

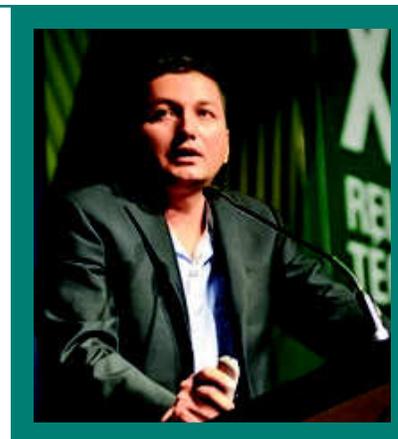
Uso de dispositivos móviles para la captura de datos en campo con formularios electrónicos a través del programa *Cybertracker**

PALABRAS CLAVE: dispositivos móviles, captura de datos, *Cybertracker*.

* Trabajo ganador del reconocimiento como Mejor Debutante del evento.

MICHEL CIRO HOYOS, I.A.
Ing. Agrónomo Director Agronómico
de Palmares del Cucú S.A.
michelciro@hotmail.com

**VÍCTOR ORLANDO
RINCÓN ROMERO M.Sc.**
Asistente de investigación, Área de
Geomática Cenipalma
vrincon@cenipalma.org



Introducción

El manejo agronómico del cultivo de palma de aceite se soporta en información recolectada directamente en campo, lo que implica que la toma de decisiones depende de la calidad y la oportunidad que tenga esta información. Son varios los componentes de los que se registra información sobre el cultivo de palma de aceite: sanitario, productivo, labores, etc. (Rubiano Calderón, 2011) y es una preocupación constante de los encargados de la toma de decisiones contar con herramientas que permitan aumentar el grado de confiabilidad de los datos tomados en campo. Sumado a esto, y con la llegada de la era de la información, los requerimientos en la oportunidad de la información

se hacen cada vez más exigentes, por tanto, se busca que la información para la toma de una decisión se encuentre disponible en una escala de tiempo acorde con la decisión a tomar.

Pese a la disponibilidad de tecnologías para el registro de información en campo digitalmente, en gran cantidad de plantaciones de palma de aceite en el país aún se realiza de manera análoga (planillas de papel) lo que implica un mayor riesgo en la inconsistencia de los datos y la utilización de más tiempo y personal para generar la información e informes consolidados (Araque Torres, Forero, Beltrán, & Martínez, 2009).

La plantación Palmares del Cucú S.A. en busca de una opción que proporcionara mayor nivel de confiabilidad y mejorara el proceso de consolidación de información, se apoyó en una alternativa en la que el Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma, estaba trabajando desde hacía más de cinco años (Araque & Forero, 2009) la cual consistía en el uso de formularios digitales desarrollados por medio del *software Cybertracker* para la captura de información digital en campo (Araque Torres, Forero, Beltrán, & Martínez, 2009).

De esta manera se inició el acompañamiento del Área de Geomática de Cenipalma en el proceso de implementación del registro de información digital en campo utilizando formularios diseñados por la plantación e instalados en dispositivos tipo *Smartphone* con sistema operativo Android 4.1. Considerando las prioridades de la plantación, se abordaron dos áreas en las cuales se evidenciaban las falencias de calidad y oportunidad de la información; por una parte, en enfermedades se requería aumentar el grado de confiabilidad relacionado con la visita del personal a los lotes y, por otra, se requería optimizar el tiempo requerido para disponer de la información de labores ejecutadas en la plantación.

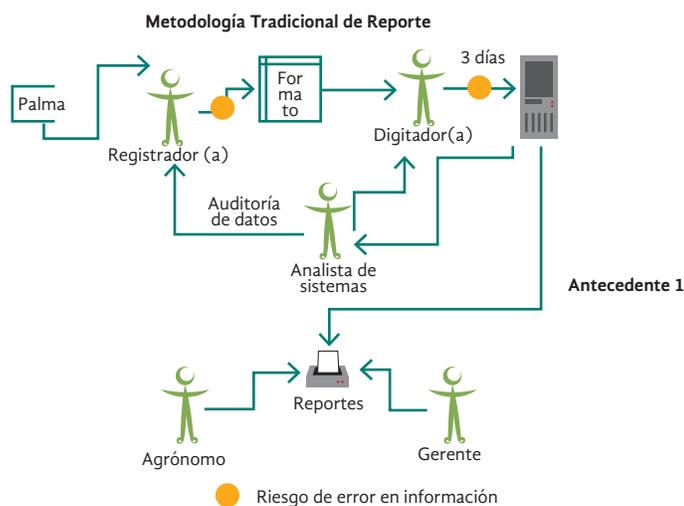
En este orden de ideas, en este documento se expone el proceso llevado a cabo en la plantación Palmares del Cucú S.A. para implementar la tecnología de recolección de datos digitales a través de *Cybertracker*

enfocada a sanidad y labores de campo con dispositivos *Smartphone*, que llevó a obtener la información de manera más eficiente, rápida y con mayor grado de confiabilidad. Se espera que esta experiencia sea de apoyo a otras plantaciones que tengan la necesidad de optimizar sus sistemas de registro de información y que, por ende, se impacte de manera favorable en el manejo agronómico del sector palmicultor.

Palmares del Cucú S.A. es una empresa palmicultora que tiene su cultivo en San Pablo (Bolívar) y cuenta con un total de 1.080 hectáreas sembradas con edades que oscilan entre los 10 y 2 años de edad. El registro de información de campo en la plantación se realizaba bajo un método convencional. Sin importar la temática, era realizado diariamente en formatos de papel (planillas), a través de las cuales el registrador¹ tomaba la información, que posteriormente entregaba en las oficinas de la empresa para ser digitalizada en hojas de cálculo. Luego, estos archivos eran entregados al supervisor respectivo quien realizaba una revisión para identificar posibles errores en el proceso de digitación, en algunos casos, por facilidad, sobre impresiones de las hojas de cálculo. Cuando los archivos tenían el visto bueno del supervisor se procedía a la consolidación y elaboración de informes para la respectiva toma de decisiones.

En la Figura 1 se presenta el flujo que se sigue en el registro de información relacionada con sanidad hasta la obtención de los respectivos reportes.

Figura 1. Proceso convencional de registro de información de sanidad



1 Se entiende como registrador a aquella persona que, sin importar el área o el cargo en que se desempeñe, realiza el registro de información de primera mano en campo.

Tras un análisis del flujo de información y teniendo en cuenta la experiencia de los actores de dicho proceso, se evidenció que existían dos etapas que generaban alto riesgo en la introducción de error a la información recolectada en campo (puntos naranja en Figura 1). Por una parte, el error directo del registrador, el cual puede ser de escritura del dato y proporcionar, por tanto, información errónea; y por otra, el proceso de digitación de la misma que al ser realizado de manera posterior, teniendo como referencia las planillas, puede llevar a introducir errores que pueden depender tanto de la escritura contenida en las planillas como del proceso mismo de digitación. Adicionalmente, se estimó que la oportunidad de la información (entendida como el reporte para la toma de decisiones), oscilaba entre 4 y 15 días dependiendo de la carga de trabajo que posea la persona encargada de la digitación.

En una búsqueda de alternativas que permitieran aportar a la optimización del flujo de información, se buscó apoyo en el Área de Geomática de Cenipalma, la cual desde 2009 había presentado el *software Cybertracker* como herramienta útil para realizar el registro de información a través de dispositivos digitales (Araque & Forero, 2009). Esta alternativa se empezó a considerar viable ya que al ser *Cybertracker* un *software* de acceso libre eximía de costos a la plantación en cuanto al desarrollo de los formularios y administración de la información. Adicionalmente, a partir de 2012 es compatible con el sistema Android, presente en gran

variedad de dispositivos *Smartphone* que al inicio del proyecto tenían un costo relativamente bajo.

Un valor agregado que se encontró en el uso de *Cybertracker* como sistema para el registro de información fue el que, de manera interna, el dispositivo con que se registra la información captura la fecha, hora y posición (coordenadas en el sistema GPS) con lo cual permite monitorizar el desplazamiento del registrador en campo y, por tanto, aportar mayor grado de confiabilidad al dato registrado. Una vez más la compatibilidad de *Cybertracker* con el sistema operativo Android garantiza el éxito de registro de información GPS, ya que la mayoría de los dispositivos *Smartphone* poseen una antena GPS integrada que permite el posicionamiento sin necesidad de contar con un plan de datos.

Optando por la alternativa de *Cybertracker* se construyó un modelo de flujo de información que permitiera implementar la captura de toda la información de campo a través de dispositivos tipo *Smartphone* y formularios digitales desarrollados con el mismo *software*². De manera práctica se esperaba impactar en el tiempo requerido ya que al estar la información registrada en formato digital desde el principio, los datos estarían disponibles una vez el dispositivo llegara a las oficinas y, por otra parte, se prescindía del proceso de digitación con lo cual se elimina totalmente uno de los factores que generan error en los datos (Figura 2).

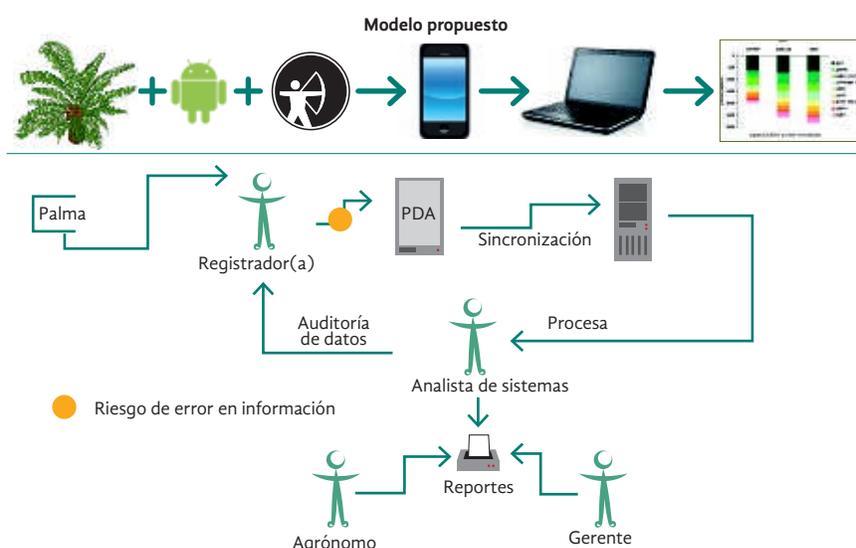


Figura 2. Flujo de información propuesto para recolección de información con *Smartphones* y *Cybertracker*

2 Para este proyecto se utilizó la versión 3.350 del *software Cybertracker*.

Considerando las posibilidades de este nuevo modelo, se planteó su implementación en dos actividades de la plantación: en el registro de sanidad sobre el cual se poseía gran incertidumbre acerca de la visita real de los registradores a todas las palmas de un lote (esto considerando el censo de enfermedades), y en el registro de las labores realizado por los supervisores, que eran soporte para elaborar las planillas para pagos; dado que esta información era digitada, los procesos de pago se podían retrasar entre 4 y 15 días.

El proceso de implementación se llevó a cabo en cuatro etapas las cuales se exponen a continuación:

1. Diseño de formularios

Se realizó teniendo en cuenta el proceso proporcionado por Cenipalma en el “Manual para la elaboración de formularios digitales para el registro de información en campo a través de *Cybertracker*-Principios básicos” (Rincón, Molina, & Torres, 2014). Este proceso requirió del aprendizaje del manejo del *software Cybertracker*, para lo cual se utilizó el manual citado. Se realizaron los diseños de formularios para el área de sanidad y el registro de las labores ejecutadas en la plantación.

2. Adquisición de equipos

Los formularios se implementaron en 12 equipos *Smartphone* marca Huawei modelo Y300 l que cuentan con Android 4.1 y una batería de 1.750 mAh. Con el objetivo de mejorar la durabilidad, se adquirieron adicionalmente forros impermeables para disminuir el riesgo por inmersión en charcos de los lotes o los daños causados por la humedad del ambiente dentro del cultivo.

3. Prueba y ajuste

Se llevó a cabo una etapa de prueba y ajuste en la cual se realizaron simulacros con personal de campo con el fin de evidenciar ajustes requeridos a los formularios diseñados, buscando con esto facilitar la actividad del registro y evitar entorpecer las labores de los registradores.

4. Puesta en operación

Se identificó un grupo de 12 evaluadores para implementar el registro de información de sanidad y un supervisor para realizar el registro de labores. Los evaluadores se encargaron de capturar toda la información referente a plagas y enfermedades a través de los formularios diseñados. Para el caso del registro de labores diarias, al supervisor se le asignó un dispositivo.

Procesamiento de la información

Se establecieron los procedimientos para realizar la descarga y procesamiento de la información, para lo que se capacitó al personal administrativo de tal forma que contara con las habilidades para generar los reportes requeridos por el área agronómica. Adicionalmente, se inició la exploración de métodos para el análisis de información utilizando Sistemas de Información Geográfica aprovechando con esto la potencialidad de los datos georreferenciados.

Resultados

A partir del diseño, prueba y ajuste de formularios se lograron obtener el módulo para registro de sanidad y el módulo para registro de labores.

En la Figura 4 se presentan las imágenes de pantalla del formulario diseñado para el registro de información de sanidad el cual contempla:

- Usuario: el registrador selecciona su nombre de la lista.
- Finca: se provee la lista de las fincas en que se divide la plantación.
- Lote: se selecciona el lote al que se le vaya a registrar información. En este caso se utilizó una funcionalidad de *Cybertracker* que permite visualizar únicamente los lotes que pertenecen a la finca previamente seleccionada.
- Tipo de reporte: se selecciona el tipo de reporte sanitario que se va a trabajar.
- Línea: se indica el número de la línea en la que se está realizando el registro.

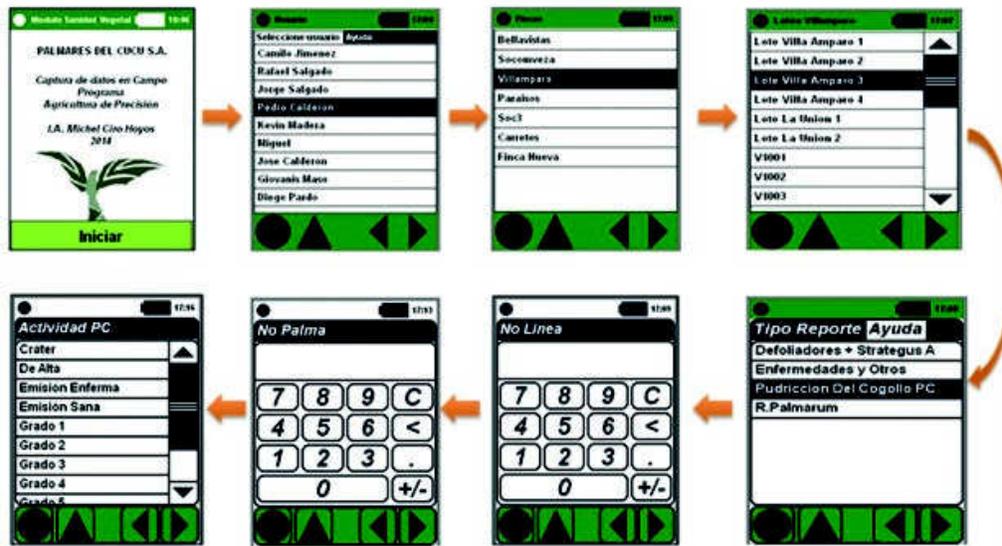


Figura 4. Pantallas del formulario para registro de sanidad.

- Palma: se indica el número de la palma a la que se está realizando el registro.
- Hallazgo: se indica el resultado de diagnóstico sanitario realizado a la palma.

Para el registro de labores el formulario diseñado contempló (Figura 5):

- Usuario: nombre del supervisor que realiza el registro de labores.
- Fecha de la labor: el registro de labores (algunas veces se hace un día después de realizada la labor), se incluyó un espacio para que el usuario ingrese la fecha en la que se realiza la labor.
- Actividad: se selecciona la actividad a la que corresponde la labor.
- Labor: se selecciona la labor de la que se va a reportar información.
- Centro de costos: corresponde al código del centro de costos al que corresponden los datos a reportar.
- Cantidad: el usuario indica la cantidad ejecutada.
- Jornales: el usuario indica la cantidad de jornales empleados en la labor.
- Personal: el usuario indica las personas involucradas en la labor.

Como valor agregado se incluyó la cartografía de los lotes de la plantación en el formulario, dado que

Cybertracker permite integrar dicha información, se brinda a los usuarios la capacidad de disponer de los polígonos de los lotes de la plantación para verificar el área recorrida. Se debe tener en cuenta que esta funcionalidad solo requiere que el dispositivo tenga antena GPS y, en ningún momento, requiere plan de datos, condición que facilita su uso en el cultivo dado que la mayoría de los lotes carece de señal de telefonía celular.

Una vez los registradores capturan la información en campo y llevan los dispositivos a la oficina, los datos son descargados directamente de los dispositivos y, de inmediato, se dispone de la información en formato tabular a través de *Cybertracker*, el cual cuenta adicionalmente con herramientas de exportación que permiten llevar la información a formatos de hojas de cálculo como Excel. También se cuenta con la posibilidad de visualizar la información de los recorridos realizados por el registrador y la ubicación de los registros realizados (Figura 7).

Para el caso del registro de labores se diseñó un reporte que permite ser exportado a formato de hojas de cálculo (Excel) y, de manera inmediata, enviado al área contable de la empresa (Figura 8).

Una herramienta adicional que ofrece *Cybertracker* es un resumen diario en el que indica la cantidad de registros, distancia cubierta y horas efectivas de registro de información (Figura 9). Esta es una fun-

Figura 5. Formulario para el registro de labores.

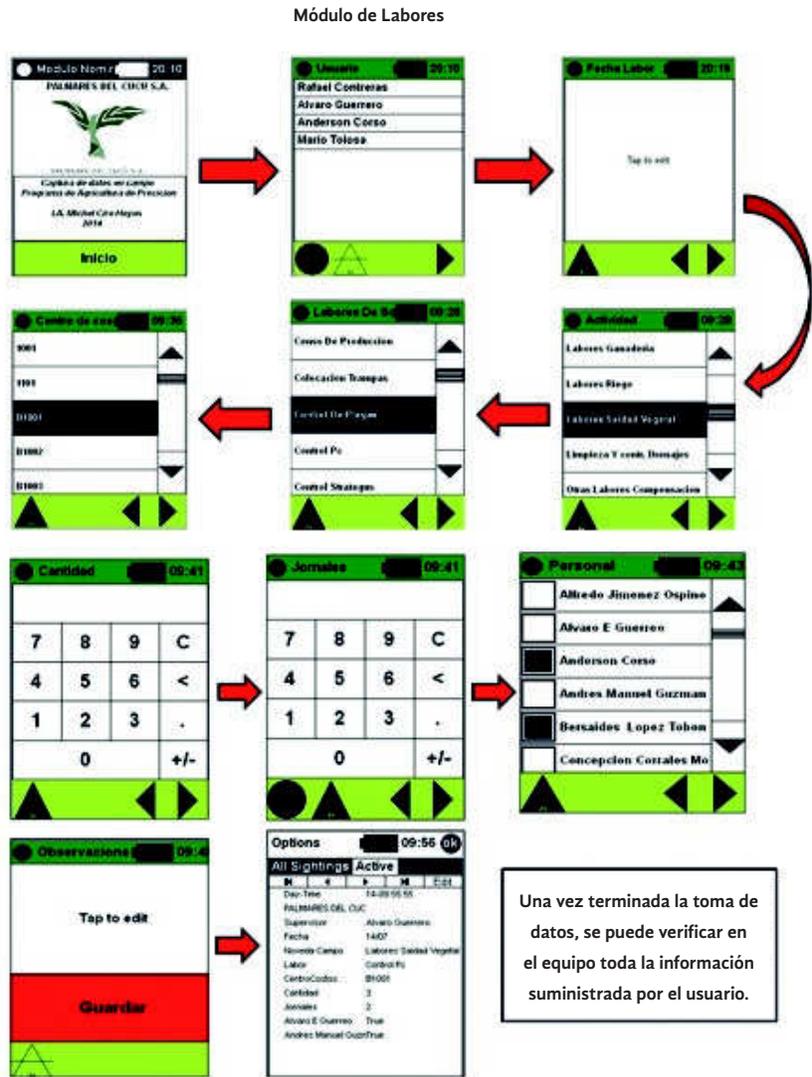


Figura 6. Mapa integrado al formulario.



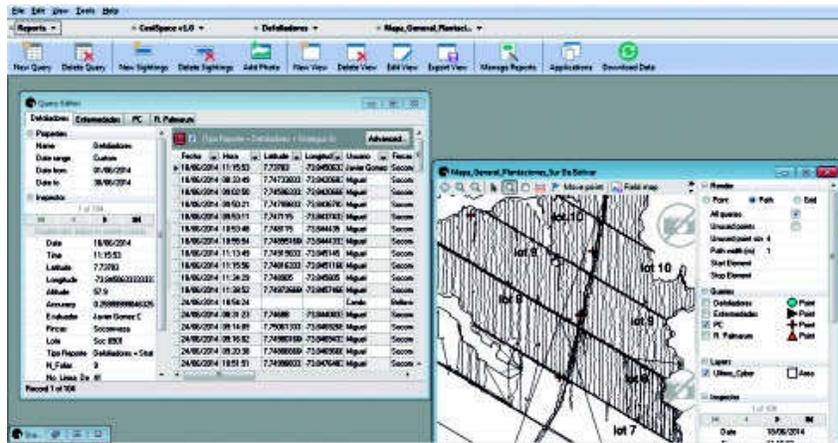


Figura 7. Formato tabular de los registros y visualización de mapa de recorrido y registros.

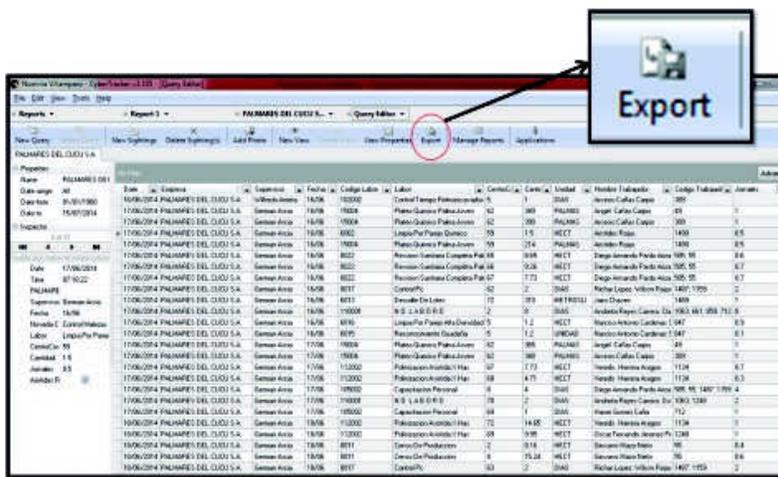


Figura 8. Registro tabulado de labores.



Figura 9. Resumen por días.

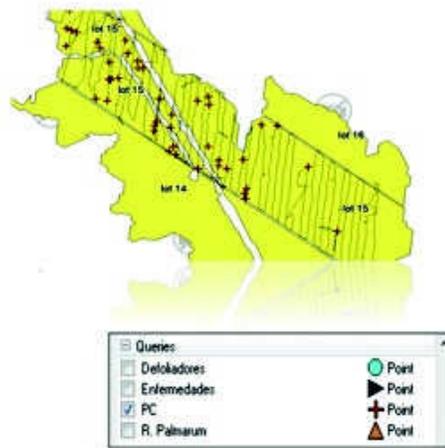
cionalidad que debe ser explorada pues ofrece indicadores a la gestión de los registradores.

Buscando ventajas para el procesamiento de la información y considerando la potencialidad que ofrece contar con información georreferenciada, se estableció el proceso para elaboración de mapas temáticos. Un ejemplo son los mapas de enfermedades (Figura 10), en los cuales se puede evidenciar la ubicación de las palmas diagnosticadas con la enfermedad. Con el uso de

esta herramienta es factible filtrar la información para evidenciar diferentes problemáticas en el caso sanitario.

Una oportunidad que ofrecen estos datos geográficos es la exportación a formatos compatibles con Sistemas de Información Geográfica con lo cual, en el caso sanitario y de manera incipiente, se han realizado análisis de focos. Se espera que unos trabajos más avanzados permitan integrar este tipo de análisis en los procesos de toma de decisiones.

Figura 10. Mapa temático de enfermedades.



Comparativos entre el método convencional y el digital

Dentro de los factores evaluados también se realizó un comparativo entre los dos métodos utilizados para la captura información, encontrándose un mayor porcentaje de eficiencia en el uso de los dispositivos para la toma y registro de la información.

Gran cantidad de datos suministrados en las planillas no coincidían con lo visto en campo de acuerdo con la supervisión realizada. Con los datos georreferenciados del recorrido de los registradores se observó que, en alto porcentaje, no se estaba realizando el cubrimiento de las áreas entregadas para evaluación, también se evidenció la permanencia prolongada de los registradores en un mismo sitio. En la Figura 12 se presenta un ejemplo de una evaluación, con puntos amarillos se muestra el recorri-

do del registrador en donde cada punto es tomado cada cinco segundos, y con puntos verdes los lugares donde realizó la evaluación.

Adicionalmente, se contó con la información para identificar las horas efectivas de trabajo, encontrando casos en que los registradores iniciaban su labor entre 9 y 10 de la mañana y la dejaban alrededor del mediodía. No obstante, el reporte a la plantación por parte de ellos indicaba que la jornada laboral era de 7 de la mañana a 3 de la tarde.

Con lo anterior se determinó que la información tomada con el método convencional (planillas) tenía aproximadamente un 50 % de confiabilidad, mientras que con los dispositivos se determinó que es de 100 %, ya que esta se puede verificar en la cartografía. Los errores resultantes de digitación no fueron tomados en cuenta para este cálculo. En la Tabla 1 se presenta el resumen de los datos comparados.

Figura 11. Mapa de identificación de focos para la Pudrición del cogollo (PC).

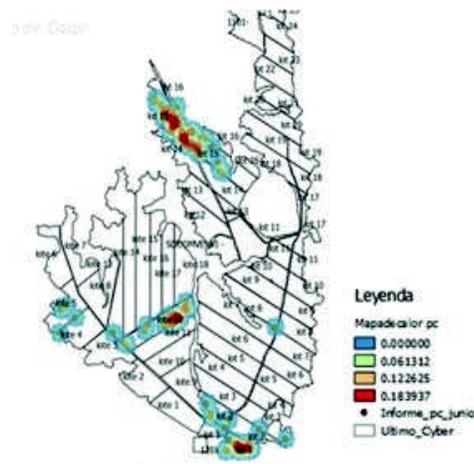




Figura 12. Recorrido de campo.

Tabla 1. Cuadro de comparación.

Método convencional formatos			
Detalle	Cantidad planillas	Tiempo digitando	Confiabilidad
Reportes de sanidad vegetal	400	3 días	60 %
Información electrónica Cybertracker			
Reportes de sanidad vegetal	8.000	30 minutos máximo	100 %

Costos e inversión

Con el fin de establecer un estimativo de la inversión, se realizó una revisión preliminar de los costos incurridos para la implementación de la tecnología y estos

datos se extrapolaron al periodo de un año. Teniendo en cuenta que la plantación cuenta con 1.080 hectáreas para el manejo de información de sanidad y de labores, los costos con ambos métodos se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparativo de costos e inversión del sistema convencional y el digital.

Costos de inversión método convencional (formatos)				
Cantidad	Unidad	Concepto	Valor unitario	Valor total
180	Resmas	Fotocopias de formatos de sanidad y labores diarias	10.000	1'800.000
1	Persona	Secretaria digita la información de nómina	10'800.000	10'800.000
1	Persona	Secretaria digita la información de sanidad	10'800.000	10'800.000
Total				23'400.000
Costos de inversión Cybertracker				
12	Celulares	Compra de equipos	190.000	2'280.000
12	Forros	Compra de forros	10.000	120.000
1	Persona	Administrador de información	12'000.000	12'000.000
Total				14'400.000

Conclusiones

Es indudable que una de las mayores potencialidades es el acceso gratuito al *software*, el cual no requiere gran conocimiento en informática; no obstante, la implementación de la tecnología exige dedicación y este debe considerarse como el costo que se debe pagar por el *software* que permitirá manejar de forma autónoma la información de la plantación. Además, esta tecnología se puede implementar en cualquier tipo de *Smartphone* con sistema operativo Android, lo que facilita aún más a nivel de costos su implementación, dado que en la actualidad este tipo de dispositivos es cada vez más accesible.

Adicional a la facilidad que ofrece la implementación de la tecnología desde el punto de vista económico, se abre un gran escenario para el uso de la información geográfica generada, por tanto, uno de los grandes retos estará en aprovechar de la mejor

manera el volumen de datos que se generan con los dispositivos, teniendo en cuenta que no solamente se georreferencian los registros sino también el recorrido de los trabajadores.

Desde el punto de vista de los autores, se reconoce esta tecnología como una alternativa que permitirá incrementar la productividad al aportar en la calidad y oportunidad de la información que es utilizada en la plantación para la toma de decisiones.

Agradecimientos

Los autores agradecen en primera medida a la empresa Palmares del Cucú S.A. por brindar el apoyo y recursos para llevar a cabo el proyecto. Al Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma, por apoyar el proceso de implementación e impulsar dicha tecnología. A las familias por su apoyo y paciencia. Y en especial al Dr. Fernando Africano y el Ingeniero Álvaro López García por su apoyo incondicional.

Referencias bibliográficas

- Araque Torres, L., Forero, C., Beltrán, C., & Martínez, L. C. (2009). *Manual para la captura de datos con equipos PDA en sanidad vegetal para el cultivo de palma de aceite*. Bogotá D.C.: Fedepalma.
- 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. *Revista Palmas*, 30(1), 53-67.
- Rincón, V., Molina, A., & Torres, J. L. (2014). *Manual para la elaboración de formularios digitales para el registro de información en campo a través de Cybertracker-Principios básicos*. Bogotá D.C.: Cenipalma.
- Rubiano Calderón, G. (2011). *Manejo de información útil para la gestión de la finca palmera*. Bogotá D.C.: Fedepalma.