La Geomática como instrumento para modelar y hacer seguimiento a la Pudrición del Cogollo (PC) y al insecto plaga: *Rhynchophorus palmarum*. Zona Occidental – Tumaco (Colombia)

Geomatics as a Tool to Model and Monitor Bud Rot and Insect Infestation: *Rhynchophorus palmarum*. Occidental Zone (Tumaco, Colombia)

Autores

Rafael E. Hurtado Camacho
Investigador Titular, PhD.
Coordinador de Agronomía
Víctor Rincón Romero
Auxiliar de Investigación. ©Msc.
Sección de Agricultura de Precisión
Cenipalma

Palabras CLAVE

Salud de la palma, Corredor fitosanitario, Agricultura de precisión, Erradicación.

Health of the oil palm, Phytosanitary corridor, Precision agriculture, Eradication

Recibido: 20 agosto de 2009
Aceptado: 4 septiembre de 2009

Resumen

El artículo presenta la metodología utilizada por la investigación para definir y calcular la franja fitosanitaria para el manejo de la Pudrición del Cogollo (PC) y el control de *R. palmarum* en las plantaciones de la Zona Occidental palmera. La investigación combina trabajo de validación en el campo y procesamiento de datos en la oficina, y sirve como base para orientar la política que tiene por objeto erradicar las palmas afectadas por la enfermedad. Los resultados proveen al Instituto Colombiano Agropecuario de lineamientos que bien pueden ser de utilidad en la formulación de políticas públicas en lo referente tanto al problema sanitario de las palmas de aceite, como a la problemática social en esta región del país.

Summary

This article explains the research methodology used to calculate the phytosanitary break for the management of Bud Rot (BR) and the control of *R. palmarum* in the Occidental Zone plantations. The research combines field validation work and data processing in the office and is the basis for orientating the policy aimed at eradicating palms affected by the disease. The results provide the Colombian Agricultural Institute with guidelines that may be of use in the formulation of public policies in relation to both the sanitary problems in the oil palms as well as the social problems in this region of the country.

Antecedentes

Dadas las características actuales de emergencia fitosanitaria de la Zona Occidental palmera colombiana, es necesario investigar la evolución espaciotemporal del avance de la Pudrición del Cogollo (PC) para determinar el nivel de incidencia por plantación y por lote, así como la propagación y focos detectados de la enfermedad. Asimismo, determinar cuantitativamente las capturas realizadas de *R. palmarum* por la red de trampeo que para tal fin se instaló en la zona.

Por ello se emprendió un estudio que contó con tres fases. La primera, denominada análisis espacial y temporal de la PC de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq., se desarrolló entre febrero y octubre de 2007 y abarcó a grandes, medianos y pequeños productores asociados; la segunda (PC fase 2), se llevó a cabo entre febrero y junio de 2008, y correspondió a la georreferenciación de 5.000 hectáreas de pequeños productores no asociados del núcleo productivo de Tumaco; la tercera, denominada corredor fitosanitario, realizada entre enero y mayo de 2009, buscó determinar geográficamente las plantaciones más afectadas por la presencia del inóculo. Los resultados de esta última etapa soportan la declaratoria de la emergencia sanitaria, de manera que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) pueda acceder a los recursos gubernamentales definidos para este fin y efectuar las erradicaciones señaladas, al tiempo que genera estrategias sanitarias de manejo del cultivo para los palmeros de la zona. Ello se soporta en el Decreto 1840 del 3 de agosto de 1994 por el cual se reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993 y en concordancia con el Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974 por medio del cual se dicta el *Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.*

La fase 1, que fue financiada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y ejecutada por Corpoica, logró la recolección de la información en el campo y la estructuración de la información cartográfica y alfanumérica, con la consecuente estandarización de las bases de datos. Debido a que en esta fase no se contempló a los pequeños productores no asociados, se suscribió un nuevo proyecto financiado directamente por el Fondo de Fomento Palmero (FFP) por medio de Cenipalma, cuyo objetivo fue incorporar al modelo la georreferenciación de 5.000 hectáreas y determinar igualmente el análisis espaciotemporal de la incidencia de la PC.

Metodología

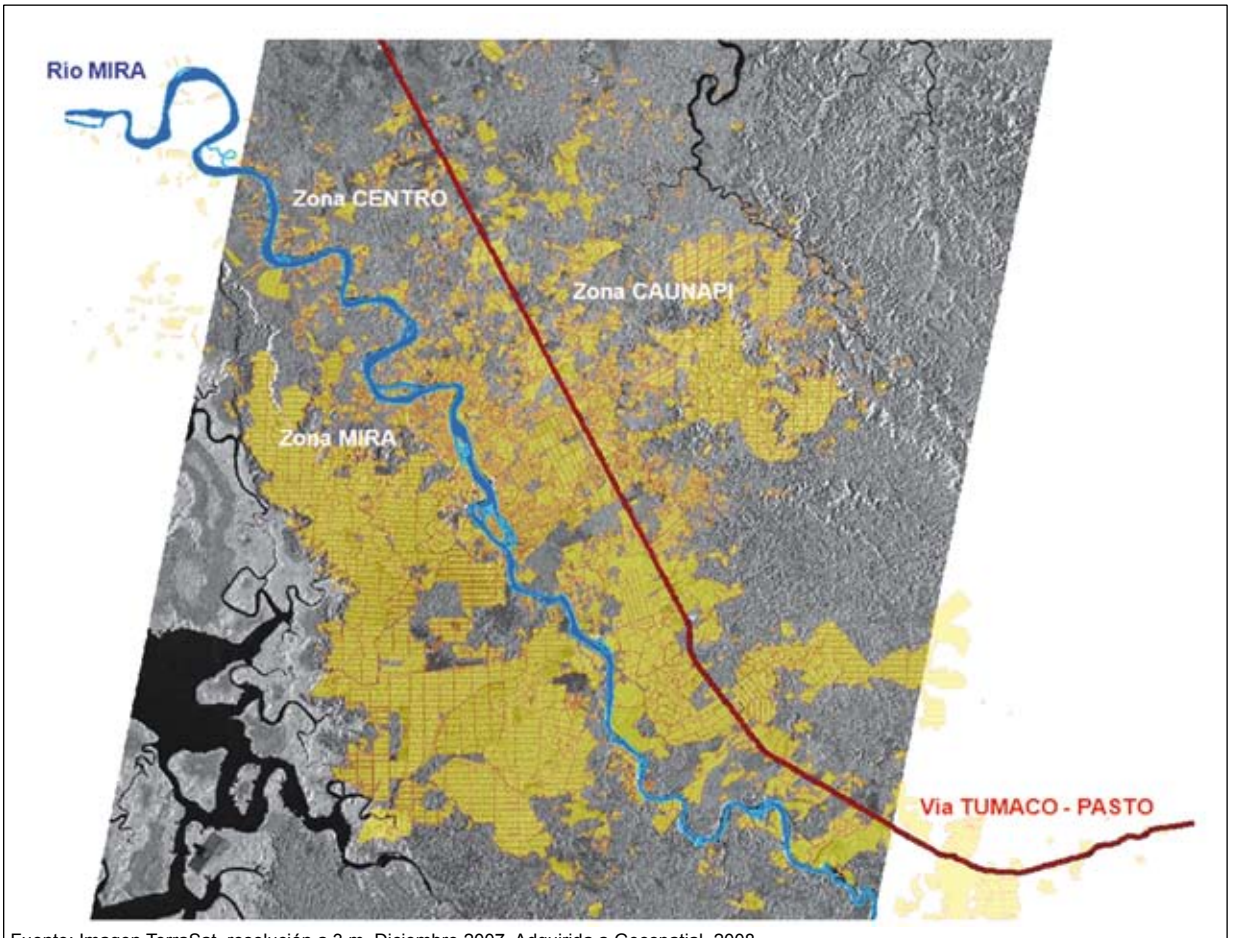
Para establecer la dinámica espacio-temporal de la incidencia acumulada de la PC en áreas con cultivos de palma en el núcleo productivo, se realizó la integración de las bases de datos geográficas de las fases 1 y 2. Así se consolidó la información en una cobertura de polígonos que representan a cada uno de los lotes sembrados con palma de aceite[1].

En la fase 1 se realizó el estudio del comportamiento espacial de la PC con el fin de extrapolar la incidencia a sitios no muestreados, bajo el supuesto de que el comportamiento de la enfermedad era homogéneo dentro del núcleo productivo. No obstante, con el aporte de los datos de la fase 2 se identificó un comportamiento diferencial al interior del núcleo productivo, lo que indujo a considerar el análisis de discontinuidad espacial.

A partir de este análisis se identificaron factores naturales como el río Mira y factores antrópicos como la vía Pasto-Tumaco que se constituyen en elementos de interrupción del flujo de incidencia de la PC, y por tanto hacen que se divida el núcleo productivo en tres subzonas: Mira: ubicada en el costado oeste del río Mira; Centro: limitada por el oeste con el río Mira y por el este con la vía Tumaco-Pasto, y Caunapí: localizada al este de la vía Tumaco- Pasto, y recorrida en su interior por el río Caunapí (Figura 1).

Teniendo en cuenta que se manejan dos tiempos de captura de información primaria de incidencia de PC (abril de 2007 para el caso de la fase 1, y febrero de 2008 para la fase 2), y que en su mayoría ambos estudios buscan completar la información total del núcleo productivo (productores asociados y no asociados), se utiliza un modelo de predicción temporal desarrollado en la fase 1 para realizar el cálculo de la incidencia

1. Hurtado C, Rafael E., y otros. Análisis exploratorio de la evolución espacio-temporal de la pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el núcleo productivo de San Andrés de Tumaco- Colombia. Enero 2007 a Febrero 2008. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural



Fuente: Imagen TerraSat, resolución a 3 m, Diciembre 2007. Adquirida a Geospatial, 2008.

Figura 1. Subzonas del núcleo productivo de palma de aceite en la Zona Occidental, establecidas por discontinuidad geográfica. Tumaco. 2007.

mensual de la PC en el periodo enero 2007 a febrero 2008, a partir de la incidencia mensual acumulada.

El cálculo de la incidencia mensual acumulada para el periodo enero de 2007 a febrero de 2008 se realizó a partir de la aplicación de modelos de suavizamiento exponencial doble de Holt, obtenidos con las series de tiempo de información mensual suministrada por las plantaciones de la región, comprendida entre los meses de diciembre de 2005 hasta agosto de 2007 en la fase 1 del proyecto. Las fórmulas y la definición de las variables para el desarrollo de los modelos de suavizamiento exponencial doble de Holt se describen en seguida:

$$FT_t = S_{t-1} + T_{t-1}$$

$$S_t = FT_t + \alpha(A_t - FT_t) \qquad T_t = T_{t-1} + \beta(FT_t - FT_{t-1} - T_{t-1})$$

Donde,

FT_t: pronóstico con tendencia en el periodo t.

S_t: promedio de pronóstico en el periodo t.

T_t: estimación de la tendencia en el periodo t.

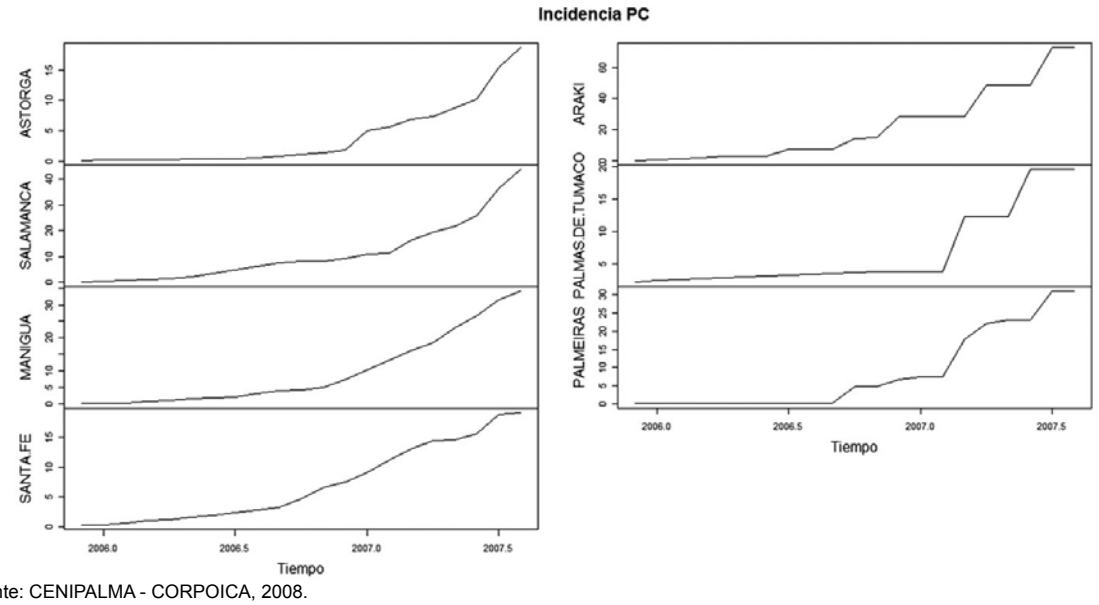
A_t: valor de la observación en el periodo t.

α: constante de suavizamiento para el promedio.

β: constante de suavizamiento para la tendencia.

Dichos modelos temporales fueron desarrollados puntualmente sobre los cultivos de las principales empresas del núcleo productivo. Se optó por su uso, porque las series temporales de las incidencias mostraban una clara tendencia creciente de la enfermedad (Figura 2).

Los resultados de la estimación de parámetros para los modelos de cada una de las plantaciones, así como las respectivas medidas de los errores de predicción, se muestran en la Tabla 1.



Fuente: CENIPALMA - CORPOICA, 2008.

Figura 2. Diagramas de incidencia de PC a través del tiempo en las principales plantaciones.

La Tabla 2 muestran los valores pronosticados de incidencia de PC en las empresas dadas. En ella se aprecia la tendencia creciente de la enfermedad en la zona. Los valores pronosticados con respecto a los valores observados de incidencia en las fechas expuestas en la tabla poseen diferencias no superiores a 10%.

Los modelos solo aplican consistentemente a los cultivos de las empresas que llevan su nombre, y resulta problemático extrapolar sus resultados a las demás fincas palmeras; por tanto, en primera instancia se hace uso de las subzonas definidas (Mira, Centro y Caunapí) y, como hipótesis de soporte, se asume la primera ley de la geografía según la cual los puntos más cercanos espacialmente tienden a tener valores más parecidos que los puntos más alejados entre sí (Tobler, 1970). En este sentido, se entiende que existe independencia en las tres subzonas definidas y por tanto se considera que los datos de incidencias mensuales acumuladas de las demás fincas palmeras se obtienen a partir de los modelos desarrollados en cada subzona (Figura 3).

Así, el análisis de discontinuidad geográfica[2] (río Mira y vía Tumaco a Pasto) permitió disminuir la brecha entre

Tabla 1. Tabla de modelos temporales

Plantación	Parámetros del modelo		Medidas del error	
	Alpha	Beta	ME*	RMSE**
Astorga	0,9161	0,5108	0,30	1,12
Salamanca	0,9999	0,6226	0,57	1,88
Manigua	0,8531	0,6605	0,24	0,84
Santa Fe	0,8145	0,2895	0,19	0,78
Araki	0,1921	0,1921	2,30	5,50
Palmas Tumaco	0,5895	0,2118	0,43	2,27
Palmeiras	0,2669	0,2667	0,52	2,70

*ME: Error medio, RMSE **: Raíz Media del Error Cuadrático.
Fuente: Estudio MADR y CORPOICA, 2007 - 2008.

la percepción de la población palmicultora y los resultados del estudio. Este hecho se refleja principalmente en la zona Caunapí, que se ha caracterizado por poseer menor grado de incidencia; asimismo, los medianos y pequeños palmicultores que en mayor proporción se han visto afectados por la PC son aquellos que se ubican alrededor de Imbilí, en la isla El Guavo, La Loma y Miraspalmas.

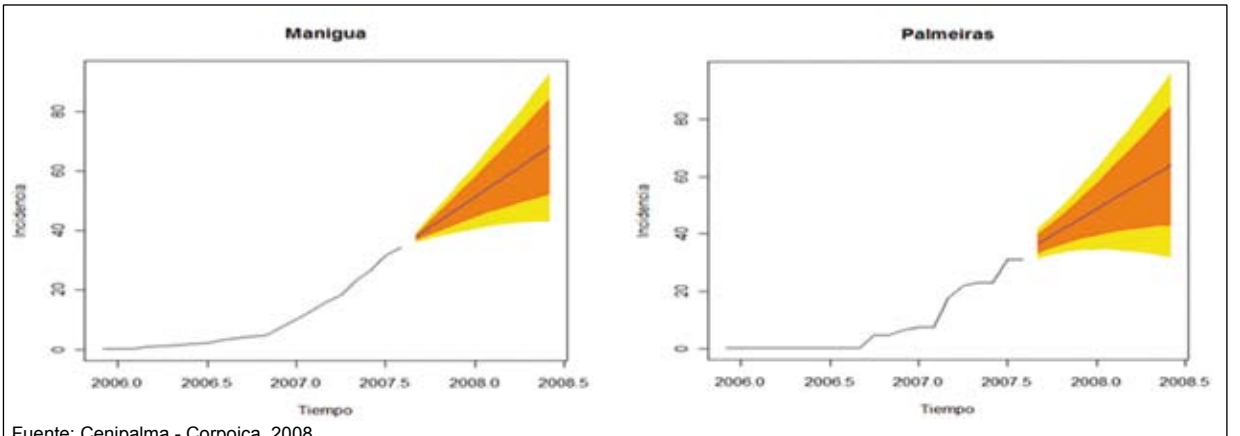
La investigación de las fases 1 y 2 arroja resultados preocupantes, en la medida en que la presión del

2. Francois (2004) señala que el análisis parte de la identificación de indicadores de discontinuidad, los cuales de manera independiente se consideran "discontinuidades elementales". Igual aclara que una de las clasificaciones de discontinuidad es la discontinuidad de barrera para la que el indicador más simple de discontinuidad espacial lo constituyen las barreras que perturban el flujo del sistema. Para efectos del estudio se determinaron como barreras el río Mira y la vía Tumaco-Pasto, dado que son elementos que interrumpen el uso agrícola de los suelos y además en la noción de los habitantes de la zona son considerados como fronteras geográficas del núcleo productivo..

Tabla 2. Tabla de predicción de incidencia de PC para las palmas de las empresas modeladas.

Período	ASTORGA	SALAMANCA	MANIGUA	SANTA FE	ARAKI	PALMAS TUMACO	PALMEIRAS
Sep-07	22,16	51,38	37,83	20,77	79,29	22,95	36,59
Oct-07	25,63	58,96	41,21	22,16	88,42	25,00	39,63
Nov-07	29,10	66,54	44,59	23,56	97,56	27,04	42,67
Dic-07	32,57	74,12	47,97	24,95	106,69	29,09	45,71
Ene-08	36,04	81,70	51,35	26,35	115,83	31,13	48,74
Feb-08	39,51	89,28	54,74	27,74	124,96	33,18	51,78

Fuente: Estudio MADR y CORPOICA, 2007 - 2008.



Fuente: Cenipalma - Corpoica, 2008.

Figura 3. Predicción de incidencia de PC en las plantaciones Manigua y Palmeiras.

inóculo sobre las plantaciones y los datos reportados por cada empresa hasta febrero de 2008 –fecha en la cual el avance de la enfermedad se situaba en niveles exponenciales–, determinaron que para el caso de la subzona Mira, de la cantidad de palmas sembradas a enero de 2007 (2.249.999), 87.212 (el 3,87% de la subzona) presentaran PC. En febrero del mismo año se presentó un incremento de palmas con PC en un porcentaje de 61,32% que equivale a 1.379.052 palmas, teniendo una incidencia de 1.466.864 palmas, lo que equivale al 65,19% del total de la subzona. En el mismo mes de 2007, en la subzona Centro existían 1.497.045 palmas sembradas, de las cuales 156.978 palmas presentaban PC (el 10,48% de la totalidad de las palmas de aceite de la subzona). Para febrero de 2008 el porcentaje se situó en 44,92 (672.525 palmas), con una incidencia de PC de 829.503 equivalentes a 55,40% del total de la subzona. Finalmente, para a subzona Caunapí, la cantidad de palmas sembradas al mes de enero de 2007 era de 1.493.428, de las cuales 97.248 (6,51%) reportaron PC; hacia febrero de 2008, el incremento se ubicó en 38,05% (568.288 palmas), es decir, un porcentaje de incidencia de PC de 665.536 palmas, equivalente al 44,56% del total de la subzona.

La de mayor incidencia fue la subzona Mira, que, pese a presentar valores bajos al inicio de 2007, en los meses sucesivos llegó al 65,19% de las palmas afectadas con PC (Tabla 3 y Figura 4).

Establecimiento del corredor sanitario

Por la magnitud del problema y los resultados de incidencia a febrero de 2008, las plantaciones de la Zona Occidental palmera colombiana están trabajando directamente en la erradicación de los lotes afectados por la PC y la renovación de los mismos con material

híbrido OxG. El plan de trabajo incluye además la red de trampeo, con el fin de establecer un control del *Rhynchophorus palmarum*[3]. Para ello se toman como referencia las especificaciones que para tal fin establece Cenipalma por medio de su programa de Entomología, que son:

a) Trampa Cenipalma, lona + fermento + feromona de agregación (Figura 5).
b) Densidad de trampas óptima para la captura de *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptera: curculionidae) en lotes afectados por la PC, con una distancia entre trampas de 100 m[4].
c) Toma de censo (conteo por trampa de insectos capturados) cada quince días.
d) Evaluación de trampas para el control de *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptero: curculionidae).
f) Dinámica de atracción de diferentes cebos kairomonales en trampas para la captura de *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptero: curculionidae).

El *Rhynchophorus palmarum* se encuentra distribuido en todo el mundo, principalmente en las regiones tropicales (Wattamapongsiri, 1966); se localiza en el sur de México, Centro y Suramérica, y las Antillas Mayores y Menores.

Rhynchophorus palmarum se encuentra en un rango de altitud desde el nivel del mar hasta por encima de los 1.200 m (Jaffé & Sánchez, 1990). Su presencia es común en bosques y en agroecosistemas como la palma de aceite. Los principales hospederos pertenecen a la familia Arecaceae, entre los cuales se encuentran Cocos nucifera, *Elaeis guineensis*, *Euterpe eduli, Metroxylon sagu, Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera,* y caña de azúcar *Saccharum officinarum* (Figura 7).

Esta especie tiene muchas generaciones en una sola temporada; una hembra puede colocar de 245 ±155 huevos durante un período de 30,7± 14,3 días, estos eclosionan entre 2 y 4 días (Wilson, 1963; Nadarajan, 1988; Sánchez *et al.*, 1993; Hagley, 1965). Los estudios en campo indican que las hembras depositan sus huevos en hoyos realizados por el *rostrum* en el estípite de la palma cerca a la corona. Los huevos son colocados individualmente en posición vertical y son sellados con una cera secretada por la hembra (OEPP/EPPO, 2005). Las larvas perforan el pecíolo o el tallo y se alimentan exclusivamente de tejido vivo. El último estadio larval es el más grande y puede matar las palmas debido a la destrucción que ejercen al meristemo apical (Glibin-Davis y Howard, 1989) (Figuras 8 y 9).

Los machos pueden vivir 44,7± 17,2 días y las hembras 40,7 ± 15,5 días. En total el ciclo se cumple en 70-120 días. (Griffith 1968; Dean y Velis 1976; Morin *et al*., 1986; Giblin-Davis *et al.*, 1989). Los adultos pueden volar a velocidades de 6,01 m s^{-1} (Hagley, 1965). La densidad poblacional de *R. palmarum* tiene cambios estacionales, el número de insectos aumenta desde la finalización de la estación húmeda hasta bien avanzada la estación seca (Hagley, 1963). Estudios en Centroamérica muestran que la mayor población de adultos ocurre durante la estación seca (Chinchilla, 1988); resultados similares han sido obtenidos en Brasil (Schuiling y Van Dinther,1981) y en Colombia (Cabrales *et al*, 1994) (Figura 10).

Las áreas renovadas a mayo de 2009 y en proyecto de renovación a diciembre del mismo año (información reportada por cada plantación y validada con trabajo de campo por parte de los investigadores de Cenipalma, sección Agricultura de Precisión), tienen en su mayoría vecindad con lotes que presentan altos niveles de incidencia de la PC, lo cual hace necesario diseñar un plan de trabajo que permita proteger la áreas renovadas.

Teniendo como experiencia lo realizado en el vecino país de Ecuador en el tema de la PC, se toma como referencia la franja de erradicación utilizada allí, que fue de 200 metros. Esta medida busca aislar la presión del inóculo sobre el híbrido y permitir el establecimiento sobre su borde externo de una red de trampeo cada 100 metros lineales con el fin de generar una barrera etológica del insecto *Rhynchophorus palmarum*.

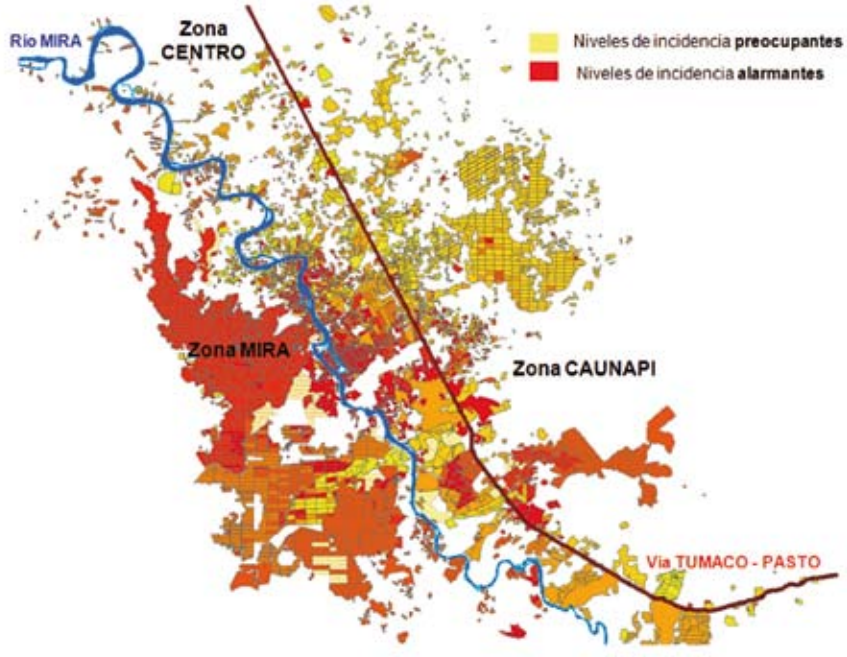
3. El género *Rhynchophorus* está compuesto por nueve especies, de las cuales seis atacan principalmente palmas. En la actualidad, las especies identificadas de este género corresponden a R. *bilineatus, R. cruentatus, R. palmarum, R. phoenicis, R. schach, R. vulneratus* y *R. ferrugineus, R. distinctus, R. lobatus* (Horward et al., 2001, Choon-Fah et al, 2008). Su presencia es común en bosques neotropicales y en agroecosistemas como la palma de aceite, y ha sido reportada en 35 especies y 12 familias diferentes de plantas (OEPP/EPPO, 2007).

4 Cenipalma establece por medio de experimentos de campo, colocar trampas cada 100 m en zonas afectadas por PC, dado que así se incrementa la efectividad del trampeo por unidad de área.

Tabla 3. Palmas afectadas en PC por subzona, 2008

	Total palmas sembradas	Año	2007												2008	
		Grupo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Mira	2.249.999	1	13.379	16.709	20.383	35.835	92.165	156.357	215.081	181.642	5.342	6.213	5.635	5.874	6.909	7.618
		2	31.134	32.179	16.581	18.880	22.157	27.462	50.288	172.075	440.093	493.517	86.310	5.771	5.042	6.668
		3	11.710	10.933	30.008	32.599	34.996	14.185	14.129	20.432	35.133	85.129	585.882	293.576	8.716	5.548
		4	9.531	12.698	13.612	13.718	17.343	40.921	45.863	49.404	16.607	32.067	67.005	552.322	493.498	148.829
		5	12.176	13.139	12.295	15.548	16.570	17.050	18.134	22.189	58.462	63.577	25.770	58.299	542.860	858.806
		6	9.882	12.159	15.839	17.677	22.263	32.505	38.861	47.525	58.498	70.003	132.232	156.481	202.958	439.395
	Palmas con PC		**87.812**	**97.817**	**108.718**	**134.257**	**205.494**	**288.480**	**382.356**	**493.267**	**614.135**	**750.506**	**902.834**	**1.072.323**	**1.259.983**	**1.466.864**
	Total palmas sembradas	**Año**	**2007**												**2008**	
		Grupo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Centro	1.497.045	1	6.570	7.696	8.079	11.933	30.777	52.226	62.386	62.386	3.600	4.091	4.162	5.041	2.117	3.901
		2	25.870	22.635	26.766	25.049	28.536	31.600	46.775	46.775	142.204	151.423	9.150	11.059	14.059	16.296
		3	12.006	16.825	16.971	24.200	19.379	23.431	25.650	25.650	53.925	71.423	220.380	183.188	16.307	13.715
		4	21.621	11.857	11.963	13.307	21.631	23.244	20.404	20.404	17.511	26.438	52.450	97.840	276.621	17.493
		5	75.160	92.565	99.629	105.004	114.163	34.759	29.349	29.349	40.526	37.883	43.970	73.595	87.418	368.163
		6	9.462	9.359	11.057	12.007	14.871	107.097	130.352	130.352	161.907	186.267	87.275	71.067	97.261	125.086
		7	6.289	7.748	8.044	9.498	11.230	12.048	17.880	17.880	25.044	31.353	161.562	213.242	244.774	284.849
	Palmas con PC		**156.978**	**168.685**	**182.509**	**200.998**	**240.587**	**284.405**	**332.796**	**332.796**	**444.717**	**508.878**	**578.949**	**655.032**	**738.557**	**829.503**
	Total palmas sembradas	**Año**	**2007**												**2008**	
		Grupo	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene**	**Feb**
Caunapi	1.493.428	1	8.789	10.112	13.872	21.949	48.092	45.447	48.438	10.691	5.358	2.112	2.182	927	1.292	2.122
		2	3.525	5.127	7.282	10.530	14.985	48.134	33.286	84.897	93.673	38.765	15.990	7.552	8.121	6.845
		3	4.306	5.557	4.276	3.782	7317	12.338	53.731	16.607	33.744	102.254	107.638	48.541	17.803	4.729
		4	10.874	11.840	13.742	13.290	13.433	11.504	18.013	80.409	95.171	40.168	77.513	167.663	215.066	216.085
		5	27.734	29.229	23.495	23.857	18.941	18.998	21.208	23.654	33.560	119.306	141.641	29.958	45.186	91.228
		6	37.093	40.957	51.539	58.299	69.474	33.496	36.933	41.482	20.938	27.576	33.775	165.008	186.729	160.403
		7	2.918	2.970	3.026	3.088	3.128	48.931	53.347	55.875	82.791	89.493	98.158	117.082	125.451	184.124
	Palmas con PC		**97.248**	**105.792**	**117.232**	**134.795**	**175.370**	**218.848**	**264.956**	**313.615**	**365.235**	**419.674**	**476.897**	**536.731**	**599.648**	**665.536**
	Acumulado de palmas con PC		**342.038**	**372.294**	**408.459**	**470.050**	**621.451**	**791.733**	**980.108**	**1.139.678**	**1.424.087**	**1.679.058**	**1.958.680**	**2.264.086**	**2.598.188**	**2.961.903**

Fuente: Cenipalma - Corpoica, 2008. Para la fecha se reportó una siembra total de palmas de 5`240.472 en un área de 36.934,10 has, lo que representa una incidencia de 56,52%



Fuente: Cenipalma – Corpoica, 2008.

Figura 4. Palmas afectadas por PC a febrero de 2008, incidencia promedio 56,52%.

Figura 5. Trampa.

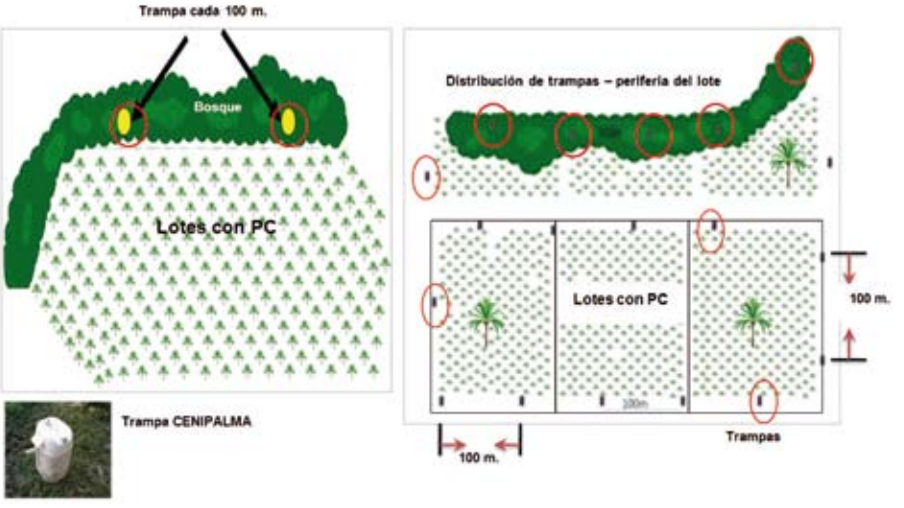
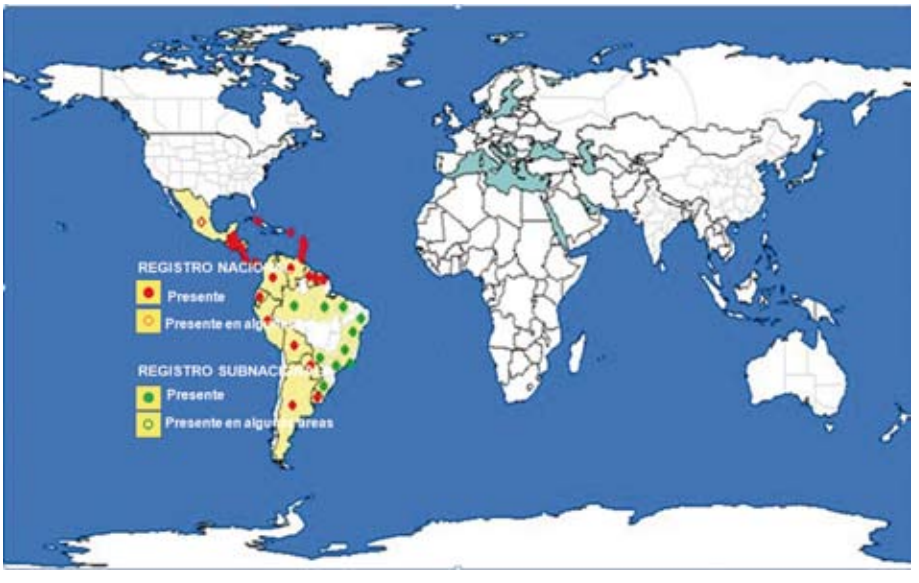


Figura 6. Localización de trampas por lote cada 100 m. Cuando los colindantes sean elementos naturales, caso bosque, o si es un lote abandonado o existe rastrojo, igualmente se deben instalar en las mismas condiciones.



Fuente: Tomado de OEPP/EPPO (19/09/2006).

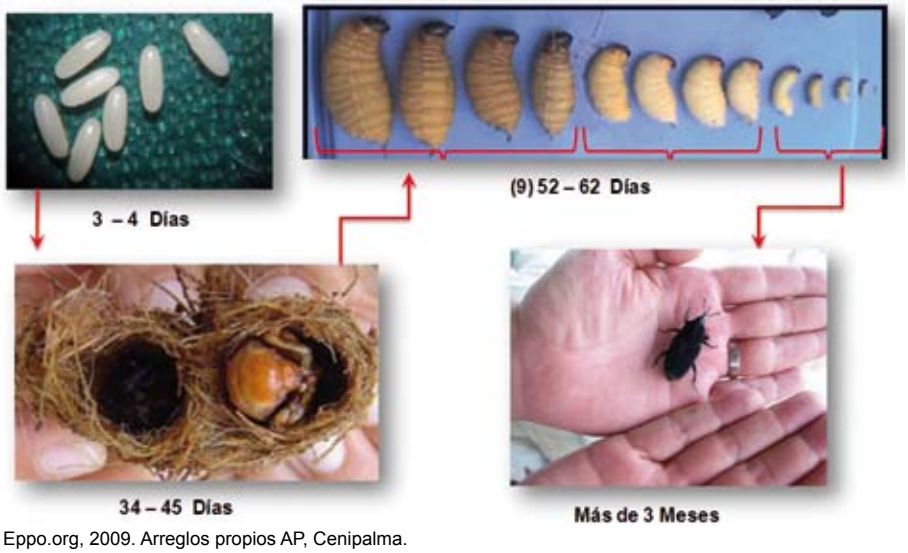
Figura 7. Distribución de plagas. *Rhynchophorus palmarum.*

Resultados

Para determinar la franja de erradicación se realizó un proceso de identificación de los lotes ya renovados y en proyecto de renovación, así como de los lotes vecinos con presencia de PC. Para ello se tomó como referencia el estudio llevado a cabo por Corpoica y Cenipalma a febrero de 2008.

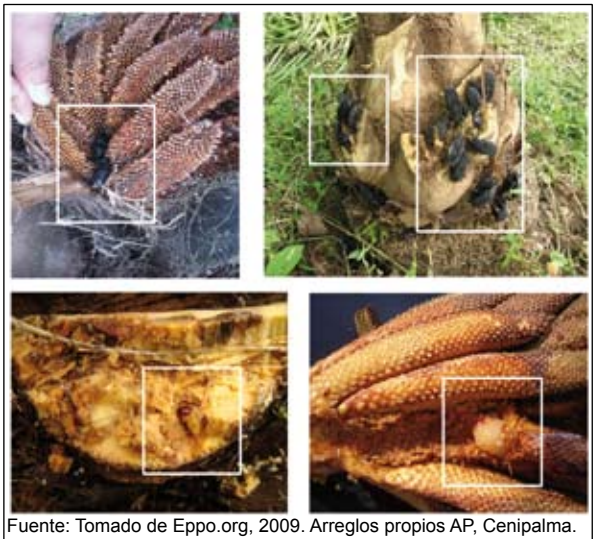
La Tabla 4 describe por plantación el número de hectáreas netas y el área renovada a mayo de 2009, y la proyección a diciembre 31 de 2009.

Complementaria a la información de la tabla, la Figura 9 muestra la representación geográfica y su ubicación para cada una de las plantaciones. En color verde las áreas renovadas a mayo de 2009 y en color morado



Fuente: Tomado de Eppo.org, 2009. Arreglos propios AP, Cenipalma.

Figura 8. Ciclo de vida del insecto.



Fuente: Tomado de Eppo.org, 2009. Arreglos propios AP, Cenipalma.

Figura 9. Fuente: Fotos tomadas en campo, 2009. Programa Entomología, Cenipalma. Arreglos propios AP.

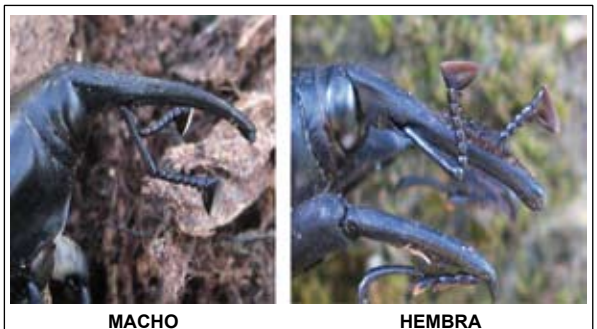


Figura 10. Dimorfismo sexual, macho y hembra.

las áreas que están en proyecto de renovación hasta diciembre de 2009.

A partir de esta información se genera un corredor de influencia que va desde el lindero de los lotes renovados hasta la distancia establecida de 200 metros lineales. El corredor de influencia que se genera cobija el área por erradicar del lote afectado por la PC, entendiéndose que en muchos casos dicha franja colinda con usos diferentes al cultivo de palma de aceite, razón por la cual es un área que no tendría afectación alguna.

La franja fitosanitaria resultante tiene dos categorías, que surgen a partir del tipo de palmicultor que debe erradicar (Figura 12).

- Franja entre plantaciones: corresponde al área que se ha de erradicar en lotes pertenecientes a grandes plantaciones vecinas a proyectos de renovación
- Franja de pequeños: son las áreas que se han de erradicar de lotes pertenecientes a pequeños palmicultores y que colindan con lotes que han hecho renovación o con proyecto de renovación a diciembre de 2009.

A manera de ejemplo, en la Figura 12 se puede observar en color naranja la franja fitosanitaria entre plantaciones, y en color rojo la franja fitosanitaria correspondiente a pequeños palmicultores. Dichas franjas representan geográficamente el área que se ha de erradicar, la cual

Tabla 4. Hectáreas netas y renovadas por plantación

Grupo/Plantación	Plantación/Finca	Área neta	Renovado a Mayo 2009	Proyecto de renovación a diciembre 2009	Siembras nuevas	Sin proyecto de renovación
AGRIGAN LTDA.	AGRIGAN LTDA.	453,61	45,00	19,00	-	389,61
GRUPO PALMEIRAS	PALMAS DEL MIRA	580,00	580,00	-	-	-
	PALMEIRAS S.A.	2.145,00	457,00	163,00	-	1.525,00
	ARAKI S.A.	1.600,00	286,00	-	-	1.314,00
ASTORGA S.A.	ASTORGA S.A.	2.537,00	426,00	1.000,00	-	1.111,00
CORPOICA (E.E. EL MIRA)	CORPOICA (E.E. EL MIRA)	468,00	20,00	100,00	-	348,00
GRUPO MANIGUA	CENTRAL MANIGUA	400,00	250,00	150,00	-	-
	CONGO	400,00	200,00	200,00	-	-
	POR AMOR A DIOS	163,00	-	163,00	-	-
	ICHIMURA	60,00	-	60,00	-	-
	PALMAS DEL PACIFI	220,00	120,00	100,00	-	-
	INVERPACIFICO S.A.	80,00	45,00	35,00	-	-
	LA MOCITA	50,00	-	50,00	-	-
MIRANDA	MIRANDA	900,00	71,23	658,77	-	170,00
SANTA HELENA	PALMAR SANTA ELENA S.A.	1.698,00	202,71	113,29	-	1.382,00
	LA CLARITA	49,16	45,12	-	-	4,04
	LA FORTUNA	15,46	-	-	-	15,46
	EL PORVENIR	17,08	-	-	-	17,08
	LA ESPERANZA	12,03	-	-	-	12,03
PALMAS DE TUMACO S.A.	PALMAS DE TUMACO S.A.	4.192,00	604,25	716,62	198,00	2.673,13
SALAMANCA	SALAMANCA	2.133,49	165,28	907,87	-	1.060,34
SANTA FE	SANTAFE S.A.	550,09	114,80	435,29	-	-
	CHALET	22,89	15,60	7,29	-	-
	JAMAICA	240,00	166,60	73,40	-	-
	TERRANOVA	115,00	115,00	-	-	-
	NEGUELIA	187,20	-	-	-	187,20
	KM 28	103,90	-	-	-	103,90
	KM 35	66,30	-	-	-	66,30
	PARAISO	87,10	-	-	-	87,10
	PEAJE	38,70	-	-	-	38,70
LA CATALINA	LA CATALINA	53,64	50,15	3,49	-	-
Totales		19.638,65	3.979,74	4.956,02		10.504,89

Fuente: Plantaciones de la Zona Occidental, 2009

no solo se calcula por cada polígono sino también por el número de palmas que es necesario erradicar.

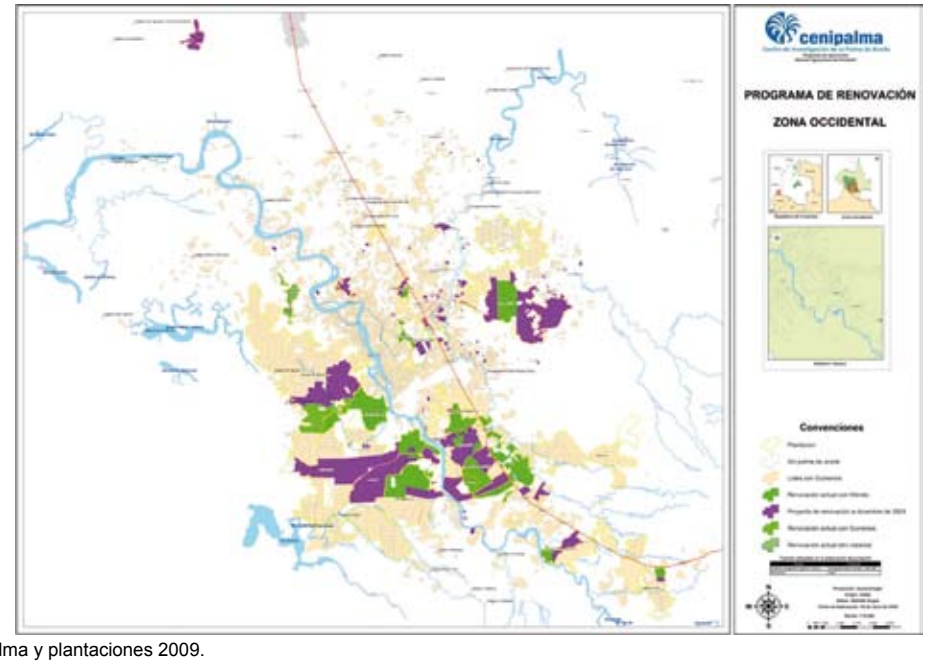
Para determinar el costo del proceso de erradicación, se procede bajo las siguientes premisas:

- Una hectárea equivale a 140 palmas
- El costo de utilización del método químico es de $6.050 y el de utilización del método mecánico es de $7.800.

Los valores descritos se establecen tomando en cuenta los costos reales directamente en el campo y consensuados con las plantaciones afectadas (Tabla 5).

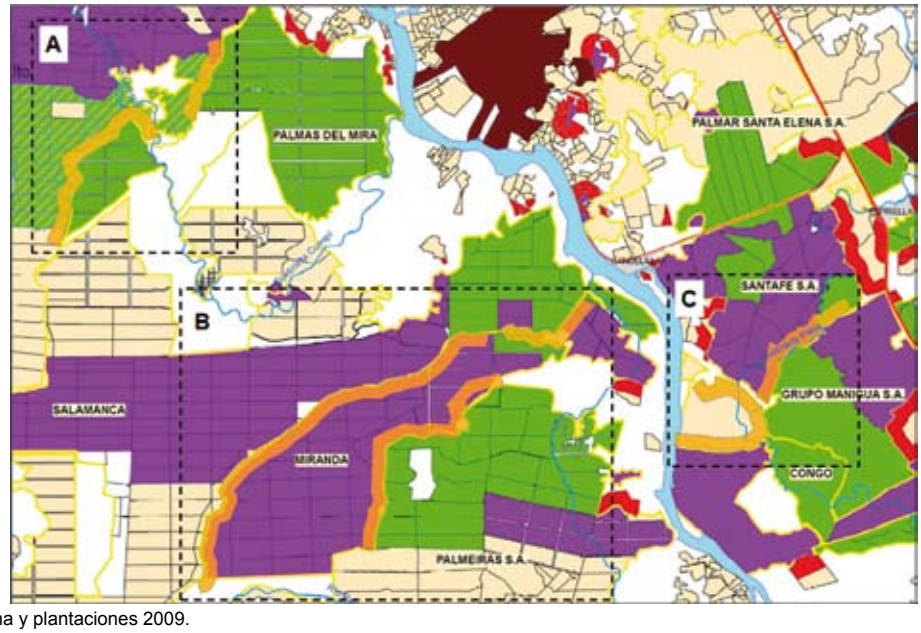
Para el caso de la franja fitosanitaria entre plantaciones, la cual se inició desde abril de 2009, los costos que ello implica son asumidos directamente por las plantaciones (Tabla 6).

En el caso de la franja de pequeños palmicultores se tienen dos etapas: lotes colindantes con áreas



Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

Figura 11. Representación geográfica y su ubicación para cada una de las plantaciones.



Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

Figura 12. Franjas entre plantaciones (color naranja), recuadros A, B y C.

renovadas a mayo de 2009 y lotes colindantes con áreas proyectadas para renovar a diciembre de 2009 (Tabla 7).

Tal como se aprecia en la Figura 11, existen cuatro plantaciones que se han denominado *focos*, dadas las características de estar totalmente afectadas por PC y en estado de abandono; la situación hace que haya una mayor incidencia de la enfermedad y un hospedero propicio para el *Rhynchophorus palmarum*. En color verde entiéndanse las áreas renovadas

Tabla 5. Área de la franja a erradicar, número de palmas afectadas y costo por método empleado

Franja fitosanitaria	Área (has)	# palmas	Método de erradicación	Costo
Franja entre plantaciones	347	49.557	Químico	$299.817.733
Franja entre plantaciones	556	79.508	Mecánico	$620.162.400
Franja de pequeños	1.273	178.172	Químico	$1.077.943.020
Total	2.175	307.237		$1.997.923.153

Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

Tabla 6. Erradicación en la franja fitosanitaria entre plantaciones

PLANTACIONES	Nº PALMAS REALES	ABRIL	MAYO	JUNIO	Avance	% Avance
MIRANDA - PALMEIRAS	12.334				-	0%
MIRANDA - SALAMANCA	17.160		8.580		8.580	50%
PALMACO - PALMAS DEL MIRA	12.836	2.869	2.869		5.738	45%
SALAMANCA - PALMAS DEL MIRA	3.861	3.861			3.861	100%
Terranova- Manigua	9.224				-	0%
Santa fe- Santa Helena (lote 1)	1.081				-	0%
Santa fe- Santa Helena (lote 19)	1.224			1.224	1.224	100%
Santa fe- Manigua (23,17,16,2)	7.139				-	0%
km 35- Manigua	2.404				-	0%
Peaje- Mnigua	6.123				-	0%
SANTA HELENA - MANIGUA (ITALIA)	4.991				-	0%
SANTA HELENA - SANTA FE (ITALIA)	3.452				-	0%
SANTA HELENA - MANIGUA KM 35	877			-	-	0%
SANTA HELENA - MANIGUA (PALPACIFICO)	3.552			-	-	0%
Totales	73.420	6.730	11.449	1.224	19.403	26%

Fuente: Plantaciones 2009.

Tabla 7. Etapas para la franja fitosanitaria con pequeños productores

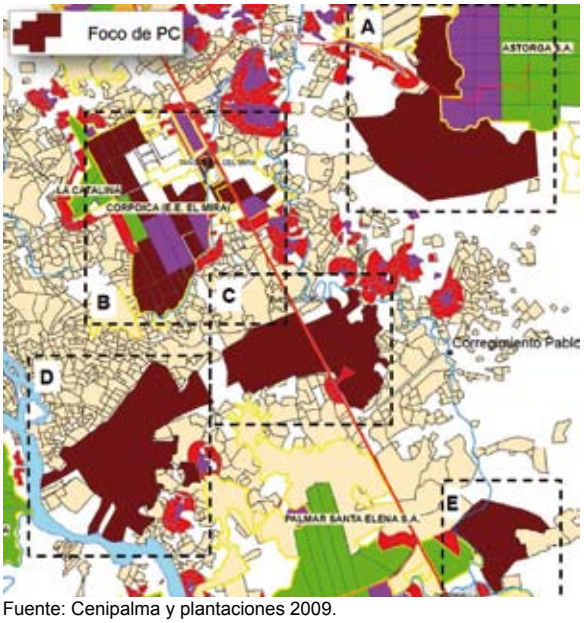
Etapas	Área (has)	# palmas	Método de erradicación	Costo
Etapa 1	299	41.927	Químico	$253.659.560
Etapa 2	973	136.245	Químico	$824.283.460
Total	1.273	178.172		$1.077.943.020

Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

y reportadas por las plantaciones a mayo de 2009 y en color morado las áreas proyectadas para renovar a diciembre de 2009.

Los costos totales de erradicación de los focos de la PC descritos se detallan en la Tabla 8.

Es importante aclarar que si bien se tiene información de áreas por renovar reportadas por Palmasur, que acoge los pequeños productores de palma de la zona, dichas áreas no se encuentran georreferenciadas, es decir, su localización espacial no es clara; por tanto, no se han incluido en el anterior análisis.



Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

Figura 13. Localización de focos.

Consideraciones

Las investigaciones hechas en Cenipalma por el programa de Sanidad Vegetal han encontrado incidencia de la PC en los bordes de cultivos del híbrido que limitan con cultivos enfermos de materiales *Elaeis guineensis,* así como ataques y mayores poblaciones de *Rhynchophorus palmarum*. Ello se debe a los altos niveles de inóculo y las altas poblaciones del insecto en los cultivos vecinos de palmas *Elaeis guineensis* enfermas.

Los fitopatólogos recomiendan como medidas de seguridad establecer franjas para proteger los cultivos afectados por enfermedades. Es por ello por lo que, tomando como referencia lo expuesto por el ingeniero agrónomo André Bethaud, del Cirad de Francia, se establece la franja sanitaria de los 200 m., con base en la experiencia ecuatoriana, y medidos desde el borde del cultivo de palmas OxG. Con el fin de proteger su cultivo, la empresa Palmas del Mira logró un acuerdo con la empresa Palmas de Tumaco para erradicar los 200 metros de palmas enfermas, con lo que la incidencia de la PC en el híbrido cesó, así como los ataques de *Rhynchophorus palmarum*.

Las franjas sanitarias se han convertido en una práctica para las renovaciones de las plantaciones grandes. Las siembras con el híbrido OxG se realizan teniendo en cuenta que se erradique dentro de la misma plantación el área adicional para que el cultivo quede protegido.

Se toman como referencia los resultados del estudio, para que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) resuelva declarar mediante resolución el estado de emergencia fitosanitaria en el municipio de Tumaco (Nariño), dada las altas tasas de presencia de la PC en los cultivos de palma, con el fin de mejorar la condición fitosanitaria de los sistemas de producción de palma del país.

Los resultados y análisis obtenidos harán parte de una resolución que trabaja el ICA, con la idea de que sean aplicados a todas las personas naturales y jurídicas productoras de palma en el municipio de Tumaco (Nariño), como medida de emergencia fitosanitaria para la erradicación de focos de la PC.

Por último, vale decir que el problema no se resuelve con abandonar las plantaciones a su suerte; es necesario implantar medidas técnicas y políticas estatales. Sin duda la resolución que llegue a expedir el ICA será un paso importante en tal sentido. Por su parte, Cenipalma seguirá aportando conocimiento y experiencia para coadyuvar a solucionar la problemática.

Tabla 8. Costos por foco mediante método de erradicación química.

Plantación	Método de erradicación	Área a erradicar	Palmas a erradicar	Valor de erradicación
Corpoica	Químico	274,55	38.437	$232.543.850
El gran Cebú	Químico	698,18	97.745	$591.358.460
Gonzalo Burbano	Químico	449,53	62.934	$380.751.910
Federico García	Químico	130,69	18.297	$110.694.430
Total general		1.552,95	217.413	$1.315.348.650

Fuente: Cenipalma y plantaciones 2009.

Agradecimientos

Los autores agradecen la activa participación de los gerentes y técnicos de las plantaciones de la Zona Occidental, y a su coordinador y enlace con Cenipalma. De igual manera, a Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero.

Bibliografía

François, Jean-Christophe. 2004. Discontinuidad (en línea). En: Hypergeo, Análisis Espacial http://www.hypergeo.eu/article.php3?id_article=137 (consulta: 29 de mayo de 2008).

Fedepalma. 2008. Historia de la palma de aceite (en línea). Fedepalma http://www.fedepalma.org/palma.htm (Consulta: martes 8 de julio de 2008]

Ospina, M., Ochoa, D. 1996. La palma africana en Colombia 1. Fedepalma. p. 13.

Salvador Figueras, M.; Gargallo, P. 2003. Análisis Exploratorio de Datos. En: 5campus.com, Estadística http://www.5campus.com/leccion/aed (consulta: 23 de mayo de 2008).

Salvador Figueras, M. 2000. Introducción al análisis multivariante. En: 5campus.com, Estadística http://www.5campus.com/leccion/anamul (consulta: 27 de mayo de 2008).

The R Foundation for Estatical Computing. 2007. R - versión 2.7.0.

Universidad de Zaragoza. 2008. Etapas del análisis exploratorio de datos (en línea). http://www.unizar.es/ice/rec-info/spss/Introduccion-AED.pdf (consulta: 21 de julio de 2008).