcanzar rendimientos de 51 casos al día es necesario considerar la movilidad de los operarios en la finca, sobre todo si la incidencia es inferior a 1 %, donde el

área cubierta en un día por un operario sería superior a las 35 hectáreas.

De los costos unitarios de mano de obra por palma asperjada, cabe resaltar que existe uniformidad entre las plantaciones, los valores reportados estuvieron entre \$ 132 y \$ 148 por palma aplicada. En este caso el rendimiento de los operarios también juega un papel importante en la tarifa unitaria; sin embargo, no es posible apreciar grandes diferencias entre las tarifas puesto que quienes obtuvieron los mayores

rendimientos son los ubicados en una región con elevados costos de mano de obra.

Sobre los insumos y herramientas empleadas

Los precios de insumos y herramientas empleados reportados por (Sánchez *et al.*, 2010) fueron actualizados a precios de 2013 y se presentan a continuación (Tablas 5 y 6):

Tabla 5. Costo de insumos, materiales y herramientas en las cirugías para la PC.

Ítem	Costo (\$/cirugía)
Herramientas	
Palín de cirugía	20
Machete	14
Flameador pequeño	263
Bomba de espalda	29
Maceta de 5 libras	2
Brocha	2
Tarro mezcla	1
Mechera	4
Lima	21
Subtotal herramientas	355
Insumos para cirugía	
Mezcla protectora	1.696
Servilletas absorbentes	56
Techo plástico	31
Cuerda para techo	18
Guantes de cirugía	776
Tapabocas	163
Hipoclorito	34
Subtotal insumos	2.774
Ronda preventiva 1	
Subtotal Ronda preventiva 1	392
Total	3.521

Tabla 6. Costo de insumos en las rondas preventivas de aplicación de plaguicidas

Ingrediente activo	Producto comercial	Precio del producto (\$)	Cantidad producto	Precio/ unitario (\$)	Cantidad (unidad/ litro de mezcla)	Unidad	Pesos/ litro de mezcla (\$)
Ronda Preventiva 1							
Mancozeb	Dithane	14.000	1000	14	2,5	g	35
Azoxystrobin	Amistar	170.000	1000	170	0,5	ml	85
Fipronil	Regent	168.500	1000	168,50	1,2	ml	202
Kasugamicina	Kasumin 2 % SL	24.000	1000	24	1,5	ml	36
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 1 (pesos/litro de mezcla)							392
Ronda Preventiva 2							
Metalaxil+Mancozeb	Ridomil gold 68 WP	16.000	375	42.67	2,5	g	107
Yodo	Vano-vet	18.000	1000	18	4	ml	72
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 2 (pesos/litro de mezcla)							213
Ronda Preventiva 3							
Mancozeb	Dithane	14.000	1000	14	2,5	g	35
Carbendazim	Derosal 500 SC	54.000	1000	54	2,5	ml	135
Kasugamicina	Kasumin 2 % SL	24.000	1000	24	1,5	ml	36
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 3 (pesos/litro de mezcla)							240
Ronda Preventiva 4							
Mancozeb	Dithane	14.000	1000	14	2,5	g	35
Fosetil aluminio	Fosetal 80 WP	13.500	330	40.91	1,5	g	61
Yodo	Vano-vet	18.000	1000	18	4	ml	72
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 4 (pesos/litro de mezcla)							203
Ronda Preventiva 5							
Cymoxamin+Famoxadona	Equation-Pro	32.000	200	160	1	g	160
Kasugamicina	Kasumin 2 % SL	24.000	1000	24	1,5	ml	36
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 5 (pesos/litro de mezcla)							230
Ronda Preventiva 6							
Mancozeb	Dithane	14.000	1000	14	2,5	g	35
Carbendazim	Derosal 500 SC	54.000	1000	54	2,5	ml	135
Kasugamicina	Kasumin 2 % SL	24.000	1000	24	1,5	ml	36
Coadyudante	Carrier	19.000	1000	19	1,8	ml	34
Costo Ronda 6 (pesos/litro de mezcla)							\$ 240

Nota: a las palmas en tratamiento y sus vecinas (8 más cercanas) se hizo la aplicación de rondas preventivas cada 15 días, rotando los productos de acuerdo con el programa recomendado por Cenipalma. Esta aplicación se hizo hasta que las palmas fueron dadas de alta. Tomado de Sánchez *et al.*, 2010.

Sobre el modelo

El modelo propuesto permitió estimar los costos de manejo de la enfermedad en las cuatro parcelas objeto de seguimiento, que se presentan para periodos anuales en la Tabla 7.

Los costos anteriores representan el manejo curativo de la enfermedad y no incluyen costos como adecuación de drenajes (que deben realizarse al inicio del proyecto de palma), ni tampoco el trampeo de *R. palmarum* (que debe hacer parte del manejo integrado de plagas), entre otros.

Factores como incidencia de la enfermedad, costo de la mano de obra en la región, rendimiento establecido por las empresas para las diferentes labores y frecuencia de la ejecución de dichas labores no permitieron que las parcelas tuvieran un costo de manejo homogéneo. Lo anterior sugiere que cada plantación es un caso particular y que no existe un costo único para el manejo de la enfermedad.

No obstante, lo que si se puede asegurar es que el esfuerzo económico para contrarrestar la enfermedad ha surtido efecto en las parcelas de validación evaluadas (Tabla 8) y que a medida que los casos de palmas en-

fermas disminuyen, el dinero requerido para el manejo de la PC es menor (Tabla 7). Cabe destacar que durante el último año (2013) en La Vizcaína se presentó un foco de la enfermedad en uno de los lotes, esto condujo a implementar medidas de choque (incremento de la frecuencia de los censos y de la aplicación de las rondas preventivas) y, por tanto, se presentó un incremento en el costo de manejo, con respecto al año anterior.

En efecto, en las parcelas ubicadas en la Zona Central, el hecho de manejar la enfermedad a tiempo representó una inversión superior al medio millón de pesos durante el primer año, pero permitió disminuir la incidencia actual de la PC de las parcelas de La Vizcaína y Pravia desde 4,28 y 11,41 %, respectivamente, a valores inferiores a 1 % en ambos casos.

Se debe destacar que en condiciones no tan favorables para el desarrollo de la PC, como las que persisten en las parcelas de las zonas Norte y Oriental (con periodos secos más marcados y prolongados), el manejo de la enfermedad permitió alcanzar resultados en un tiempo más corto. En ambos casos (San Joaquín y El Borrego) en menos de dos años se consiguió controlar la PC logrando incidencias inferiores a 1 %, aun cuando el punto de partida de la incidencia de la

Tabla 7. Costo anual de manejo de la enfermedad según año de tratamiento (\$/ha).

Parcela	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
San Joaquín	454.586	90.819	N/A	N/A
El Borrego	291.279	165.232	N/A	N/A
Pravia	534.162	176.352	136.019	126.462
La Vizcaína	549.714	421.727	393.668	436.135

N/A: No aplica.

Tabla 8. Promedio de incidencia mensual (%).

Parcela	Inicial	Máxima	Mínima	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
San Joaquín	24,50	27,09	0,05	9,01	1,54	N/A	N/A
El Borrego	2,38	5,16	0,19	2,69	0,95	N/A	N/A
Pravia	5,96	11,41	0,15	7,93	1,40	0,48	0,40
La Vizcaína	2,37	4,28	0,27	2,59	2,16	1,68	0,56

N/A: No aplica.

enfermedad en la parcela de San Joaquín fue superior a 10 %, incidencia sobre la cual es difícil controlar el avance de la enfermedad (Arias *et al.*, 2014).

Luego de resumir los costos de manejo de la enfermedad, a continuación se presenta la evolución del costo mensual de manejo de la PC, y la incidencia actual y acumulada para cada parcela (Figuras 5 a-d).

La incidencia actual de la PC representó el porcentaje mensual de palmas en tratamiento por la enfermedad sobre el total de palmas; mientras que la incidencia acumulada, es el porcentaje de las palmas que alguna vez han sido afectadas por la PC. La diferencia entre estas dos curvas representa las palmas que han sido dadas de alta porque se han recuperado de la enfermedad.

El monitoreo mensual de la enfermedad y de los costos de manejo permite tomar decisiones oportunas sobre el incremento en la frecuencia de las rondas de manejo o la regularidad de aplicación de productos fitosanitarios a las palmas afectadas, entre otras.

La incidencia inicial de la PC de la parcela de San Joaquín fue de 27,1 %, y eso le demandó un costo cercano a \$ 200.000 por ha al mes. A partir de la intervención de la PC, la incidencia se redujo a 4 % en un periodo inferior a diez meses. Esto les permitió disminuir los costos de manejo a menos de \$ 20.000 por ha al mes. Después de un año y medio de manejo, la incidencia disminuyó a menos de 1 % arrastrando hacia abajo el costo de manejo. Posteriormente, se incrementó la tasa de la enfermedad en 2 puntos porcentuales, pero fue controlada con rapidez (figura 5a).

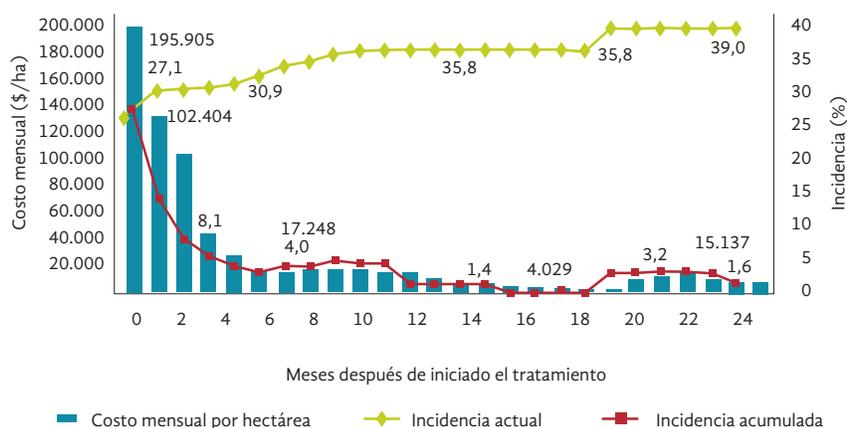
Cuando se inició el tratamiento de la PC en la parcela de El Borrego la incidencia inicial de la enfermedad fue de 2,38 %, durante los primeros meses persistió una tendencia de expansión de la enfermedad que llevó a que el 5,16 % del área estuviera afectada con la PC. Afortunadamente, en cuatro meses de tratamiento se consiguió detener dicha tendencia y la incidencia actual comenzó a decrecer permitiendo controlar la enfermedad en niveles inferiores a 1 % de incidencia. Consecuentemente, los costos de manejo de la PC, que fueron cercanos a los \$ 40.000 por ha al mes, lograron reducirse a una cuarta parte con incidencias inferiores a 1 % (Figura 5b).

Los costos de manejo de la enfermedad en la parcela de Pravia se ubicaron entre los \$ 40.000 y \$ 60.000 por ha al mes durante el primer año. Solo hasta el séptimo mes de manejo se consiguió revertir la tendencia creciente que tenía la incidencia actual. Posterior a esto, durante el segundo año el porcentaje de palmas afectadas estuvo por debajo de 3 %, permitiendo que el costo de manejo disminuyera a menos de \$ 20.000 por ha al mes. En el tercer año, la incidencia actual disminuyó a valores inferiores a 1 %, donde el costo fue cercano a los \$ 11.000 mensuales. Después de más de cuatro años de seguimiento, la enfermedad se mantiene controlada con una incidencia inferior a 1 % (Figura 5c).

Cuando se inició el manejo de la parcela del Palmar de La Vizcaína la incidencia actual era de 2,37 %. Cuatro meses después, la enfermedad alcanzó el punto más alto de infección, la incidencia se incrementó a 4,28 %. En este punto, los costos de manejo alcanzaron su máximo valor, cercano a \$ 60.000 por ha al mes. Luego,

Figura 5(a-d). Evolución del costo mensual de manejo por hectárea y de la incidencia de la PC.

a) Parcela San Joaquín (Zona Norte)

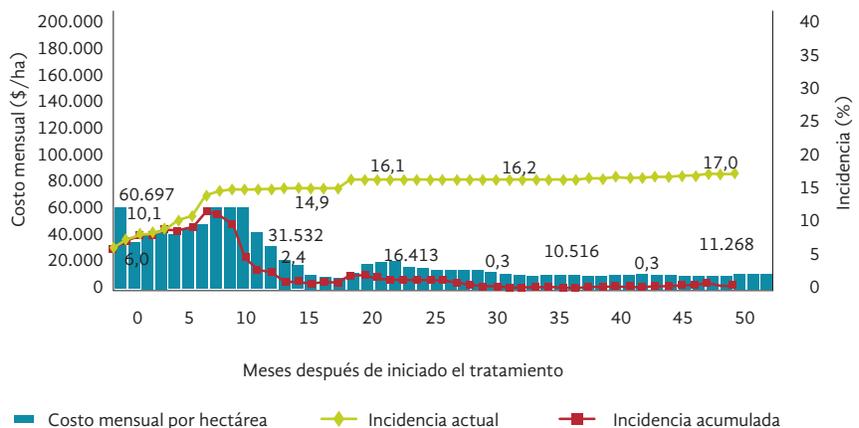


b) El Borrego (Zona Oriental)

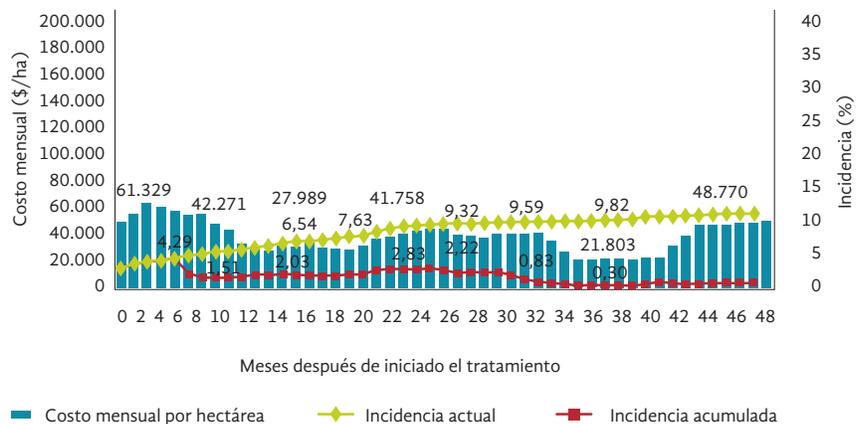


Continuación Figura 5 (a-d).
Evolución del costo mensual de manejo por hectárea y de la incidencia de la PC.

c) Pravia (Zona Central)



d) El Palmar de La Vizcaína (Zona Central)



se comenzaron a ver las bondades del tratamiento, la incidencia mensual disminuyó a partir del sexto mes a menos de 2 % y eso se reflejó en los costos de manejo que disminuyeron a menos de \$ 30.000 por ha al mes, por los diez meses siguientes. A los 18 meses subió la incidencia, pero se mantuvo controlada por debajo del 3 % durante los diez meses siguientes, eso por supuesto incrementó los costos de manejo a \$ 40.000 por ha al mes aproximadamente. Después de dos años y medio, la incidencia logró controlarse en niveles inferiores a 1 %, esto permitió disminuir los costos de manejo a la tercera parte del costo inicial (Figura 5d).

Es importante mencionar que en el mes 42 se incrementó la incidencia en un lote de la parcela que representa el 18 % del área, por lo que se reforzó la frecuencia de las aplicaciones de rondas sanitarias de dos veces a cuatro veces por mes y se decidió hacer aplicaciones a todas las palmas del lote foco. Por otra parte, a partir del mes 44 de tratamiento se incrementaron las tarifas de las cirugías de PC por cuenta del reconocimiento de la transición de palma joven a palma adulta, lo que dificulta la operación y disminuye el rendimiento de los operarios, se pasó de un costo de mano de obra de \$ 6.786 a \$ 15.120 por cirugía. Este incremento en la tarifa no afectó de manera importante el costo mensual, debido a los pocos casos nuevos que se presentaron.

El anterior ejercicio indica que a pesar de que la enfermedad demandó una inyección de recursos alta cuando comenzó a tratarse (cuanto más alta sea la incidencia, mayor será su costo de manejo), actual-

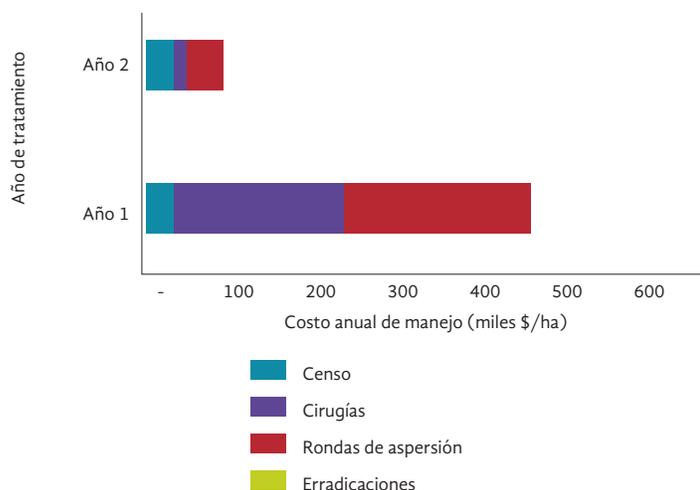
mente se tiene un parte de tranquilidad gracias a que con el manejo adecuado, disminuyó la aparición de casos nuevos, las palmas afectadas con la enfermedad se recuperaron y eso repercutió inmediatamente en los costos de cirugía y de rondas de aplicación.

El caso más drástico se presentó en la parcela de San Joaquín donde, en seis meses, el costo de manejo de la enfermedad por hectárea disminuyó de casi \$ 200.000 a \$ 20.000 mensuales; por su parte, las demás parcelas dejan ver que una vez la enfermedad está bajo control, los costos de manejo mensuales por hectárea de la PC se ubican en un rango entre los \$ 11.000 y \$ 30.000, dependiendo de las tarifas y rendimientos de la mano de obra de las empresas.

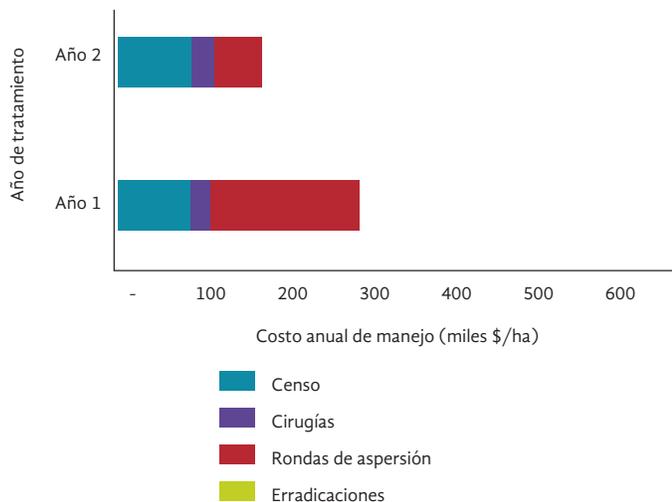
Se debe anotar que el agente causante de la enfermedad está presente en los cultivos esperando condiciones favorables para hacer daño o tratando de adaptarse a aquellas que por ahora le son adversas (Sarría *et al.*, 2008), de ahí la necesidad de monitorear la enfermedad regularmente. La identificación temprana juega un papel importante para mantener la enfermedad monitoreada y bajo control. Por ello, los censos han de realizarse independientemente de que existan pocos o bastantes casos de palmas afectadas, de tal suerte que se convierten en una actividad recurrente y, en el mejor de los casos, el costo de manejo de la enfermedad con una incidencia de 0 % equivaldrá al valor que representa esta actividad (censo palma a palma) en los costos mensuales de manejo. A continuación se presenta la distribución de los costos de manejo de la PC entre las labores involucradas (Figura 6 a-d).

Figura 6 (a-d). Participación de actividades de control en el costo del manejo de la PC en las parcelas de validación.

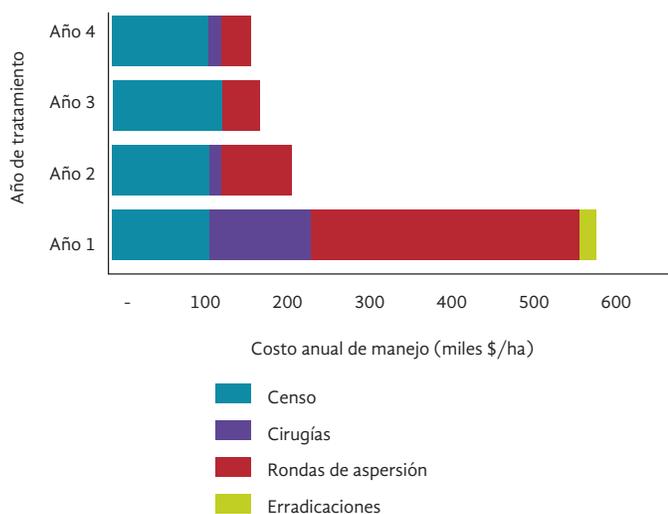
a) Parcela San Joaquín (Zona Norte)



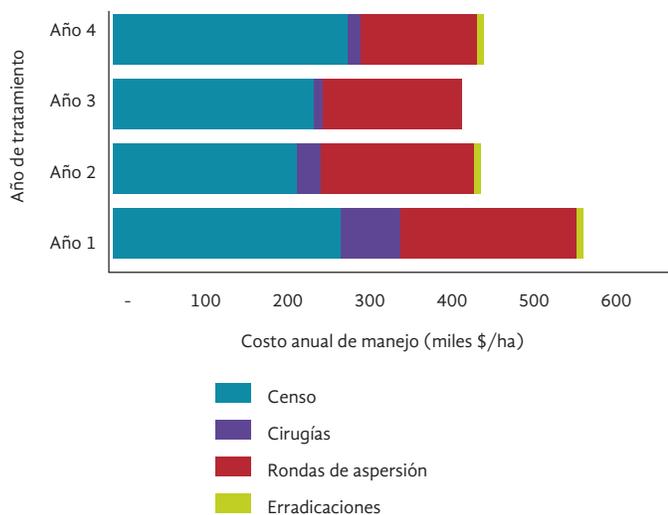
b) Parcela El Borrego (Zona Oriental)



c) Parcela Pravia (Zona Central)



d) Parcela El Palmar de La Vizcaína (Zona Central)



Continuación Figura 6 (a-d).

Participación de actividades de control en el costo del manejo de la PC en las parcelas de validación.

Si bien no es posible ofrecer una receta con un costo único o estándar para el control de la PC, tampoco es asegurar cuál será la participación de las labores involucradas entre el costo total ya que esto dependerá de las tarifas pagadas a la mano de obra, el rendimiento exigido por las plantaciones en las diferentes tareas y la frecuencia con la que estas se ejecuten.

Por ejemplo, durante el primer año de tratamiento en la parcela de San Joaquín el costo más representativo fue el de rondas de aspersión con 53 %, mientras que el menos representativo (descartando erradicaciones) fue el de censo con 9 % del costo de manejo. No obstante, para el segundo año, el costo del censo ganó mayor importancia representando el 38 % de los costos de manejo de la enfermedad a expensas de la disminución de la participación de los costos de cirugías y rondas sanitarias. Se debe anotar que este cambio en la proporción no obedece al incremento en el costo anual de los censos, pues estos, al contrario, disminuyeron en 10 %, sino a la disminución del costo de las demás labores (Figuras 6a).

Para el caso de La Vizcaína, entre el primer y el cuarto año se presentó una disminución en el costo anual de censo. La participación del censo en el costo de manejo pasó del 50 al 61%, mientras que la de las rondas sanitarias y cirugías pasaron de 40 y 10% al 35 y 3%, respectivamente. En este caso, el cambio en la proporción obedece a la disminución del costo anual de cirugías y de rondas sanitarias aun cuando este rubro se incrementó del año tres al cuatro por los factores expuestos anteriormente (Figura 6d).

De acuerdo con lo anterior, cada empresa presentará una estructura particular que cambiará con el tiempo según el desempeño del manejo de la enfermedad. No obstante, se pueden identificar tendencias que serán marcadas en todos los casos: el orden de importancia de estos costos cambia según el grado de afectación de la enfermedad. Las cirugías y las rondas de aspersión demandarán la mayor cantidad de recursos económicos en la medida en que exista una mayor incidencia de la enfermedad en los cultivos, pero esta tendencia se revertirá hacia una mayor proporción del gasto en censos de la enfermedad cuando esta (la enfermedad) se tenga bajo control, esto es que las palmas afectadas sean dadas de alta y disminuya la aparición de nuevos casos.

Conclusiones y recomendaciones

Este artículo presentó una herramienta que permite estimar para un periodo determinado los costos asociados al manejo de la Pudrición del cogollo. Del estudio de cuatro parcelas demostrativas a nivel comercial se puede concluir que:

Los costos de manejo de la enfermedad durante el primer año pueden ser superiores al medio millón de pesos por hectárea, pero en la medida en que disminuyan los nuevos casos y las palmas afectadas con la enfermedad sean dadas de alta, los costos de manejo pueden disminuir hasta el valor del censo de la enfermedad.

La identificación oportuna de la enfermedad, además de permitir una mayor probabilidad de recuperación y favorecer la disminución de la fuente de inóculo de *P. palmivora*, permite que las palmas afectadas con la PC se reconozcan en grados de enfermedad menos severos. De aquí la importancia de mantener los censos inclusive en casos de baja incidencia de la PC.

Las tarifas unitarias de las labores de manejo de la enfermedad estuvieron influenciadas por el rendimiento reportado por las empresas palmeras y por los costos de mano de obra de las regiones donde se establecieron las parcelas. Los mayores valores fueron presentados por empresas palmeras de la Zona Central que deben competir por mano de obra con empresas mineras y petroleras. Sin embargo, es importante plantear esquemas de "remuneración justa", mediante estudios de T y M.

A través de estudios del trabajo en los que se consiga simplificar las tareas de manejo de la PC, la eficiencia de la mano de obra podría incrementarse. Sin embargo, debe recordarse que para hacer frente a la enfermedad no hay lugar a cambio alguno si este afecta de manera negativa la calidad y efectividad de las labores contra la PC. De momento, es necesario mencionar que para que los operarios encargados de las rondas de aspersión puedan alcanzar rendimientos superiores a 50 palmas afectadas con la PC por jornal, sobre todo si la incidencia de la enfermedad es inferior al 1 %, se requiere facilitar su movilidad de un lote a otro.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Ingenieros Agrónomos Jesús Hernández, Nubia Rairán, Rafael Rey, Sandra Otero, Susan Roa, Oscar Mario Bastidas y Oscar Obando, por el acompañamiento técnico y aportes

durante este proceso de validación de la tecnología de manejo de la PC. De la misma manera agradecen a las instituciones y plantaciones que hicieron posible esta iniciativa: Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero, Campo Experimental Palmar de La Vizcaína, Finca San Joaquín, Palmar El Borrego y Pravia S.A.

Referencias bibliográficas

- Arias, N., Beltrán, J. A., Guerrero, J. M., & Sánchez, A. C. (2014). Tecnologías para el manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite validadas en las zonas palmeras de Colombia. *Palmas*, 35(2), 39- 52.
- Arias, N., Sánchez, C., Guerrero, J. M., Aya, H. A., Martínez, G., & Beltrán, J. A. (2009). Guía de bolsillo para la ejecución de cirugías en palmas afectadas por la pudrición del cogollo. Fedepalma.
- Cristancho, A., Alfonso, O., & Molina, D. (2012). Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Palmas*, 33 (2), 9-22.
- Drenth, A., Torres, G., & Martínez, G. (2013). *Phytophthora palmivora*, la causa de la Pudrición del cogollo en la palma de aceite. 34 (Especial Tomo I).
- Fedepalma. (2013). Plan integral de prevención, control y mitigación de la Pudrición del cogollo (PC) en la Zona Central y Tumaco. Documento interno de trabajo.
- Martínez, G. (2009). Identificación temprana y manejo integrado de la enfermedad Pudrición del cogollo. *Palmas*, 30 (2), 63-77.
- Martínez, G., Sarria, G., Torres, G., & Barón, F. (2010). Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 31 (1).
- 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, 171-181.
- Munévar, F., Acosta, Á., & Gómez, P. L. (2001). Factores edáficos asociados con la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 22 (2), 9-19.
- Sánchez Puentes, A. C., Guerrero, J. M., Arias, N., & Beltrán, J. A. (2010). Resultados de la prueba piloto para el manejo de la Pudrición del cogollo en el Campo Experimental El Palmar de La Vizcaína: una herramienta para la transferencia y adopción de tecnología. *Palmas*, 31 (2), 13-26.
- Sarria, G., Torres, G., Aya, H., Ariza, J., Rodríguez, J., Vélez, D., y otros. (2008). *Phytophthora* sp. es el responsable de las lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 29 (Especial).
- Silva, A., & Martínez, G. (2009). Plan nacional de manejo de la Pudrición del cogollo Fedepalma-Cenipalma. *Palmas*, 30 (3), 97-121.
- Torres, G., Sarria, G., Salcedo, S., Varón, F., Aya, H., Ariza, J., y otros. (2008). Opciones de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en áreas de baja incidencia de la enfermedad. *Palmas*, 29 (3), 63-72.