

Estimación de costos relacionados con la captura de información sanitaria en el cultivo de la palma de aceite en Colombia

Costs Estimation Associated with the Capture of Health Information in the Cultivation of Oil Palm in Colombia

AUTORES

Sebastián Castiblanco

Auxiliar de investigación,
Economía Agrícola,
jcastiblanco@cenipalma.org

Elkin Pardo

Contratista,
Convenio Cenipalma – SENA,
pardo.elkin@gmail.com

Carolina Hernández R

Contratista,
Convenio Cenipalma – SENA,
carohernandez@gmail.com

Víctor Rincón

Auxiliar de investigación,
Geomática,
vrincon@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Sistema de Información Geográfica,
costos, sanidad

Geographic Information System, costs,
palm oil health

Recibido: 5 noviembre 2010
Aceptado: 17 febrero 2011

Resumen

Este artículo muestra una estimación de los costos relacionados con la captura de información de pudrición del cogollo, marchitez letal, *R. palmarum* e insectos defoladores. A partir de un enfoque de flujo de toma de decisiones y un análisis de costos se busca definir los requerimientos monetarios para identificar y monitorear la presencia de las enfermedades y plagas aquí descritas. Esto se hizo con la finalidad de conocer el costo de la información destinada a alimentar un Sistema de Información Geográfica (SIG). A partir del costeo de la adquisición de información sanitaria se evidenció la falta de unidad de criterios en el seguimiento que se hace al comportamiento de las enfermedades y las plagas analizadas, en términos de frecuencia, en el reconocimiento de enfermedades y metodologías de muestreo, entre otros.

Abstract

This paper shows an estimation about the costs related to the capture of information of the bud rot disease, lethal wilt, *R. palmarum* and defoliating insects. From a decision making flow approach and a cost analysis, this article determines how much money is required for identifying and monitoring the presence of the diseases and plagues here considered. It was done to know the cost of information to be provided for the Geographic Information System (GIS). Because of the economic exercise it was possible to identify the lack of unification in the criteria of monitoring of the plagues and diseases that were part of the study, in terms of frequency of disease recognition, sampling methodologies, among others.



Introducción

La utilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la implementación de programas de agricultura de precisión (AP) es ampliamente reconocida y aceptada en la comunidad científica y agroindustrial, debido a los grandes beneficios en términos técnicos, económicos y medioambientales que trae aparejado su uso sistemático. Se entenderá aquí por AP “la aplicación de un conjunto de técnicas, apoyadas por equipamiento de alta tecnología, para el manejo de la producción agrícola en forma sitio-específica” (Baños y Goenaga 2003:2). Así, la AP permite el tratamiento específico por sitio de los cultivos, reduciendo el costo de producción, incrementando la productividad y haciendo un uso más eficiente de los insumos (Bongiovanni, 2004).

Para su adecuado funcionamiento, la AP se soporta en sistemas de información, en general, y en sistemas de información geográfica, en particular, pues de esta manera es posible identificar, mapear, cuantificar y analizar la variabilidad existente en el interior de un lote con gran exactitud (Bongiovanni y Speranza, 2009). De esta manera, un SIG se define como una “red de trabajo integrada de *hardware* computacional, *software* y grupos de usuarios dedicados a la captura, almacenamiento, transformación, visualización y análisis de datos e información geográfica que puede proveer nuevo conocimiento para resolver problemas específicos” (Balram y Dragicevic 2006: 200; traducción propia). En el caso de agricultura de precisión, los problemas se refieren al manejo agronómico de las diferentes etapas del cultivo.

No obstante, la promoción y difusión del uso de técnicas de AP y de SIG, no es un hecho generalizado en la agricultura de Colombia. Para el caso específico del cultivo de palma de aceite, la introducción de tecnologías de AP –con su consecuente apoyo en SIG- ha sido aislada y heterogénea. Esta situación puede conducir a la disminución, cuando no a la anulación, de los beneficios que arrojan las técnicas de AP que se hayan adoptado, mediante la duplicidad en costos y esfuerzos en el manejo agronómico. Un ejemplo claro es el mayor riesgo de difusión regional de una enfermedad cuando no se aplica la AP mediante SIG de forma homogénea en la región, o cuando simplemente no se usa.

Una de las razones por las que no se ha generado una introducción masiva de este tipo de tecnologías es la necesidad de recursos considerables para la adquisición de las habilidades y tecnologías requeridas (Bongiovanni, 2004). En ese sentido, Cenipalma en asocio con el SENA, han hecho un importante esfuerzo por poner a disposición de la palmiticultura colombiana un Sistema de Información Geográfica regional orientado al área de sanidad, para que se puedan tomar decisiones de manejo agronómico específico por zona de forma óptima. Este sistema abarca las cuatro zonas palmeras del país, contempla la estandarización, levantamiento e integración de la información para el seguimiento espacio-temporal de las enfermedades pudrición del cogollo (PC) y marchitez letal (ML), así como de insectos plaga defoliadores y *Rhynchophorus palmarum*. Así mismo, contempla el uso de una plataforma común para el almacenamiento, procesamiento y análisis de la información, lo que reduce los costos de manejo de esta para las plantaciones individuales.

Sin embargo, para que el sistema pueda funcionar y arrojar datos de utilidad para la toma de decisiones es preciso contar con información oportuna y de calidad que lo alimente sistemáticamente. Mediante el área de sanidad de las plantaciones suele hacerse un seguimiento a la presencia y comportamiento de distintas plagas y enfermedades, con la realización de censos periódicos, lo que ofrece el insumo adecuado para alimentar la base de datos especial y hacer más efectivo el proceso de producción de información que apoye la toma de decisiones.

Es preciso reconocer que el levantamiento de información en campo de cada uno de los disturbios sanitarios trae asociado un costo –de personal, administrativo, de uso de equipos- que se debe estimar y conocer. Es necesario, por consiguiente, establecer los costos para obtener información de campo útil que se pueda integrar a un sistema de información de sanidad, en donde el componente geo-espacial juega un papel fundamental. Es por esto que este documento se orienta a realizar una cuantificación de los costos asociados al levantamiento de datos en campo, para cada uno de los disturbios mencionados, en tres zonas palmeras del país: Central, Oriental y Occidental¹, por

1. El ejercicio se hizo en tres zonas ya que con éstas se lograron abarcar las plagas y enfermedades de interés. Las conclusiones para la Zona Norte se podrían obtener usando los parámetros laborales allí reportados.



medio del diseño de un modelo financiero de costos y de la realización de ejercicios de costeo de las distintas plantaciones que participaron en el estudio. Se presentarán los rangos del costo de captura de información de sanidad en campo, enumerando las variables que explican el comportamiento de dichos costos.

Materiales y métodos

Evaluación financiera de proyectos y flujos de información para la toma de decisiones

El proyecto de desarrollo y puesta en marcha de un SIG que permita hacer seguimiento a plagas y enfermedades se ha conceptualizado a partir de un enfoque de procesos. El proceso principal, mostrado en la Figura 1, se compone de los siguientes elementos: (1) la toma de datos, (2) la transformación de datos en información – con el fin de añadirle valor para la toma de decisiones–, (3) el desarrollo del sistema y, (4) la publicación de los productos. La suma de estos componentes facilita tomar decisiones de manera más acertada.

En la Figura 1 puede observarse que el objetivo fundamental del proceso es producir información útil para una toma de decisiones acertadas. De esta manera, la evaluación económica se guió por dos perspectivas: una conceptual, que integra la información resultante del levantamiento de datos en campo a un flujo de toma de decisiones (Fountas et ál., 2006) y otra técnica, de análisis y evaluación financiera de proyectos (Mokate, 2004).

La primera perspectiva se adoptó debido a que presenta un enfoque integral del manejo del cultivo, poniendo en un lugar central los procesos de toma de decisiones y los resultados de las mismas. La organización y sistematización de este proceso, aunque no lleve a resultados y decisiones perfectas, es útil en el sentido de proporcionar un marco lógico de acción que permita una mejor comprensión y racionalización de las mismas (Fountas et ál., 2006). Una aplicación de la metodología desarrollada por Fountas et ál. (2006) para la palmicultura y, específicamente, al manejo de insectos plaga defoliadores se puede consultar en Araque y Forero (2009).

En cuanto a la segunda perspectiva, para efectos de la evaluación económica de la recolección de datos en campo (primer cuadro de la Figura 1) se utilizaron herramientas de la evaluación financiera de proyectos: el flujo de fondos y el Valor Presente Neto (VPN).

El flujo de fondos ayuda a la evaluación financiera en la medida en que organiza de forma sistemática los costos y los ingresos asociados a un proyecto (Mokate, 2004: 55). Para el caso del proyecto de puesta en marcha del SIG, el objetivo es analizar los costos en los que incurren las plantaciones durante la etapa de recolección de información en campo; por tanto, el flujo de fondos se diseñó teniendo en cuenta solo los costos, puesto que esta actividad no genera ningún tipo de ingreso directo a las plantaciones.

Por su parte, el Valor Presente Neto es una herramienta de toma de decisiones, que se sustenta en el costo de oportunidad de determinado proyecto. Se compara la rentabilidad esperada del proyecto con

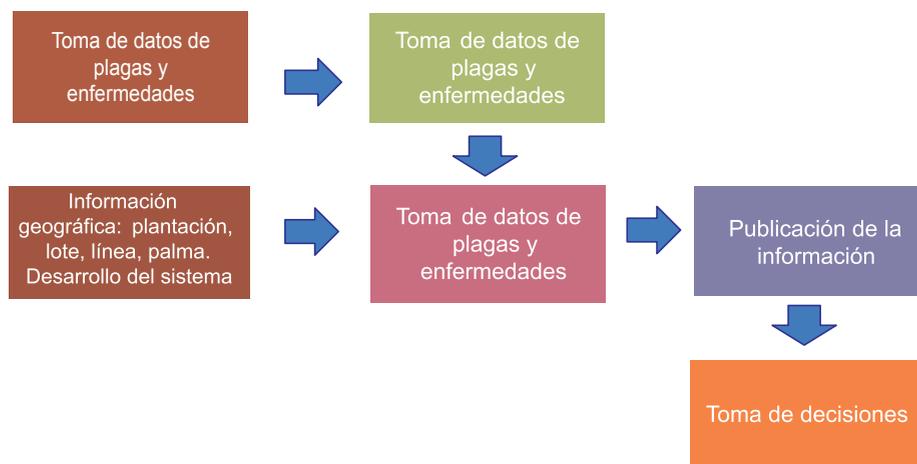


Figura 1. Proceso de funcionamiento del SIG de plagas y enfermedades del cultivo de la palma de aceite.

la rentabilidad que obtendría en otras actividades. Para efectos de la presente evaluación el VPN se ha calculado, con el fin de expresar en términos del costo del dinero actual, toda la inversión que debe realizar una plantación para tomar datos de sanidad durante el tiempo de vida del cultivo (25 años). Con el VPN se pretende encontrar la participación de algunos rubros, como la mano de obra, en los requerimientos monetarios de largo plazo.

Acompañando esta evaluación financiera se hizo un costeo de cada una de las plantaciones, de forma individual, para conocer los rangos en los que se encuentra la toma de información, sin entrar a evaluar la calidad de la misma. Esto se realizó para conocer las diferencias de costos entre plantaciones y los requerimientos monetarios para poder obtener datos que alimenten un SIG.

Para lograr los objetivos fue preciso realizar visitas a las tres zonas palmeras seleccionadas para este análisis. En cada una se recolectó información cualitativa y cuantitativa orientada al ejercicio de costeo y a los modelos financieros. Para el levantamiento de la información se utilizaron cuatro formatos de encuesta -uno por cada problema sanitario- y un formato de entrevista. Las encuestas se estructuraron según los grandes grupos de costos identificados (personal, insumos y administrativos), mientras que la guía de entrevista incluyó preguntas acerca de datos generales de las plantaciones, lo que permitió obtener una visión más amplia del proceso. Adicionalmente, teniendo

en cuenta la perspectiva de flujo de información, se incluyeron preguntas orientadas a indagar por la pertinencia de la información recolectada para efectos de la toma de decisiones, en cuanto al manejo de plagas y enfermedades, así como sobre el manejo y gestión de la información.

Dada la heterogeneidad del estado sanitario actual en las diferentes zonas palmeras y de las diferentes técnicas de manejo, dentro del estudio se definieron criterios de unificación de la información recolectada en lo concerniente a la unidad espacio-temporal de análisis, razón por la cual toda la información se expresa en las unidades estándar de hectárea y año.

Las encuestas y entrevistas se llevaron a cabo en diferentes plantaciones de las tres zonas palmeras visitadas. Las plantaciones fueron seleccionadas teniendo en cuenta poder abarcar diferentes esquemas de recolección y manejo de la información, y según la disponibilidad de información y el deseo de las empresas de participar en el proyecto. En todos los casos se realizaron entrevistas y conversaciones con los encargados del área de sanidad y, en algunas ocasiones, con personal administrativo y de campo (supervisores y censadores).

Los formatos se elaboraron teniendo en cuenta una desagregación del proceso en cuanto a los componentes principales de evaluación y gestión de proyectos. La Figura 2 ilustra la forma como se comprende la etapa de recolección de datos, a la luz de un enfoque de proyectos. Esta incluye el levantamiento de infor-

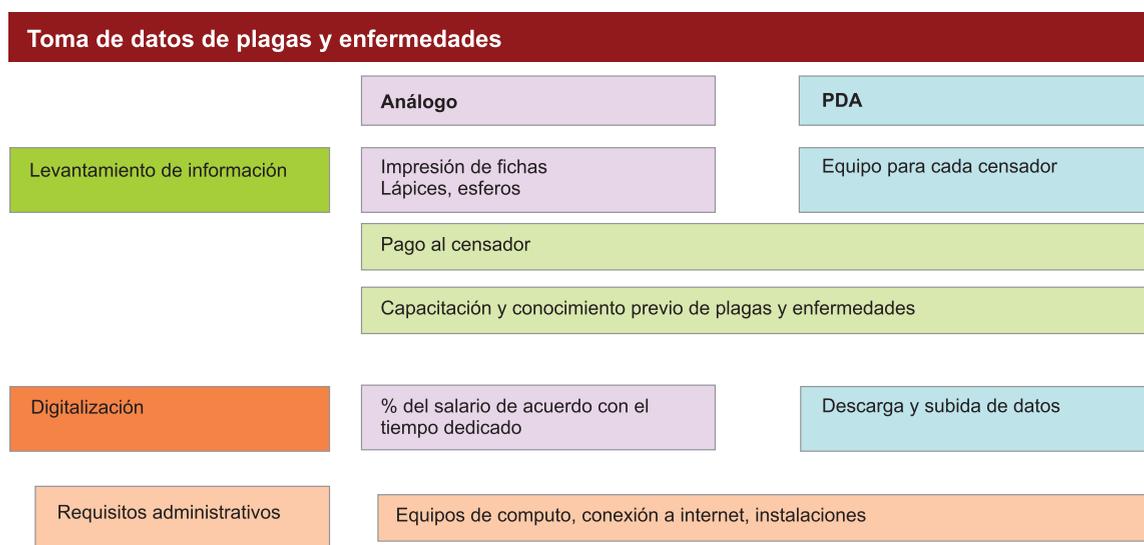


Figura 2. Elementos de la etapa de toma de datos desde una perspectiva de gestión de proyectos.



mación, que para el caso estudiado puede hacerse con planilla o con PDA (Personal Digital Assistance, por sus siglas en inglés), y la digitalización de la misma con base en una serie de recursos administrativos. En la figura se indican los rubros básicos involucrados en estas tareas.

De esta manera fue posible sintetizar las dos aproximaciones anteriormente señaladas en la realización del análisis de costos, de tal forma que la evaluación financiera se guió por un enfoque no solo de manejo de información y sus costos asociados sino por una perspectiva más amplia de flujo de información pertinente para la toma de decisiones (Fountas et ál., 2006; Araque y Forero, 2009).

Supuestos y variables vinculados al modelo

Ahora bien, en cuanto al modelo financiero fue necesario incluir algunos supuestos, tanto para dar mayor consistencia como para hacer comparables los casos estudiados. La inclusión de los mismos puede generar una diferencia en el valor real pagado por algunas plantaciones, pero permite estandarizar los datos, lo cual garantiza una mayor rigurosidad y exactitud en el análisis realizado². Así, los supuestos utilizados fueron:

- El costo correspondiente a digitador de información, así como el del supervisor de sanidad, se estimó en 10% del salario devengado, ya que la tarea correspondiente a censos es solo una fracción de su tiempo.
- No hay diferenciales en costos de personal en los escenarios de captura de información tradicional (planilla) y PDA ya que, si bien se suprime la tarea de la digitación, es necesaria la incorporación de alguien encargado de la descarga de la información³.
- Todas las plantaciones hacen uso de PDA y, además, a cada evaluador corresponde una única PDA. Este supuesto corresponde a la necesidad de

contar con una PDA para garantizar la oportunidad de la información deseada en un SIG.

- La vida útil de una PDA, así como de un computador, es de cinco años.
- Todos los operarios se capacitan en la identificación de síntomas y uso del método de recolección de datos, y esta capacitación tiene un costo equivalente a la remuneración normal del trabajo por una semana laboral. Esta capacitación se realiza cada año pues el conocimiento se considera un activo fijo que tiene una vida útil correspondiente a doce meses (Bongiovanni, 2004).
- Se consideran semanas laborales de seis días.
- Aún cuando se usó el dato de trampas de *R. palmarum* reportado por las plantaciones, se supuso una distribución uniforme de éstas, para poder calcular el número de trampas por hectárea, lo que implica que no se consideró si se trataba de red de trampeo perimetral o una de enmallado interno.
- Se asumió que los evaluadores se dedican a censar una sola enfermedad (es decir, un censador no puede ocuparse de dos enfermedades a la vez, como podría llegar a suceder con la PC y la ML, pero que no es frecuente ni recomendable).

En cuanto a las variables ingresadas al modelo se consideraron los costos de mano de obra directa (censadores y evaluadores) e indirecta (supervisor y digitador o auxiliar), la capacitación al personal de campo, el mantenimiento de las trampas de *R. palmarum* y la adquisición y reposición de equipos (computadores y PDA). Estos costos, debe aclararse, son un elemento indispensable en el manejo sanitario de cualquier plantación, lo que conduce a que se incurra en ellos aún cuando no se quiera vincular a un SIG propio de la plantación o regional⁴.

En cuanto a los costos de personal, si bien varían en términos de la extensión del cultivo, se consideraron fijos por plantación dado que los cálculos se presentan por hectárea para hacer comparables las

2. Un caso ejemplar es la vida útil de los equipos. Aún cuando hay estimaciones de estos valores, algunas organizaciones no utilizan este dato para la reposición de sus equipos, distorsionando los costos en que incurren. Así, por ejemplo, en labores del cultivo es usual que un tractor diseñado para diez años de vida útil sea usado durante más de dos décadas en la práctica, generando sobrecostos en otros rubros (es el caso del taller mecánico), escondiendo el valor real de uso de la máquina.

3. La plantación Oleaginosas Las Brisas, por ejemplo, reporta que la inclusión del SIG evitó el uso de un digitador de información, pero implicó la creación de un nuevo rol: el auxiliar de bases de datos, encargado de la descarga, adecuación y carga de la información (Fernández, 2010).

4. Es decir, desde un punto de vista normativo, toda plantación debería llevar a cabo un monitoreo periódico al estado sanitario de sus plantas, para efectos de manejo agronómico, aún cuando no considerase el uso de un SIG. No obstante, para la implementación de este, sí resultaría en una condición necesaria para tomar decisiones acertadas la existencia de información geoespacial relacionada con el estado sanitario de las plantas.

Tabla 1. Supuestos financieros y macroeconómicos incorporados en el modelo

Supuestos básicos incluidos en el modelo	
Inflación nacional (%)	3
Inflación internacional (EE.UU.) (%)	3
Tasa de cambio (TRM) (\$)	1.850
Tasa de devaluación (+) o revaluación (-) (\$ COL frente a USD) (%)	-0,4
Tasa social de descuento (%)	10

organizaciones analizadas. Además de estos datos, para el modelo financiero se usaron otros consistentes en supuestos macroeconómicos y financieros básicos, estos se encuentran relacionados en la Tabla 1.

Se señalarán, entonces, los análisis de participación de costos de personal según VPN y los rangos⁵ entre los que se encuentra el costo de la mano de obra, en términos de hectárea, para cada problema sanitario. Se mostrará cuales son las variables que más influyen en dicho rango.

Resultados y discusión

Importancia relativa de los costos de personal en la toma de datos en campo

El análisis financiero realizado para cada plantación evidencia la importancia relativa de los costos laborales en el total de requerimientos monetarios necesarios para capturar información sanitaria en campo. La divergencia entre plantaciones, no obstante, es considerable. En la Tabla 2 se indica el porcentaje ocupado por los costos laborales (que incluyen tanto salarios como capacitación de los trabajadores) con respecto al total de costos incurridos en la captura de información en dos zonas palmeras. Se han identificado las plantaciones con letras de la A hasta la I y se han discriminado en dos zonas⁶.

La importancia del rubro de personal corresponde a que la identificación de enfermedades y plagas es una actividad que requiere de observaciones visuales y muy pocas herramientas o instrumentos, exceptuando la PDA (que no implica costos muy representativos) y el

Tabla 2. Participación porcentual de los costos laborales en el costo total de recolección de información sanitaria según zona

Zona palmera	Plantación	%
Central	A	91,0
	B	54,1
	C	78,4
Occidental	D	96,4
	E	84,8
	F	91,5
	G	89,3
	H	61,5
	I	89,7

computador para el ingreso de la información. Adicionalmente, donde hay presencia del picudo de la palma de aceite, existe otro rubro adicional a los costos de personal, que corresponde al costo de mantenimiento y reposición de trampas de *R. palmarum* y es el más significativo de los costos no laborales.

En cuanto al comportamiento de los costos de personal, estos están influenciados por la metodología utilizada por cada plantación para la realización de los censos o los muestreos (frecuencia, distribución de las trampas, método de muestreo para defoliadores), el esquema de remuneración usado, el rendimiento de los trabajadores, entre otros. Debe mencionarse, también, que en los datos presentados en la Tabla 2 las plantaciones focalizaban sus esfuerzos hacia enfermedades y plagas diferentes (por ejemplo, en la Zona Occidental no se consideraron costos de seguimiento a defoliadores).

Ahora bien, pese a que la participación de los costos laborales supera en la mayoría de casos el 80%, se presentan casos atípicos que es preciso aclarar. Nótese, por ejemplo, la plantación B. En donde los costos de personal apenas alcanzan el 54,1%. Al compararla con la plantación A, ubicada en la misma zona, se encuentran diferencias considerables en el trapeo de *R. palmarum* que explican la diferencia de costos. Para empezar, la plantación B cambia la feromona de agregación cada mes, mientras que la plantación A lo hace cada tres meses (que es lo recomendable);

5. Estos se establecieron sobre las plantaciones visitadas, luego no pretenden generalizar los costos abarcando la palmicultura nacional, sino que buscan efectuar aproximaciones teniendo en cuenta los casos analizados.

6. Se ha excluido la Zona Oriental dado que la información de mantenimiento de trampas de *R. palmarum*, que es el costo de mayor peso en los rubros diferentes a personal, estaba más completo para las dos zonas incluidas en la tabla 2. Las conclusiones, no obstante, se pueden generalizar.



el costo de adquisición de la feromona es superior en \$4.000 en B; el recipiente se cambia más frecuentemente en B que en A y, finalmente, B tiene una mayor densidad de trampas por hectárea (en promedio) alcanzando 0,3 trampas por hectárea, mientras que A reportó 0,2 trampas por hectárea⁷. Esto implica que valores distintos a la mano de obra en B ocupen una proporción importante en el total estimado.

Adicionalmente se debe mencionar que los costos de capacitación representan alrededor del 2% del total de costos de personal. Esta cifra está influenciada por las condiciones del supuesto de capacitación que se expuso anteriormente, y que derivó de la información reportada por algunas plantaciones.

Monto de los diferentes costos relacionados con el personal según problemática sanitaria

En esta sección se presentarán los requerimientos monetarios para la obtención de datos sanitarios en campo para las plantaciones visitadas, con base en la información reportada durante el primer semestre del año. Para tal efecto se mostrarán los rangos en que varían los costos según rubro para cada disturbio, limitándose a mostrar los costos de pago de personal. Se presentarán los datos por zona para que el lector pueda hacer un ejercicio comparativo. Los cálculos se realizaron con pesos corrientes de 2010.

Trampeo de *R. palmarum*

En las tablas 3, 4 y 5 se señala el costo de mano de obra (no se incluyó aquí el costo de capacitación, que

como se mencionó es aproximadamente de 2% del total invertido en personal) expresado en pesos por hectárea al año, para la labor de lectura y mantenimiento de las trampas de *R. palmarum*⁸

En las tablas se puede notar la brecha de costos tanto “intra” como “inter” zonas. En la Zona Central, por ejemplo, se puede apreciar que la plantación C presenta costos más bajos que B y A. La frecuencia de los censos es la variable que más se encuentra relacionada con esta diferencia de costos. El costo de la mano de obra y la densidad de trampas también hacen que el costo sea menor. Ahora bien, si se compara la Zona Central con las demás zonas se nota un decrecimiento en los costos de estas últimas. Como se puede observar, solo dos plantaciones de la Zona Occidental se aproximan a los costos de la zona en referencia, y esto se explica por el número de trampas por hectárea. Las plantaciones más económicas, que se encuentran en el intervalo de \$1.000 a \$.3000 por hectárea, tienen densidades de trampa muy inferiores a las plantaciones D y H. La frecuencia de lectura en esta zona, como se puede observar, también permite mantener costos relativamente bajos.

En la Zona Oriental la plantación M es la que presenta los costos más elevados. La frecuencia de lectura y la densidad de trampas afectan el costo anual por hectárea en esta plantación. Se debe aclarar, no obstante, que no se discute aquí sobre la efectividad de las medidas ni sobre las recomendaciones en términos de frecuencia de lectura, ni densidad y distribución de trampas, sino que se señala cómo y en qué magnitud, estas variables afectan el costo anual por hectárea.

Tabla 3. Costo anual de la mano de obra por hectárea para la lectura y mantenimiento de trampas de *R. palmarum* en la Zona Central

Variable	Zona Central		
	A	B	C
Tamaño de la plantación (ha)	2.700	3.966	3.144
Número de trampas	559	1.190	640
Número de trampas por hectárea	0,21	0,30	0,20
Frecuencia de lectura (días)	10	10	15
Rendimiento de los evaluadores (trampa/día)	46	50	30
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	7.453	8.641	4.466

7. Estos datos corresponden a la información que reportaron las plantaciones visitadas en febrero de 2010.

8. Aparte se mostrarán los costos de insumos, recipiente y otros, que también están vinculados al monitoreo del picudo.

Tabla 4. Costo anual de la mano de obra por hectárea para la lectura y mantenimiento de trampas de *R. palmarum* en la Zona Occidental

Variable	Zona Occidental					
	D	E	F	G	H	I
Tamaño de la plantación (ha)	2.560	2.340	1.044	6.000	1.100	1.285
Número de trampas	415	125	49	549	305	127
Número de trampas por hectárea	0,16	0,05	0,05	0,09	0,28	0,10
Frecuencia de lectura (días)	15	15	15	15	15	15
Rendimiento de los evaluadores (trampa/día)	30	40	15	24	30	30
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	5.399	1.045	2.103	2.976	7.488	3.096

Tabla 5. Costo anual de la mano de obra por hectárea para la lectura y mantenimiento de trampas de *R. palmarum* en la Zona Oriental

Variable	Zona Oriental				
	J	K	L	M	N
Tamaño de la plantación (ha)	7.500	2.334	1.200	4.420	6.400
Número de trampas	750	77,8	55	663	883
Número de trampas por hectárea	0,1	0,03	0,05	0,15	0,14
Frecuencia de lectura (días)	15	15	10	7	15
Rendimiento de los evaluadores (trampa/día)	35	16	55	30	60
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	2.983	1.872	1.052	6.545	3.169

Marchitez letal

Los costos asociados a la identificación temprana de la marchitez letal se presentan solo para la Zona Oriental, que es donde esta enfermedad ha tenido un impacto económico de importancia. En la Tabla 6 se observan los costos de las seis plantaciones visitadas, que se encuentran entre \$21.336 y \$84.960 por hectárea al año. El costo más elevado se explica porque en dicha plantación la frecuencia de entrada al lote es semanal. Las dos plantaciones más económicas son aquellas que reportan los mayores rendimientos de los censadores en su tarea diaria.

Se debe aclarar que para todas las problemáticas sanitarias estudiadas, el costo no se ha relacionado con la calidad de la labor ni la efectividad de las medidas de control sanitario, lo que implica que no se deben buscar equivalencias entre las dimensiones económica y agronómica. Cuando el costo de realizar un censo es bajo debido a rendimientos elevados de los trabajadores, se debe examinar si en la práctica lo que ocurre es que se realizan observaciones superficiales y rápidas que no tienen la rigurosidad necesaria para la tarea. Además de ello, debe notarse que cuando se visitaron las plantaciones, se evidenció la

diversidad de frecuencias para la realización de labores de identificación temprana de ML en los lotes. En la actualidad, mediante el Comité Asesor Agronómico de la Zona Oriental, se está consolidando la unificación de criterios para que todos los actores afectados por esta enfermedad lleven a cabo el manejo de una forma homogénea⁹.

Pudrición del cogollo

Esta enfermedad ha tenido, durante los últimos tres años, un gran impacto en las zonas Central y Occidental, donde ha cobrado una importancia económica considerable. El análisis, por consiguiente, se presentará para estas dos zonas, que es donde más atención se presta a su manejo. Antes de revisar los datos, se hacen algunas aclaraciones. La PC es la enfermedad donde se encuentran los mayores diferenciales de costo según la edad de la palma, porque la revisión tiende a ser más rigurosa a menor edad de siembra. Para la realización de este artículo, que busca cuantificar el costo de la información que se ingresará a un SIG de sanidad, se han promediado jornales, rendimientos de los trabajadores y frecuencia de censo, para obtener una medida promedio de dicho costo.

9. En este sentido se ha recomendado que los censos se hagan de forma semanal.



Tabla 6. Costo anual de la mano de obra por hectárea en los censos de ML en la Zona Oriental

Variable	Zona Oriental				
	J	K	L	M	N
Tamaño de la plantación (ha)	7.500	2.334	1.200	4.420	6.400
Frecuencia (días)	15	10	15	15	7
Rendimiento de los censadores (ha/día)	40	50	27	26	25
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	21.336	28.080	48.000	42.528	84.960

Tabla 7. Costo anual de la mano de obra por hectárea en los censos de PC en la Zona Central

Variable	Zona Central		
	A	B	C
Tamaño de la plantación (ha)	2.700	3.966	3.144
Frecuencia (días)	15	30	30
Rendimiento de los censadores (ha/día)	10,7	11,0	10,8
Pago promedio por hectárea	2.203	5.500	3.027
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	52.883	66.000	36.325

En la Tabla 7 se señalan los rangos entre los que varían los costos anuales de toma de información de la PC. Allí aparece la plantación C como la más económica, con \$36.325 por hectárea. En contrapartida, B genera un costo de \$66.000 por hectárea al año, en donde en el momento de la visita, la plantación atravesaba un momento coyuntural que distorsionaba la frecuencia de los censos. Para el ejercicio comparativo se utilizó una frecuencia mensual, aun cuando en la realidad se hizo con una frecuencia más distanciada a los lotes. Se decidió incluir esta plantación para poder comparar los costos con frecuencias similares entre B y C, pero con costos laborales mayores en la plantación B.

Los altos costos de B se explican por los altos costos laborales, tanto así que A, teniendo una frecuencia de censos quincenal, no alcanza los costos de B dado que sus jornales promedio son menores. Téngase en cuenta que cuando se paga un jornal o un salario mensual (en contrapartida al pago a destajo) los rendimientos de los trabajadores son fundamentales en los costos por hectárea. Para el caso evaluado, los rendimientos promedio de las tres plantaciones no fueron representativos pero si lo fue el tipo de pago realizado.

Por otro lado, en el caso de la Zona Occidental, la media de los datos reportados es menor a los costos

de la Zona Central. En la Tabla 8 se señalan los costos estimados para Tumaco y se identifica que los valores calculados son, en promedio, menores que en la Zona Central. La plantación D, no obstante, reporta valores mayores, ya que la frecuencia de los censos de identificación de la enfermedad es quincenal, mientras que cuatro plantaciones de esa misma zona lo hacen mensualmente. Pero más importante resulta el hecho de la remuneración a los trabajadores, que es mayor en D que en cualquier otra plantación de la Zona Occidental. En ese sentido debe aclararse que el esquema contractual de esta plantación hace que los censadores sean parte de la nómina y no cooperados, como en la mayoría de los casos¹⁰.

Defoliadores

El SIG, en materia de sanidad que se viene implementando desde Cenipalma, también incluye información de defoliadores. Para estimar el costo de capturar información sobre estos insectos se visitaron las zonas Central y Oriental. En las tablas 9 y 10 se presentan los cálculos obtenidos para las mismas.

En la Tabla 9 se señala que la plantación C tiene un costo de \$33.962 por hectárea al año. Este costo, que es tres veces mayor al de las otras dos plantaciones visitadas de la misma zona, tiene tal magnitud dado

10. Algunos consideran que cuando los operarios encargados de realizar censos hacen parte de la nómina se puede tener más confianza en sus diagnósticos, seguramente, por la estabilidad laboral que se les ofrece.

Tabla 8. Costo anual de la mano de obra por hectárea en los censos de PC en la Zona Occidental

Variable	Occidental					
	D	E	F	G	H	I
Tamaño de la plantación (ha)	2.560	2.340	1.044	6.000	1.100	1.285
Frecuencia (días)	15	30	30	30	15	30
Rendimiento de los censadores (ha/día)	8,5	20,0	13,0	21,3	20,0	10,0
Pago promedio por hectárea	4.898	1.631	2.154	1.596	1.631	2.668
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	117.552	19.572	25.846	19.152	39.140	32.019

Tabla 9. Costo anual de la mano de obra por hectárea en los censos de defoliadores en la Zona Central

Variable	Central		
	A	B	C
Tamaño de la plantación (ha)	2.700	3.966	3.144
Metodología muestreo	10 x 10	12 x 12	10 x 9
Frecuencia (días)	15	20	15
Rendimiento de los censadores (muestra/día)	75	75	40
Pago por hectárea (\$/ha)	763	586	1.415
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	18.305	10.163	33.962

que la remuneración a la mano de obra es superior en C y las dimensiones de la grilla son menores. Debe tenerse en cuenta que la fila correspondiente a pago por hectárea está afectada tanto por el esquema de remuneración como por el tipo de muestreo utilizado. En cuanto a la Zona Oriental los costos por hectárea en un año, por concepto de mano de obra, están en el rango de \$7.212 a \$25.080. La gran diferencia en este caso consiste en la frecuencia en que hacen el censo las plantaciones. La que reporta mayores costos lo hace quincenal, mientras que el resto mensual (y en uno de los casos bimestral).

Costo de mantenimiento de las trampas de *R. palmarum*

El seguimiento al comportamiento espacial del *R. palmarum* se hace mediante el monitoreo con trampas distribuidas al interior de los lotes de palma de aceite o en el perímetro de estos. Este seguimiento es una de las temáticas a incorporar en la implementación de un SIG de sanidad regional y, por ello, sus costos se han incluido en el presente estudio. Los costos presentados en este artículo corresponden a prácticas agronómicas rutinarias de las plantaciones, pero sirven de insumo a los SIG. La inclusión del costo de mantenimiento de las trampas de *R.*

palmarum sigue esta misma intención, dado que, aún correspondiendo a una práctica agronómica recomendable a cualquier plantación con presencia del picudo, permite además hacer seguimiento espacial a esta plaga, lo que lo hace susceptible de incorporar a un SIG.

Los costos que se han estimado en este rubro se señalan en la Tabla 11, donde se relacionan los costos de mantenimiento de una trampa de *R. palmarum* en el periodo de un año. Para tal efecto se tuvieron en cuenta el uso de feromona, de cebo vegetal, la reposición del recipiente usado, además de otros costos asociados. Estos variaron entre plantaciones como se puede observar en la tabla. Dicha variación depende, principalmente, del costo y frecuencia de cambio de la feromona, así como del costo y frecuencia de cambio del recipiente. El rango, que se encontró entre \$15.712 y \$104.600 por trampa al año, fluctuó por el comportamiento de estas variables. El límite inferior de dicho rango (\$15.712) está caracterizado porque esa plantación no usa feromona por política de la organización y el cambio de recipientes es anual. En comparación, la plantación que presentó los costos más elevados, hace uso de la feromona y la cambia frecuentemente; además cambia el recipiente cada dos meses.



Tabla 10. Costo anual de la mano de obra por hectárea en los censos de defoliadores en la Zona Oriental

Variable	Oriental				
	J	K	L	M	N
Tamaño de la plantación (ha)	7.500	2.334	1.200	4.420	6.400
Metodología muestreo	10 x 10	15 x 5	10 x 10	12 x 12	10 x 10
Frecuencia (días)	30	60	30	30	15
Rendimiento de los censadores (muestra/día)	65	38	50	70	72
Pago por hectárea (\$/ha)	941	1.872	1.086	601	1.045
Costo anual mano de obra (\$/ha/año)	11.292	11.232	13.029	7.212	25.080

Tabla 11. Costo anual de mantenimiento de una trampa de *R. Palmarum* en las Zonas Central y Occidental

Costo anual de mantenimiento de trampas por plantación (\$/trampa/año)								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
20.000	102.000	96.000	15.712	62.660	32.004	24.900	104.600	32.000

Conclusiones

En el esquema presentado por Fountas et ál. (2006), las decisiones, resultado de un flujo de información, dependen de la toma de datos y del procesamiento que de los mismos se haya realizado. El insumo fundamental para la toma de decisiones idóneas resulta ser, por consiguiente, el levantamiento de datos sobre la temática que se quiera evaluar que, para el caso que nos ocupa, es la sanidad de la palma de aceite.

La adquisición de datos sanitarios en el cultivo de la palma de aceite requiere de un personal y unas herramientas que, *in situ*, buscan hacer monitoreo e identificación temprana de plagas y enfermedades. El resultado de este ejercicio se convierte en el principal insumo de un potencial SIG regional que apoye las decisiones de las organizaciones, no de forma individual, como otrora, sino de forma comunitaria y cooperativa para llegar a resultados óptimos para todos los actores de la palmicultura.

De esta forma se estimaron los costos de adquisición de información que, según reportaban las plantaciones visitadas, estaban entre \$1.000 y \$8.000 por hectárea al año por concepto de revisión de trampas de *R. palmarum*, siendo la densidad de trampeo y la frecuencia de lectura las variables más significativas. En cuanto a ML el intervalo se estimó entre \$30.000 y \$80.000, con la frecuencia de censo y el rendimiento de la labor como variables de mayor relevancia. La PC

se ubica en el margen de los \$20.000 a \$40.000 para la Zona Occidental (exceptuando una plantación) y los \$30.000 y \$65.000 para la Zona Central, mientras que el censo de defoliadores reporta un intervalo de \$10.000 a \$30.000 por hectárea al año.

La amplia dispersión encontrada en los costos anuales por hectárea sustenta, entre otras cosas, la necesidad de profundizar en la unificación de criterios para el manejo de problemáticas sanitarias presentes en las zonas palmeras, ya que con este trabajo se han identificado las grandes divergencias existentes en el reconocimiento de enfermedades en las plantaciones, que resulta necesario estandarizar.

Finalmente, este trabajo se presenta como el inicio de una evaluación integral de los SIG aplicados a la palmicultura nacional, ya que indaga sobre el proceso de toma de datos pero sin aspirar a dar respuesta a todo el proceso involucrado en un flujo de información geográfica y de toma de decisiones. Tales objetivos serán parte de análisis posteriores y buscarán conocer más fielmente las ventajas del uso de herramientas SIG en la agricultura nacional.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por financiar este estudio. De la misma forma al Sena que, mediante convenio 0094 ha permitido adelantar este trabajo con

sus aportes financieros. Finalmente a las plantaciones Oleaginosas Las Brisas, Palmas Monterrey y Palmas Oleaginosas Bucarelia en Zona Central; Palmas Santa-na Ltda., Agropecuaria Guadualito, Guaicaramo S.A., Unipalma S.A., Hacienda La Cabaña y Aceites Manue-

lita S.A. en Zona Oriental; y Astorga S.A., Oleaginosas Salamanca, Palmas La Miranda Ltda., Palmas de Tu-maco S.A., Palmas de Santa Fe S.A. y Central Manigua S.A., en Zona Occidental que facilitaron la información que permitió la realización de este trabajo.



Bibliografía

- Araque, L.; Forero, D. 2009. Análisis de los sistemas de captura y procesamiento de información para la toma de decisiones en el manejo de los insectos defoliadores de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* (Colombia) 30(1):.
- Balram, S.; Dragigevic, S. 2006. Modelling collaborative GIS processes using soft systems theory, UML and object oriented design. Research article, *Transactions in GIS* 10(2): 199-208.
- Baños, A.; Goenaga, T. 2003. *Metodología para la evaluación económica de un proyecto de Agricultura de Precisión*. Instituto Universitario IDEA, Documentos de Investigación, Junio.
- Bongiovanni, R. 2004. Rentabilidad de la Agricultura de Precisión. *Revista Agromercadeo*. Enero.
- Bongiovanni, R.; Speranza, F. 2009. Análisis económico de beneficio-costos para la implementación de tecnología de agricultura de precisión. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. En: <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/economia/flavio0106.pdf>, Recuperado el 12 de octubre de 2010.
- Fernández, H. 2010. Implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) para el Seguimiento de Plagas y Enfermedades. Ponencia presentada en la IX Reunión Técnica en Palma de Aceite.
- Fountas, S. et. ál. 2006. A model of decision-making and information flows for information-intensive agriculture. *Agricultural Systems* (87): 192-210.