

Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite

Guía para facilitadores



Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores

Víctor Orlando Rincón Romero
Hernán Mauricio Romero Angulo



Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite
Guía para facilitadores

Captura y estructuración de información geográfica para
el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos
plaga en las zonas palmeras de Colombia
Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus*
palmarum y defoliadores

Víctor Orlando Rincón Romero
Hernán Mauricio Romero Angulo

Bogotá, D.C., Colombia, octubre de 2010

Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras colombianas. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), cofinanciada por Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero

Impresa con recursos del Convenio N° 00062/10 SENA-SAC. Contrato N° 012/10 SAC-Fedepalma

Autores

Víctor Orlando Rincón Romero
Hernán Mauricio Romero Angulo (Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia)

Coordinador General

Jorge Alonso Beltrán Giraldo
División de Validación de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología
Cenipalma

Coordinador didáctico

Vicente Zapata Sánchez

Coordinadora editorial

Donaldo Alonso Donado Vioria
Redactores Profesionales - www.redactores.org

Revisión Científica

Iván Alberto Lizarazo Salcedo
Líder del Área de Geomática
Cenipalma

Fotografías

Colección de Fedepalma 2009-2010
Fotografías tomadas por Eleodoro Meneses, de la plantación Las Brisas.

Diseño y diagramación

Carlos Sandoval - Pigmalión

Impresión

Javegraf

Calle 20A N° 43A – 50. Piso 4°.
Teléfono: 2086300 Fax: 2444711
E-mail: vrincon@cenipalma.org
www.cenipalma.org

Octubre de 2010

ISBN: 978-958-8360-19-5

Cita:

Rincón Romero, Víctor Orlando y Romero Angulo, Hernán Mauricio (2010). Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras colombianas. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: Guía para facilitadores. Bogotá (Colombia). 98 p.

1. Planeación. 2. Requerimientos básicos para establecer una plantación de palma de aceite. 3. Capacitación.

I. Rincón Romero, Víctor Orlando y Romero Angulo, Hernán Mauricio

II. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma)

III. Fondo de Fomento Palmero

IV. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma)

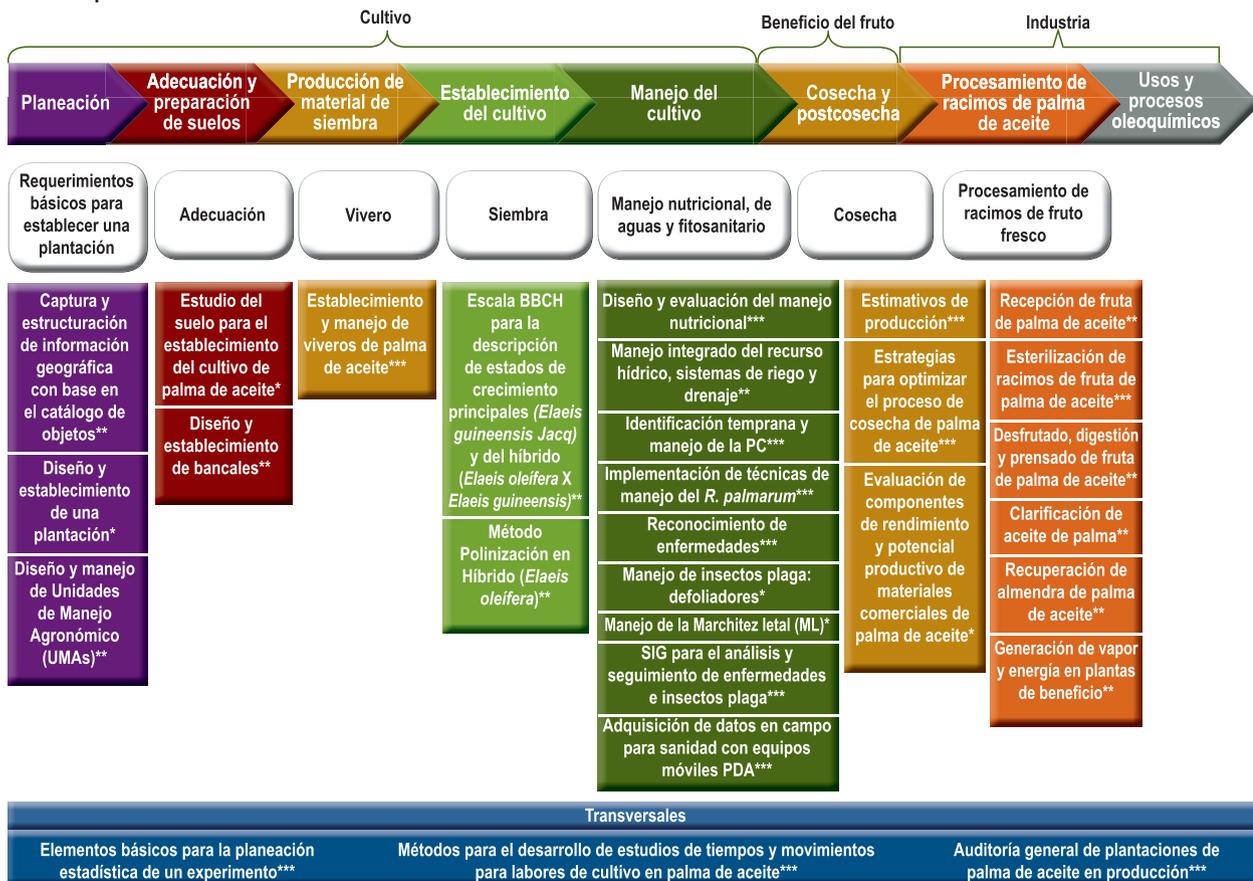
Títulos de esta serie

- **Diseño y establecimiento de una plantación de palma de aceite**
José Oscar Obando, Wilbert Castro y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite**
Dumar Motta Valencia y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Manejo integral del suelo para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite**
Diego Luis Molina López, Edna Margarita Garzón González y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Diseño y evaluación del programa de manejo nutricional en palma de aceite**
Nolver Atanacio Arias Arias y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Identificación temprana y manejo de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite**
Gabriel Andrés Torres Londoño, Greicy Andrea Sarria Villa y Gerardo Martínez López
- **Reconocimiento de enfermedades en palma de aceite**
Benjamín Pineda López y Gerardo Martínez López
- **Implementación de técnicas de manejo de *Rhynchophorus palmarum***
Oscar Mauricio Moya Murillo, Rosa Cecilia Aldana de la Torre y Hamilton Gomes de Oliveira
- **Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores**
Víctor Rincón Romero y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Adquisición de datos en campo para sanidad con equipos móviles PDA**
Leonardo Araque y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca**
Rodrigo Ruiz Romero, Dumar Motta Valencia y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Estrategias para optimizar el proceso de cosecha de la palma de aceite**
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes y Mauricio Mosquera Montoya

-
- **Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite**
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes y Mauricio Mosquera Montoya
 - **Esterilización de racimos de fruta de palma**
Edgar Eduardo Yáñez Angarita, Jesús Alberto García Núñez y Lina Pilar Martínez Valencia
 - **Elementos básicos para la planeación estadística de un experimento**
Eloína Mesa Fuquen
 - **Auditoría general de plantaciones de palma de aceite en producción**
Pedro Nel Franco, Nolver Atanacio Arias Arias, Juliana Medina Figueroa y Jorge Alonso Beltrán Giraldo

Guías metodológicas sobre tecnologías de producción de la palma de aceite

Proceso productivo



* Guías que se encuentran en proceso de realización por parte de los investigadores-autores.

** Guías que debido a su importancia se planean realizar próximamente.

*** Guías que serán publicadas en 2010.

La anterior figura representa el conjunto de publicaciones que abarca todo el proceso productivo (cultivo y beneficio del fruto) de la palma de aceite. Las guías fueron agrupadas de acuerdo con la fase del proceso a la que pertenecen, identificadas por colores de la siguiente manera:

Planeación (Morado): incluye las guías que abordan el tema de la planeación, además de los requerimientos básicos para establecer una plantación, los cuales son: a) captura y estructuración de información geográfica con

relación al catálogo de objetos en el sector palmicultor; b) diseño de una plantación; y c) diseño y manejo de las Unidades de Manejo Agronómico (UMA).

Adecuación y preparación de suelos (Vino tinto): conforman esta fase las guías que abordan las temáticas relacionadas con el manejo integral del suelo para el establecimiento del cultivo. El proceso de manejo se inicia con el conocimiento (estudio) del estado actual del suelo y la identificación de los requerimientos que el cultivo de la palma de aceite demanda con respecto a la calidad del mismo. El proceso continúa con la exploración de alternativas para su adecuación, como el diseño y establecimiento de bancales, y finaliza con la planificación e implementación en el campo de la alternativa seleccionada.

Producción de materiales para siembra (Café): agrupa las guías relacionadas con la fase de siembra, tales como: establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite y coberturas con leguminosas; igualmente, el conocimiento sobre los componentes de rendimiento y potencial productivo de materiales comerciales de la palma de aceite.

Establecimiento del cultivo (Verde claro): reúne las guías que abordan los temas para el establecimiento del cultivo, a saber: a) establecimiento y manejo de las coberturas; y b) siembra de la palma de aceite. Así mismo, para esta fase se incluyen las actividades que corresponden a las labores culturales, como limpieza de platos, interlíneas, poda y mantenimiento de la infraestructura.

Manejo del cultivo (Verde oscuro): pertenecen a esta fase las guías que abordan el manejo del cultivo desde diferentes áreas –nutricional, aguas y fitosanitario– en las que se ubican las siguientes guías: a) detección y manejo de la Pudrición del cogollo (PC); b) reconocimiento de otras enfermedades; c) manejo del *Rhynchosporium palmarum*; y d) detección y manejo de la Marchitez letal (ML). En esta fase también se incluyen las guías que representan herramientas de apoyo para la toma de decisiones: e) sistemas de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga; y f) captura de datos en campo para la sanidad, con equipos móviles PDA.

Cosecha y postcosecha (Ocre): las guías que hacen parte de esta fase son: a) estimativos de producción; y b) estrategias para optimizar el proceso de cosecha de la palma de aceite.

Procesamiento de racimos de palma de aceite (Naranja): comprende las guías relacionadas con el procesamiento para la extracción del aceite de palma y sus subproductos. De acuerdo con el orden del proceso, se establecieron las siguientes: a) recepción de racimos de palma de aceite; b) esterilización de racimos; c) desfrutado, digestión y prensado de frutos de palma de aceite; d) clarificación de aceite de palma; e) recuperación de almendra de palma de aceite; y f) generación de vapor y energía en las plantas de beneficio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero y Cenipalma por el apoyo para la elaboración de la presente guía.

De manera especial agradecen a las empresas palmeras de la Zona Occidental, por brindar los espacios que permitieron, en gran medida, la construcción de la guía. A las empresas palmeras de las zonas Occidental, Central y Oriental por permitir la validación y ajustes necesarios para brindar un producto de calidad.

Al equipo de trabajo de Geomática, de Cenipalma, en cabeza del Dr. Iván Lizarazo, por su revisión y aportes en el proceso de aprendizaje.

A Vicente Zapata Sánchez, por su orientación en la conceptualización del contenido de la guía. A los directivos de Cenipalma, por facilitar los espacios necesarios para llevar a cabo la construcción y validación de la guía.

A nuestras familias, por el apoyo y acompañamiento.

Listado de abreviaturas

GPS: Global Position System

QGIS: Quantum GIS

R. palmarum: *Rhynchophorus palmarum*

SIG: Sistema de Información Geográfica

Contenido



Presentación	11
Introducción	13
Modelo de aprendizaje	15
Exploración inicial de conocimientos	17
Instrucciones para el participante	17
Retroinformación	17
Exploración de expectativas	18
Orientaciones para el facilitador	18
Objetivos de aprendizaje	18
Estructura de aprendizaje	19
Explicación de la estructura	19
Unidad de aprendizaje 1. Captura de información geográfica para el análisis y seguimiento en enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia	21
Estructura de la unidad	23
Explicación de la estructura	23
Preguntas orientadoras	23
Objetivos de la unidad de aprendizaje	24
2. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	24
3. Funcionamiento del receptor GPS	27
4. Captura de datos	34
5. Síntesis de la unidad de aprendizaje	40
6. Actividades prácticas	41
7. Referencias bibliográficas	43
Unidad de aprendizaje 2. Estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento en enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia	45
Estructura de la unidad	47
Explicación de la estructura	48
Preguntas orientadoras	48
Objetivos de la unidad de aprendizaje	48
8. Información geográfica	49
9. Programas SIG	51

10. Estructuración de cobertura de puntos	55
11. Estructuración de cobertura de polígonos	62
12. Estructuración de línea y palma	66
Actividades prácticas	75
13. Referencias bibliográficas	77
Anexos	79
A. Anexos técnicos	81
Anexo 1. Principios de funcionamiento del sistema GPS	81
Anexo 2. Instalación de Programas SIG	83
Anexo 3. Orígenes de la cartografía plana en Colombia	89
B. Anexos didácticos	90
Anexo 4. Evaluación final de conocimientos	90
Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador	91
Anexo 6. Evaluación de la Guía como material de capacitación	94
Anexo 7. Plan de Acción poscapacitación	97

Presentación

La publicación de una serie de guías para compartir conocimientos acerca de las tecnologías para el manejo de la palma de aceite en Colombia, es un esfuerzo conjunto de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) y de la Corporación Centro de Investigaciones en Palma de Aceite (Cenipalma), con la mirada puesta en el mejoramiento de la producción de los aceites y derivados que surgen de este importante cultivo en el país.

Un grupo de cerca de veinte investigadores de Cenipalma ha adoptado un modelo para compartir experiencias y conocimientos sobre temas clave que cubren la mayoría de los procesos productivos, que van desde la aplicación de criterios de decisión para iniciar una plantación, hasta el manejo del producto en planta, previo a su comercialización. Este amplio rango de temas, al cual se pueden agregar títulos adicionales sobre procesos de postcosecha y comercialización, constituye el corazón de un currículo básico sobre el manejo del cultivo que, sin duda, va a tener una gran utilidad, tanto en la actualización de los palmicultores y técnicos que se encuentran ya laborando en las plantaciones y en las plantas de beneficio, como en la formación de técnicos y profesionales en los niveles medio y superior.

Las guías, dirigidas a facilitadores en diferentes ámbitos de la transferencia tecnológica y de la formación, han sido diseñadas siguiendo una metodología centrada en el desarrollo de las competencias que requieren los propietarios de las plantaciones, los técnicos y los trabajadores de campo y plantas de beneficio, para responder en forma oportuna a los retos que plantea el cultivo en sus diferentes etapas de producción.

La estructura didáctica de las guías orienta a los facilitadores hacia el desarrollo de una capacitación centrada en la práctica de las capacidades requeridas para el manejo de cada una de las tecnologías presentadas. La inclusión de elementos didácticos tales como las estructuras de aprendizaje, las preguntas orientadoras y una variedad de ejercicios y prácticas de campo diseñadas en detalle, además de una serie de anexos didácticos y técnicos, permiten que el usuario de las guías tenga una plataforma metodológica bastante elaborada que, sin embargo, permite la inclusión de innovaciones creativas por parte de quienes dirijan la transferencia o la capacitación.

Es con particular orgullo que presentamos estos materiales a la comunidad palmera de Colombia y a todos aquellos técnicos, profesionales y docentes interesados en actualizar la transferencia de conocimientos y la formación de los futuros encargados de la expansión de este cultivo tan promisorio en la economía nacional.

Nuestro sincero reconocimiento a Jorge Alonso Beltrán, quien tomó sobre sus hombros la responsabilidad de coordinar la producción de las guías, desde la definición de los temas más relevantes sobre los cuales trabajar, hasta la publicación, pasando

por su validación en campo. Nuestro agradecimiento a Vicente Zapata Sánchez, quien compartió con el grupo de autores su larga experiencia para que redactaran guías con un enfoque didáctico dirigido a la apropiación del conocimiento. Finalmente, nuestro sincero aprecio a los investigadores que invirtieron incontables horas de reflexión y elaboración creativa para la conformación final de productos que nos llenan de orgullo institucional.

JOSÉ IGNACIO SANZ SCOVINO

Director Ejecutivo

Cenipalma

Bogotá, D.C., marzo de 2010.

Introducción

La Geomática¹, y en particular los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son las herramientas por medio de las cuales se soporta y desarrolla todo tipo de actividad que implique el análisis y seguimiento espacial de enfermedades e insectos plaga que afectan los cultivos de palma de aceite. El conjunto de información geográfica que demanda dichas actividades está orientado principalmente a cuatro elementos: palma, lotes de palma, línea palma y trampas para la captura de insectos plaga. Si bien, puede darse el caso de que algunas plantaciones cuenten con la información en los formatos informáticos estándar, con lo cual no sea necesaria ninguna labor de captura y estructuración de información, también es cierto que existen los casos extremos en que las plantaciones no lo tengan.

Igualmente, existen varios niveles de manejo de información geográfica. En tal sentido se considera necesario e importante manejar dos instancias en la presente guía, para optimizar, tanto la captura como la estructuración de la información y dar soporte al protocolo de investigación.

Desde la Agricultura de Precisión (AP) se diseñan, escriben y orientan tres casos concretos. No obstante, los ejemplos y conceptos allí consignados pueden ser útiles para otros objetivos.

La información geográfica maneja diferentes niveles de detalle que responden a los objetivos de análisis y a la disposición de herramientas para su captura. En esta guía se resalta el uso de receptores GPS, con errores de posición que oscilan entre 1 y 5 metros, considerando que:

- a. Los receptores GPS que manejan estos niveles de error son económicamente asequibles y se emplean en las plantaciones.
- b. El nivel de error manejado no incide significativamente sobre los análisis de tipo espacial que se realizan.
- c. En el marco de la Agricultura de Precisión, la precisión no implica necesariamente alto nivel de detalle, sino adecuada respuesta a los análisis y procedimientos empleados.

¿Qué contiene la guía?

La primera unidad de aprendizaje se orienta a la captura de los datos geográficos, es decir, presenta el procedimiento de trabajo de campo. Al comienzo se precisan algunos aspectos conceptuales relacionados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por su sigla en inglés), con el fin de contextualizar al usuario y facilitar el manejo posterior de términos y nociones técnicas.

La segunda unidad de aprendizaje aborda la estructuración de la información que se captura en el desarrollo de la primera unidad y encauza al uso de esa información al contexto de los Sistemas de Información Geográfica.

¿Cómo usar la guía?

Para una mejor comprensión de la guía se aconseja seguir un orden secuencial, porque los ejercicios de la unidad 1 son prerrequisito de la unidad 2.

Se sugiere que el facilitador siga en orden las dos unidades en razón a que cada una maneja conceptos

¹ Término científico moderno que hace referencia a un conjunto de ciencias en las que se integran los medios para la captura, procesamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica. Es también llamada información espacial o geoespacial. El término *Geomática* se compone de dos ramas: *Geo* por Geoides y *Mática* por Informática, es decir, estudio del Geoides o globo terrestre por medio de la Informática. (Cenipalma, AP, 2009).

teóricos adquiridos en la anterior y por tanto puede ocurrir que los participantes queden con vacíos conceptuales.

Por el trabajo de campo realizado en muchas plantaciones, y donde los autores lo corroboran éstas, en su mayoría, trabajan con el receptor navegador marca Garmin, serie eTrex. La guía hace alusión al manejo de estos equipos lo cual no quiere decir que Cenipalma les está haciendo algún tipo de publicidad. En sus conceptos técnicos la guía es perfectamente aplicable a todo tipo de receptor, porque en la actualidad las marcas existentes en el mercado colombiano manejan interfaces de usuario similares.

Para el desarrollo de la segunda unidad de aprendizaje es necesario tener un conocimiento básico del sistema operativo de Windows y del paquete de Office, sin importar la versión. Se utilizan los programas MapSource, Block de notas, Microsoft Excel y MapWindow.

A continuación se presentan breves descripciones de cada uno de ellos.

Microsoft Excel: es un gestor de hojas de cálculo incluido en el paquete de Microsoft Office básico. En caso de no tener acceso a este programa se puede trabajar sobre el gestor de hojas de cálculo de OpenOffice, de acceso libre. Puede descargarse de la página <http://es.openoffice.org/programa/index.html>.

MapWindow: es un programa diseñado por el Laboratorio de Programa Geoespacial de la ADD, de acceso libre, orientado al manejo de Sistemas de Información Geográfica. La versión 4.8 está disponible en la página <http://www.Mapwindow.org/download.php>.

Quantum GIS: con licencia General Public License (GNU). Es especial para el manejo de Sistemas de Información Geográfica. Al momento de desarrollo de esta guía está disponible la versión 1.4.0 Enceladus.

GPSTabel: es un programa de uso libre para la descarga de datos de dispositivos GPS tipo navegador. Actualmente está disponible la versión 1.3.5.

Se recomienda verificar la existencia de estos programas en el computador y realizar las correspondientes instalaciones de los no encontrados. Para mayor información sobre cómo acceder a ellos y sobre el proceso de instalación consulte el Anexo 2 al final de la guía.

Para el desarrollo de la unidad 2 el participante debe contar con los siguientes archivos, previamente entregados por el facilitador:

- Lotes.gpx
- Palmas.gpx
- Trampas.gpx
- Macro para el cálculo de línea palma.

Modelo de aprendizaje



La serie de guías para la formación de facilitadores sobre *Tecnologías para la Agroindustria de la Palma de Aceite*, está basada en un modelo didáctico fundamentado en el aprendizaje a través de la práctica. Este modelo propone a los usuarios inmediatos de estas guías –capacitadores y multiplicadores– un esquema de capacitación en el que los insumos de información resultantes de la investigación en campo sirven de materia prima para el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes requeridas por los usuarios finales para la toma de decisiones acertadas y relacionadas con la agroindustria de la palma de aceite.

Al producir estas guías, Cenipalma está interesado en ayudar a sus usuarios a poner en práctica un enfoque que no sólo se ocupe de “comunicar bien”, sino también de crear las condiciones y usar las herramientas necesarias para que los beneficiarios de la capacitación o de las actividades de asistencia técnica tengan la oportunidad de ejercitarse en la construcción del conocimiento a partir de sus propias experiencias y saberes.

Estas guías están dirigidas a todos aquellos que tienen responsabilidades como capacitadores, maestros, tutores y facilitadores interesados en el apren-

dizaje de sus alumnos, mediante la elaboración y utilización de materiales que tengan el enfoque de *Gestión de Conocimientos*.

Los usuarios de estas guías observarán que sus componentes metodológicos se diferencian de otros materiales de divulgación de tecnologías. Cada una de las secciones en que se dividen las guías contiene elementos de diseño que le facilitan al capacitador ejercer su labor de facilitador del aprendizaje.

Las guías están orientadas por un conjunto de objetivos que le sirven al instructor y al participante para dirigir los esfuerzos de aprendizaje. Éste se lleva a cabo a través de ejercicios en el campo o en otros escenarios reales, en los que se practican los procesos de análisis y toma de decisiones, usando para ello recorridos por plantaciones y plantas de beneficio, simulaciones, dramatizaciones y aplicación de diferentes instrumentos de recolección y análisis de información.

Otros componentes incluyen las secciones de información de retorno, en las cuales los participantes en la capacitación, junto con los instructores, tienen la oportunidad de revisar las prácticas realizadas y profundizar en los aspectos que deben ser reforzados. La información de retorno constituye la parte final

de cada una de las secciones de la guía y es el espacio preferencial para que el instructor y los participantes lleven a cabo la síntesis conceptual y metodológica de cada aspecto estudiado.

En resumen, el modelo consta de tres elementos:

- 1) La información técnica y estratégica, producto de la investigación realizada por Cenipalma y sus colaboradores, constituye el contenido tecnológico necesario para la toma de decisiones en el manejo de tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite.
- 2) La práctica, que toma la forma de ejercicios en el sitio de entrenamiento y de actividades de campo y que está dirigida al desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes para la toma de decisiones.
- 3) La información de retorno, que es un tipo de evaluación formativa que asegura el aprendizaje y la aplicación adecuada de los principios subyacentes en la teoría que se ofrece.

Las prácticas son el eje central del aprendizaje y simulan la realidad que viven quienes utilizan estos instrumentos presentados en cada guía. Mediante los ejercicios, los participantes en la capacitación experimentan el uso de los instrumentos, las dificultades que a nivel local surgen de su aplicación, y las ventajas y oportunidades que representa su introducción en los distintos ambientes de toma de decisiones.

Los ejercicios que se incluyen en la guías fueron extractados de las experiencias encontradas en cada zona palmera por los investigadores de Cenipalma. Sin embargo, los instructores de las regiones podrán extraer de sus propias experiencias de campo excelentes ejemplos y casos con los cuales pueden reconstruir las prácticas y adaptarlas al contexto de su localidad. Cada instructor tiene en sus manos guías que son instrumentos de trabajo flexibles que pueden adaptar a las necesidades de distintas audiencias en diferentes escenarios.

Usos y adaptaciones

Es importante que los usuarios (instructores y multiplicadores) de estas guías conozcan el papel funcional que brinda su estructura didáctica, para que la utilicen en beneficio de los usuarios finales. Son ellos quienes van a tomar las decisiones de introducir los instrumentos presentados, en los procesos de la agroindustria de la palma de aceite en cada región palmera.

Por ello, se hace énfasis en el empleo de los flujogramas por parte de los instructores, a quienes les sirven para presentar las distintas secciones; las preguntas orientadoras, que les permite establecer un diálogo y promover la motivación de la audiencia antes de profundizar en la teoría; los originales para las transparencias, los cuales pueden ajustarse a diferentes necesidades, introduciendo ajustes en su presentación; los anexos citados en el texto, que ayudan a profundizar aspectos tratados brevemente dentro de cada sección; los ejercicios y las prácticas sugeridos, los cuales, como se dijo antes, pueden ser adaptados o reemplazados por prácticas sobre problemas relevantes de la audiencia local; las secciones de información de retorno, en las cuales también es posible incluir datos locales, regionales o nacionales que hagan más relevante la concreción de los temas, y los anexos didácticos (postest, evaluación del instructor, del evento y del material, entre otros), que ayudan a complementar las actividades de capacitación.

Finalmente, se quiere dejar una idea central con respecto al modelo de capacitación que siguen las guías: si lo más importante en el aprendizaje es la práctica, la capacitación debe disponer del tiempo necesario para que quienes acuden a ella tengan la oportunidad de desarrollar las habilidades, destrezas y actitudes que reflejen los objetivos del aprendizaje. Solo así es posible esperar que la capacitación tenga el impacto esperado en quienes toman las decisiones.

Exploración inicial de conocimientos

Instrucciones para el facilitador

Recuerde que la exploración inicial no es un examen: lo que se busca es averiguar por el nivel de conocimientos de los participantes sobre el tema. Para realizar la retroinformación tenga en cuenta lo siguiente:

- Invite a los participantes a expresar sus respuestas de manera pública.
- Considere especialmente las respuestas erradas.
- Tenga en cuenta que las preguntas 2, 3 y 4 tienen respuestas limitadas y deben ser complementadas con las respuestas de los participantes.
- Socialice las respuestas y haga énfasis en la corrección de las respuestas erradas. Intégrelas con las correctas.

Instrucciones para el participante

En la presente exploración inicial se formulan unas preguntas para familiarizarlo con el tema que se tratará en esta guía de aprendizaje y, de igual forma, sondear sus conocimientos previos sobre él. Se le aconseja responderlas con toda sinceridad. Antes de cada una se hace una breve introducción relacionada con la importancia del contenido, en el marco de los objetivos que se persiguen con la guía y para facilitar la comprensión del cuestionario.

Preguntas

El sistema GPS es una tecnología que puede ser utilizada para varios propósitos. Sin embargo, existe un propósito elemental que permite considerar los alcances del sistema.

1. ¿Cuál considera que es el principal propósito del sistema GPS?
Los avances de la tecnología GPS han permitido integrar múltiples funcionalidades a los receptores y ampliar la variedad de los datos que se pueden adquirir con ellos.
2. ¿Cuáles datos conoce que se pueden coleccionar con un receptor GPS?
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han propiciado el desarrollo de formatos digitales para almacenar tanto la información espacial como sus atributos.
3. ¿Cuáles formatos para almacenar digitalmente la información para SIG conoce?
Para el manejo de SIG se han desarrollado múltiples programas (programa).
4. ¿Cuáles programas de este tipo conoce?
 - ArcGis
 - QGIS
 - KOSMO
 - GVSig
 - Autocad Map
 - MapWindow

Retroinformación

1. ¿Cuál es el principal propósito del sistema GPS?
El sistema GPS (*del inglés Global Position System*) o Sistema de Posicionamiento Global permite la asignación de coordenadas a cualquier punto ubicado sobre la superficie terrestre.
2. ¿Cuáles datos se puedan coleccionar con un receptor GPS?
 - Coordenadas X y Y de un punto
 - Altura
 - Momento (tiempo) de la toma de datos
 - Áreas

3. ¿Cuáles formatos conoce para almacenar digitalmente la información para SIG?
 - Shapefile
 - Geodatabase
4. ¿Cuáles programas de este tipo conoce?
 - ArcGIS
 - Geomedia
 - gvSIG
 - MapWindow

Exploración de expectativas

Apreciado participante: con la exploración de expectativas se busca contrastar lo que usted espera obtener de esta guía metodológica y lo que ésta le puede aportar. Escriba a continuación lo que aspira a lograr luego de haber completado la guía y contrástelo con los objetivos que encontrará más adelante.

¿Qué espera lograr con esta guía? _____

¿Qué puede esperar el participante de esta capacitación?

Con esta capacitación el participante llegará a comprender el funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), la aplicación de esta tecnología, sus alcances y límites.

Estará en capacidad de conocer los servicios que puede prestar un receptor. En la actualidad es fácil encontrar múltiples marcas que ofrecen infinidad de equipos. Sin embargo, la operación básica es igual en la gran mayoría. Así, el participante podrá acceder de forma más sencilla a los que no conozca. También adquirirá las destrezas necesarias para aplicar las técnicas

propuestas para la georreferenciación de trampas y línea palma y el levantamiento de lotes con palma de aceite.

Por último, el participante podrá estructurar la información levantada en campo para su uso posterior en SIG.

Orientaciones para el facilitador

Luego de la exploración inicial de conocimientos, es importante que el facilitador indague a los participantes sobre lo que esperan lograr con la capacitación que inician.

El objetivo es contrastar sus expectativas con los objetivos que se proponen en la unidad de aprendizaje y despejar aquellas que no están a su alcance.

Para realizar esta exploración se le sugiere al facilitador dar un tiempo de 15 minutos para que cada uno de los participantes, sin excepción, exprese en las líneas de la página anterior sus expectativas. Luego procederá de la siguiente forma:

1. Clasifique lo escrito por cada uno de los participantes dentro de cada uno de los objetivos de la unidad de aprendizaje.
2. Haga una plenaria con las expectativas señaladas para cada uno de los objetivos.
3. Oriente aquellas expectativas que no podrán ser cumplidas con la guía.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar esta guía el participante estará en capacidad de:

- Manipular adecuadamente los receptores GPS.
- Aplicar las técnicas para la georreferenciación de trampa y línea palma y el levantamiento de lotes.
- Manipular adecuadamente datos GPS para la implementación en Sistemas de Información Geográfica.

Estructura de aprendizaje

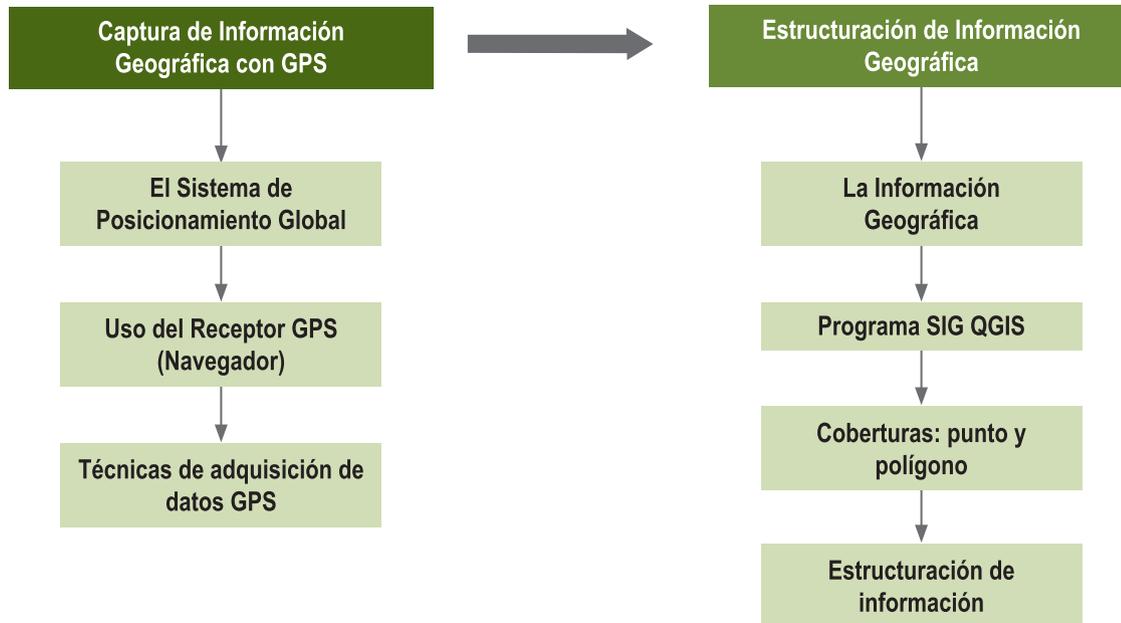


Figura 1. Estructura de aprendizaje de la guía.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Explicación de la estructura

Para que usted capture y estructure datos geográficos por medio del GPS se ha diseñado una estructura con la que adquirirá los conocimientos necesarios y comprenderá el funcionamiento, la captura y la estructuración de datos en oficina, sin alterar su calidad, de acuerdo con las técnicas explicadas.

Para comprender el funcionamiento del sistema GPS es necesario conocer sus generalidades y luego las del receptor GPS, para orientar la captura de datos. Si bien, en la actualidad los receptores GPS están diseñados con interfaces de usuario sencillas y amables es importante que posea los conocimientos en esta área para garantizar la calidad de los datos captu-

rados y además para tomar decisiones y dar soluciones a las diferentes circunstancias que se presentan durante este proceso. Finalmente encontrará las técnicas utilizadas para la georreferenciación de trampa y línea palma y el levantamiento de lotes con palma de aceite.

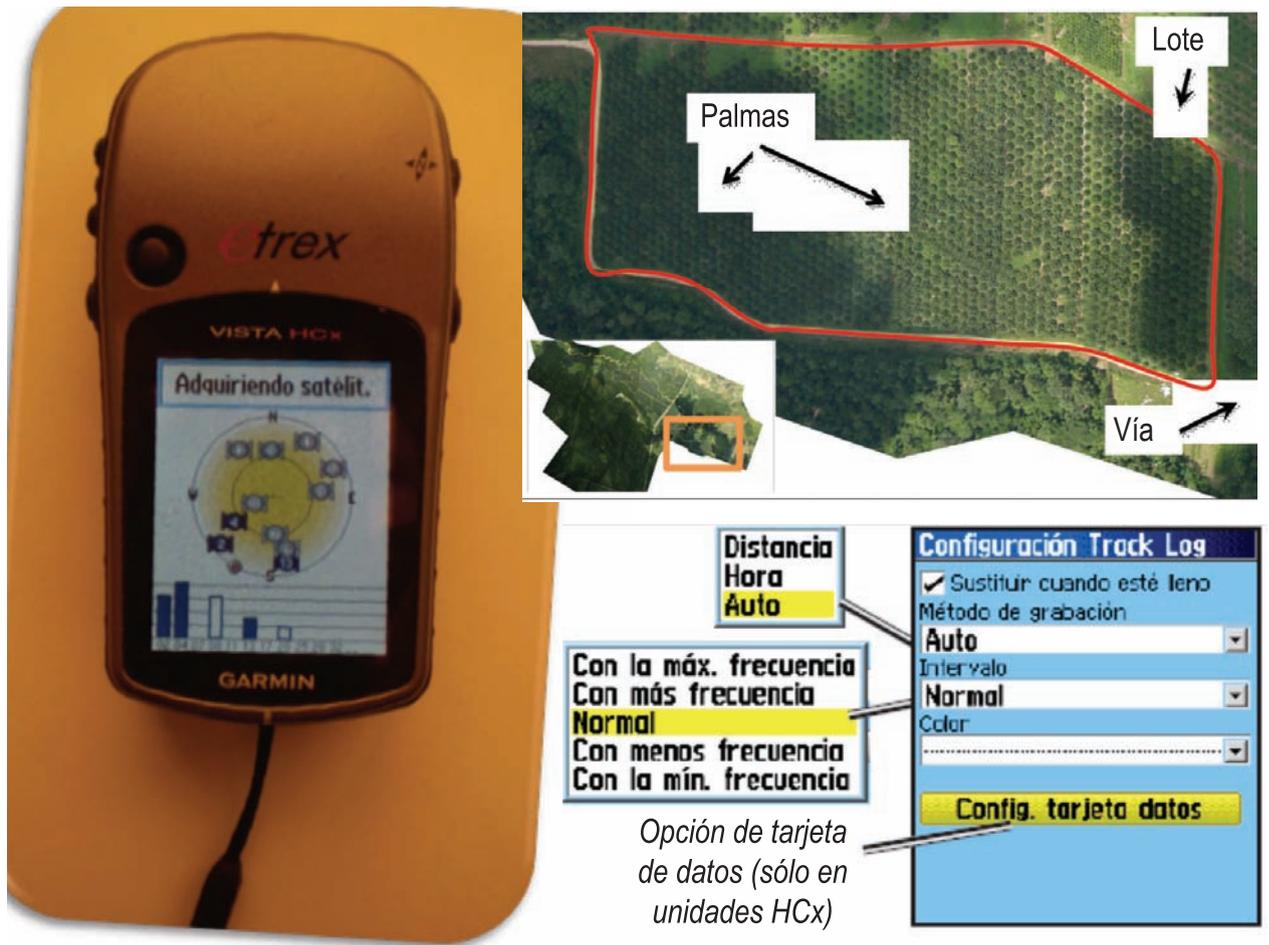
La segunda unidad corresponde a la estructuración de la información capturada en la primera unidad, porque luego de la toma de datos en campo es necesario descargarlos y procesarlos para que sean útiles de acuerdo con la necesidad que los originó. Se trabajarán dos coberturas inicialmente: puntos y polígonos, en razón a que por medio de ellas se representan palmas, trampas y lotes. La línea palma se aborda de manera independiente, debido a un proceso diseñado de manera específica. Pero, finalmente, el resultado será una cobertura de tipo línea.



Unidad de aprendizaje 1

Captura de información geográfica para el análisis y seguimiento en enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia

Estructura de la unidad	23
Explicación de la estructura	23
Preguntas orientadoras	23
Objetivos de la unidad de aprendizaje	24
2. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	24
3. Funcionamiento del receptor GPS	27
4. Captura de datos	34
5. Síntesis de la unidad de aprendizaje	40
6. Actividades prácticas	41
7. Referencias bibliográficas	43



Estructura de la unidad



Figura 2. Estructura de aprendizaje de la unidad Captura de Datos.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Explicación de la estructura

En esta unidad se plantea introducir al participante dentro de los conceptos mínimos del sistema de posicionamiento global. No se busca crear un experto en el sistema, sino introducir al participante en la comprensión del funcionamiento del sistema que replicará, bajo el entendimiento de las ventajas y desventajas del mismo.

Cuando el participante haya revisado las características de funcionamiento básico del sistema, está listo para acceder al funcionamiento básico de los equipos. Se trata de realizar un esquema de configuración genérica que le permita manipular diferentes modelos de equipos de manera poco traumática.

Finalmente se llega al componente práctico de la unidad de aprendizaje, en donde el participante visualizará las aplicaciones del equipo GPS dentro de la adquisición de información básica para el seguimiento de plagas y enfermedades en un Sistema de Información Geográfica.

Preguntas orientadoras

Como preámbulo al desarrollo de esta sección intente responder las siguientes preguntas que pretenden evaluar su nivel de conocimiento del tema y ayudarlo a dimensionar las habilidades, destrezas y actitudes que se buscan desarrollar en usted con esta sección.

1. ¿Qué conoce acerca del funcionamiento del sistema GPS?
2. ¿Qué segmentos conoce del sistema GPS?
3. ¿Qué clasificaciones conoce de los receptores GPS?
4. ¿Qué parámetros básicos que indican el funcionamiento de un receptor GPS conoce?
5. ¿Qué técnicas conoce para el levantamiento de lotes con palma de aceite?
6. ¿Qué técnicas conoce para georreferenciar línea-palma?

Objetivos de la unidad de aprendizaje

- Identificar la estructura, elementos y funcionamiento del sistema GPS.
- Conocer el funcionamiento básico de los receptores GPS tipo navegador.
- Levantar lotes con receptores GPS tipo navegador.
- Georreferenciar trampa y línea palma con receptores GPS tipo navegador.

2. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Sobre el funcionamiento del sistema GPS existe una gran variedad de literatura que explican el funcionamiento y sus componentes. En este capítulo solamente se hará énfasis en algunos conceptos que desde el punto de vista de los autores son indispensables para el manejo de la tecnología. En la reseña bibliográfica se relacionan algunas fuentes que permitirán profundizar en el tema.

En el presente capítulo se tratarán cuatro tópicos que brindan información sobre los alcances del sistema GPS y sobre la tecnología que se propone para la toma de datos geográficos en una plantación de palma de aceite.

2.1. ¿Qué busca el sistema GPS?

“¿En dónde está ubicado en este momento?”. La respuesta inmediata a esta pregunta implica usar la referencia a un objeto cercano y la relación de la posición

con respecto al mismo. Entonces se pueden encontrar respuestas como: *al lado de...*, *frente a...*, *cerca de...*, *debajo de...*, un sinnúmero de alternativas pueden surgir para determinar una posición en relación con otro objeto. Por ejemplo *“la plantación Palmar de La Vizcaína se ubica en el municipio de Barrancabermeja”*.

¿Qué pasa si se desconoce la ubicación de Barrancabermeja? Claramente, la referencia espacial no tendría utilidad. Aunque este sistema de ubicación es sencillo solamente es útil cuando se tiene un conocimiento previo del lugar. Adicionalmente, ¿qué pasa si en un caso hipotético existieran dos municipios llamados Barrancabermeja? Lo más seguro es que se tendría que hacer uso adicional de una referencia espacial sobre Barrancabermeja, por ejemplo *“la plantación Palmar de La Vizcaína se encuentra ubicada en el municipio de Barrancabermeja y Barrancabermeja en el departamento de Santander”*.

El sistema GPS es una tecnología desarrollada para obtener la ubicación de cualquier punto y en cualquier momento sobre la superficie terrestre², sin necesidad de tener ningún otro objeto de referencia.

¿Cómo lo hace?:

- Se apoya en un modelo matemático que proporciona una coordenada única a cada ubicación dentro del sistema.
- Con satélites que orbitan alrededor de la Tierra y envían señales a los receptores en tierra.
- Con receptores que procesan las señales de los satélites y calculan la posición en tiempo real.
- Con estaciones en tierra que constantemente están controlando y corrigiendo las señales de los satélites para minimizar los errores en posición de los usuarios del sistema.

En el contenido de la unidad 2 se hará referencia a estos cuatro tópicos, para explicar cómo funciona el sistema en la práctica con el receptor.

2.2. ¿Qué tipos de receptores GPS existen?

El componente del sistema GPS al que se accede directamente es al receptor, conocido comúnmente

² El sistema GPS no opera en lugares que presenten alta obstrucción a las señales que envían los satélites al receptor, como un túnel, por ejemplo.

como GPS. Existen múltiples clasificaciones de ellos: a nivel mundial, por ejemplo en Argentina, trabajan con siete clases de receptores. En otros países los clasifican por precio, por el nivel error, de posición o por el uso final de los datos.

Sin embargo, de acuerdo con la experiencia de los autores de esta guía, se recomienda la clasificación básica para el manejo de este tipo de tecnología, conforme a tres criterios:

- El nivel de exactitud en posición que ofrece el equipo.
- Los trabajos que se realizan con el receptor.
- El rango de precio en el mercado del equipo.

La primera categoría son los navegadores: equipos de bajo costo (en el momento de escribir esta guía se consiguen en el mercado por valores inferiores a 2 millones de pesos), accesibles a la mayoría de las personas, cuentan con errores de exactitud en posición, entre 1 y 5 metros. Se utilizan generalmente para ubicarse y navegar. Se hace uso del término navegador porque la principal aplicación tuvo sus inicios en la actividad marítima. Sin embargo, para efectos terrestres también se navega con esos equipos. Además, las versiones básicas permiten grabar posiciones y recorridos para luego descargar la información en el computador.

La segunda clase son los topográficos, es decir, equipos que manejan errores de exactitud de posición entre 10 centímetros y 1 metro. El costo oscila (dependiendo de la casa productora y de la precisión), entre 3 y 15 millones de pesos colombianos.

La última clase son equipos geodésicos, que manejan errores en posición que varían entre 1 y 2 centímetros. Son onerosos, pero son superiores a los topográficos y se utilizan principalmente para desarrollar levantamientos o estudios de orden geodésico (alta precisión).

En la Figura 3 se presenta un ejemplo de la clasificación propuesta con los receptores que ofrece la marca Trimble.

Esta guía está enfocada al uso de receptores tipo navegador, dadas sus condiciones de fácil acceso. Exis-



Figura 3. Clasificación de tipos de receptor GPS, caso marca Trimble.

Fuente: adaptado de Trimble por Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

ten múltiples receptores de diferentes fabricantes lo que no implica dificultades para su operación. Esto mismo sucede con los teléfonos celulares: en principio las funciones básicas son las mismas y generalmente los fabricantes usan simbologías estándar mediante las cuales el cambio de marca de un equipo no se convierte en algo traumático para el usuario.

Todos los GPS del mercado proporcionan manuales de usuario. En consecuencia, esta guía tratará las funciones básicas de manera generalizada haciendo énfasis en el resultado que se quiere lograr y no en el procedimiento, porque este depende del equipo utilizado. Para efectos prácticos se explicarán las funciones del eTrax Legend HCx de la marca Garmin. En ningún caso los autores pretenden promocionar ninguna marca ni equipo en particular.

2.3. ¿Por qué es importante la recepción de la señal en el sistema GPS?

Un receptor GPS recibe señales de los satélites que componen el sistema. La señal es un paquete de información que contiene datos como la hora exacta de envío de la señal. A partir de estas señales utilizando la función física de $distancia = velocidad \times tiempo$ el receptor calcula su posición con respecto a cada satélite del que recibe una señal, teniendo en cuenta que la velocidad es la velocidad de la luz³.

³ Ver el anexo 1, ¿Cómo se posiciona un receptor GPS?

Cuando se enciende un receptor GPS, la primera actividad que realiza es la búsqueda de señal. ¿Por qué lo hace?, porque como se mencionó anteriormente, el receptor *recibe* mensajes de los satélites por medio de señales de radio, que le permiten calcular su posición.

El tiempo de búsqueda inicial es llamado calentamiento y le sirve al receptor para leer cada una de las señales que están a su alrededor hasta completar un mínimo de cuatro satélites diferentes. Básicamente las acciones que realiza son:

- Reconfigura la hora del equipo.
- Identifica la ubicación de los satélites que envían las señales.

Las señales emitidas por los satélites no pueden penetrar una vegetación muy espesa o densa, así como rocas, edificios u otros objetos que interfieran la señal entre el satélite y el receptor. Por tanto, el receptor GPS no funcionará en selvas o bosques frondosos, en valles estrechos, entre rascacielos de una gran ciudad o dentro de un galpón. Además, a pesar de que el Sistema de Posicionamiento Global está diseñado para dar una cobertura total, algunas áreas inaccesibles, a ciertas horas del día, pueden tener una cobertura del mínimo de satélites necesarios (4) para tener una descripción de su ubicación sobre el terreno. Si la antena del receptor no tiene suficiente sensibilidad para captar las señales de los satélites disponibles, no será capaz de obtener su posición en el planeta Tierra.

2.3.1. Fuentes de error en el sistema GPS

Hasta este momento se ha asumido que la posición obtenida del GPS es muy precisa y libre de errores, pero existen diferentes fuentes de error que degradan la posición GPS desde algunos metros, en teoría, hasta unas cuantas decenas de metros. Estas fuentes de error son:

1. Retrasos ionosféricos y atmosféricos: hacen referencia a las demoras que puede tener la señal en el momento de ingresar a la atmósfera terrestre. En tal sentido, como se puede observar en la Figura 4, se supone un desvío de la señal que genera errores y trae consecuencias negativas a la hora de calcular la distancia.

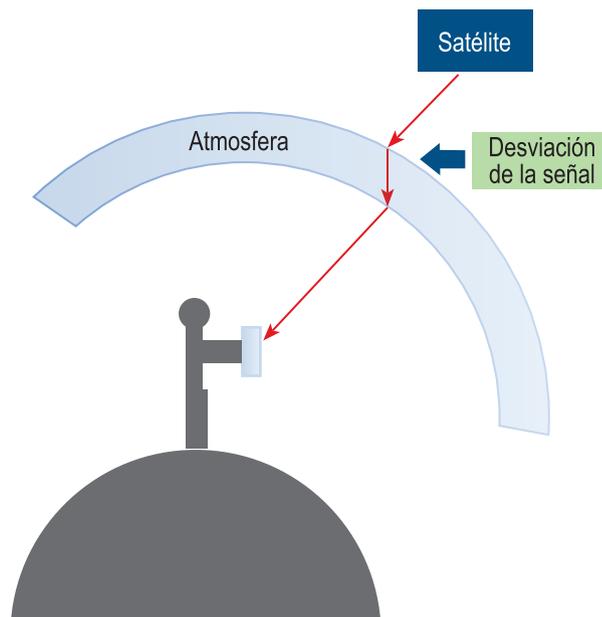


Figura 4. Desvíos en la señal del satélite al receptor.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

2. Errores en el reloj del receptor: el reloj del receptor puede presentar errores en la calibración con los errores del satélite y por tanto proporcionar mediciones erradas.
3. Efecto multitrayectoria: obedece al rebote de la señal enviada por el satélite, es decir, el usuario está parado con su receptor y la señal del satélite que va dispersa está sujeta a golpear objetos cercanos al usuario y, por tanto, duplicar las señales que recibe el receptor. Esto también genera errores.
4. Dilución de la precisión: o más conocida como DOP (por su sigla en inglés), define un marco de error sobre el cálculo geométrico de la dispersión de los satélites en el horizonte. El principio básico opera de la siguiente manera: cuando un receptor recibe señales de satélites que están demasiado juntos, se hace más difícil por efectos de la distancia a la que se encuentran los satélites dicha unión de satélites genera mayor error en el cálculo de distancia que el que recibe señales de satélites dispersos en su zenit. Entonces, la DOP estima un valor entre 0 y 100. Mientras más bajos sean los valores habrá una mejor calidad en

la medición; y si los valores son altos se dará el efecto contrario, es decir, la calidad de la observación disminuirá, debido a que los satélites se encuentran concentrados en un sector del zenit. Según la literatura, para efectuar levantamientos o adquirir datos con receptores se aconsejan valores de DOP inferiores a 4. No obstante, la mayoría de los receptores tipo navegador no cuentan la medición de este valor y por ello es necesario apoyarse en deducciones o descartar tal medición porque no existe forma de inferirla. Existen varios tipos de DOP: vertical, horizontal y uno más completo que considera la variable tiempo.

5. Disponibilidad Selectiva (S/A): es una herramienta utilizada en Estados Unidos para garantizar la seguridad nacional mediante interferencias o ruidos que se atraviesan en la señal enviada por los satélites para aumentar el nivel de error en posición de los usuarios del sistema.

2.4. ¿Qué técnicas se usan con los receptores GPS para capturar datos?

Existen dos técnicas básicas para obtener datos con receptores GPS: Diferencial y Absoluto. La primera necesita dos receptores para corregir las observaciones por métodos estadísticos y disminuir el error de posición por medio del posproceso de los datos. Se realiza generalmente con un receptor topográfico o geodésico (aunque existen navegadores específicos para el caso) que almacenan los datos de cada señal enviada por el satélite y luego se utilizan para el posproceso que, entre otros aspectos, maneja errores de posición de centímetros o milímetros. Se necesita de personal profesional en el área de topografía o de geodesia.

La segunda técnica, de posicionamiento absoluto, se basa en la utilización de la coordenada capturada por el receptor, tipo navegador, en el sitio. En este caso no se puede realizar ningún posproceso para disminuir el error de posición. Es de bajo costo y no necesita de personal altamente capacitado. Por estas razones será empleada en esta guía para la consecución de datos.

3. Funcionamiento del receptor GPS

Para facilitar el conocimiento de los receptores GPS tipo navegador se realizarán los ejemplos sobre la interfaz del equipo Garmin de la serie eTrex (Figura 5), que adquiere los datos con el método de posicionamiento absoluto y alcanza errores de posición que varían entre ± 3 a 5 m. Para cualquier tipo de aclaración sobre el manejo de datos se recomienda consultar el manual de usuario del equipo, que se puede descargar en: http://www8.garmin.com/manuals/eTrexLegendHCx_ESManualdelusuario.pdf.



Figura 5. Receptor GPS Garmin eTrex Vista HCX. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

3.1. Configuración genérica

Antes de iniciar cualquier trabajo con un receptor GPS tipo navegador se deben configurar o revisar los siguientes elementos:

- La batería

- El sistema de coordenadas
- El datum
- Las unidades
- La brújula
- Los satélites

3.1.1. La batería

Puede considerarse un tema trivial, pero conocer el nivel de batería disponible y su durabilidad media, son datos de vital importancia para evitar contratiempos o la pérdida de un día de trabajo en campo.

Se sabe que en los equipos Garmin una batería alcalina dura, en promedio, 24 horas de trabajo continuo. El desgaste, al igual que en los equipos de telefonía celular, se acelera cuando la recepción de la señal es baja: este es otro elemento que debe verificarse constantemente cuando se está trabajando en campo. En el Menú Principal de un equipo Garmin se en-

cuentra la Barra de estado, donde se puede observar el indicador de nivel de batería (Figura 6).

Adicionalmente, en equipos de marcas Garmin y Magellan, es posible configurar la batería (para conocer con precisión su nivel de carga y controlar todo el



Figura 6. Menú principal del receptor Garmin eTrex. Fuente: Garmin, 2007.

Tabla 1. Comparación entre los sistemas de coordenadas

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Sistema de coordenadas	Geográficas	Planas	Planas locales
Características			
Descripción	Considera la tierra como una figura esférica y la divide en paralelos y meridianos, para proporcionar con medidas angulares un valor único de coordenadas para cada punto que se ubica sobre la superficie terrestre.	Se utiliza para representar en un plano grandes superficies de la Tierra. Utiliza un algoritmo matemático para representar las formas en un plano considerando la curvatura de la Tierra.	Se emplea para representar pequeñas extensiones en donde la curvatura de la Tierra no es significativa. Por ejemplo, el plano de un barrio.
Unidad de medida	Angular (Grado)	Lineales (Metro)	Lineales (Metro)
Ejes	Latitud, longitud	Norte-Sur, Este-Oeste.	X y Y
Orígenes	Latitud: Ecuador Longitud: Meridiano de Greenwich	Norte-Sur: arbitrario Este-Oeste: arbitrario.	Y: arbitrario X: arbitrario
Aplicación	Geoposicionamiento mundial	Cartografía nacional	Cartografía local
Ejemplo	Latitud: 03° 28' 18.3" N Longitud: 74° 07' 35.5" W	Norte: 1.325.612 Este: 924.154	Y: 98.235 X: 85.230

trabajo). Además, es común encontrar en el mercado baterías alcalinas de Níquel (NiMh) y Litio (Li).

3.1.2. El sistema de coordenadas

Hace referencia al conjunto de funciones que permiten obtener un valor único para cada punto ubicado dentro del espacio considerado por el sistema. Existen tres tipos de sistemas de coordenadas para el uso en geoposicionamiento y cartografía: geográficas, planas y planas locales. En la Tabla 1 se establece un paralelo entre los tres sistemas de coordenadas.

A pesar de que las coordenadas planas son de uso común, para representar la cartografía se aconseja, en los casos de posicionamiento, utilizar las coordenadas geográficas, en razón a que en Colombia se conocen seis orígenes para las coordenadas planas. Si algunos de estos se desconocen pueden presentarse errores en los datos, lo que no ocurre con las geográficas porque, como se dijo anteriormente, cada punto sobre la superficie tiene una coordenada única.

Para seleccionar el sistema de coordenadas geográficas se debe buscar en el receptor la opción de configuración. En marcas como Garmin y Magellan se elige la opción *unidades* y luego *formato* o *formato de posición*. Las formas como los receptores indican el sistema de coordenadas geográficas más comunes son:

- **hddd°mm'ss.s"**: se refiere al formato de presentación del valor angular de la coordenada, hddd° (grados) mm' (minutos) y ss.s" (segundos decimales).
- **hddd°mm.m'**: alude al formato de presentación del valor angular de la coordenada, hddd° (grados) mm.m' (minutos decimales).
- **hddd.dd°**: es el formato de presentación del valor angular de la coordenada, hddd° (grados decimales).
- **Lat/Long**: es decir que el sistema utiliza latitud y longitud como ejes del sistema de coordenadas.

En la Figura 7 se muestra el procedimiento para seleccionar el sistema de coordenadas geográficas en el GPS Garmin HCx.



Figura 7. Procedimiento para configurar el sistema de coordenadas en el GPS Garmin HCx.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

3.1.3. Datum de mapa

Corresponde al modelo matemático que permite calcular la posición de cualquier punto terrestre. Este modelo se centra en una función matemática que define la forma de la Tierra, llamado *Elipsoide de referencia*. En la historia de la cartografía se han definido múltiples *Elipsoides de referencia* y por tanto igual número de datum, que difieren entre sí y que provocan que un mismo punto sobre la Tierra tenga diferentes pares de coordenadas.



Figura 8. Procedimiento para configurar el datum en el GPS Garmin HCx.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El sistema GPS se soporta en un datum desarrollado en 1984 denominado WGS84 (World Geodetic System 1984). Remite al elipsoide de referencia WGS84. Se aconseja seleccionar el datum WGS84.

El procedimiento para seleccionar el datum WGS84 en el GPS Garmin HCx se presenta en la Figura 8.

3.1.4. Configuración de unidades

Para acceder a la configuración de unidades seleccione en el Menú Principal la opción Figura, luego Unidades. En la Figura 9 se relacionan las opciones y los valores que deben tener.



Figura 9. Ejemplo de unidades aconsejadas para el GPS Garmin HCx. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

3.1.5. Configuración de la brújula

Para toma de datos con GPS no es necesaria la configuración de la brújula. No obstante, en la técnica de georreferenciación de línea palma propuesta por Cenipalma se considera la medición del azimut de la línea palma. En consecuencia, es necesario preparar la brújula para que indique el valor del azimut y facilite la medición.

¿Qué es el azimut? Es una medida angular que tiene como referencia el eje de la dirección norte. Se mide en sentido horario y puede tener valores entre 0° y 359°.

Para configurar la medición del azimut en los receptores Garmin es necesario ubicarse en la página de navegación que muestra la brújula. Allí, adicional a la brújula, el receptor contiene campos de datos con información de navegación sobre los cuales se debe configurar el GPS. Siga el procedimiento que se explica en la Figura 10.

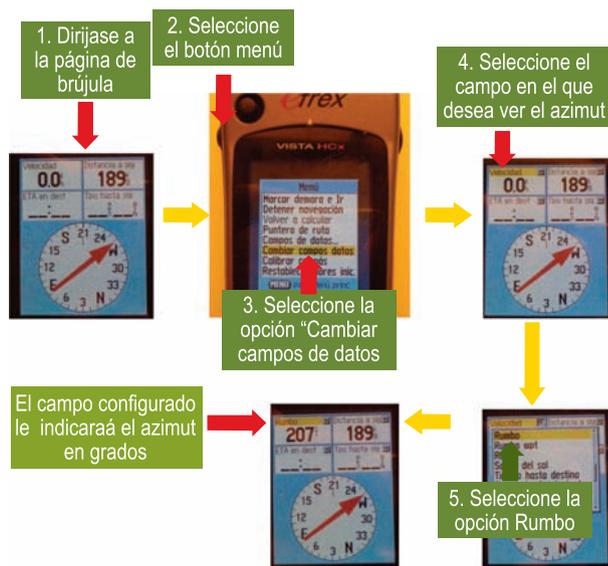


Figura 10. Procedimiento para configurar el campo de azimut.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

¿Por qué rumbo y no azimut? Es muy posible que surja esta inquietud. El rumbo es una medida angular que se mide a partir del eje norte o del eje sur dependiendo de cuál se encuentre más cerca; oscila entre 0° y 90°. Pero al seleccionar rumbo en el GPS se registran medidas entre 0° y 359°, que van en sentido horario a partir del eje norte. En resumen, al parecer en la traducción que utilizan los receptores GPS se confunde el azimut con el rumbo.

3.1.6. Recepción de satélites

Cuando se encienda, el receptor debe reunir los datos suficientes para establecer la posición actual; debe estar al aire libre para recibir señales y tener buena panorámica del cielo. Sujete el receptor hacia usted y oriéntelo hacia el cielo.

En un primer momento el receptor *localiza* los satélites que se encuentran por encima del horizonte del observador y luego *adquiere* la señal de ellos. El sistema GPS necesita de mínimo cuatro (4) satélites con una exactitud aceptable.

En la Figura 11 se precisan los indicadores de la página de satélites.

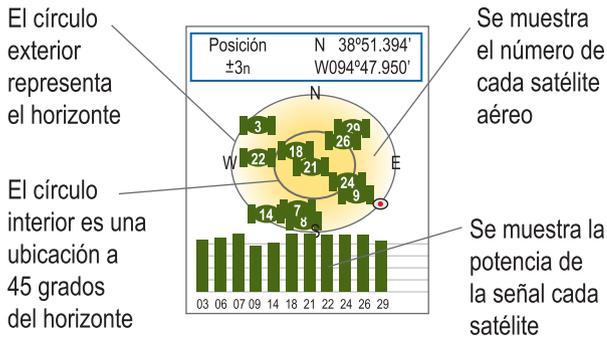


Figura 11. Página de ubicación de los satélites.
Fuente: Garmin, 2007.

Por definición del sistema GPS, la exactitud es directamente proporcional al número de satélites de los cuales se ha adquirido la señal. Así, la captura de datos se debe iniciar con cinco o más satélites. El máximo teórico de satélites es 12.

Existe una medida que refleja la exactitud de la posición por medio del nivel de agrupación de los satélites en el horizonte: se trata de la PDOP (Dilución de la precisión posicional). Carece de unidades, refleja valores bajos cuando los satélites localizados están dispersos uniformemente en el horizonte y valores altos cuando existe una concentración de los satélites en el horizonte. La exactitud de posición de un receptor GPS mejora cuando los satélites se encuentran dispersos en el horizonte. A pesar de que los receptores de la serie eTrex no muestran valores bajos de PDOP, se aconseja deducir el nivel de PDOP mediante la observación de la página de satélites y tomar datos cuando los localizados se encuentren dispersos. En la Figura 12 se citan ejemplos de la agrupación de los satélites para un buen PDOP (izquierda) y un mal PDOP (derecha).

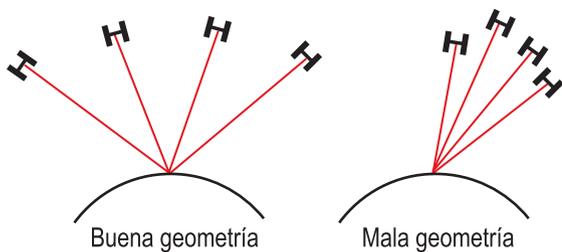


Figura 12. Representación de buena y mala PDOP.
Fuente: Pavón (2008).

3.1.7. Sistema WAAS/EGNOS

El *Wide Area Augmentation System* (WAAS) es un sistema que permite rectificar la posición obtenida por el receptor GPS. Opera solamente en América del Norte. Para Europa existe EGNOS y para Japón MSAS. No es necesario activar este sistema para Colombia por dos razones: en primer lugar el WAAS opera por correcciones que son comunicadas a partir de estaciones ubicadas en Canadá, Estados Unidos y México a una constelación de satélites que envían la señal de corrección al receptor y, como tales correcciones son para posiciones en el hemisferio norte, la señal del WAAS no tiene ningún efecto sobre posiciones en el Ecuador, en cambio, en algunos casos aumentaría el error de posición. En segundo lugar, además de que no se saca ningún provecho de ella, representaría un gasto inoficioso de energía (batería).

En este orden de ideas se aconseja desactivar la opción WAAS pulsando Intro y seleccionando Inactivar.

3.2. Aspectos que se deben tener en cuenta para capturar datos geográficos

En el marco de la teoría del dato geográfico, los objetos del mundo real pueden ser abstraídos por medio de tres geometrías básicas: punto, línea y polígono. La determinación de la geometría que representa de manera idónea el objeto de interés depende principalmente de dos factores: Forma y Escala.

3.2.1. Forma

La forma real del objeto establece las geometrías con las que es posible representar el objeto, por ejemplo, río: es por naturaleza longitudinal, por tanto puede representarse a través de una línea o de un polígono alargado.

3.2.2. Escala

Determina el tipo de geometría que se va a elegir de las opciones propuestas por la forma. La escala es la razón que existe entre la distancia en el terreno y la distancia final de representación (distancia en el mapa). A continuación se presenta la fórmula para el cálculo de la escala.

$E = Dt / Dm$ donde,

E: el valor de la escala

Dt: distancia en terreno

Dm: distancia en el mapa

Convencionalmente las escalas en texto se representan de la forma 1: E como por ejemplo 1:100, 1:500, 1:2.000, que se lee así: “Una unidad del mapa equivale a E unidades en el terreno”. La relación entre el valor de escala y el nivel de detalle es inversamente proporcional: una escala 1:100.000 tiene menor nivel de detalle que una escala 1:2.000.

3.2.3. ¿Cuál es el nivel de detalle que se requiere para un trabajo?

Retomando la determinación que realiza la escala sobre la geometría de representación del objeto, luego de identificarlas se debe considerar el nivel de detalle o escala de representación del mismo, por ejemplo: cuando se quiere representar un río, las geometrías posibles son línea y polígono.

El nivel de detalle se define desde dos puntos de vista complementarios:

- Desde la relación del área que se va a representar contra la superficie de representación.
- Desde el objeto final de la georreferenciación.

En el primer caso se hace referencia al cálculo matemático de la escala necesaria para especificar una determinada área de la realidad en una superficie de papel, con un tamaño definido. Por ejemplo, se precisa un área de 25 has (terreno) en un pliego de papel (mapa). El primer paso es tener en las mismas unidades las dos superficies en metros.

- 25 has equivalen a 250.000 metros cuadrados.
- Un pliego mide 0.70 metros cuadrados.
- Según la fórmula presentada anteriormente la escala necesaria es:
 $E = 250.000 / 0.70 = 357.142,9$.
- Escala: 1:357.142,9.

Por convención y presentación se acostumbra a utilizar escalas aproximadas a las décimas, centésimas, milésimas. Por tal razón se recomienda aproximar por encima, para evitar pérdida de información y utilizar una escala 1:360.000 ó 1:400.000, porque si se utilizara una como 1:350.000 se perderían datos de los bordes del área representada, en razón a que el nivel

de detalle aumentaría y se reduciría el área representada. Ahora bien, si se asume una escala de 1:400.000, supongamos que el río que vamos a georreferenciar mide 20 metros de ancho, a una escala 1:400.000, un milímetro en el mapa equivale a 400.000 milímetros, es decir, 400 metros por lo que resultaría inútil representarlo con un polígono pues se vería como una línea. En suma, lo aconsejable es que la geometría para el río sea la línea.

3.2.4. Codificación

Cuando se va a capturar una gran cantidad de datos relacionados con un mismo tipo de objetos, como por ejemplo georreferenciar varias trampas de insectos, se hace necesario establecer un sistema de codificación que agilice este proceso porque, como se mostrará más adelante, pese a ser sencilla la asignación de nombre a los puntos (*waypoints*), demanda destreza y tiempo, elementos que en un trabajo de campo deben ser optimizados. Enseguida se relacionan algunos consejos concernientes a la codificación de los puntos capturados, que permiten agilizar la toma de los datos en campo y facilitar su posterior descarga en oficina.

Los receptores Garmin eTrex están configurados para asignar automáticamente un número consecutivo a los puntos que arranca en 001 y finaliza en 999. De esta manera se impide la asignación de un nombre complejo. No olvide llevar una cartera de campo donde pueda correlacionar el consecutivo con la codificación correspondiente al objeto georreferenciado.

Si requiere simbolizar un elemento que se encuentre fuera de la temática que está georreferenciado puede emplear un ícono diferente: así será más rápido que si buscara asignarle un nombre diferente.

Para reiniciar la autonumeración de los nombres de los puntos, se deben borrar todos los que están almacenados en la memoria del receptor.

Para facilitar la posterior estructuración de la información, si el objetivo se lo permite, elija como código del objeto el número asignado por el receptor. De no ser así, se pueden diseñar códigos alfanuméricos para establecer con letras las características del elemento capturado. Estas letras se puedan concatenar con el consecutivo que asigna el receptor.

3.3. Adquisición de datos

3.3.1. Toma de puntos (*waypoint*)

En los receptores Garmin las ubicaciones o posiciones almacenadas son llamadas *Waypoint*. Para adquirir puntos en terreno desde un receptor de la serie eTrex se utiliza la Página Mapa. Para lograrlo se mantiene presionado el Botón Intro o en la Página Principal seleccionando la opción Marca, donde aparecerá la siguiente ventana (Figura 13):



Figura 13. Página de marca de *waypoints*. Fuente: Garmin, 2007.

En esta página se encuentra en la parte inferior el botón *Media* que permite promediar una posición a partir de varias lecturas en el tiempo. Aunque esta funcionalidad puede aumentar la exactitud de la posición, tenga en cuenta que el receptor debe permanecer quieto mientras se calcula la media para evitar mayores alteraciones. No existe un rango de tiempo definido, pero se debe tener en cuenta que para el cálculo se toman posiciones cada segundo. Si se observa demasiada variación, la calidad en exactitud de la posición lograda no será la mejor.

Finalmente, para almacenar el *waypoint* en la memoria, seleccione la opción guardar.

3.3.2. Trazado de trayectos

Los trayectos son una sucesión de puntos que se toman bajo tiempo, distancia o de forma automática cuando se desplaza el receptor de un lugar a otro. Permiten georreferenciar objetos con la geometría línea o recorrer perímetros de polígonos, para los cuales debe observarse que, de acuerdo con el nivel de exactitud de estos receptores, las áreas son demasiado inexac-

tas y por ello se aconseja georreferenciar, solamente, polígonos con áreas superiores a 1 ha.

En la serie eTrex los receptores tienen una grabación en memoria del recorrido que se realiza en tiempo real, denominado *Track Log*. Para su configuración se accede a la Página Principal seleccionando la opción *Tracks* (Figura 14):

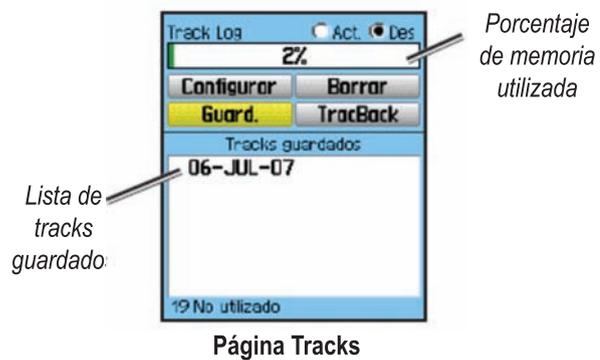


Figura 14. Página para registro de Tracks. Fuente: Garmin, 2007.

Activar o desactivar

Como se mencionó anteriormente el *Track Log* es la grabación en tiempo real del recorrido del receptor. Se puede activar o desactivar.

Track Log

La barra presenta el porcentaje de memoria del receptor ocupado.

Configuración

Permite establecer los parámetros de colección de datos del *Track Log*, tal como se aprecia en la Figura 15:

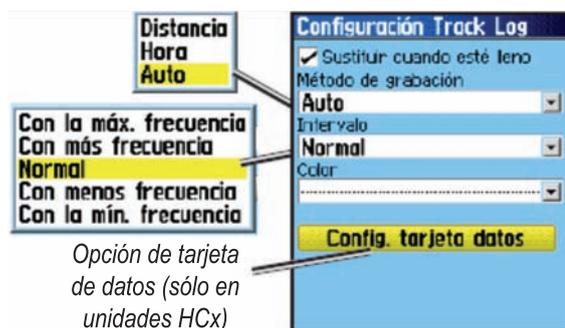


Figura 15. Configuración de Tracks. Fuente: Garmin, 2007.

Existen tres métodos de captura:

- a. **Distancia:** se capturan los datos en intervalos fijos de distancia, el receptor almacena datos al trayecto cuando detecta el aumento de la distancia marcado por el intervalo. Este método resulta apropiado cuando se van a realizar recorridos rectos, sin importar la velocidad.
- b. **Hora:** se capturan los datos en intervalos fijos de tiempo, el receptor almacena datos de acuerdo con el espacio de tiempo establecido. Es ventajoso cuando el recorrido se va a realizar a una velocidad constante y los trayectos son poco sinuosos.
- c. **Automático:** es la combinación entre tiempo y distancia. El receptor captura datos según la variación en posición. Este método es el más recomendable para recorridos desiguales y a velocidad variable porque realza el detalle de las curvas y evita la saturación de la memoria con información repetida.

Borrar

Cuando se selecciona la opción borrar se elimina todo el recorrido almacenado en la memoria del receptor, en tiempo real.

Guardar

Esta opción almacena el *Track Log* en un recorrido específico en memoria. Debe aplicarse cuando se quiera tomar el *Track Log* y generar un trayecto para descargar.

3.3.3. Georreferenciación de recorridos

Si se quisiera georreferenciar el recorrido de una carretera se debe seguir este procedimiento:

1. Desactive el *Track Log*.
2. Realice un backup del *Track Log* que está en la memoria, presionando la opción guardar.

3. Limpie el *Track Log* seleccionando la opción borrar.
4. Determine el método y el intervalo de grabación.
5. Ubique el inicio del recorrido.
6. Active el *Track Log*.
7. Recorra el trayecto que desea georreferenciar manteniendo el receptor con buena visual del cielo.
8. Al finalizar desactive el *Track Log* y repita los pasos 2 y 3 para guardar el recorrido en la memoria.

3.3.4. Recomendaciones

- No olvidar que los receptores de las series eTrex tienen un nivel de error en posición horizontal de tres (3) metros en óptimas condiciones. Luego es importante considerar los requerimientos de exactitud de la labor que se va a realizar.
- Como en los receptores de la serie eTrex la antena está ubicada en la zona superior de la pantalla, se recomienda no poner las manos u otros elementos que obstaculicen la recepción de la señal de los satélites.

4. Captura de datos

Teniendo en cuenta que se ha aclarado que el método de adquisición de datos que se va a aplicar es el absoluto, en esta unidad se tratarán las técnicas para el levantamiento de lotes, líneas palma y trampas de *Rhynchophorus palmarum*.

4.1. Georreferenciación de trampas para *Rhynchophorus palmarum*

La georreferenciación de trampas consiste en la asignación de coordenadas geográficas a las trampas para *Rhynchophorus palmarum* que se encuentran instaladas en la plantación. Se debe diligenciar adicionalmente una cartera de campo, similar a la que aparece en la siguiente imagen (Figura 16):

Procedimiento para georreferenciar trampas:

1. Ubicar el receptor encima de la trampa.
2. Tomar el punto y guardarlo en el receptor.
3. Diligenciar en la cartera de campo el código de la trampa, el número de punto que le asigna el receptor, las coordenadas norte y oeste, la fecha de instalación de la trampa, una descripción del lugar de ubicación y observaciones sobre la trampa si las considera necesarias.

4.2. Levantamiento de lotes

Para realizar el levantamiento del lote es necesario elaborar un croquis del terreno (con ayuda del personal que tenga mayor conocimiento de la plantación mediante el cual se compruebe su forma y se determine el número de vértices que se va a georreferenciar. .

En la Figura 17 se observa un ejemplo del lote de una plantación cuya principal característica es que es irregular.

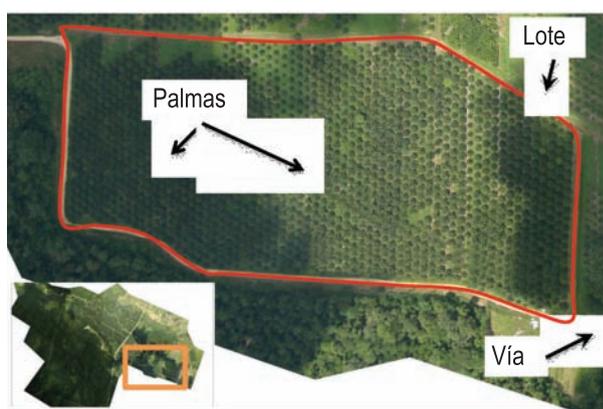


Figura 17. Foto área de la Estación Experimental el Palmar de La Vizcaína. Cenipalma – AP. Trabajo contratado por Agricultura de Precisión (AP), a la firma Elevation Ingeniering, 2008.

El primer paso para el diseño del croquis del lote es el dibujo de la forma del lindero del lote. Aquí no es necesario considerar la dirección de la norte (N), porque lo que interesa es la forma. En la siguiente figura se advierte que la ubicación del boceto rota con respecto a la imagen mostrada anteriormente, debido a que la persona que conocía la forma del lote se

orientó por el camino. Igualmente, se aprecia que el dibujo exagera algunas partes, lo que no quiere decir que se altera la calidad de trabajo. En este caso lo realmente importante es resaltar los quiebres del lindero.

El siguiente paso es identificar los vértices, es decir, todos los puntos donde la línea imaginaria que representa el lindero del lote sufren un cambio de dirección. Se propone realizar una numeración, iniciando con el número 1, para facilitar el trabajo de georreferenciación de los vértices.

La enumeración se realiza con base en el recorrido que tendrá que hacer la comisión de georreferenciación (trabajo de campo). Es obvio, entonces, que la secuencia numérica guiará la ruta (Figura 18).

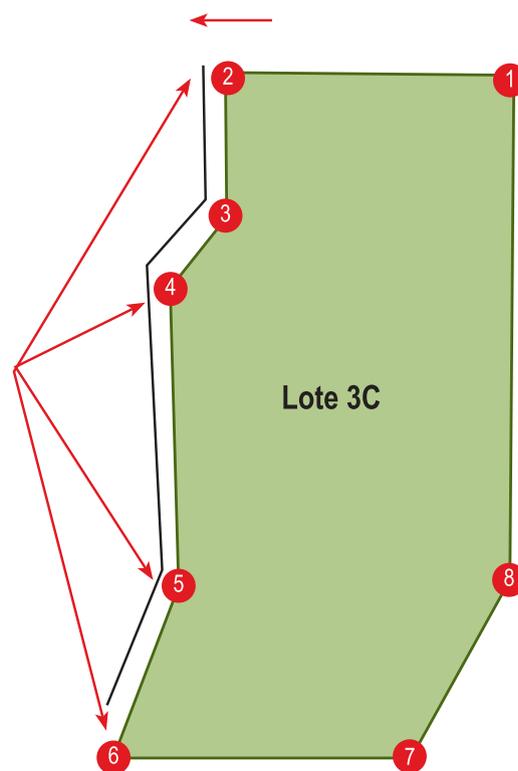


Figura 18. Ejemplo de croquis para un lote. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para esta labor se recomienda hacer uso de carteras de campo que permiten llevar el control de la captura de datos a la comisión de georreferenciación.

A continuación se muestra un ejemplo de cartera de campo de georreferenciación de lotes.

La cartera de campo cuenta con dos espacios: uno para el dibujo del croquis del lote y otro para llevar el control de las coordenadas tomadas en cada vértice.

4.2.1. Georreferenciación de vértices

Aunque el receptor de tipo Navegador permite la captura de recorridos, como se explicó anteriormente, se podría pensar que con esta funcionalidad también se obtendría el lindero al desplazarse por el polígono del lote. El nivel de error en posición aumenta cuando se utiliza esta función y un lindero que sea recto puede convertirse en quebrado. Así, se considera que el método de levantamiento por vértices es mucho más sencillo y más práctico porque acorta camino para ubicarlos y la comisión de campo no está obligada a marchar siempre por el borde del lote.

El trabajo de campo consiste básicamente en la georreferenciación de los vértices del lote identificados previamente en el croquis. Al llegar al vértice es posible que surja la duda sobre dónde se debe tomar el punto, exactamente. Por ello es preciso advertir lo siguiente:

Elija preferiblemente en el terreno un objeto que no se mueva y que sea fácilmente identificable, como por ejemplo un poste de alumbrado. Este es un caso ideal y poco frecuente en los lotes de palma. Es muy usual, por el contrario, encontrar vértices en el lindero entre el lote y una vía de transporte automotor. Generalmente es más sencillo identificar este lindero pues el inicio del lote casi siempre está marcado por cobertura vegetal, pastos, maleza o forrajes. Para caminos an-gostos, como los transitados por personas y animales, identificar el límite es más difícil. En consecuencia, se sugiere tomar el vértice en el centro del camino.

Cuando no se puede definir claramente el lindero del lote es necesario recurrir a personas con alto grado de conocimiento del terreno.

El procedimiento de georreferenciación del vértice es el siguiente:

1. Ubicar el receptor sobre la localización del vértice.
2. Guardar el punto con el receptor.
3. Escribir el número de vértice, los datos de las

coordenadas y el número de punto que le asigna el receptor al vértice en la cartera de campo.

4. Continuar con el siguiente vértice.

Puede suceder que el trabajo previo que se realiza para identificar los vértices en el croquis ignore algunos de los que en campo son más evidentes. Cuando sea necesario se deben incorporar así:

1. Numerar siguiendo el consecutivo del último vértice del croquis.
2. Representarlo en el croquis de la cartera de campo.
3. Georreferenciar el vértice.

Al finalizar el trabajo se debe entregar el receptor y la cartera de campo al encargado de estructurar los datos tomados, para su posterior estructura y análisis.

Se aconseja utilizar una hoja de cartera de campo por cada lote que se piensa levantar.

4.3. Georreferenciación de línea palma

En términos de la Agricultura de Precisión (AP), el cultivo de palma de aceite maneja como mínima unidad de análisis la palma. Esto implica que es necesario georreferenciar cada una de ellas. Sin embargo, además de representar demasiados costos en tiempo y en dinero, no es prudente hacerlo en palma adulta porque no se puede ubicar el receptor en el centro del estípote. De esta forma, la posición real ya estaría errada y, mucho más, si se le llega a sumar el error de posición que pueda tener el receptor.

En razón a estas circunstancias se desarrolló un método para tener las coordenadas de cada una de las palmas de una plantación, a bajos costos, tanto en tiempo como en dinero.

En el momento de diseño de un lote para sembrar palma de aceite se realiza el trazado de cada una de las líneas palma, paralelas entre sí y diferenciadas únicamente por el número de palmas que hay en cada una. Adicionalmente, las palmas están equidistantes de la línea palma. De acuerdo con estos parámetros de diseño el método consiste en la georreferenciación de la primera palma de cada línea y, a partir de allí, por medio de la trigonometría, encontrar las coordenadas de cada una de las palmas. Con esto se aspira a aplicar un método rápido y de bajo costo.

El procedimiento para georreferenciar línea palma de un lote es como sigue:

1. Ubicarse frente a la palma 1 de la línea palma 1 del lote (a una distancia no mayor a 1 metro) como lo muestra la Figura 21 y tomar el punto con el receptor GPS.

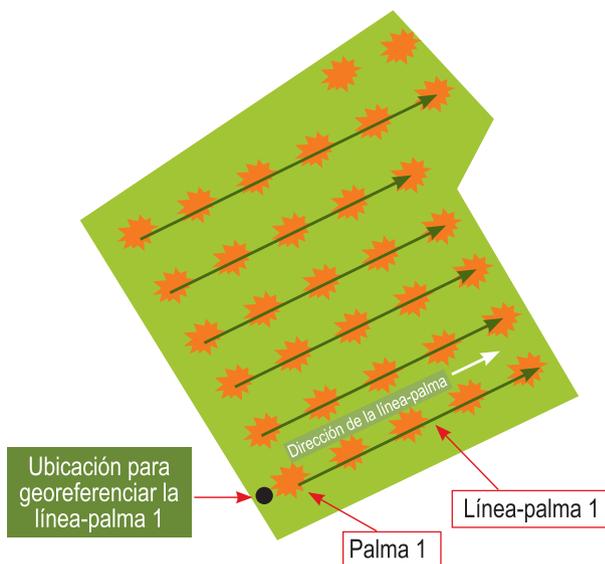


Figura 21. Ubicación correcta para georreferenciar la línea palma 1.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

2. Guardar el punto en el receptor, escribir en la cartera de campo los datos de punto (número consecutivo asignado por el receptor), número de palmas que tiene la línea palma (contando las erradicadas), la densidad o distancia de siembra entre ellas y las coordenadas norte y oeste.
3. Conservando su posición y observando la dirección de la línea palma escribir en la cartera de campo el azimut que le indica el receptor GPS (Figura 22). Este proceso sólo debe realizarse a la línea palma 1 o cuando se presente una variación en la dirección significativa entre una línea y otra.
4. Escribir en la columna observaciones el o los números que correspondan a palmas erradicadas. Por ejemplo, si la línea tiene 20 palmas pero se han erradicado dos, debe anotar los números correspondientes a esas palmas.

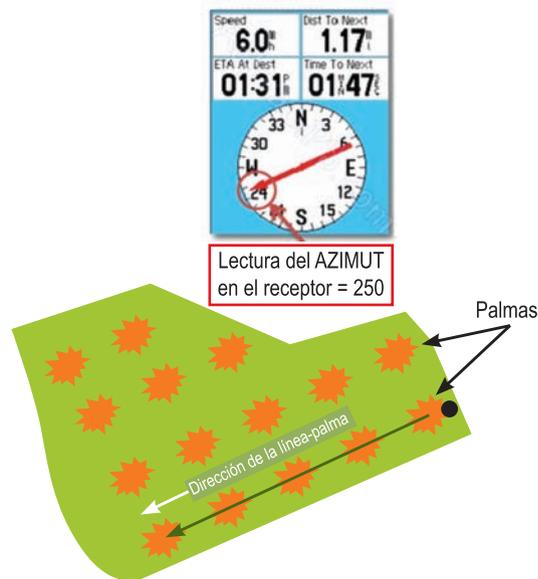


Figura 22. Toma del azimut de la línea palma.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

5. Registrar la distancia aproximada (en metros) a la que usted se ubica del centro del estípite de la palma en el campo corrección.
6. Continuar georreferenciando la palma 1 de la siguiente línea palma del lote. En el caso de que existan líneas palma que no sean paralelas a la inicial, medir el azimut de la nueva dirección y anotarlo en la cartera de campo. De lo contrario, sólo se mide el azimut para la primera.

Se recomienda utilizar una cartera de campo diferente por cada lote.

5. Síntesis de la unidad de aprendizaje

En esta unidad se estudiaron los siguientes aspectos:

- El sistema GPS permite obtener la posición de un usuario del sistema en cualquier punto de la superficie terrestre.
- Para obtener la posición en el sistema GPS es necesario contar con un receptor que reciba las señales de los satélites.
- Existen varios tipos de receptores: navegadores, topográficos y geodésicos.
- Para adquirir información geográfica para estudios de plagas y enfermedades en palma de aceite

- se utilizan los receptores tipo navegador, por ser los de más bajo costo y fácil manejo.
- La posición obtenida con un receptor GPS contiene varias fuentes de error que es necesario tener en cuenta para aumentar la calidad del dato adquirido.
 - Existen dos métodos para adquirir información con receptores GPS: Diferencial y Absoluto.
 - Para adquirir información se utiliza el método Absoluto pues se puede realizar con receptores tipo navegador.
 - El tiempo es la variable fundamental para el cálculo de la posición en el sistema GPS.
 - Para obtener posicionamiento en tres dimensiones es necesario contar con señales cuatro satélites, como mínimo.

Actividades prácticas

Práctica 1.1

Georreferenciación de trampas

Objetivo: con equipos GPS se tomarán las coordenadas de ubicación de trampas de *R. palmarum*. En total, se requiere la toma de 15 puntos.

Orientaciones para el facilitador

El presente ejercicio consiste en la toma de puntos, según lo indicado en el numeral 4 de la guía; lo ideal es que la práctica sea realizada en una situación real, no obstante, si no están materializadas las trampas, usted puede crear un escenario imaginario para que los participantes tomen los puntos.

Es indispensable que se estimule en los participantes el desplazamiento a varios lugares, ya que es allí en donde pueden experimentar situaciones como la pérdida de señal del receptor, que finalmente son las que fundamentan los conceptos teóricos impartidos. Tenga en cuenta:

- Si no tiene la posibilidad de realizar el trabajo de campo, invente una bitácora del levantamiento y entregue a los participantes la información de coordenadas y puntos. Disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.

- Elija trampas cercanas al mismo lote que va a levantar.
- En el caso de que en la plantación no existan trampas o por lo menos no cerca del lote a levantar, invente una propuesta de ubicación de trampas en el perímetro del lote.
- Esta actividad debe desarrollarse por equipos de máximo tres integrantes.

Recursos necesarios

- Equipo GPS tipo navegador. Se recomienda que un GPS sea manipulado por máximo dos personas, pues con un número mayor por equipo se genera dispersión y no se logra una buena capacitación.
- Cartera de campo para georreferenciación de trampas de *R. palmarum*.
- Tabla por cada participante, para colocar la cartera de campo y facilitar la escritura de datos.
- Lápiz por cada participante, para la toma de datos. No se recomienda el uso de esfero, pues en este tipo de trabajos generalmente falla.

Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 4 para la georreferenciación de trampas, y capture los puntos de las trampas o los lugares indicados por el facilitador.

Se requiere que entregue un informe del trabajo en un documento de Word o en PDF (Máximo de cinco páginas) que contenga:

- La descripción del equipo GPS utilizado en el levantamiento. Para el caso de las personas que no dispongan de este equipo, hay que investigar sobre algún navegador y poner su descripción (Marca, precisión, memoria, etc.).
- Las imágenes de las carteras de campo debidamente diligenciadas, identificando en cada una de ellas el croquis y la información capturada.
- En el croquis, identificar las coordenadas a que corresponde cada uno de los puntos.

Información de retorno

Revise que los datos tomados con el GPS sean los mismos que están consignados en la cartera de campo.

Retroalimente al grupo las fallas encontradas en el desarrollo del ejercicio.

Práctica 1.2

Levantamiento de lote

Objetivo: realizar el levantamiento de un lote de palma utilizando equipos GPS tipo navegador.

Orientaciones para el facilitador

Se aconseja utilizar un lote real con área no superior a cinco hectáreas, no obstante, se puede trabajar sobre la fracción de un lote completo. Promueva la aplicación del procedimiento planteado en el numeral 4.1.1. de la presente guía. En caso de que desconozca la forma de los lotes, debe apoyarse en personal de la plantación. Tenga en cuenta lo siguiente:

- Si no tiene la posibilidad de realizar el trabajo de campo, invente una bitácora del levantamiento y entregue a los participantes la información de coordenadas y puntos. Disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.
- Elija un lote de un tamaño no mayor a cuatro hectáreas; si es el caso, realice el fraccionamiento de un lote real, para evitar la pérdida de tiempo en un lote demasiado grande.
- Esta actividad debe desarrollarse por equipos de máximo dos integrantes.

Recursos necesarios

- Equipo GPS tipo navegador. Se recomienda que un GPS sea manipulado por máximo dos personas, pues con más número por equipo se genera dispersión y no se logra una buena capacitación.
- Cartera de campo para el levantamiento de lotes.
- Tabla por cada participante, para colocar la cartera de campo y facilitar la escritura de datos.
- Lápiz por cada participante para la toma de datos. No se recomienda el uso de esfero, pues en este tipo de trabajos generalmente falla.

Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 4.1.1. para

el levantamiento de lotes y realice el croquis del lote con el apoyo del facilitador.

Se requiere que entregue un informe del trabajo en un documento de Word o en PDF (Máximo de cinco páginas) que contenga:

- La descripción del equipo GPS utilizado en el levantamiento. Para el caso de las personas que no dispongan de este equipo, hay que investigar sobre algún navegador y poner su descripción (Marca, precisión, memoria, etc.).
- Las imágenes de las carteras de campo debidamente diligenciadas, identificando en cada una de ellas el croquis y la información capturada.
- En el croquis, identificar las coordenadas a que corresponde cada uno de los puntos.

Información de retorno

Revise que los datos tomados con el GPS sean los mismos que están consignados en la cartera de campo. Retroalimente al grupo las fallas encontradas en desarrollo del ejercicio.

Práctica 1.3

Georreferenciación de línea palma

Objetivo: realizar la georreferenciación de las líneas palmas de un lote.

Orientaciones para el facilitador

Se aconseja utilizar un escenario real; teniendo en cuenta el tiempo y el desgaste, se recomienda georreferenciar máximo 20 líneas. No olvide que esta práctica puede realizarse simultáneamente con la práctica anterior. En el caso de realizar las prácticas 1.1, 1.2 y 1.3 de manera simultánea, debe orientar el manejo de las carteras de campo para evitar confusión en la numeración de los puntos. Tenga en cuenta:

- Esta práctica sí requiere un escenario real.
- Elija un lote de un tamaño no mayor a dos hectáreas, si es del caso realice un fraccionamiento de un lote real para evitar la pérdida de tiempo en un lote demasiado grande.
- Esta actividad debe desarrollarse en equipos de máximo tres integrantes.

Recursos necesarios

- Equipo GPS tipo navegador. Se recomienda que un GPS sea manipulado por máximo dos personas, pues con un número mayor por equipo se genera dispersión y no se logra una buena capacitación.
- Cartera de campo para levantamiento de palmas.
- Tabla por cada participante para colocar la cartera de campo y facilitar la escritura de datos.
- Lápiz por cada participante para la toma de datos. No se recomienda el uso de esfero, pues en este tipo de trabajos generalmente falla.

Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 4.1.2. para el levantamiento de lotes, realice el croquis del lote con el apoyo del facilitador.

Se requiere que entregue un informe del trabajo en un documento de Word o en PDF (Máximo de cinco páginas) que contenga:

- La descripción del equipo GPS utilizado en el levantamiento. Para el caso de las personas que no dispongan de este equipo, hay que investigar sobre algún navegador y poner su descripción (Marca, precisión, memoria, etc.).
- Las imágenes de las carteras de campo debidamente diligenciadas, identificando en cada una de ellas el croquis y la información capturada.
- En el croquis, identificar las coordenadas a que corresponde cada uno de los puntos.

Información de retorno

Revise que los datos tomados con el GPS sean los mismos que están consignados en la cartera de campo. Retroalimente al grupo las fallas encontradas en desarrollo del ejercicio.

7. Referencias bibliográficas

Ariza López, F. J.; Pinilla Ruiz, C. 2000. *Las componentes de la calidad del dato geográfico*.

Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id_articulo=341#0.

Burrough, P. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford (UK), Clarendon Press.

Chen, Y. and Lee, Y. 2001. *Geographical Data Acquisition*. New York, Springer.

Del Pozo Domínguez, Jesús Ángel. 1998. *Tutorial sobre el sistema Navstar-GPS*. Disponible en: <http://www.tel.uva.es/personales/jpozdom/telecomunicaciones/portadagps.html>

Foote, K; Huebner, D. 2000. *Error, Accuracy, and Precision*. Disponible en: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error_f.html

Garmin. 2007. *Manual de usuario de la Serie eTrex HC*. Disponible en: http://www8.garmin.com/manuals/eTrexLegendHCx_ESManualdelusuario.pdf

Glonass (Global Orbiting Navigation Satellite System). Disponible en: <http://samadhi.jpl.nasa.gov/ms/QuickLooks/glonassQL.html>

Hohl, P. 1998. *GIS Data Conversion: Strategies, Techniques, Management*. Santa Fe, NM: On Word Press..

Howard, Veregin. 1998. *Data Quality Measurement and Assessment, NCGIA Core Curriculum in GIScience*.

Disponible en: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100.html>

Navstar GPS. S.f. Disponible en: <http://www.ngs.noaa.gov>.

Pavón i Besalú, Miguel. 2008. *Diccionario de la cartografía*. Disponible en: <http://www.hyparion.com/web/diccionari/dics/cartografia.htm>

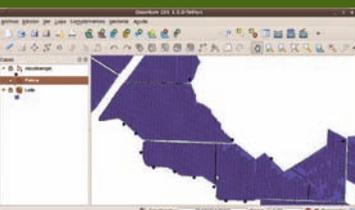
Reece, M. 2002. GAT is GPS?

Disponible en: <http://www.nmt.edu/mreece/gps/whatisgps.html>

Yura, Gabriel. S.f. *1-6 Scale, Accuracy an Resolution – Tables 1, 2*. En GIS avanzado. Disponible en: <http://www.profc.udec.cl/%7Egabriel/tutoriales/giswb/vol2/cp1/t1-2.gif>

Sevilla de Lerma, Miguel. 2008. *Sistemas de referencia e identificadores geográficos (ISO 19111, ISO 19112, ISO 6709)*.

Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1454



Unidad de aprendizaje 2

Estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento en enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia

Estructura de la unidad	47
Explicación de la estructura	48
Preguntas orientadoras	48
Objetivos de la unidad de aprendizaje	48
8. Información geográfica	49
9. Programas SIG	51
10. Estructuración de cobertura de puntos	55
11. Estructuración de cobertura de polígonos	62
12. Estructuración de línea y palma	66
Actividades prácticas	75
13. Referencias bibliográficas	77

Estructura de la unidad

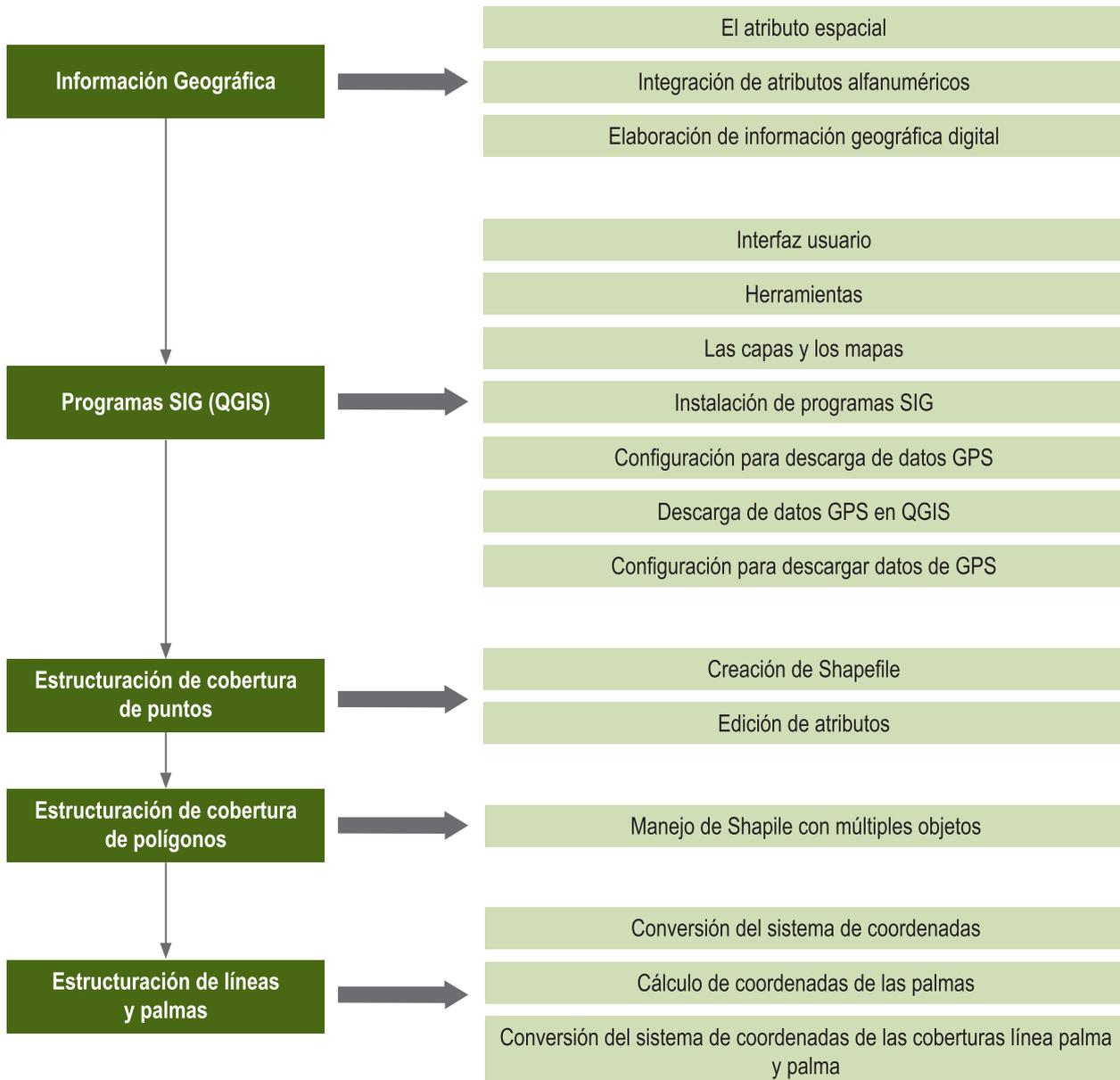


Figura 23. Estructura de aprendizaje de la unidad.
Fuente: ajustado por Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Explicación de la estructura

En esta unidad de aprendizaje se busca introducir al participante en el mundo de los sistemas de información geográfica, a través del uso de dos programas que le permitirán ese primer contacto con la tecnología SIG.

Antes de iniciar el trabajo concreto de SIG, es necesario que el participante se relacione con el concepto de *Información geográfica*, que pese a ser de uso cotidiano, es necesario detallar los aspectos que facilitarán la comprensión de la tecnología SIG. Una vez se ha acercado al concepto del atributo espacial, el participante será llevado a identificar los componentes básicos de los programas que permiten la gestión de la información geográfica, es decir, los SIG.

Los programas SIG se caracterizan por estar desarrollados a partir de una estructura básica, lo cual permite que el uso de varios programas no sea traumático para el usuario; adicionalmente es característico en los programas SIG que cada uno tenga un punto fuerte y, por tanto, desde el primer contacto con la tecnología SIG a los participantes se les debe orientar hacia el uso de múltiples programas.

El primer programa con el que se tendrá contacto es Quantum GIS (QGIS), el cual tiene varias potencialidades, pero que destaca por la facilidad que ofrece para la descarga de datos de equipos GPS. Es aquí en donde se tiene continuidad con la unidad de aprendizaje anterior, ya que el participante podrá empezar a utilizar los datos que se recolectan en campo con los equipos GPS.

Luego de aprender los procedimientos para la descarga de datos de los equipos GPS, se llega a convertir los puntos tomados con GPS en un *shapefile*, que como se explica en la unidad, es el formato estándar que permite gestionar la información geográfica.

Cuando se tiene un *shapefile* con datos de campo de GPS, se inicia una serie de procedimientos para la estructuración de *shapefiles* de lotes, palmas y trampas, que finalmente son la base para la construcción de un Sistema de Información Geográfica en la planificación.

Preguntas orientadoras

Como preámbulo al desarrollo de esta sección intente responder a las preguntas que han sido desarrolladas para evaluar su nivel de conocimiento del tema y para ayudarlo a dimensionar las habilidades, destrezas y actitudes que se buscan desarrollar en usted con esta sección.

1. ¿Qué conoce del procedimiento de descarga de datos de un GPS?
2. ¿Cuál cree que es el significado de la palabra *shapefile*?
3. ¿Cuál cree que es el procedimiento para generar una cobertura de polígonos?
4. ¿Qué métodos conoce para la generación de una cobertura de palmas?

Objetivos de la unidad de aprendizaje

- Estructurar una cobertura de puntos a partir de coordenadas GPS.
- Elaborar una cobertura de polígono a partir de datos adquiridos con GPS.
- Comprender el método propuesto para la generación de coberturas de palmas y línea palmas.

Los programas que se van a utilizar en esta guía son Quantum GIS, GPSTabel y MapWindow. Adicionalmente, se instalará el Grass que, pese a no ser utilizado directamente en esta guía, es un complemento del Quantum GIS que puede resultar de importancia cuando el usuario de este documento se interese en las técnicas de análisis espacial que ofrece Grass. Es importante resaltar que la guía se soporta en programas con licencia de uso libre para que el acceso no sea una barrera para el usuario. No obstante, vale la pena aclarar que existen programas comerciales en donde es posible que uno solo de ellos ejecute las funciones que se van a realizar con tres programas en esta guía. A continuación se relaciona cada uno con un resumen de la aplicación que se le dará en la presente guía:

- Quantum GIS (QGIS). En el momento de elaboración de la presente guía este es uno de los programas libres más completos en la temática

SIG, y principalmente en el tema de creación de cartografía, aunque también existen alternativas como Kosmo o gvSIG.

- MapWindow. Es un programa libre en la temática SIG. Se destaca por su sencillez y en la guía será utilizado para realizar procesos de estructuración de los atributos de la información geográfica.

En el anexo 2 se detalla el procedimiento para la descarga de los programas y el método de instalación.

8. Información geográfica

A continuación, a manera de ejemplo, se muestra una tabla con la información de cinco plantaciones de palma de aceite:

Código	Nombre	Área (has)	Número de palmas	Municipio
1	Palmeral San Fermín	312	43,680	Bogotá
2	Palmas Azul	580	81,200	Cali
3	Palmeras de Boyacá	345	48,300	Medellín
4	Palmar de la Victoria	1,029	144,060	Pasto
5	Palmas Opón	672	94,080	Tunja

Nótese que cada plantación contiene una serie de datos que se denominan atributos: código, nombre, área y número de palmas, que describen cada una de las plantaciones de la lista. Por ejemplo, la plantación código 5 se llama Palmas Opón, tiene un área de 672 has, un total de 94,080 palmas y se ubica en Tunja. Todos los atributos que describen características de un objeto con palabras son denominados atributos *alfanuméricos*, en razón a que las palabras se componen de letras (alfa) y números (numéricos).

Ahora bien, cada plantación se localiza en un municipio de acuerdo con la descripción de uno de sus atributos. Por tanto, se puede aseverar que cada

una existe en un espacio geográfico. Pero esto no es suficiente para considerar dentro de la tabla como información geográfica. Es necesario contar con una representación del objeto (la plantación) en el espacio que permita, entre otros, establecer la relación con objetos de su mismo tipo (otras plantaciones) y con otros objetos situados en el mismo espacio. La representación del objeto en el espacio es conocida como el *atributo espacial*.

En resumen, la información geográfica o información espacial (para el caso se asumen las dos palabras como una misma definición), corresponde al paquete de información que representa a un objeto, que incluye sus atributos alfanuméricos y espaciales.

El atributo espacial merece una mayor aclaración dado que corresponde a la principal particularidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). No se hará más énfasis en los atributos alfanuméricos porque estos son, solamente, palabras que representan características.

8.1. El atributo espacial

La representación de un objeto o el atributo espacial bajo el concepto de SIG es manejado en dos formatos diferentes: *vectorial* y *raster*, que difieren principalmente en la manera como representan los objetos: el vectorial los abstrae de la realidad y los convierte en alguna de las tres formas geométricas básicas: línea, punto o polígono.

Y el raster representa la realidad por medio de un conjunto de píxeles⁴ de colores. Aquí no se profundizará en este formato debido a que el modelo propuesto para estructurar la información de una plantación es el vector.

Acorde con la representación del objeto en la realidad, con el nivel de detalle y con las preguntas que se quieran responder con la abstracción, se opta por una u otra geometría para simbolizar el objeto. En el caso específico de la Agricultura de Precisión para la palma de aceite, se ha escogido un modelo que conceptualiza el lote como polígono, la línea palma como línea y la palma como punto (Figura 24).

⁴ El píxel es un cuadro de color, que organizado en forma matricial con otros píxeles, da origen a una imagen digital.

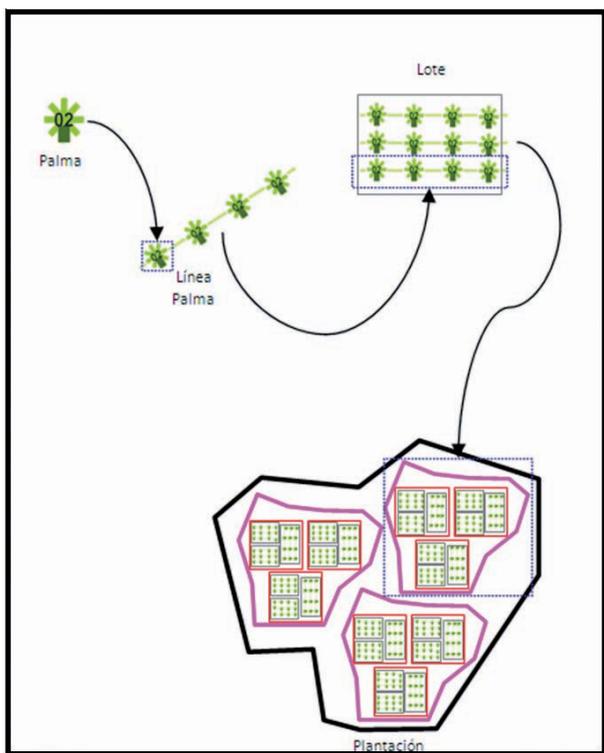


Figura 24. Estructura de del catastro palmero. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

8.2. Integración de atributos alfanuméricos y espaciales

Al ser la información geográfica la integración entre atributos alfanuméricos y espaciales de un mismo objeto, se requiere un formato digital para almacenar esta información y mantener la relación entre ambos tipos de atributos con lo que se conforma el objeto geográfico. Existen varios formatos digitales que permiten almacenar objetos geográficos. Los más destacados son: *Shapefile* (shp) desarrollado por la empresa Esri y el Spatial Data File (SDF) desarrollado por Audesk. El *shapefile* se ha convertido en el formato estándar de facto⁵ para el manejo de información geográfica en formato vectorial.

En su estado básico el *shapefile* es la unión de tres archivos digitales: 1) Uno, con extensión dbf que almacena los atributos alfanuméricos; 2) Otro, con extensión shp que acopia el atributo espacial; 3) Y

un tercero con extensión shx, que permite unir los atributos gráficos con los alfanuméricos. Una de las principales ventajas del *shapefile* es que integra más archivos al formato básico. El más común tiene la extensión prj que recopila la información de referencia espacial (sistema de coordenadas y datum) de los objetos guardados en el *shapefile*. Adicionalmente, dependiendo del programa SIG se crean otros archivos que incrementan la potencialidad del formato. Es importante anotar que para que el *shapefile* funcione debe contener varios archivos, con el mismo nombre y estar almacenados de manera adyacente en la misma carpeta (Figura 25).

Trampas.dbf	5 KB	Tabla de Microsoft ...	12/04/2009 17:25
Trampas.shp	1 KB	Recurso de forma d...	12/04/2009 17:25
Trampas.shx	1 KB	Forma compilada de...	12/04/2009 17:25
Trampas.prj	1 KB	Archivo PRJ	12/04/2009 17:28
Trampas.mxsr	1 KB	Archivo MWSR	12/04/2009 17:29

Figura 25. Archivos que componen un *shapefile*. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El *shapefile* solo almacena un tipo de geometría, que sirve para organizar la información por tipos de geometría, es decir, se crea uno para el almacenamiento de polígonos (por ejemplo lotes), otro para líneas (por ejemplo línea palma) y otro para puntos (por ejemplo palmas).

Para complementar esta clasificación se sugiere utilizar un *shapefile* por cada objeto. Por ejemplo, si se quisiera almacenar información de vías y drenajes, ambos en geometría línea, se crearía un *shapefile* para vías y otro para drenajes.

8.3. Elaboración de información geográfica digital

Existen múltiples procedimientos para elaborar información geográfica digital, que varían según la información que se va a obtener, el modo de captura, el formato del atributo espacial y el formato final de almacenamiento.

Para la presente guía se elaborará información geográfica de lote, línea palma y palma de una plantación. La información se capturará mediante la toma

⁵ Como se menciona en el sitio web <http://www.mapasymas.com.ar/shapefile.php>, los usuarios de información geográfica acostumbran a considerar el formato shp como un estándar de almacenamiento.

en campo de puntos con receptores GPS y apoyo con carteras de campo. El formato del atributo espacial es vector y el de almacenamiento final, *shapefile*. Dependiendo del programa que se utilice el procedimiento podrá sufrir leves variaciones. Sin embargo, en términos generales, se cumple con los siguientes pasos básicos:

1. Descarga de datos del receptor GPS.
2. Creación del formato *shapefile*.
3. Edición de atributos.

Para lograr mayor claridad en el procedimiento de elaboración de información geográfica, en los próximos capítulos se tratarán de manera independiente los procesos para lote, línea y palma, de tal forma que se exploren las particularidades de cada objeto.

9. Programas SIG

Para el manejo de la información geográfica se han diseñado varios programas orientados a la manipulación de información, el análisis y la producción de cartografía. Los de más renombre son comerciales como ArgGIS, Geomedia, MapInfo, entre otros. De igual manera, la comunidad de programa libre ha avanzado en el desarrollo de Quantum GIS, Kosmo, GvSIG, Jump, MapWindow y Saga, entre los más conocidos.

Esta guía usa Quantum GIS y MapWindow que, por ser de uso libre, son de fácil acceso. Pero, los procedimientos aquí relacionados pueden efectuarse con cualquier programa SIG que admita el uso de *shapefile*. En general las funciones e interfaces de usuario en todos los programas son similares.

En este capítulo se hará referencia a la estructura básica de un programa SIG comparando la forma como se presenta en varios programas existentes a la fecha.

9.1. Interfaz de usuario

La interfaz de usuario es el medio por el cual el usuario puede utilizar las funciones del programa. De una

manera más simple es la ventana o ventanas del programa. La mayoría de ellos utiliza el esquema que se muestra en a Figura 26, para distribuir la interfaz de usuario.

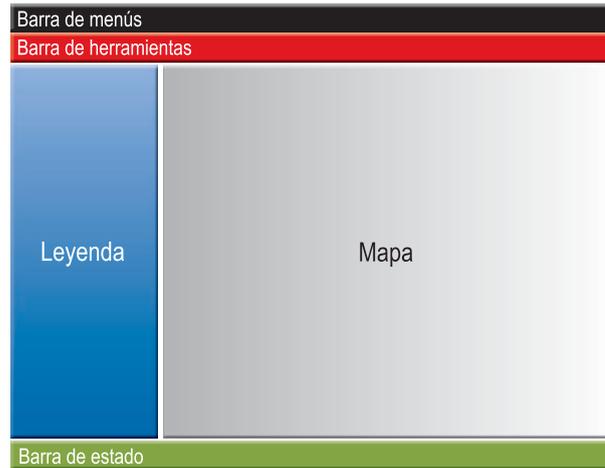


Figura 26. Esquema básico de la interfaz de usuario de un programa SIG.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

- Barra de menús: agrupa las funciones por categorías. Es común encontrar Archivo, Edición, Herramientas y Ayuda, entre otras.
- Barra de herramientas: contiene los botones que permiten acceder a las funciones puntuales de manera rápida.
- Leyenda: permite administrar las capas (coberturas) que se cargan en el mapa.
- Mapa: habilita la visualización de la información geográfica que ha sido cargada en el programa.
- Barra de estado: comprende datos informativos del proceso que se realiza en el programa. Es común encontrar en ella las coordenadas del cursor cuando este se ubica sobre el mapa.

9.2. Herramientas

Cada programa tiene sus propias particularidades. Sin embargo, existe una serie de herramientas con simbolización similar para que los usuarios interactúen con varios programas sin que ello represente un cambio brusco en su percepción. Algunas de las más usadas en los programas SIG son:

Herramienta	Descripción	Símbolo genérico	Ejemplo
Cargar capa	Permite cargar al mapa las coberturas de información geográfica.	Un más “+”	En MapWindow: 
Mover mapa	Facilita el desplazamiento del mapa en todas las direcciones haciendo clic y arrastrando.	Una mano	En QGIS: 
Zoom	Conjunto de herramientas para acercar y alejar.	Una lupa con el símbolo “+” para acercar, “-” para alejar.	En ArcGIS: 
Seleccionar elemento	Habilita la selección de manera independiente o conjunta de los elementos que componen la capa.	Una flecha	En Kosmo: 
Identificar	Para consultar los atributos alfanuméricos de un objeto al seleccionarlo sobre el mapa.	Una “i”.	En gvSIG: 

9.3. Las capas y los mapas

En los textos relacionados con SIG se hace alusión, con cierta frecuencia, a términos como capa, cobertura o *layer*⁶, sin ninguna distinción. Cargar una capa en el marco de programas SIG es parecido a poner un mapa en papel semitransparente sobre otro, es decir, que cada capa es un paquete de información geográfica en formato digital y la sobreposición de capas es una de las funcionalidades que la tecnología ha potencializado. Al cargar una capa se hace un vínculo a la información que reposa en un formato digital determinado como un *shapefile*⁷. Desde los programas SIG se puede editar la información geográfica, es decir, se puede cambiar, eliminar o agregar datos a la capa.

Otro concepto que se maneja en los programas SIG es el de mapa o *layout*⁷, que tiene que ver con la representación de las capas cuando se visualizan, o sea, su color, su forma y otros detalles con los que el usuario final interpreta la información geográfica. El mapa se guarda bajo el formato del programa SIG en el que sea generado.

⁶ Traducción de la palabra capa al inglés.

⁷ Traducción de la palabra diseño al inglés.

Es importante aclarar que el mapa está relacionado con las capas que lo componen, pero en ningún momento son un mismo paquete. Así, cuando se genera un mapa es necesario tener claro el directorio donde se almacenan las capas. Con esto, si se quiere trasladar todo el proyecto a otro computador es necesario llevar el archivo del mapa y los archivos de las capas.

9.4. Descarga de datos GPS en QGIS

La descarga al computador de datos capturados con receptores GPS tipo navegador tiene un objetivo fundamental y es permitir manipular esa información para representar un fenómeno concreto. En el presente capítulo se propone un procedimiento que se desarrolla en el programa QGIS para la descarga desde un receptor GPS y la creación final de un *shapefile* de puntos. Sin embargo, se hace la aclaración de que existen múltiples alternativas para realizar este procedimiento.

El proceso para la descarga de datos del receptor GPS es el siguiente:

1. Descarga de datos del receptor. Se explica el proceso mediante el cual el computador lee los datos del receptor GPS y genera un archivo con extensión GPX en donde se almacena la información.
2. Creación de *shapefile*, a partir del archivo GPX generado se crea un *shapefile* para su posterior uso como cobertura geográfica.

9.4.1. Descarga de datos del receptor GPS

Conecte el receptor GPS encendido⁸ con el cable de datos⁹ al computador. Luego dé inicio al programa QGIS, haciendo clic en *Inicio -> Todos los programas -> Quantum GIS -> Quantum GIS*, como se muestra en la Figura 27.

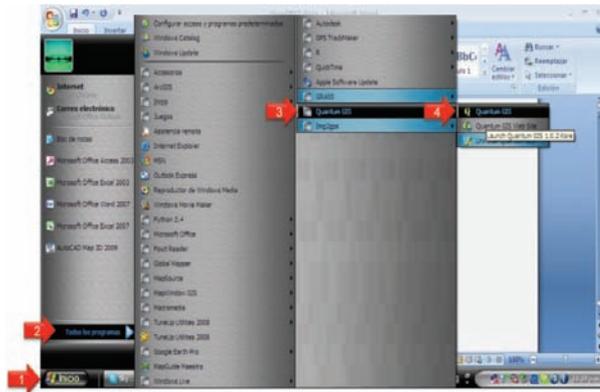


Figura 27. Pasos para abrir el programa QGIS en Windows XP.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la interfaz de usuario de QGIS busque en la barra de herramientas superior el botón que tiene el símbolo “>>”. Haga clic ahí. Notará que se amplía la barra de herramientas que le permitirá seleccionar el botón de *complemento GPS* (Figura 28).

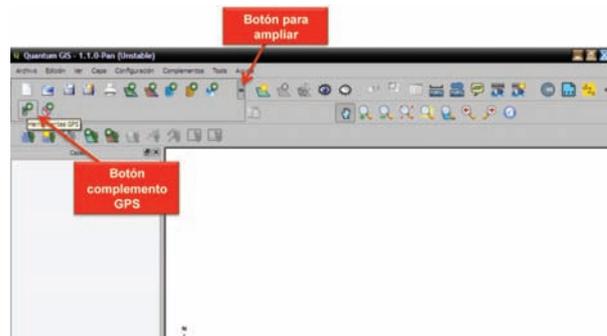


Figura 28. Botón de complemento GPS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana de herramienta GPS que se abre (Figura 29) verifique que la configuración corresponda con la del receptor del cual va a descargar la información, así como el puerto al que está conectado el receptor GPS. Seleccione el dato que va a descargar. Para este caso se trata del *waypoint*.

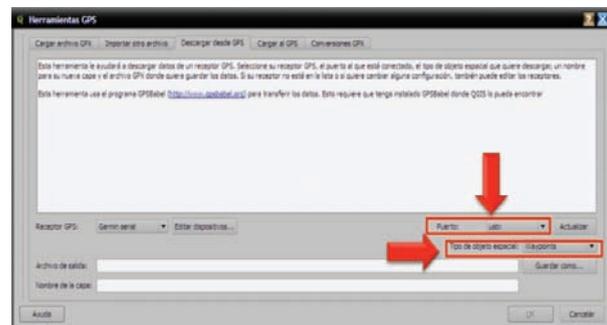


Figura 29. Ventana de descarga de datos GPS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego seleccione el directorio en donde desea guardar el archivo. Tenga en cuenta que en la ruta no debe dejar ningún espacio. Es decir no es válido escribir *Archivos de programa o Documents and Settings*. Introduzca, además, un nombre para la cobertura (Figura 30).

⁸ El computador no reconoce el receptor GPS si éste no se encuentra encendido. Adicionalmente, cuando se conecta por primera vez al computador, se instalan los controladores del GPS. En consecuencia, es necesario tener a disposición el CD de controladores del GPS que entrega el fabricante.

⁹ El cable de datos del receptor GPS permite transferir datos al computador y generalmente se incluye en el momento de la compra. Cerciérese de que el cable de su receptor es compatible con los puertos disponibles en su computador porque, por ejemplo, en el momento de escribir esta guía se distribuyen en el mercado equipos GPS con conexión a puerto COM y esta tecnología de puerto ya no se encuentra disponible en los computadores portátiles que se consiguen en la actualidad.

Saldrá una confirmación de que el proceso se realizó satisfactoriamente como se muestra en la Figura 35.



Figura 35. Confirmación de la exportación del *shapefile*. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al hacer clic en *Ok* el programa vuelve a mostrar los puntos que habían sido descargados del GPS. Estos datos se encuentran en formato GPX, o sea, el archivo estándar de datos digitales de GPS tipo navegador. De esta forma, los puntos que se visualizan en el área del mapa de QGIS no son el *shapefile* que se acabó de crear sino el archivo GPX que se creó al descargar los datos del GPS.

La cobertura de puntos que ha sido guardada como *shapefile* se ubica en el directorio que se seleccionó en la ventana de *Guardar capa* (Figura 33). Vale la pena aclarar que el *shapefile* no se abre desde el explorador de archivos como sucede con otros archivos, como por ejemplo los creados con el programa Microsoft Word. Para el efecto, se hace desde un programa SIG.

10. Estructuración de cobertura de puntos

En este capítulo se explicará el procedimiento para la estructuración de coberturas de puntos. Se tomarán como ejemplo los obtenidos con la georreferenciación de trampas de *Rhynchophorus palmarum*¹⁰. Sin embargo, éste aplica para cualquier tipo de cobertura de puntos.

Los datos necesarios para la práctica se incluyen en el enlace <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>, dentro de la carpeta DatosPractica.

¹⁰ Insecto que afecta las plantaciones de palma de aceite.

Allí encontrará un archivo denominado Palmas.gpx, que contiene los puntos adquiridos con GPS que representan la ubicación de unas trampas de *Rhynchophorus palmarum*, alrededor de un lote de palma de aceite.

10.1. Creación del *shapefile*

Inicie el programa QGIS haciendo clic en *Inicio* -> *Todos los programas* -> *Quantum GIS* -> *Quantum GIS*, como se muestra en la Figura 27. Seleccione la herramienta GPS como se indica en la Figura 28. Al desplegarse la ventana de *Herramienta GPS* se debe seleccionar la pestaña *Cargar archivo GPX* (Figura 36).



Figura 36. Selección de la opción para carga de archivos GPX en MapWindow. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En las opciones de *Carga de archivo GPX* seleccione el que se encuentra en el enlace <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70> (Figura 37). En las opciones *Tipo de objetos espaciales* escoja únicamente la opción *waypoints*, luego dé clic en *Ok*.



Figura 37. Selección del archivo GPX para cargar en QGIS. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Una vez finalizado el proceso de guardado aparecerá una ventana que confirmará el éxito del proceso.

Recuerde que el *shapefile* generado no se carga automáticamente al mapa y es necesario hacerlo, pero antes debe eliminar del mapa el archivo GPX porque ya cumplió con su función. Para lograrlo presione clic derecho sobre la capa en la leyenda y luego seleccione la opción *Eliminar* (Figura 42).

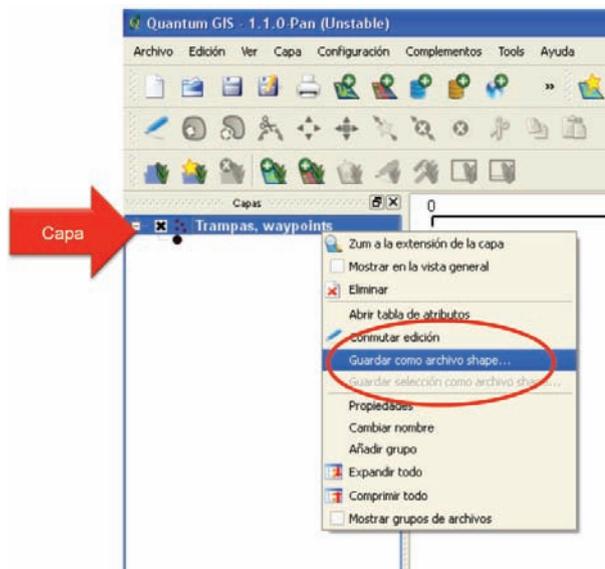


Figura 42. Eliminar capa de la leyenda de QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

La carga del *shapefile* que se creó a partir del archivo GPX se realiza haciendo clic en el botón *Añadir capa vectorial* (Figura 43).



Figura 43. Botón para añadir capa vectorial en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al hacer clic en el botón se abre la ventana de adición de layer donde se debe hacer clic en el botón *Explorar* para buscar el *shapefile* (Figura 44).



Figura 44. Botón para buscar el *shapefile* que se va a cargar.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana que se abre debe buscar el *shapefile* creado en el directorio C:\Geomatica\Ejercicio\Palmas.shp (Figura 45).

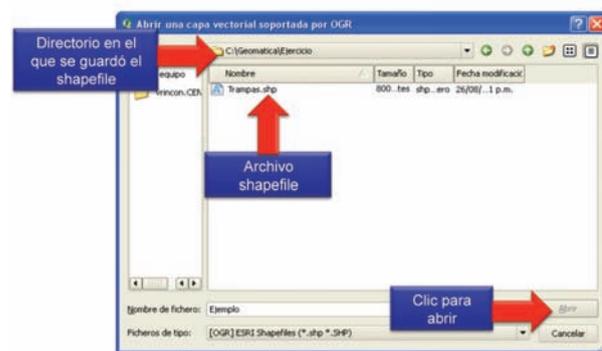


Figura 45. Opciones para cargar el *shapefile* en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de hacer clic en *Abrir* se devuelve a la ventana que se muestra en la Figura 44, en donde es necesario hacer clic en el botón *Ok*. La presentación de la cobertura de trampas debe ser similar a como se muestra en la Figura 46.

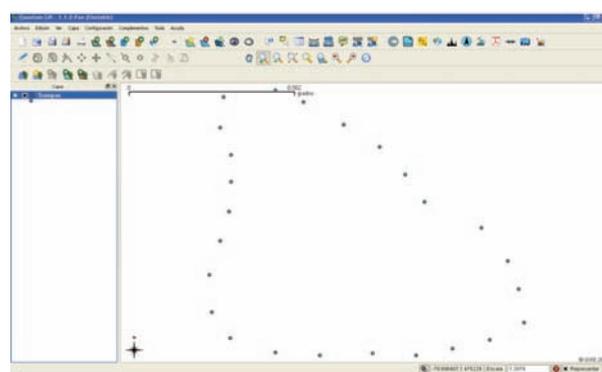


Figura 46. Visualización del *shapefile* de trampas en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

10.2. Edición de atributos

Teniendo en cuenta que la cobertura geográfica posee atributos espaciales y alfanuméricos se realizarán ejemplos de edición de estos atributos de forma separada. Para el primer caso se supondrá que hubo un error en la captura de datos y es necesario eliminar uno de ellos porque no corresponde a una trampa. En el segundo caso se agregarán atributos de identificación de la trampa como código y fecha de instalación. Adicionalmente, se eliminarán algunos de los atributos que se generan por defecto.

Edición del atributo espacial

La comisión de campo informó que el punto identificado con el número 014 no corresponde a una trampa de *Rhynchophorus palmarum* y que es necesario eliminarlo de la cobertura.

En consecuencia, se deben resolver dos inquietudes: a) Cómo saber cuál es el punto 014, y b) Cómo eliminarlo.

Para eliminar el punto es necesario habilitar el estado de edición haciendo clic en el botón *Conmutar edición* (Figura 47).



Figura 47. Botón para conmutar edición en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para identificar el punto 014 escoja el botón *Abrir tabla de atributos*. Allí busque la fila que tiene el valor 014 en la columna *name* y selecciónela. Automáticamente, el punto que corresponde a este atributo cambiará de color (Figura 48).

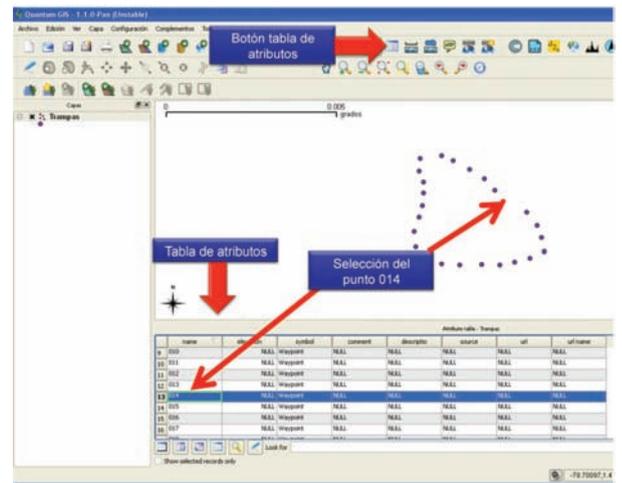


Figura 48. Edición de atributos alfanuméricos en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de seleccionar el punto se debe hacer clic en el botón *Borrar lo seleccionado* (Figura 49). Se pedirá confirmación para eliminar el punto. Haga clic en *Ok*.



Figura 49. Herramienta de eliminación de puntos de QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Puede eliminar los puntos que desee. Posteriormente, dé clic en el botón *Conmutar edición*, con lo cual le aparecerá un aviso de confirmación para guardar los cambios a la tabla de atributos, presione *Guardar*.

10.2.1. Edición de atributos alfanuméricos

La edición de atributos alfanuméricos de un *shapefile* tiene dos componentes: la edición de datos y la edición de campos. La primera consiste en el cambio que se realiza directamente sobre la tabla de atributos alfanuméricos y corresponde a la manipulación de cada dato de manera independiente. La segunda hace referencia a procesos como agregar nuevas columnas

(nuevos atributos) al *shapefile*, eliminar columnas (eliminar atributos) y realizar cambios de manera masiva sobre un campo en especial.

10.2.2. Edición de datos

Para editar datos es necesario visualizar la tabla de atributos haciendo clic en el botón *Abrir tabla de atributos* como se mostró en la Figura 48. Luego, activar la opción de edición haciendo clic en e botón *Conmutar edición*. Después, en la tabla de atributos haga doble clic sobre el campo *comment* del punto 001. Se puede observar que se activa el cursor en la casilla. Agregue el texto *trampa diferente* (Figura 50).

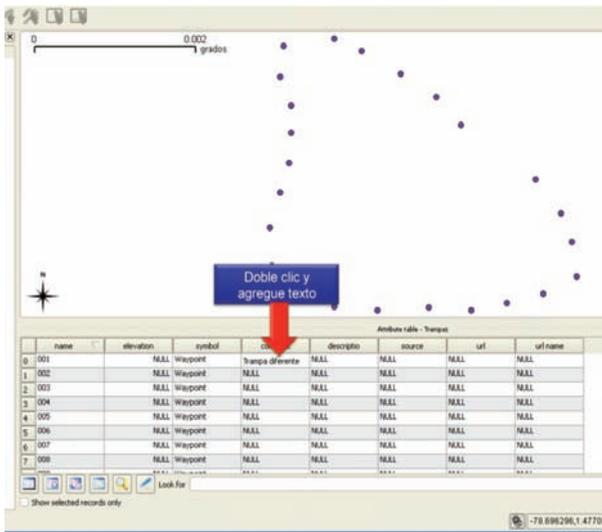


Figura 50. Cambio en un dato del atributo alfanumérico en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Puede editar la información de los campos que desee, luego haga clic en el botón *Conmutar edición*, con lo cual aparecerá un aviso de confirmación para guardar los cambios a la tabla de atributos. Presione *Guardar*.

10.2.3. Edición de campos

Para comodidad del usuario se esperaría que la edición de campos se realizara sobre el mismo programa que se ha estado utilizando. No obstante, teniendo en

cuenta que QGIS es un programa libre posee aún limitaciones, como las funcionalidades que permiten editar campos.

En el manual de QGIS 1.1.0 se aclara que la edición de campos para *shapefiles* no está activa debido a que la librería que utiliza para manipular los datos vectoriales aún no cuenta con esta opción.

En resumen, es necesario cambiar de programa para realizar la edición de campos. Y el ideal para realizar este proceso es el programa MapWindow. Antes de usarlo, cierre QGIS y guarde el proyecto en el directorio c:\Geomatica\Ejercicio\Ejercicio1.qgs (Figura 51).

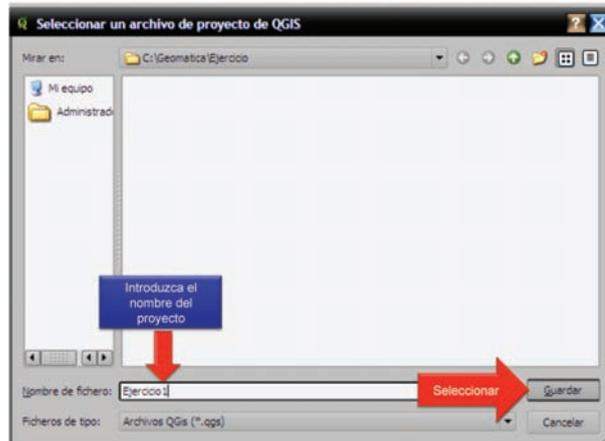


Figura 51. Guardar un proyecto de QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Abra el programa MapWindow en *Inicio -> Todos los programas -> MapWindow GIS -> MapWindow GIS*, según se muestra en la Figura 52.



Figura 52. Abrir el programa MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

La ventana del programa MapWindow es como la que se presenta en la Figura 53.

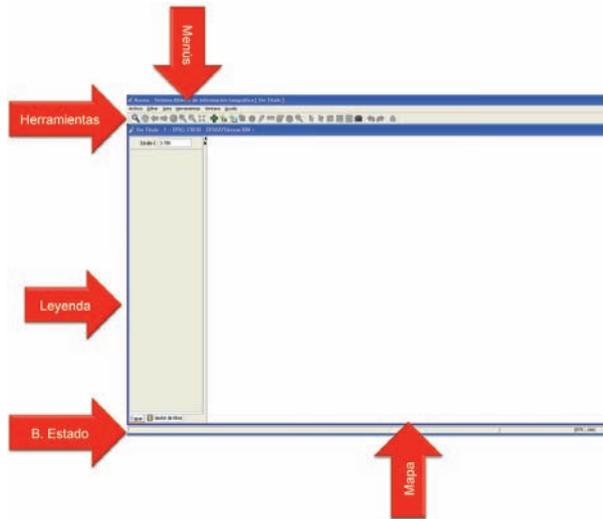


Figura 53. Estructura de la interfaz de usuario de MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para cargar el *shapefile* de trampas que se creó en el procedimiento anterior es necesario hacer clic en el botón *Add* que se muestra en la Figura 54.



Figura 54. Botón para adicionar capas en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Se abrirá una ventana para buscar el *shapefile*. Busque la ruta C:\Geomatica\Ejercicio\Trampas.shp, como se indica en la Figura 55.

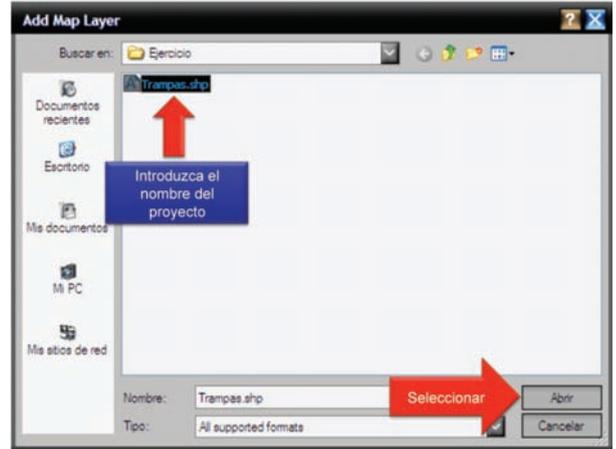


Figura 55. Búsqueda del *shapefile* para cargar en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Los datos cargados se mostrarán de la siguiente manera (Figura 56):

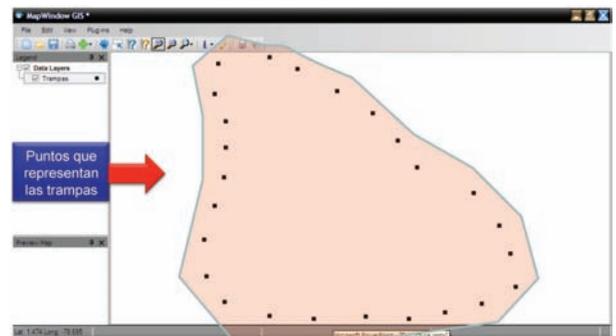


Figura 56. Datos de trampas cargados en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El siguiente procedimiento consiste en eliminar las columnas *elevation*, *symbol*, *comment*, *descriptio*, *source*, *url* y *url name*, y en adicionar las columnas código y fecha de instalación de la trampa. Esto implica abrir la tabla de atributos de la capa, haciendo clic en el botón *Attribute table editor*, como se muestra en la Figura 57.



Figura 57. Botón para tabla de atributos en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Se abrirá una ventana con la tabla de atributos del *shapefile* (Figura 58).

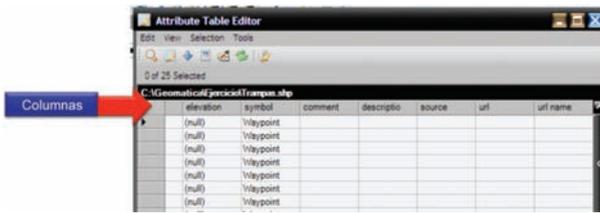


Figura 58. Tabla de atributos del *shapefile* en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para eliminar los campos seleccione en la ventana de la *Tabla de Atributos* la opción *Edit* y luego *Remove field*, como se aprecia en la Figura 59.

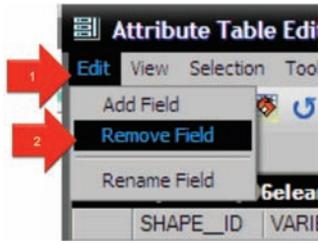


Figura 59. Proceso para remover campos en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

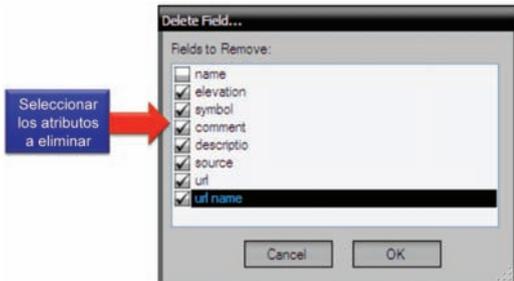


Figura 60. Selección de campos que se van a eliminar de MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

¹² El valor string corresponde a cadenas de texto.

En la ventana que se abre seleccione las casillas que corresponden a los atributos *elevation*, *symbol*, *comment*, *descriptio*, *source*, *url* y *url name* (Figura 60) y luego presione *Ok*.

Para adicionar el atributo código de la ventana de la *Tabla de Atributos* seleccione la opción *Edit* y luego *Add field*, como se observa en la Figura 61.

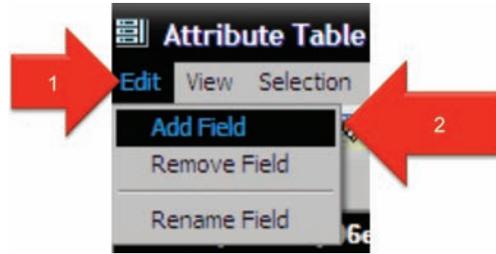


Figura 61. Procedimiento para adición de campos en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana de creación de campos introduzca el nombre (*Name*) del campo, es decir, *código*. En tipo escoja la opción *String*¹². En la opción *With* se debe incluir la cantidad de letras máxima que podrá tener el atributo. Para este caso se dejarán 10. El resultado debe ser similar al que se encuentra en la Figura 62.



Figura 62. Configuración del nuevo campo en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Adicione, con el mismo procedimiento, el campo fecha con tipo *string*. Al revisar la tabla de atributos deben aparecer los nuevos campos creados (Figura 63).

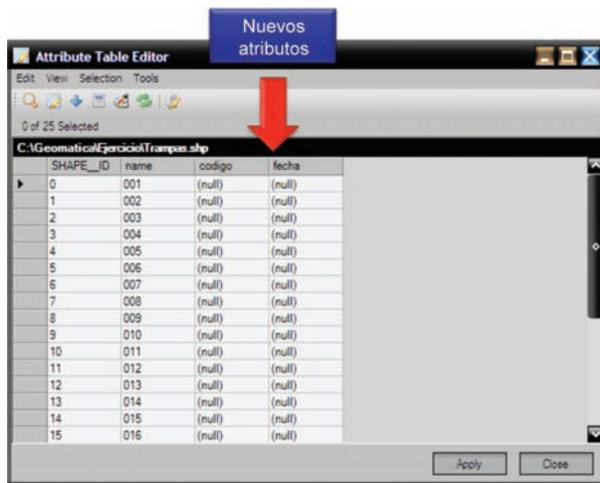


Figura 63. Nuevos campos insertados en el *shapefile*.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Diligencie los campos con datos inventados como aparece en la Figura 64.

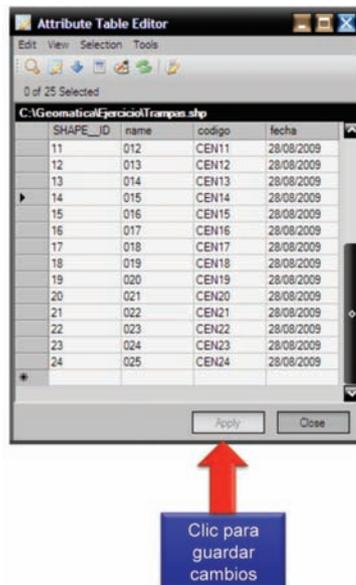


Figura 64. Ingreso de datos en la tabla de atributos.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Cuando termine de diligenciar los campos presione *Close*.

Con este paso se da por finalizada la creación y estructuración de un *shapefile* de trampas, como punto de partida para crear productos cartográficos y procedimientos de análisis espacial sobre las trampas.

11. Estructuración de cobertura de polígonos

El *shapefile* de polígono que se va a crear en este capítulo corresponde a un lote de palma de aceite que fue levantado según la metodología presentada en el numeral 4.2. Los datos necesarios para la práctica se incluyen en el enlace <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>, dentro de la carpeta Datos Practica. En esta misma carpeta hallará un archivo llamado Lote.gpx, que contiene los puntos adquiridos con GPS, es decir, representan los vértices de un lote de palma de aceite.

Convierta el archivo GPX en un *shapefile* de puntos según lo indicado en el numeral 9.1. Tenga en cuenta que debe guardar el *shapefile* en el directorio C:\Geomatica\Ejercicio\Vertice.shp. Inicie el programa QGIS y agregue el *shapefile* creado haciendo clic en la opción *Añadir capa vectorial* como se indica en la Figura 65. Busque el *shapefile* en el directorio donde lo guardó anteriormente.



Figura 65. Botón para adicionar capas en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El *shapefile* de puntos cargado contiene los vértices que permiten dar forma al lote. Recuerde que los lotes tienen geometría punto y que es necesario crear un nuevo *shapefile* con geometría polígono para adicionar allí el polígono del lote. Haga clic en la opción nueva capa vectorial como se indica en la Figura 66.



Figura 66. Creación de nueva capa vectorial en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Aparecerá una nueva ventana (Figura 67) en donde es importante determinar el tipo de geometría que se va a crear, que para el caso es *Polígono*. Adicionalmente, se deben introducir los atributos que tendrán la nueva capa y el tipo de dato de cada uno. Por ejemplo, para agregar un atributo que contenga el código de los lotes es necesario ubicar en la casilla *nombre* la palabra *código*¹³ y en tipo seleccionar la opción *cadena*. Luego haga clic en el botón para adicionar el atributo. Para que el ejemplo sea más claro se deben agregar como mínimo tres atributos: nombre tipo cadena, código tipo cadena y AreaNeta tipo real.

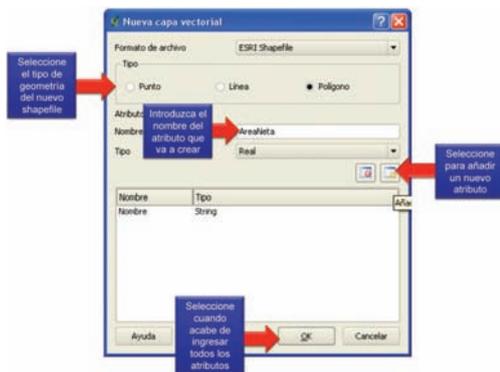


Figura 67. Ventana para creación de nueva capa vectorial. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de seleccionar la opción Ok guarde el *shapefile* en el directorio C:\Geomatica\Ejercicio\Lote.shp como se indica en la Figura 68.

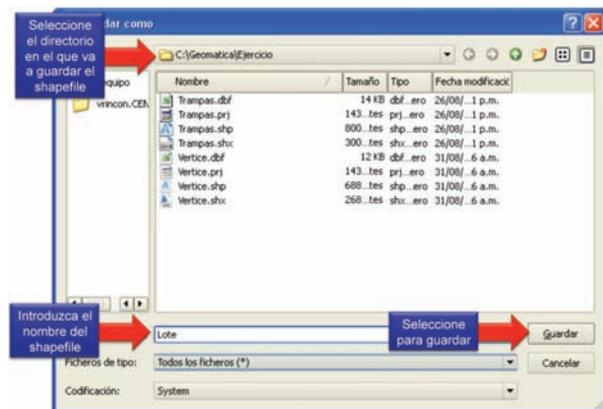


Figura 68. Selección del *shapefile* que se va a cargar. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

¹³ Es importante tener en cuenta que los nombres de los atributos no deben tener tildes ni espacios.

En el panel de leyenda aparecerá el nuevo *shapefile*. Para crear el nuevo polígono es necesario activar la edición del *shapefile*. Haga clic derecho sobre la nueva capa y seleccione la opción *Conmutar edición*, (Figura 69).

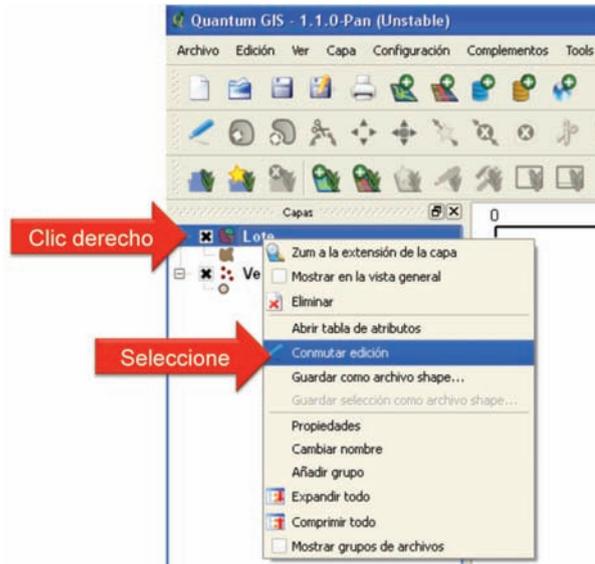


Figura 69. Proceso para conmutar edición en QGIS. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Elija el botón *Crear polígono* (Figura 70).



Figura 70. Botón crear polígono en QGIS. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Haga clic sobre cada uno de los vértices que componen el polígono. Al llegar al último haga clic derecho para cerrar el polígono. Tenga en cuenta que puede iniciar el dibujo a partir de cualquier vértice del polígono. La única restricción consiste en que la

selección de los puntos sea secuencial para darle forma. Para mayor claridad, en la Figura 71 se presenta la secuencia de creación del polígono.

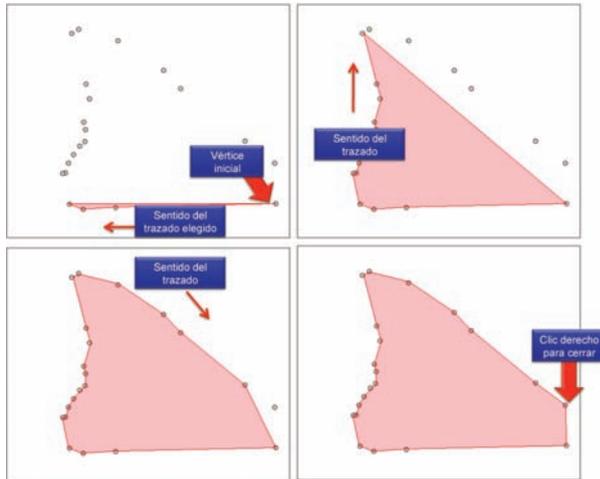


Figura 71. Ejemplo de creación de polígono en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al hacer clic derecho para cerrar el polígono se desplegará una nueva ventana (Figura 72) en la que se deben introducir los atributos del nuevo polígono y luego dar clic en *Ok*. El nombre y el código pueden ser ficticios. Pero, el valor del área se deja en blanco porque más adelante se hará el cálculo automático del valor.

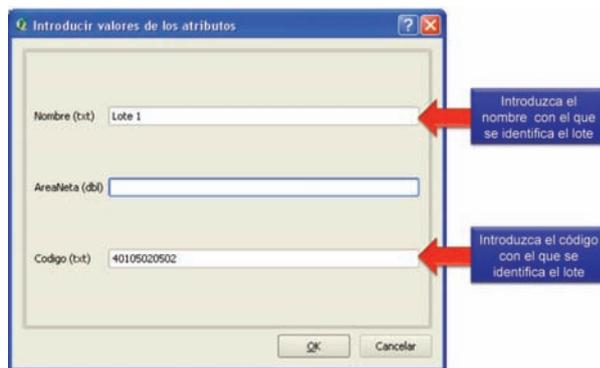


Figura 72. Ventana para agregar atributos del nuevo objeto.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El resultado luego de seleccionar el botón *Ok* debe ser similar al que se presenta en la Figura 47.

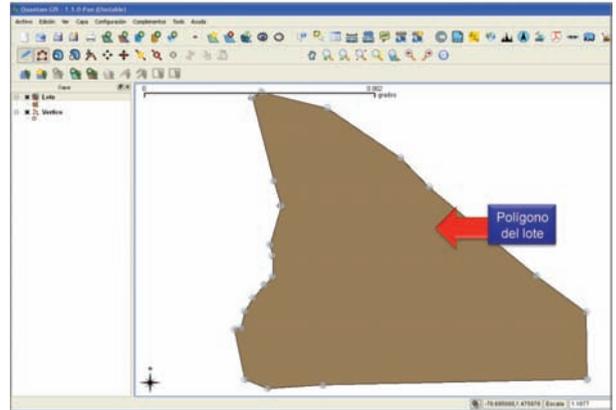


Figura 73. Ejemplo de polígono creado en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para guardar los cambios haga clic derecho sobre la capa y seleccione la opción *Conmutar edición* (Figura 74).

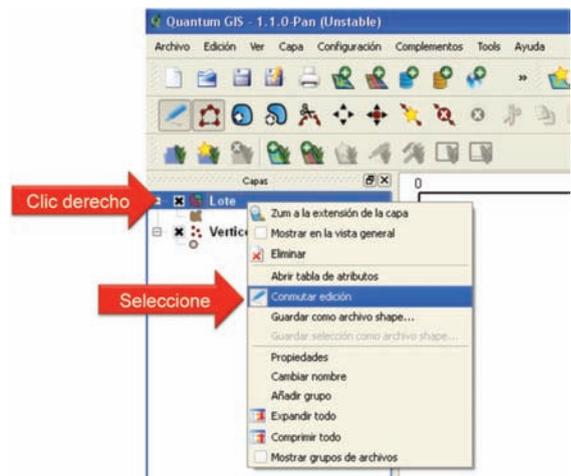


Figura 74. Guardar cambios de edición en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Por último, confirme guardar los cambios, haciendo clic en la opción *Guardar* en la ventana que se abre (Figura 75).

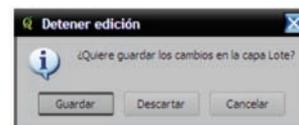


Figura 75. Ventana de confirmación de guardar cambios de edición.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para dar por finalizado este capítulo sólo hace falta calcular el área del polígono dibujado. Como se mencionó en el capítulo anterior QGIS tiene limitaciones en cuanto al manejo de edición de atributos, por lo que es necesario apoyarse en el programa MapWindow para estimar el área del polígono.

Cierre QGIS y abra Mapwindow. Para cargar el *shapefile* del lote, en la ventana de MapWindow, haga clic en el botón *Add/Remove* (Figura 76).

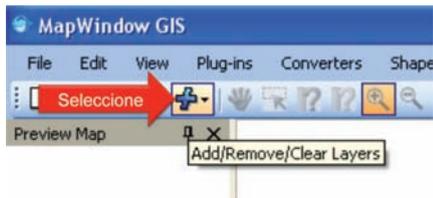


Figura 76. Botón para cargar capa en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana que se despliega busque el *shapefile* en el directorio C:\Geomatica\Ejercicio\Lote\Lote.shp y seleccione aceptar, como se indica en la Figura 77.

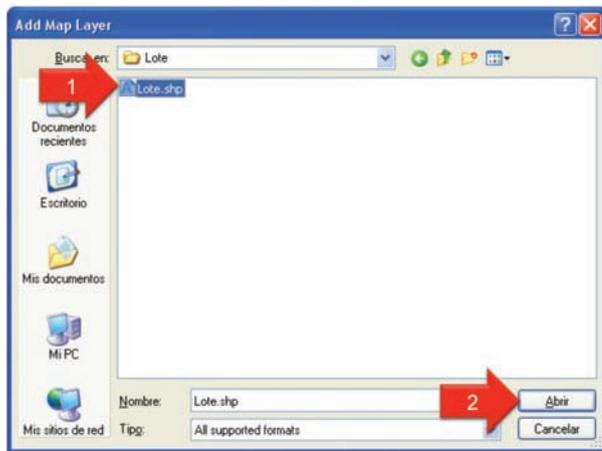


Figura 77. Procedimiento para seleccionar *shapefile* para cargar en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de tener cargado el *shapefile* se hace el cálculo del área del polígono cuyos valores dependen de la geometría. El método es sencillo: en el menú *Plugin* se activa la función *Update Measurement Plugin* como se indica en la Figura 78.

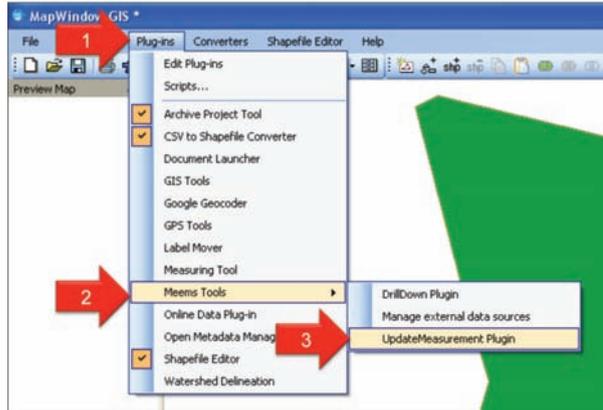


Figura 78. Procedimiento para activar la opción *Update Measurement* en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Aparecerá un nuevo botón en la ventana de herramientas (Figura 79), que permite deducir valores geométricos y agregarlos como atributos del *shapefile*.



Figura 79. Botón para agregar datos de área y perímetro en un polígono en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al hacer clic en este botón aparecerá una ventana en la que debe escoger la capa a la cual se desea realizar el cálculo o actualización de las medidas, para este caso, *Lote*.

Luego, debe seleccionar las unidades del *shapefile*. En razón a que la capa tiene el sistema de coordenadas geográficas, las unidades son grados decimales y si las coordenadas son planas, las unidades del *shapefile* se darán en metros.

El siguiente campo que se solicita son las unidades de cálculo, es decir, que si se quiere el área en hectáreas se debe seleccionar esta medida de superficie. Teniendo en cuenta que previamente se había creado un campo para el área escoja el campo *Area Neta*. Para el caso del perímetro elija la opción *New*, luego haga clic en la opción *Update measurements* (Figura 80).

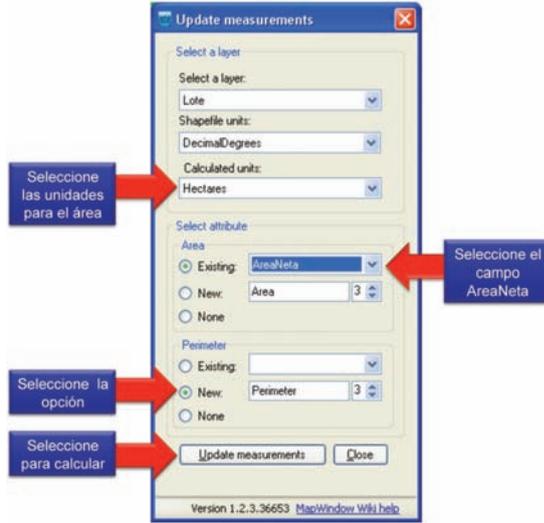


Figura 80. Procedimiento para calcular el área y el perímetro en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Para ver el resultado del cálculo abra la Tabla de Atributos como se demuestra en la Figura 81.



Figura 81. Botón para abrir tabla de atributos en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Cada vez que se realice una edición y ésta afecte el área o el perímetro de un polígono, debe actualizarse el cálculo de área y de perímetro utilizando la función *Update Measurement Plugin*. La tabla de atributos se muestra como en la Figura 82.



Figura 82. Ejemplo de valores calculados de área y de perímetro en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Puede adicionar más atributos al *shapefile* siguiendo el procedimiento explicado en el numeral 9.2.3.

11.1. Manejo de un shapefile con múltiples objetos

Teniendo en cuenta que el proceso de levantamiento de lotes requiere tiempo es posible que se estructure la información de manera parcial. Para evitar la creación de múltiples *shapefiles* y llegar a tener uno por cada lote se recomienda que cuando ya se cuente con un *shapefile* de lotes éste se cargue al mapa para que se generen los nuevos polígonos. Así se concentrará toda la información en una sola cobertura.

12. Estructuración de línea y palma

El insumo para la generación de información geográfica de línea y palma son puntos que representan la palma 1 de cada línea palma y la cartera de campo del levantamiento de puntos. Los datos necesarios para la práctica están en el enlace <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>, en la carpeta DatosPractica donde se ubica un archivo denominado Palmas.gpx que, a su vez, contiene los puntos adquiridos con GPS que representan las palmas 1 de un lote de palma de aceite.

Convierta el archivo GPX en un *shapefile* de puntos según lo indicado en el numeral 9.1. Guárdelo en el directorio C:\Geomatica\Ejercicio\Palmas1.shp. Inicie el programa QGIS y agregue el *shapefile* creado haciendo clic en *Añadir capa vectorial* como se indica en la Figura 83. Busque el *shapefile* en el directorio donde lo guardó anteriormente.



Figura 83. Botón para agregar una capa en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El *shapefile* de puntos cargado contiene las palmas 1 de todas las líneas palmas, necesarias para crear tanto la cobertura de palmas como la cobertura de líneas del lote.

Edición previa de los puntos

Como se indicó en el numeral 2.2, los dispositivos GPS tipo navegador manejan una tolerancia de error de posición entre 1 y 5 metros. Debido a esto existe una alta probabilidad de que se presenten errores en la ubicación de las palmas 1 con respecto a su posición real. En la Figura 84 se presentan los puntos con las palmas 1 del ejercicio: se destacan dos errores que posiblemente obedecen a problemas en la señal en el momento de la adquisición del punto con el equipo GPS. Por ello es necesario editar los puntos de tal manera que se minimice el error al generar la cobertura de palmas y líneas.

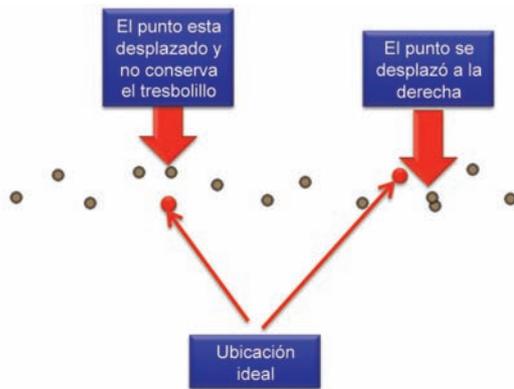


Figura 84. Ejemplo de errores de posición de datos tomados en campo.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

La edición de la ubicación de los puntos debe hacerse conforme a la relación de distribución de los puntos en el espacio en razón a que no se cuenta con otra herramienta para determinar de forma exacta cada palma. Existe una alternativa que, aunque implica un costo adicional, es efectiva: consiste en contar con una fotografía aérea de alta resolución espacial correctamente georreferenciada y ortorrectificada de tal manera que sirva de fondo para establecer la ubicación real de los puntos. Es preciso señalar que esta opción puede ser fácilmente descartada por el costo que conlleva un insumo de esta categoría.

Para editar la localización de los puntos es necesario activar la opción *Conmutar edición* haciendo clic derecho sobre la capa, como se señala en la Figura 85.

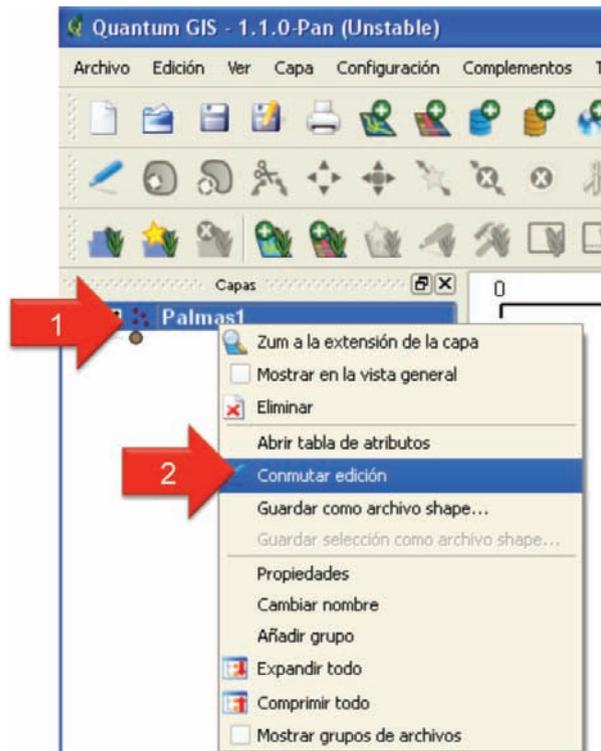


Figura 85. Procedimiento para activar edición en QGIS. Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al tener habilitada la edición de la capa debe seleccionarse la herramienta *Mover objeto espacial* (Figura 86).



Figura 86. Herramienta para mover objeto espacial en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Cuando tenga seleccionada esta herramienta debe hacer clic sobre el punto que va a mover y luego con el botón del clic presionado desplazarlo al lugar deseado como se muestra en la Figura 87. No olvide que en QGIS no se pueden deshacer los cambios: esto exige tener mucho cuidado con el procedimiento.

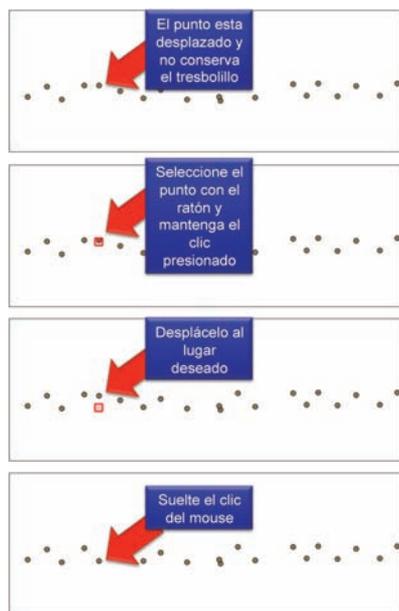


Figura 87. Ejemplo de movimiento de un punto en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Arregle todos los puntos observando la formación del tresbolillo¹⁴. El resultado final debe ser similar al que aparece en la Figura 88, donde también se advierte que se hace referencia a la existencia de un drenaje que cambia la formación del tresbolillo. Esta es una de las razones por las cuales al iniciar el proceso de estructuración en oficina se debe contar con la cartera de campo porque allí reposan esta serie de detalles imprescindibles para ejecutar un buen trabajo.



Figura 88. Ejemplo de puntos editados en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Cuando termine de editar la posición de los puntos seleccione la *conmutar edición* haciendo clic derecho sobre la capa y luego la opción *Guardar*, para almacenar los cambios.

¹⁴ Manera de establecer un lote de palma, colocando las plantas en filas de modo que cada planta quede frente a un hueco de la fila siguiente.

12.1. Conversión del sistema de coordenadas

El *shapefile* de las Palmas¹, utilizado hasta ahora, tiene como referencia espacial el sistema de coordenadas geográficas con datum WGS84. El método desarrollado para la obtención de las coordenadas de las palmas que componen una línea palma se basa en un algoritmo desarrollado por el grupo de investigadores de Agricultura de Precisión y emplea para su cálculo trigonometría plana y medidas planas como la distancia entre palmas o la densidad. A su turno, las coordenadas geográficas utilizan unidades esféricas como los grados decimales. Por ello se presenta una total incompatibilidad entre el método de cálculo de las coordenadas de las palmas y el sistema de referencia espacial que originalmente tiene la cobertura de puntos. La solución radica en cambiar el sistema de coordenadas de la cobertura y pasarlo al sistema de coordenadas planas y al origen que corresponda según la localización del lote en el país. Para identificar el origen correspondiente a cualquier posición consulte el Anexo 3 sobre orígenes de la cartografía plana en Colombia.

Para transformar el sistema de coordenadas en QGIS escoja en el menú *Tools* la opción *Data management tools* y luego *Export to new projection* como se señala en la Figura 89.

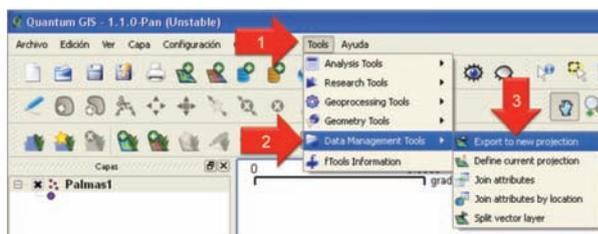


Figura 89. Proceso para activar la transformación de sistema de coordenadas en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana que se abre haga clic en el botón *Seleccionar* (Figura 90), para buscar el sistema de coordenadas al que se quiere transformar la cobertura.



Figura 90. Botón para seleccionar el sistema de referencia espacial en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana de *Selector de sistema de coordenadas* introduzca el número 3114 en la opción de *Buscar*. Luego, haga clic en la opción *Encontrar*. Posteriormente, escoja de la lista *MAGNA-SIRGAS/ Colombia Far West Zone* y haga clic en el botón *Ok* (Figura 91). El número 3114 hace referencia al sistema de coordenadas planas origen Occidente Occidente datum MAGNA-Sirgas, que corresponde a la ubicación del lote utilizado en el ejemplo. Para mayor claridad sobre los orígenes del sistema de coordenadas planas consulte el anexo 3.

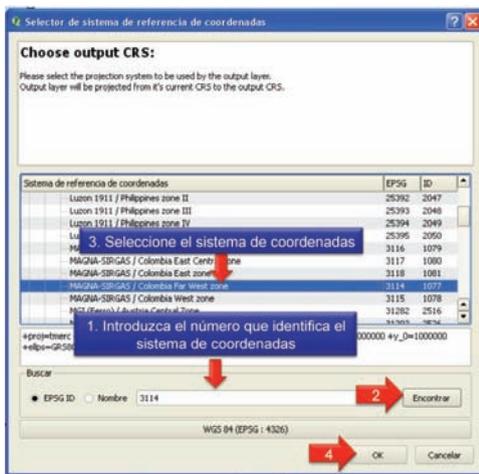


Figura 91. Procedimiento para seleccionar el sistema de referencia espacial.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Al hacer clic en *Ok* vuelve a la ventana de transformación. Haga clic en el botón *Explorar* para buscar la ruta y guardar el nuevo *shapefile*. Siga las instrucciones que se muestran en la Figura 92.



Figura 92. Procedimiento para determinar el directorio de salida del *shapefile* con transformación de sistema referencial.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de haber indicado la ruta para guardar el nuevo *shapefile* haga clic en *Ok*. El proceso se demorará unos segundos y posteriormente aparecerá una ventana que le preguntará si desea adicionar el *shapefile* con el sistema de coordenadas transformado al mapa: seleccione la opción *No* (Figura 93) porque el siguiente paso será desarrollado en el programa Map-Window. Cierre QGIS.



Figura 93. Ventana de confirmación de generación del *shapefile* con transformación del sistema de referencia.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Abra MapWindow y adicione el *shapefile* Palmas1_Planas que se creó en el procedimiento anterior. Siga las instrucciones para adicionar una capa en el MapWindow (Figura 54).

El algoritmo para elaborar la cobertura de palmas y líneas necesita las coordenadas X y Y de las palmas 1. Por tanto, es necesario calcular las coordenadas X y Y de cada punto, de la siguiente manera: abra el Editor de Tabla de Atributos (*Attribute Table Editor*) adicione un campo que se llame X con tipo de dato Double y un campo que se llame Y con tipo de dato Double. (Figura 94).

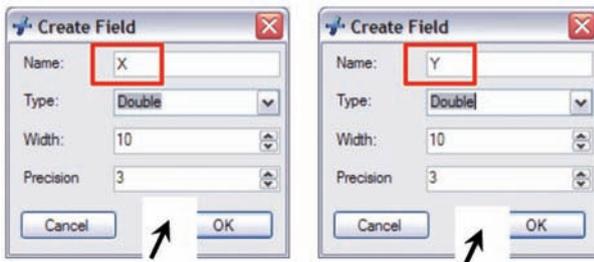


Figura 94. Configuración de los campos X y Y en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Seguidamente es necesario calcular estos campos. Seleccione el botón *Field calculator tool* (Figura 95) de la barra de herramientas de la Tabla de Atributos.

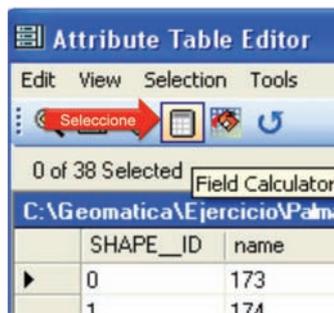


Figura 95. Botón *Field calculator* de la tabla de atributos en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Emergerá una nueva ventana llamada *Field Calculator*. Para calcular la coordenada X siga el procedimiento indicado en la Figura 96:

1. En la Lista *Functions* busque la función *ShapeX* y haga doble clic sobre ésta.
2. En el campo *Destination Table Field* seleccione X.
3. Luego haga clic en *Calculate*.

Debe realizar el mismo procedimiento para calcular la coordenada Y, teniendo en cuenta que hay que cambiar la función a *ShapeY*.

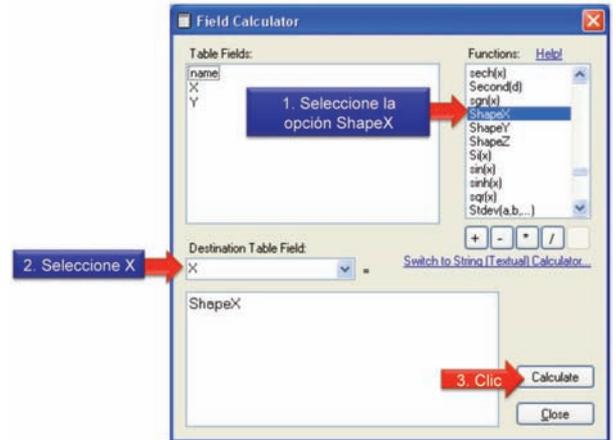


Figura 96. Procedimiento para calcular la coordenada X en el campo X en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

El resultado final de la tabla de atributos debe ser similar al expuesto en la Figura 97.

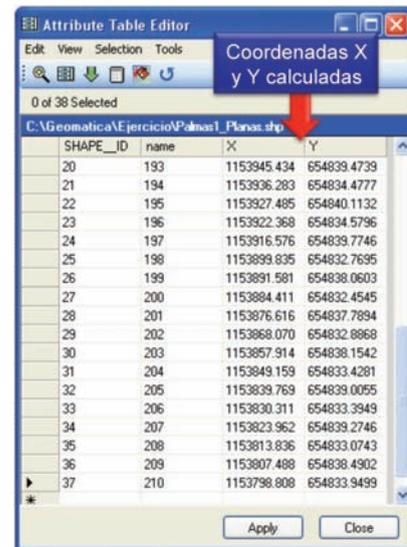


Figura 97. Ejemplo de coordenadas calculadas en MapWindow.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

No cierre esta ventana, porque se requiere para el procedimiento presentado en el numeral 11.2.

12.2. Cálculo de coordenadas de las palmas

Para realizar el cálculo de las coordenadas de las palmas de manera sencilla y amigable se ha desarrollado un archivo de Excel que contiene un macro que ejecuta el cálculo automático a partir de unos parámetros básicos sin que el usuario tenga que preocuparse por fórmulas. Este procedimiento se desarrolló en el programa AP y se pone a disposición del sector palmero colombiano.

Abra el archivo de Excel llamado LineaPalma.xls (proporcionado por Cenipalma).

Dependiendo del nivel de seguridad de Office que se use, se alerta sobre la existencia de macros en el archivo. Seleccione la opción *habilitar macros*. (Figura 98).



Figura 98. Habilitación de macros en Microsoft Excel.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Al abrir el archivo de Excel se debe mostrar la ventana que se indica en la Figura 99.

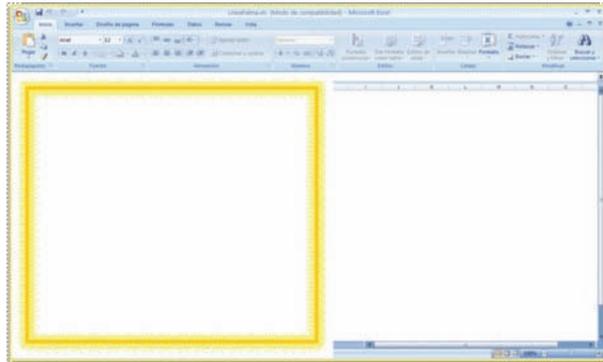


Figura 99. Presentación del archivo para el cálculo de coordenadas de las palmas.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Ingrese los datos solicitados (Figura 100). En este ejemplo se realiza el proceso para la línea palma número 1. Tenga en cuenta que el procedimiento anterior aporta los valores de las coordenadas X y Y; los demás valores solicitados en el archivo Excel se encuentran en la cartera de campo.

Macro para la generación de coordenadas de palmas	
Agricultura de Precisión	
Código de línea palma	1
X	1026425
Y	1299795
Azimut	330
Densidad	9
Número de palmas	10
Lote	B2-L4
Distancia de corrección	1.5

Figura 100. Datos solicitados por el archivo para el cálculo de las coordenadas de las palmas.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Terminado el ingreso de los datos presione el botón *Ejecutar*.

El resultado es una tabla con las coordenadas de todas las palmas que componen la línea palma (Figura 101). Copie estos datos y péguelos en un nuevo

archivo de Excel. Ejecute tantas veces los macro como líneas palma tenga. Integre todas las coordenadas de las palmas en un solo archivo.

	A	B	C	D	E
1	Linea	Palma	X	Y	Lote
2	1	1	1,026,425.88	1,299,793.99	B2-L4
3	1	2	1,026,433.67	1,299,789.49	B2-L4
4	1	3	1,026,441.47	1,299,784.99	B2-L4
5	1	4	1,026,449.26	1,299,780.49	B2-L4
6	1	5	1,026,457.06	1,299,775.99	B2-L4
7	1	6	1,026,464.85	1,299,771.49	B2-L4
8	1	7	1,026,472.64	1,299,766.99	B2-L4
9	1	8	1,026,480.44	1,299,762.49	B2-L4
10	1	9	1,026,488.23	1,299,757.99	B2-L4
11	1	10	1,026,496.03	1,299,753.49	B2-L4
12					
13					

Figura 101. Tabla con las coordenadas de las palmas.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Al finalizar debe tener un listado completo de todas las palmas existentes en el lote, similar al que se muestra en la Figura 102.



4	1	3	1,026,441.47	1,299,784.99	B2-L4
5	1	4	1,026,449.26	1,299,780.49	B2-L4
6	1	5	1,026,457.06	1,299,775.99	B2-L4
7	1	6	1,026,464.85	1,299,771.49	B2-L4
8	1	7	1,026,472.64	1,299,766.99	B2-L4
9	1	8	1,026,480.44	1,299,762.49	B2-L4
10	1	9	1,026,488.23	1,299,757.99	B2-L4
11	1	10	1,026,496.03	1,299,753.49	B2-L4
12	2	1	1,026,414.45	1,299,788.57	B2-L4
13	2	2	1,026,422.24	1,299,784.07	B2-L4
14	2	3	1,026,430.03	1,299,779.57	B2-L4
15	2	4	1,026,437.83	1,299,775.07	B2-L4

Figura 102. Listado de las coordenadas de todas las palmas de un lote.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Guarde el listado de coordenadas como un archivo separado por comas *csv*, desde Excel elija la opción *guardar como* y allí *csv* (delimitado por comas). Guarde el archivo en la ruta C:\Geomatica\Ejercicio\LineaPalma.csv como lo indica la Figura 103.

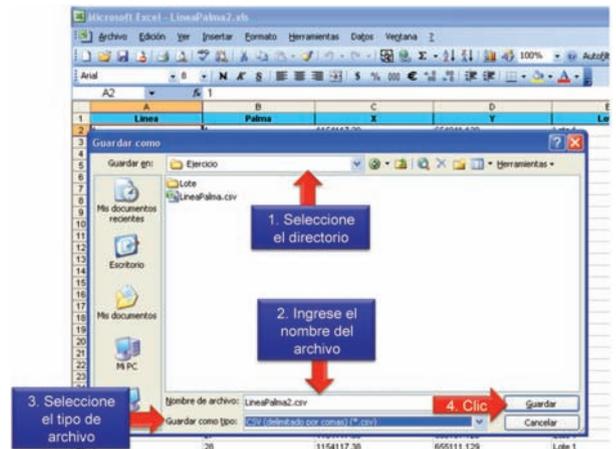


Figura 103. Procedimiento para guardar archivo csv en Excel.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Cierre el archivo de Excel

Abra MapWindow y active la ventana de generar *shapefile* a partir de archivos *csv*. En el menú *Plugins* seleccione *CSV to Shapefile converter*, con lo cual aparecerá una nueva opción en el menú llamada *Converters* (Figura 104).

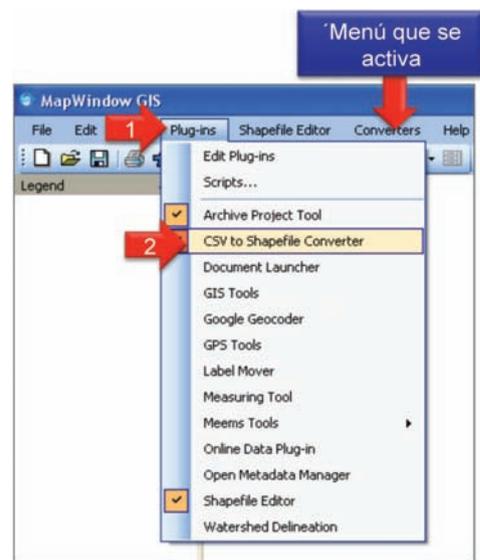


Figura 104. Procedimiento para la activación de la opción.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Elija *CSV (Comma Separated Values) to Shapefile* y se abrirá una ventana como la que se muestra en la Figura 105.

En *Input File* haga clic en el ícono que tiene la carpeta y busque el archivo *csv* que creó en Excel. Luego en el campo *Field Delimiter* elija el carácter utilizado por el sistema para separar los datos¹⁵. Presione *Open File* y de esta forma se le habilitarán las alternativas correspondientes a *Data Type* y *Conversion Options*.

En *Data Type* seleccione punto. En *Conversion Options* debe tener en cuenta:

- En el campo *X Field*, seleccione el que contiene las coordenadas oeste.
- En el campo *Y Field*, seleccione el que contiene las coordenadas norte.
- Deje vacíos los campos *Z Field* y *M Field*.
- Seleccione *Add Coordinates to Shapefile Attributes?* que permite asignarle el sistema de coordenadas que tiene la cobertura de fronteras que se cargó previamente al nuevo *shapefile* y *Converts All Others Fields into Shapefile Attributes* para adjuntarle al *shapefile* los atributos de Punto y Código de trampa que se crearon en Excel, y *Add to Map?* para visualizarlo en el mapa.

En la Figura 79 se presenta el ejemplo de selección de opciones para la conversión del archivo.



Figura 105. Ventana para creación del *shapefile* a partir de un archivo *csv* en MapWindow.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

¹⁵ Generalmente se utilizan dos caracteres para separar listas: coma “,” o punto y coma “;”. Puede probar con los dos. Resultará válido aquel que no le genere error al hacer clic en Open file.

Al presionar el botón *Convert* se desplegará una ventana de la que debe escoger cómo y dónde se va a guardar el *shapefile* y luego seleccione *Guardar*.

Cree una nueva cobertura de tipo línea que represente a cada línea palma. El procedimiento es similar al de la creación de la cobertura de puntos (Figura 106). Como ya existe el archivo de coordenadas de palmas debe utilizarlo para elaborar la línea palma. Asegúrese de tener cargado el *Plugin CSV to Shapefile Converter* y en este menú elija la opción *CSV to shapefile*.

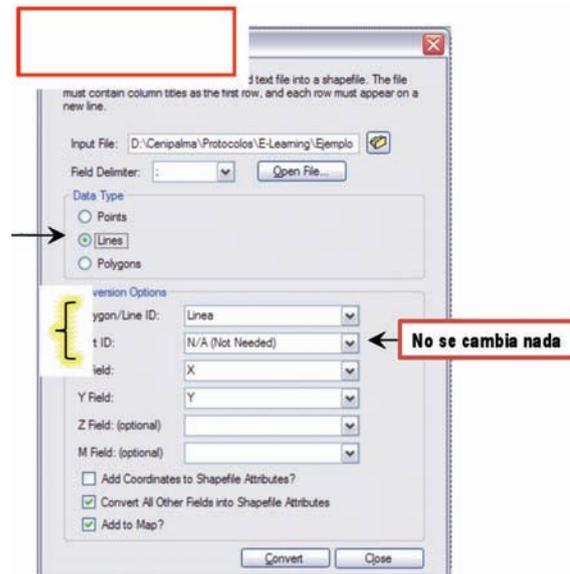


Figura 106. Conversión de archivo *CSV* en una cobertura de líneas.
Fuente: Cenipalma, 2009.

Seguir el mismo procedimiento indicado para el *shapefile* de palmas. Los cambios que se presentan son:

- En *Data Type* seleccione *Lines*.
- Se activan dos opciones en *Conversion Options*. En la opción *Polygon/Line ID*: seleccione el campo que posee el código de la línea palma. No cambie nada en *Part Id*.

Cierre MapWindow y abra QGIS para cargar los *shapefiles* de palma y línea que creó anteriormente (Figura 107).

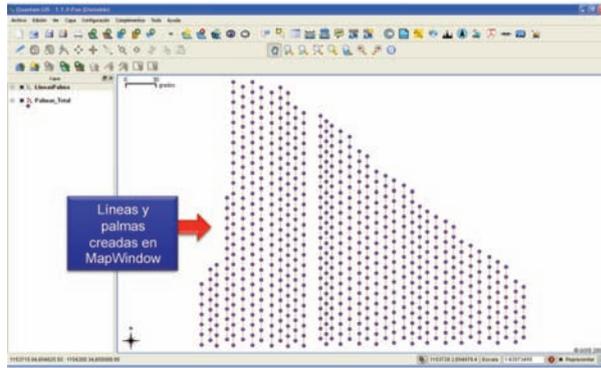


Figura 107. *Shapefiles* de línea y palma en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

12.3. Conversión del sistema de coordenadas de las coberturas línea palma y palma

Un último proceso consiste en convertir las coberturas creadas al sistema de coordenadas geográficas, debido a que este es el estándar que se establece desde Cenipalma para manejar los datos geográficos.

Antes que nada es necesario definir el sistema de coordenadas que tienen las líneas y las palmas creadas. Recuerde que las coordenadas que dieron origen al cálculo de las palmas y líneas tenían el sistema de coordenadas planas origen oeste-oeste datum Magna-Sirgas. En otras palabras, este es el sistema de coordenadas de los nuevos *shapefiles*. Seleccione *Define current projection*, de acuerdo con la indicación de la Figura 108, para definir el sistema de coordenadas de los *shapefiles* de líneas y palmas.

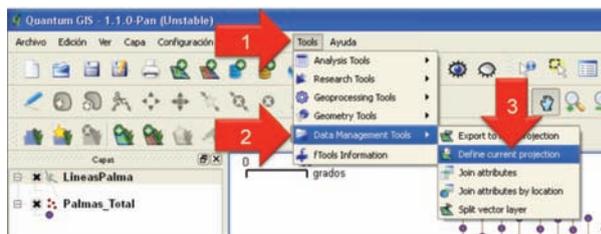


Figura 108. Procedimiento para definir el sistema de coordenadas actual en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la nueva ventana escoja uno de los *shapefiles*. Enseguida, haga clic en el botón seleccionar para buscar el sistema de coordenadas de referencia del *shapefile* (Figura 109).

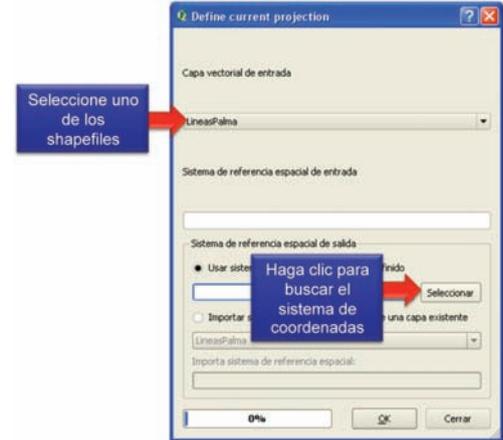


Figura 109. Procedimiento para buscar el sistema de coordenadas.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Escoja el sistema de referencia teniendo en cuenta lo indicado en la Figura 110.

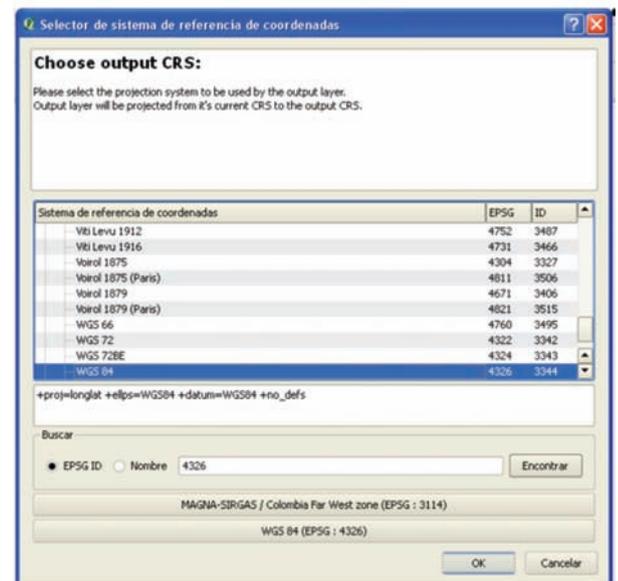


Figura 110. Selección del sistema de coordenadas actual en QGIS.
Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Siga los mismos pasos para definir el sistema de referencia espacial al otro *shapefile*. Ahora es necesario transformar los dos *shapefiles* al sistema de coordenadas geográficas datum WGS 84. En QGIS siga las indicaciones de la Figura 111.

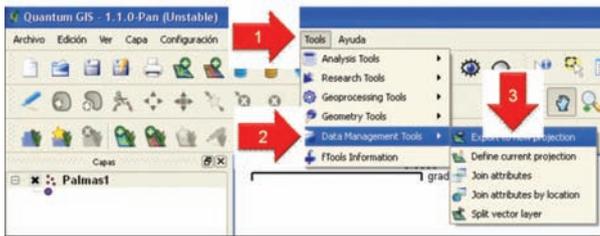


Figura 111. Procedimiento para transformar el sistema de coordenadas de un shapefile en QGIS.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

En la ventana de conversión elija el *shapefile* que va a convertir y luego dé clic en seleccionar para buscar el sistema de coordenadas de destino, o sea, geográficas datum WGS84, que tiene el código 4326. Observe la Figura 112.

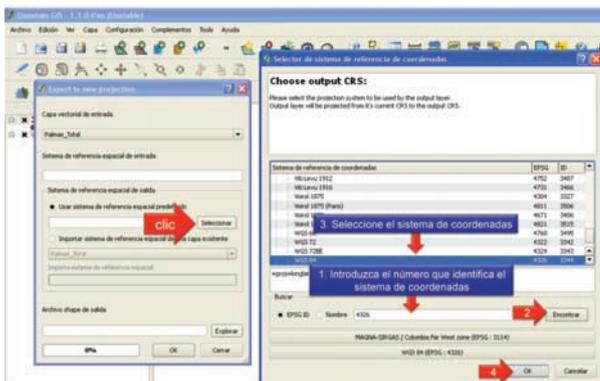


Figura 112. Procedimiento para seleccionar el sistema de coordenadas destino.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Luego de hacer clic en *Ok* escoja *explorar* para definir el directorio donde desea guardar el *shapefile* transformado. Cuando haya finalizado oprima *Ok*. Repita el proceso con el otro *shapefile*.

De esta manera, se crean las coberturas en el sistema de coordenadas geográficas que, finalmente, constituyen la base para generar nueva información a partir de los datos reportados desde campo por cada línea palma y palma. Por ejemplo, niveles de severidad de Pudrición del cogollo (PC) por palma, detección de focos y dinámica (modelos de temporalidad) de insectos, entre otros.

Actividades prácticas

Práctica 2.1.

Generación de cobertura de puntos

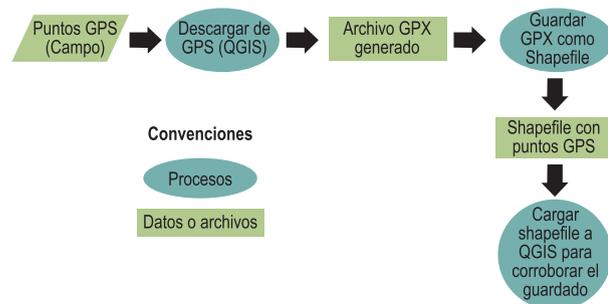
Objetivo: elaborar un *shapefile* con geometría tipo punto, a partir de los datos de la práctica 1.1.

Orientaciones para el facilitador

Este primer ejercicio incluye el uso de los programa Quantum GIS, por tanto es necesario que se tenga preinstalados los programa en los equipos en los que se va a realizar la práctica, no obstante, se recomienda que cada uno de los participantes realice la instalación, aunque debe contar que esto tomará más tiempo. Para el desarrollo de la actividad tenga en cuenta el siguiente diagrama, que ilustra de manera general el procedimiento establecido en el numeral 11 de la guía.

Disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>; es importante que realice un énfasis en que el programa es de uso libre, para evitar malas interpretaciones.

Para el desarrollo de la actividad tenga en cuenta el siguiente diagrama, que ilustra de manera general el procedimiento establecido en el numeral 11 de la guía.



Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 8.

Recursos necesarios

- Un computador por cada participante, con el sistema operativo XP o Vista, y que tenga instalado cualquier versión de Office (1997, 2003 o 2007). Es importante que el aparato no tenga

restricciones para la instalación de programas, ya que es necesario instalarle varios de ellos.

- Un Video beam para que el capacitador realice la práctica y para que los participantes tengan la oportunidad de verificar sus resultados.
- GPS utilizado en la práctica 1.1.
- Cartera de campo de la práctica 1.1.

Información de retorno

Revise el *shapefile* generado por el participante y re-trealimente al grupo las falencias encontradas.

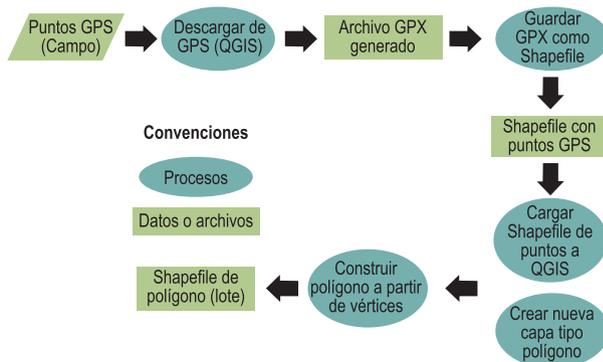
Práctica 2.2.

Generación de la cobertura de polígonos

Objetivo: elaborar un *shapefile* con geometría tipo polígono, a partir de los datos de la práctica 1.2.

Orientaciones para el facilitador

Para la realización de este ejercicio es necesario utilizar los datos obtenidos en la práctica de campo. Facilite a todos los participantes la descarga de los datos directamente del GPS, ya que esto incentiva la participación, pues la fuente de datos proviene de la propia experiencia de los participantes.



Siga el procedimiento establecido en el esquema anterior.

Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 12.

Recursos necesarios

- Un computador por cada participante, con el sistema operativo XP o Vista, y que tenga instala-

lado cualquier versión de Office (1997, 2003 o 2007). Es importante que el aparato no tenga restricciones para la instalación de programas, ya que es necesario instalarle varios de ellos.

- Un Video beam para que el capacitador realice la práctica y para que los participantes tengan la oportunidad de verificar sus resultados.
- GPS utilizado en la práctica 1.2.
- Cartera de campo de la práctica 1.2.

Información de retorno

Revise el *shapefile* generado por el participante y re-trealimente al grupo las falencias encontradas.

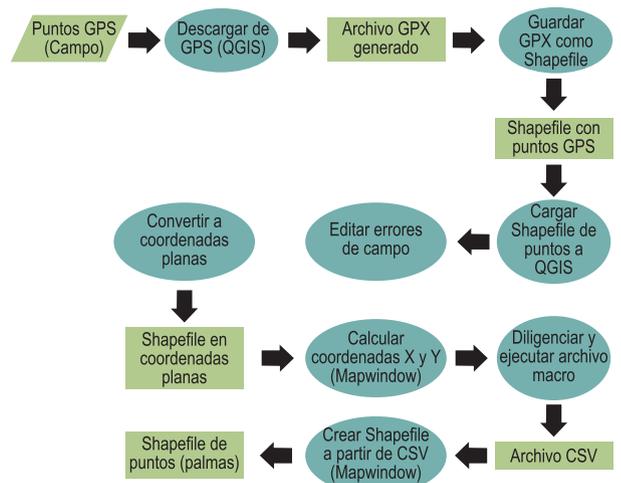
Práctica 2.3

Generación de cobertura de palmas y línea-palmas

Objetivo: elaborar las coberturas de palma y línea-palma a partir de los datos de la práctica 1.3.

Orientaciones para el facilitador

Debe proporcionarles a los participantes el archivo de Excel (LineaPalma.xls) disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>. Tenga en cuenta que el archivo para la generación de palma contiene macros, por tanto es importante que los equipos en los que se va a ejecutar la práctica tengan las macros deshabilitadas. Oriente la descarga de los datos desde el GPS. Tenga en cuenta el siguiente esquema para desarrollar la actividad:



Instrucciones para el participante

Siga las instrucciones dadas en el numeral 10; para realizar esta práctica es indispensable que haya completado el ejercicio 1.3.

Recursos necesarios

- Un computador por cada participante, con el sistema operativo XP o Vista, y que tenga instalado cualquier versión de Office (1997, 2003 o 2007). Es importante que el aparato no tenga restricciones para la instalación de programas, ya que es necesario instalarle varios de ellos.
- Un Video beam para que el capacitador realice la práctica y para que los participantes tengan la oportunidad de verificar sus resultados.
- GPS utilizado en la práctica 1.3.
- Cartera de campo de la práctica 1.3.
- Archivo de Excel con la macro para generación de palmas.

Información de retorno

Revise el *shapefile* generado por el participante y retroalimente al grupo las falencias encontradas.

Práctica 2.4

Manejo de QGIS

Objetivo: en esta actividad se busca que el participante explore las funciones básicas del programa Quantum GIS para la elaboración de mapas a partir de *shapefiles*.

Orientaciones para el facilitador

Oriente a los participantes en el seguimiento de las actividades propuestas en el documento Practica02, disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.

Recursos necesarios

- Un equipo de cómputo que tenga instalado el sistema operativo Windows XP o versiones posteriores.

- Disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.

Instrucciones para el participante

- Debe seguir las instrucciones explicadas en el documento Practica02, disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.
- Complete las cinco tareas que contiene el documento Practica02.
- Para realizar la práctica debe descargar el paquete de archivos Actividad02.exe que está disponibles en el link <http://www.cenipalma.org/agronomia/?q=node/70>.
- Es necesario entregar los siguientes productos por cada tarea:
 - Tarea 1: un escrito con la explicación de la leyenda escogida.
 - Tarea 2: la explicación de las dos consultas realizadas.
 - Tarea 4: el archivo de imagen y el PDF generados.
 - Tarea 5: el archivo del proyecto QGIS.

Información de retorno

- ¿Cómo se debió hacer la práctica?
- ¿Qué problemas se encontraron?
- ¿Cómo se comparan los datos que recogieron los diferentes equipos de trabajo?

13. Reseña bibliográfica

Pavón i Besalú, Miguel. 2008. *Diccionario de la cartografía*. Disponible en: <http://www.hyparion.com/web/diccionario/dics/cartografia.htm>

Watry, G.; Ames, D. 2007. *A Practical Look at MapWindow GIS*. 1st Edition-. Geospatial Program Laboratory Idaho State University - Idaho Falls.

Watry, G.; Croft, T. 2007. *Quick Guide to MapWindow GIS Desktop Application*.





Anexos

A. Anexos técnicos	81
Anexo 1. Principios de funcionamiento del sistema GPS	81
Anexo 2. Instalación de Programas SIG	83
Anexo 3. Orígenes de la cartografía plana en Colombia	89
B. Anexos didácticos	90
Anexo 4. Evaluación final de conocimientos	90
Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador	91
Anexo 6. Evaluación de la Guía como material de capacitación	94
Anexo 7. Plan de Acción poscapacitación	97

A. Anexos técnicos

Anexo 1. Principios de funcionamiento del sistema GPS

El GPS es un sistema basado en satélites artificiales, dispuestos en una constelación de 24 de ellos para brindar al usuario una posición con alto grado de exactitud. Fue diseñado originalmente para emplearse con fines militares, en cualquier momento y sobre cualquier punto de la superficie terrestre. Poco tiempo después de presentarse las propuestas originales de este sistema, resultaba claro que el GPS también podía ser utilizado en aplicaciones civiles y no únicamente para obtener el posicionamiento personal. Actualmente la variedad de aplicaciones va desde la navegación de automóviles o la administración de una flota de camiones, hasta la automatización de maquinaria para labores de agricultura.

El siguiente ejemplo ilustra de forma clara cómo funciona este sistema: imagínese que está en una plantación de palma de aceite, a 25 minutos del punto A, a 10 minutos del punto B y a 20 minutos del punto C (Tabla 2). Si se desplaza caminando, a cualquier punto desde su posición y a una velocidad constante de 10 metros por minuto, se puede establecer a qué distancia se encuentra de cada uno de los puntos A, B y C. Para calcular la distancia se multiplica el tiempo por la velocidad en cada uno de los casos (Figura 113).

Tabla 2. Parámetros para el cálculo de la posición

Punto	Tiempo (minutos)	Velocidad (metros/minuto)	Distancia (metros)
A	25	10	250
B	10	10	100
C	20	10	200

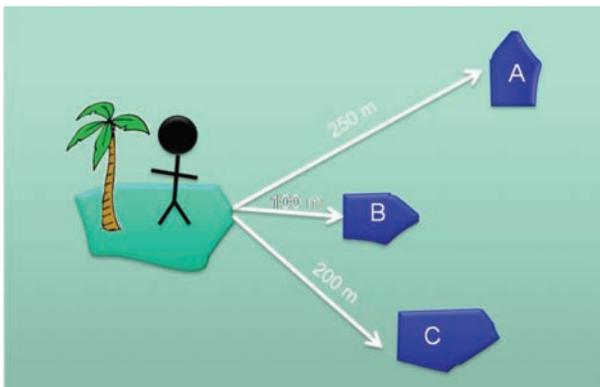


Figura 113. Representación del ejemplo para el cálculo de posición.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

Sin embargo, el problema no es saber la distancia a la que se encuentra de los puntos A, B y C, sino conocer su posición con respecto a ellos. Así, el siguiente paso es considerar su posición con respecto a A, B y C. En primer lugar, piense que un observador se ubica en A (él sabe que usted se ubica a una distancia de 250 metros). Entonces, si lo quisiera ubicar sabría que usted está en cualquier punto de una circunferencia con radio de 250 metros y centro en A (Figura 114).

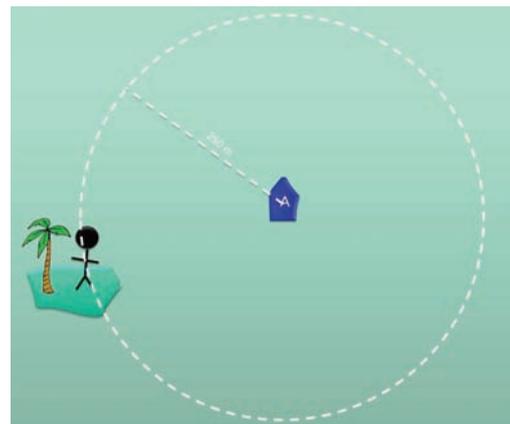


Figura 114. Ubicación de la posición a partir del punto A.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

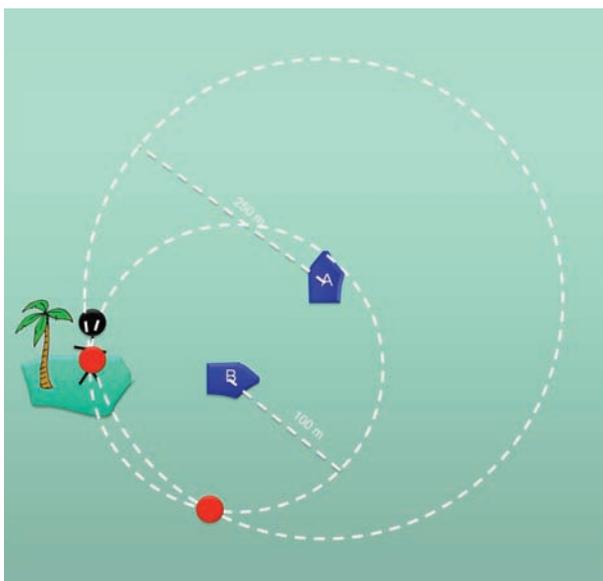


Figura 115. Ubicación de la posición desde los puntos A y B.

Fuente: Cenipalma, Agricultura de Precisión. 2009.

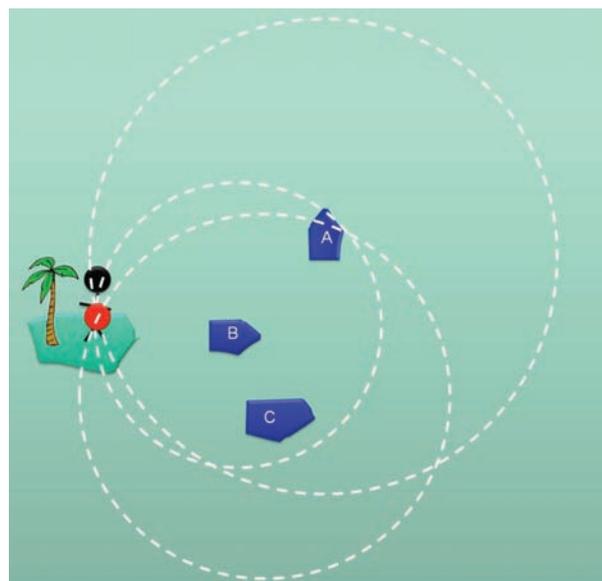


Figura 116. Ubicación de un punto (1) por medio de tres observadores (A, B y C).

Fuente: Cenipalma., Agricultura de Precisión, 2009.

Ahora, el mismo observador se desplaza al punto B y traza una circunferencia con centro en B y radio de 100 metros. El resultado es un corte con la circunferencia trazada en A y dos puntos de corte, lo cual restringe su posición a dos opciones como se ilustra en la Figura 115.

Finalmente, el observador se desplaza a C y allí traza una circunferencia con centro en C y radio de 200 metros, lo que determina su posición en el punto de cruce de las tres circunferencias (Figura 116).

Ahora se va a contextualizar el ejemplo anterior. El sistema GPS funciona tomando el tiempo que tarda una señal de radio emitida por un satélite hasta llegar al receptor. Es decir, si usted está en algún lugar de la tierra y tiene su receptor GPS, está recibiendo señales que le indican el tiempo que éstas se han tardado en llegar desde el satélite hasta el receptor. La velocidad se obtiene sabiendo que las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz (300.000 km/s), más exactamente a 299,792.458 km/s.

En términos sencillos, las señales GPS son códigos de tiempo que se usan para calcular distancias desde los satélites hacia el receptor. Para poder calcular el tiempo de viaje de la señal de radio, tanto el satélite como el receptor generan códigos sincronizados; esto es, que ambos generan el mismo código al mismo tiempo. Entonces, cuando llega una onda al receptor, este determina el tiempo transcurrido desde que generó el mismo código. La diferencia de tiempo es lo que tardó la onda en llegar. A continuación se explica la fórmula que utilizan los receptores para determinar la distancia a la que está cada uno de los satélites de los que recibe la señal.

$$D = dT \times c$$

D = distancia del satélite al receptor

dT = retardo y, c = velocidad de la luz

Si se conoce el tiempo exacto desde que salió la señal del satélite y el tiempo de llegada al receptor se puede calcular, por diferencia, el tiempo de viaje de la señal y, asimismo, la distancia. De aquí se deduce que los relojes deben ser bastante precisos en tiempos pequeños, porque la señal de un satélite que esté perpendicular al receptor sólo tarda 6/100 partes de segundo en llegar. Pero en realidad como no se conoce el estado del reloj del receptor, esta distancia no es la verdadera y se llama pseudodistancia.

El valor del tiempo es muy importante en el sistema GPS. Como ya se señaló, la luz viaja a casi 300.000 km/s lo que implica que si los relojes del satélite y del receptor están desfasados tan sólo 1/100 de fracción de segundo, las medidas de distancia tendrían un error de 3.000 km. Los satélites tienen relojes atómicos que son extremadamente precisos y también muy caros. Por esta razón no están disponibles para el uso civil. Afortunadamente este problema se resolvió utilizando la medición desde un cuarto satélite. Por trigonometría se puede localizar un punto con tres medidas exactas y cuatro o más medidas imperfectas pueden eliminar la falta de sincronización del tiempo.

Las computadoras en los receptores están programadas para que en el caso de que obtengan una serie de medidas que no puedan realizar la resección (intersección de las circunferencias) en un único punto, reconozcan que hay algún error y asuman que su reloj interno está desfasado. Entonces, comienzan a sumar y a restar la misma cantidad de tiempo a cada medida hasta encontrar un punto en el que todas coincidan. Claro que las computadoras no usan el método de prueba y error, sino un algoritmo matemático. La conclusión es que para obtener medidas precisas en tres dimensiones se necesitan por lo menos cuatro satélites.

Anexo 2. Instalación de Programas SIG

El programa GRASS puede descargarlo de la siguiente dirección:

<http://grass.itc.it/grass64/binary/mswindows/native/WinGRASS-6.4.0RC5-1-Setup.exe>

El programa QGIS puede ser descargado de la siguiente dirección:

<http://download.osgeo.org/qgis/win32/QGIS-1.1.0-0-Setup.exe>

El programa MapWindow puede ser descargado de la siguiente dirección:

[http://www.mapwindow.org/download.php?file_name=http://svn.mapwindow.org/svnroot/Installation Projects/4.6/Release/MapWindow46SR.exe&show_details=1&dl=3](http://www.mapwindow.org/download.php?file_name=http://svn.mapwindow.org/svnroot/Installation%20Projects/4.6/Release/MapWindow46SR.exe&show_details=1&dl=3)

El programa GPSBabel puede ser descargado de la siguiente dirección:

<http://www.gpsbabel.org/download.html>

La instalación de los programas será tratada con especial cuidado dado que los mismos demandan ciertas particularidades que se deben tener en cuenta desde la instalación de los mismos. La principal particularidad en la instalación es la ruta de instalación, para los usuarios de Windows es común definir el lugar de instalación en el directorio C:\Archivos de Programa, no obstante este directorio presenta problemas para GRASS, QGIS y GPSBabel pues en los procesamientos que realizan ellos no reconocen los espacios “ ” dentro del nombre del directorio, por lo tanto la solución consiste en la creación de un directorio de instalación para estos programas el cual será C:\Geomatica.

Al iniciar la instalación de los programas debe contarse con los archivos ejecutables de GRASS, QGIS y MapWindow, adicionalmente el archivo comprimido de GPSBabel.

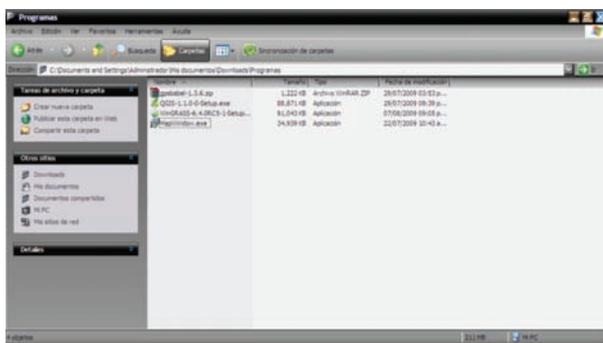


Figura 117. Explorador de archivos con los ejecutables de Mapwindow, GRASS y QGIS, adicionalmente el archivo comprimido de GPSBabel.

Instalación de GRASS

Ejecute el archivo de instalación de GRASS.

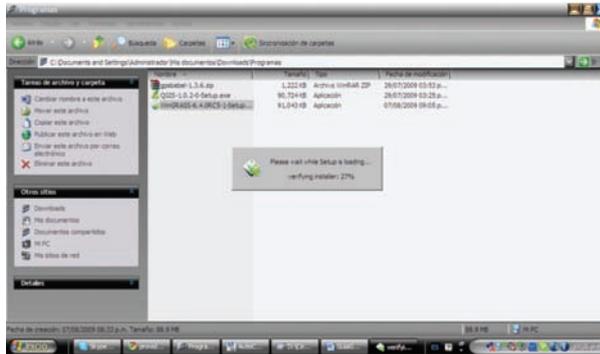


Figura 118. Inicialización de la instalación de QGIS.

En la ventana que aparece presione Next.



Figura 119. Inicio de la instalación.

En la ventana de la presentación de la licencia, revise la licencia del programa, si está de acuerdo seleccione *I Agree*.

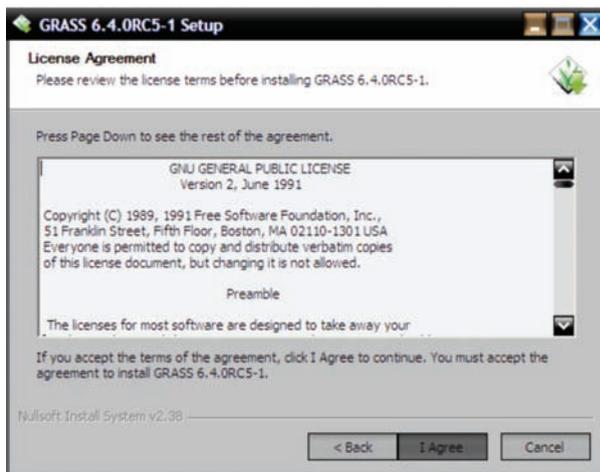
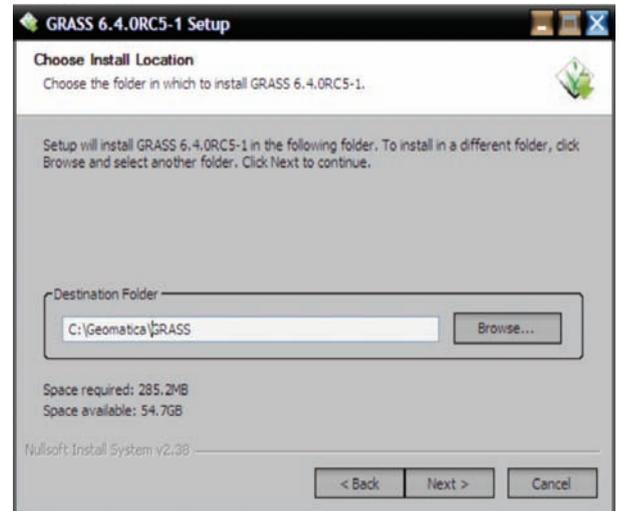


Figura 120. Licencia del programa GRASS.

En la ventana de ubicación de instalación introduzca el directorio *C:\Geomatica\GRASS*



En la ventana de componentes puede instalar datos de ejemplo para desarrollar actividades con el programa, puede seleccionarlos, sin embargo, estos tipos de componentes no son indispensables para la instalación del programa. Luego seleccione *Install*.

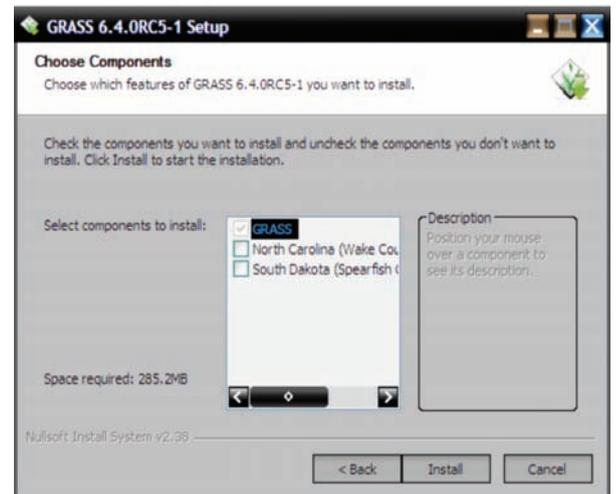


Figura 121. Selección de complementos e instalación.

El proceso de instalación dará inicio, puede tomar varios minutos.

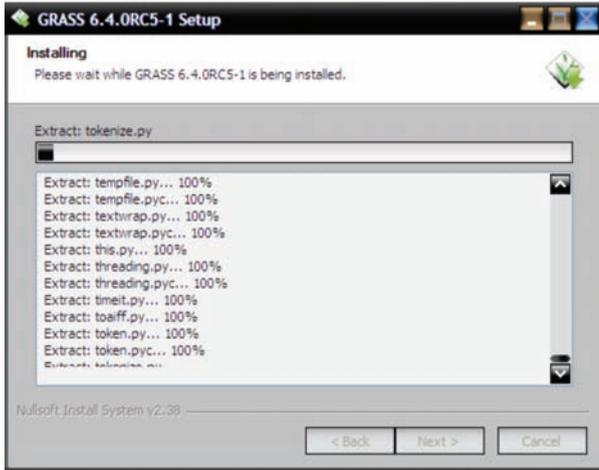


Figura 122. Inicio del proceso de instalación del programa.

Al finalizar la instalación presione *Finish* en la ventana que aparece.



Figura 123. Finalización de la instalación.

Instalación de QGIS

Ejecute el archivo de instalación de QGIS.

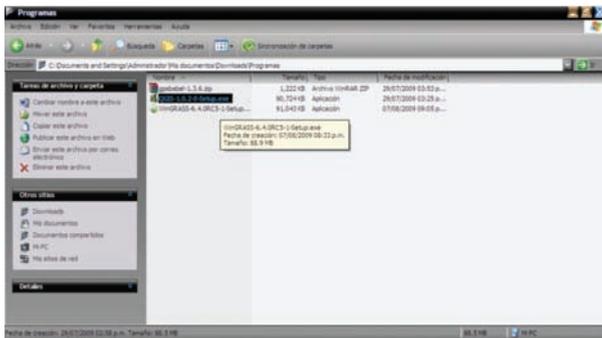


Figura 124. Archivo de instalación de QGIS.

En la ventana de bienvenida seleccione *Next*.



Figura 125. Ventana de bienvenida a la instalación del programa.

En la ventana de licencia del programa, lea la licencia y luego presione *I Agree*.



Figura 126. Ventana de licencia del programa.

En la ventana de directorio de instalación escriba el directorio *C:\Geomatica\QGIS*, luego presione *Next*.

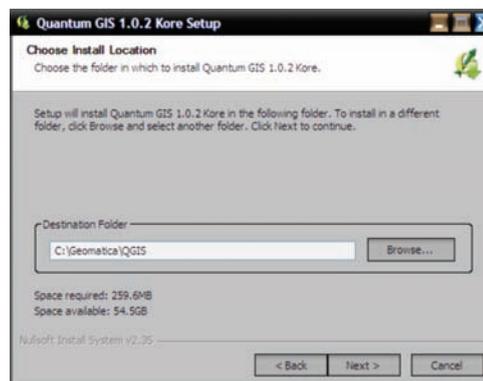


Figura 127. Ventana de directorio de instalación.

Luego se busca el directorio C:\Geomatica\QGIS\Bin y allí se pegan los archivos copiados en el paso inmediatamente anterior.

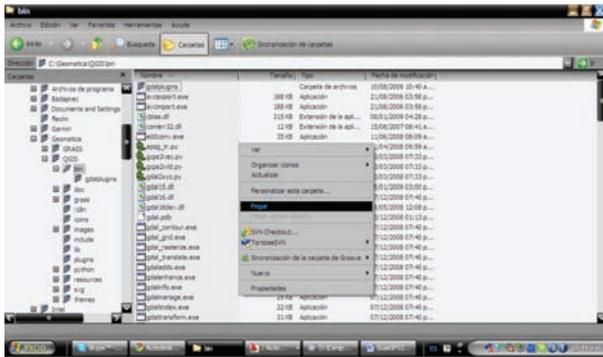


Figura 133. Pegar los archivos en el directorio C:\Geomatica\QGIS\Bin\

Inicialización

Antes de iniciar a estructurar información es necesario configurar los programas para obtener mejores desempeños posteriormente. Abra el programa QGIS.

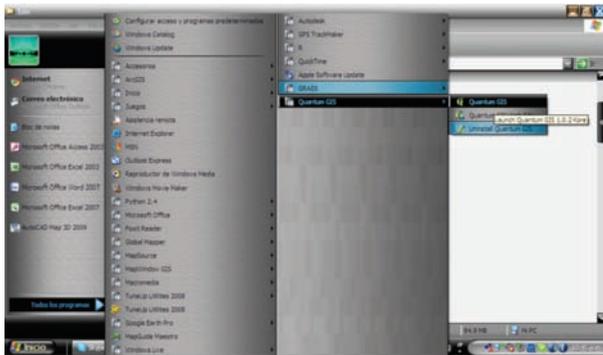


Figura 134. Abrir el programa QGIS.

Al abrir por primera vez el programa QGIS, este solicitará la confirmación del directorio de instalación de GRASS, en la ventana de información de ubicación de GRASS seleccione *OK*.



Figura 135. Direccionamiento del complemento GRASS.

Seleccione la ruta de ubicación del programa GRASS el cual es C:\Geomatica\GRASS.



Figura 136. Ubicación de GRASS

Al finalizar se encontrará con la interfaz de usuario de QGIS.

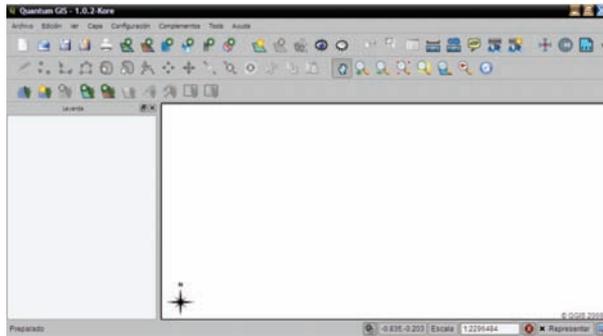


Figura 137. Interfaz de usuario de QGIS.

Configuración para descarga de datos GPS

Presione la opción *Complemento GPS*.

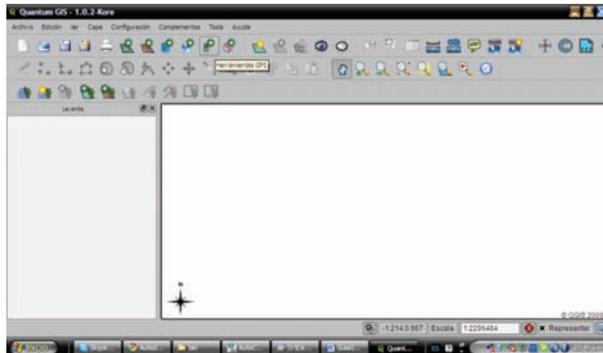


Figura 138. Opción complemento GPS.

Aparecerá la ventana con las herramientas de conexión con receptores GPS y aspectos relacionados. Allí seleccione la opción *Editar receptores*.



Figura 139. Herramientas GPS.

Se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



Figura 140. Ventana de edición de receptores GPS.

Para receptores GPS de la marca Garmin es necesario cambiar la palabra %babel por gpsbabel en todas las casillas, luego presione *Actualizar receptor*.

En el caso de poseer un receptor Gps Magellan, se aconseja seleccionar la opción *Nuevo receptor*, y luego copiar en cada casilla de la nueva configuración los

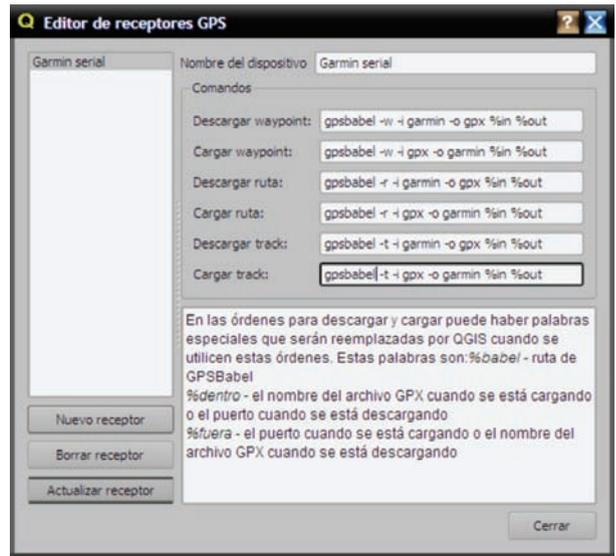


Figura 141. Configuración para GPS Garmin.

valores que aparecen en *Garmin Serial*, vale la pena aclarar que cada vez que realice un cambio en el nuevo receptor debe dar clic en *Actualizar receptor*, pues de lo contrario la información se borrará. Finalmente cambie la palabra *garmin* por *magellan*.

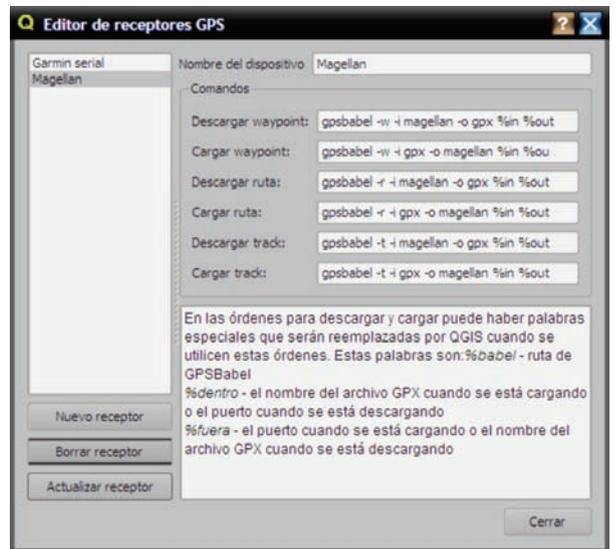


Figura 142. Configuración del GPS magellan.

Anexo 3. Orígenes de la cartografía plana en Colombia

La cartografía plana para Colombia tiene cinco orígenes determinados a partir de la conformación del territorio nacional y del sistema de proyección cartográfico oficial para el país.

Desde 1941 se manejó el Datum Bogotá como sistema de referencia oficial del país, pero desde 2005 se adoptó el Datum MAGNA-SIRGAS o Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, que se ajusta al Sistema Geodésico de las Américas y es compatible con el esferoide WGS84 y el sistema GRS80.

En la imagen 168 se presentan las coberturas de los cinco orígenes (Oeste-Oeste, Oeste, Bogotá, Este-Central y Este-Este) de cartografía:

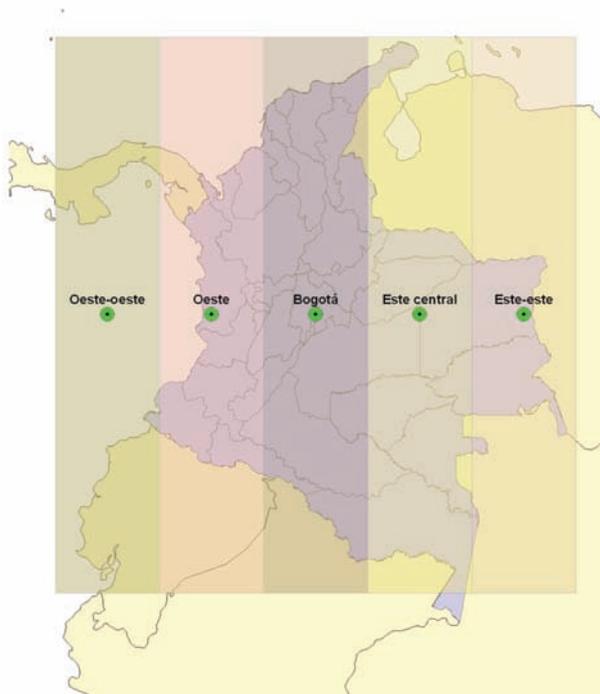


Figura 143. Orígenes cartográficos para Colombia.

Cada origen tiene un punto central a partir del cual se definen las coordenadas Nortes 1.000.000 m Estes 1'000.000 m; a continuación se relacionan las coordenadas geodésicas (Datum MAGNA-SIRGAS) para cada uno; nótese que únicamente varía la longitud en 3°.

Origen Occidente-Occidente:

N 4°35'46,3215" W80°04' 39,0285"

Origen Occidente:

N 4°35'46,3215" W77°04' 39,0285"

Origen Bogotá:

N 4°35'46,3215" W74°04' 39,0285"

Origen Este-Central:

N 4°35'46,3215" W71°04' 39,0285"

Origen Este:

N 4°35'46,3215" W68°04' 39,0285"

Existe un sistema de clasificación de los sistemas de referencia espacial a nivel mundial denominado EPSG, el cual asigna un código único para cada sistema de referencia. Esta codificación facilita la búsqueda del sistema de referencia requerido. Por tanto, para identificar en qué origen se debe clasificar una cartografía es necesario calcular la longitud del lugar en coordenadas geodésicas, revisar en qué rango de la siguiente tabla se ubica y buscar el código EPSG correspondiente.

Origen	Límite Occidental (longitud)	Límite Oriental (longitud)	Código EPSG
Oeste -Oeste	W81°34' 39,0285"	W79°34' 39,0285"	3114
Oeste	W79°34' 39,0285"	W76°34' 39,0285"	3115
Bogotá	W76°34' 39,0285"	W73°34' 39,0285"	3116
Este -Central	W73°34' 39,0285"	W70°34' 39,0285"	3117
Este	W70°34' 39,0285"	W67°34' 39,0285"	3118

B. Anexos didácticos

Anexo 4. Evaluación final de conocimientos

Instrucciones:

Con las actividades de capacitación realizadas y con los conocimientos adquiridos, lea atentamente estas preguntas y resuélvalas. Con esta evaluación final se busca conocer el nivel de aprendizaje de los participantes, así como también reconocer los puntos en los cuales se debe profundizar para futuras capacitaciones.

Preguntas:

1. ¿Para qué se utiliza el dispositivo GPS en el seguimiento de plagas y enfermedades?

2. Enumere el procedimiento para la georreferenciación de una trampa.

3. ¿Cuál es la principal razón para utilizar GPS tipo navegador para construir la base geográfica para el seguimiento de plagas y enfermedades?

4. ¿Qué procedimiento de la estructuración de las palmas se realiza en el programa MapWindow?

5. ¿Para que sirve la macro de Microsoft Excel proporcionada en la guía?

6. ¿Por qué es importante el azimut en el procedimiento de georreferenciación de palmas?

Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador

Fecha: _____

Nombre del facilitador: _____

Tema (s) desarrollado (s): _____

Apreciado participante:

Le solicitamos diligenciar la evaluación del desempeño del facilitador marcando con una X en la casilla frente a cada descriptor, según su apreciación, acerca de si la acción fue o no ejecutada por el facilitador durante la capacitación, independientemente de la calidad con la que se podría evaluar. El objetivo central de esta evaluación es que se convierta en una herramienta de primer orden para que el facilitador mejore su desempeño en futuros eventos de capacitación.

Se sugiere al facilitador como principal beneficiario o al responsable de la capacitación, tabular las respuestas usando el formato *Tabulación de la evaluación del desempeño del facilitador* que se encuentra al final de este anexo.

1. Preparación de los participantes para el aprendizaje

Nº.	Descriptor	Sí	No
1.1	Organizó una presentación personal, de los participantes y de la guía.		
1.2	Exploró las expectativas de los participantes y las contrastó con los objetivos de la capacitación. Se aclararon los objetivos.		
1.3	Realizó la exploración inicial de conocimientos y la respectiva retroinformación, aprovechando la oportunidad para ir introduciendo los temas de la capacitación.		
1.4	Presentó la estructura general de aprendizaje de la guía y la forma como los facilitadores y los participantes en la capacitación deben usar la guía para facilitar el aprendizaje.		

2. Desarrollo de la unidad de aprendizaje

Nº.	Descriptor	Sí	No
2.1	Hizo la introducción de la Unidad de Aprendizaje (UA) y su importancia para el establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite.		
2.2	Usó las preguntas orientadoras para estimular la participación y explorar los conocimientos de los participantes.		
2.3	Presentó la estructura de aprendizaje para introducir los temas de cada sección de la UA.		
2.4	Desarrolló los temas de la UA apoyándose en la guía y en imágenes de Power Point u otras ayudas (tableros, video, etc.).		

2.5	Promovió el uso de la guía e hizo que los participantes siguieran las explicaciones en ella y formularan preguntas a lo largo de la presentación o en momentos destinados para la participación.		
2.6	En caso necesario hizo referencia a anexos técnicos de la guía, a la bibliografía, a las prácticas o ejercicios que seguirían a su presentación del tema.		
2.7	Presentó los ejercicios o prácticas y sus objetivos; revisó detenidamente las instrucciones para su realización, organizando a los participantes y facilitando los materiales necesarios.		
2.8	Facilitador y participantes dispusieron de todos los elementos necesarios (hojas de trabajo, instrumentos, insumos, equipo, etc.) para los ejercicios y prácticas.		
2.9	Los ejercicios y prácticas se realizaron sin retrasos y dentro del tiempo estipulado. Los participantes completaron los ejercicios o prácticas en forma adecuada y presentaron los resultados.		
2.10	El facilitador condujo las sesiones de retroinformación para revisar los resultados de los ejercicios y prácticas, destacar los aspectos importantes, ampliar conceptos, recomendaciones y resaltar los resultados positivos del trabajo realizado por los participantes.		

3. Incorporación de los aportes de los participantes al desarrollo de los temas estudiados

Nº.	Descriptor	Sí	No
3.1	Facilitó a los participantes la exposición de sus propias experiencias.		
3.2	Usó aportes de los participantes como ejemplo para ilustrar temas de estudio en la capacitación.		
3.3	Promovió la participación del auditorio en la retroinformación de los ejercicios y prácticas.		
3.4	Estimuló la introducción de modificaciones en los ejercicios o prácticas usando información o ejemplos propios de los participantes.		

4. Estrategias para lograr los objetivos de la capacitación

Nº.	Descriptor	Sí	No
4.1	Informó sobre los objetivos de cada sección de aprendizaje.		
4.2	Diseñó los ejercicios y prácticas de acuerdo con los objetivos.		
4.3	Relacionó los aspectos teóricos de los temas con casos prácticos.		
4.4	Proporcionó ejemplos prácticos para ilustrar los temas expuestos.		

4.5	Centró la atención de los participantes en los contenidos más importantes de los temas tratados.		
4.6	Usó un lenguaje acorde con el nivel de conocimientos del auditorio.		
4.7	Se aseguró que los participantes le entendieran.		
4.8	Mantuvo contacto visual con los participantes.		
4.9	Promovió la participación del auditorio.		

5. Efectividad de los ejercicios o prácticas para probar la tecnología presentada en la capacitación

Nº.	Descriptor	Sí	No
5.1	Los ejercicios o prácticas reprodujeron en forma cercana la realidad.		
5.2	Explicó los objetivos y procedimientos para desarrollar las prácticas.		
5.3	Hizo demostraciones sobre la forma de ejecutar las prácticas.		
5.4	Seleccionó y acondicionó adecuadamente el sitio para las prácticas.		
5.5	Organizó los participantes de forma que todos pudieran tomar parte.		
5.6	Dispuso de los materiales necesarios para los ejercicios y prácticas.		
5.7	Las sesiones de retroinformación de los ejercicios o prácticas se realizaron en el sitio para ampliar conceptos y recomendaciones usando los recursos dispuestos.		

Tabulación de la evaluación del desempeño del facilitador

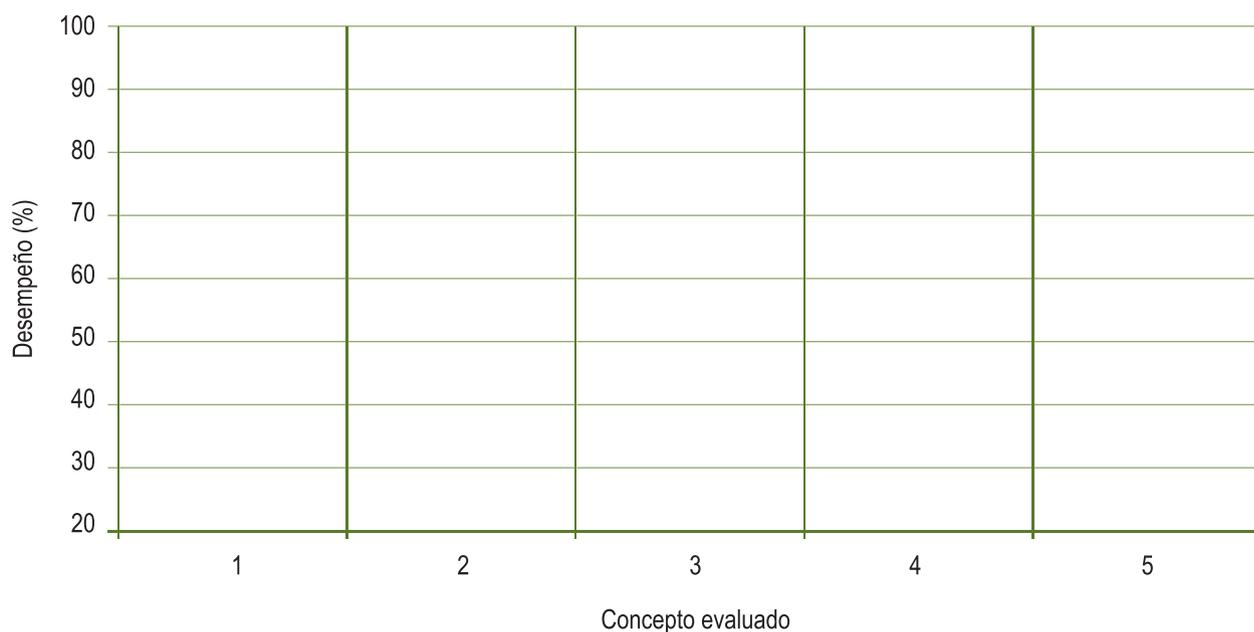
Orientaciones

Para determinar el puntaje de cada concepto evaluado y establecer el perfil de desempeño del facilitador proceda así:

1. Registre en la casilla correspondiente a cada descriptor la suma de las respuestas *Sí* de la evaluación del desempeño del facilitador.
2. Sume el puntaje de los descriptores de cada concepto evaluado y registre en la columna *Puntaje observado* (Obs.).
3. Establezca el puntaje que corresponda al 100% de cada concepto evaluado, según el número de evaluaciones recogidas y regístrelo en la columna puntaje ideal.
4. Determine el % que corresponde el puntaje observado con relación al ideal y registre su valor en la columna %.
5. Represente con una figura de barras los valores de la columna % para establecer el perfil de desempeño del facilitador en cada concepto evaluado.

	Concepto evaluado	Suma de respuesta Sí por descriptor										Puntaje			
		1.1	1.3	1.4									Obs.	Ideal	%
1	Preparación de los participantes para el aprendizaje.														
2	Desarrollo de la unidad de aprendizaje.	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10					
3	Incorporación de los aportes de los participantes al desarrollo de los temas estudiados.	3.1	3.3	3.4											
4	Estrategias para lograr los objetivos de la capacitación.	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9						
5	Efectividad de los ejercicios o prácticas para probar la tecnología presentada en la capacitación.	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7								

Perfil del desempeño del facilitador



Anexo 6. Evaluación de la guía como material de capacitación

Apreciado participante:

Este formato está dirigido a usted, como usuario de la guía que se le ha entregado en la presente capacitación. Le rogamos usar unos minutos de su tiempo para calificarla con respecto a sus diferentes componentes:

(a) El contenido, (b) El diseño editorial, (c) El enfoque metodológico que se aplica, (d) La utilidad del material para la extensión y la capacitación, (e) Los requerimientos de recursos para utilizarla, (f) El nivel de conocimiento previo exigido para entenderla y usarla, y (g) Otros aspectos que considere relevantes.

Para evaluar la guía, simplemente marque con una X la casilla que corresponde a su percepción acerca del grado en que se expresa el descriptor en la guía, usando la escala Alto, Medio y Bajo, para calificar.

Descripción de la guía: La guía que usted se dispone a evaluar es un material específicamente diseñado para realizar procesos de extensión en palma de aceite. También es adaptable a situaciones de capacitación y educación en universidades y centros de formación tecnológica.

Su estructura está fundamentada en el dominio de las habilidades para la aplicación de la tecnología en el proceso de establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite. Este es un documento para facilitar la capacitación y la asistencia técnica. Su contenido se basa en hallazgos de investigaciones realizadas por científicos dedicados al estudio de la palma de aceite, especialmente en Colombia, pero también consulta la investigación a nivel mundial.

Aspecto para evaluar de la guía	Descriptorios	Evaluación		
		Alto	Medio	Bajo
1. Contenido científico.	1.1. El contenido está actualizado de acuerdo con lo que yo sé acerca de este tema.			
	1.2. El contenido es valioso desde el punto de vista de mis necesidades de conocimiento. Encuentro valiosos conocimientos nuevos.			
	1.3. El contenido está claramente expuesto. Entiendo todo lo que allí se expone.			
	1.4. Contiene referencias bibliográficas y vínculos útiles para ampliar el conocimiento sobre el tema.			
2. Diseño editorial y gráfico.	2.1. La forma como está diseñada la guía facilita la comprensión del contenido. Se hace fácil su lectura y uso.			
	2.2. El diseño de esta guía me ayuda, realmente, a aprender el tema que se expone.			
	2.3. La forma como está diseñada la guía hace que uno quiera usarla durante la capacitación.			
	2.4. El diseño del material es agradable desde el punto de vista gráfico (imágenes, tablas, cuadros, fotos).			
3. Enfoque metodológico.	3.1. La guía presenta una metodología (organización, estructuras, ejercicios, retroinformaciones, etc.) que facilita el aprendizaje.			
	3.2. La guía contiene las orientaciones que uno necesita para realizar las prácticas fácilmente.			
	3.3. Algunas de las estrategias de la guía (como las estructuras de aprendizaje, los cuestionarios, los anexos, etc.) ayudan a comprender el tema.			
	3.4. Los ejercicios y prácticas son muy buenos para desarrollar habilidades necesarias para el manejo de la tecnología expuesta.			

4. Utilidad en la extensión y la capacitación.	4.1. La guía es muy útil para hacer las actividades de extensión que debo realizar.			
	4.2. La guía es útil para diversos tipos de audiencias (profesionales, extensionistas, técnicos, etc.).			
	4.3. La guía sirve para aprender y también para enseñar.			
	4.4. La guía es válida como material de campo.			
5. Desarrollo y requerimiento de recursos para su empleo.	5.1. La guía pudo emplearse plenamente porque se contó con el ambiente de aprendizaje (aula, plantación, vivero, insumos, materiales de trabajo, etc.) que se requería.			
	5.2. La guía describe con claridad los insumos, materiales y equipos necesarios para realizar las actividades de aprendizaje.			
	5.3. Los ambientes usados para desarrollar la guía contaban con ejemplos y especímenes de sujetos y objetos (presencia de palmas, daños, anormalidades) a los que se refería la capacitación.			
	5.4. La guía pudo desarrollarse porque se contó con los equipos necesarios para ejecutar las experiencias de aprendizaje.			
6. Requerimientos para entender y usar la guía.	6.1. La guía requiere que los participantes en la capacitación tengan un conocimiento general básico de los procesos que presenta.			
	6.2. La guía hace los aportes teóricos y prácticos necesarios para el manejo de la tecnología a la que se refiere.			
	6.3. Para un adecuado manejo de la guía se requiere de equipos, materiales e insumos que están disponibles en las instalaciones donde trabajan los extensionistas.			
	6.4. La tecnología presentada en la guía es comprensible por especialistas y generalistas.			
7. Otros aspectos relevantes para usted.	7.1.			
	7.2.			
	7.3.			

Gracias por sus respuestas.

Anexo 7. Plan de Acción poscapacitación

Apreciado participante:

Estamos seguros de que al finalizar la capacitación a la que ha asistido, tiene en mente aplicar en su plantación los conocimientos adquiridos, de manera que pueda superar los problemas relacionados con este tema.

Diversas instituciones utilizan el término *Plan de Acción* para referirse a distintos tipos de actividades. En el caso del proceso de transferencia tecnológica en Cenipalma, el Plan de Acción es una formulación acerca de cómo se espera aplicar en las plantaciones la tecnología sobre la que usted ha recibido la capacitación, además de transferir estos conocimientos a otros técnicos, productores y personal con el que usted se relaciona en la producción o en la posproducción de la palma de aceite.

Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras colombianas. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores

1. Caracterización institucional

Institución, plantación u organización que usted representa:	
Ubicación (dirección) de la plantación, institución u organización:	
Teléfono/ Fax:	
E-mail:	
Gerente o representante legal de la institución, plantación u organización:	
Nombres de los técnicos responsables de este Plan de Acción:	
Grupos o personas que se beneficiarán de las actividades de este Plan de Acción:	
Justificación de la aplicación de la tecnología:	
Zona/municipio donde se aplicará la tecnología:	

2. **¿Qué resultados se espera lograr con la tecnología que se ha aprendido a aplicar en esta capacitación? Es decir, ¿cuál es la situación deseada después de que se haya aplicado la tecnología estudiada?**

3. Objetivos específicos de la aplicación y estrategias para lograrlos (incluir la capacitación a otros técnicos, productores y demás personal)

Objetivos que persigue este Plan de Acción	Estrategias mediante las cuales se espera lograr los objetivos

4. Cronograma de las actividades del Plan

Actividades	Mes del año: _____											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Respaldo institucional para el Plan de Acción

Los abajo firmantes nos comprometemos a dar el apoyo necesario a los responsables del Plan de Acción descrito para realizar las actividades programadas y hacerles el seguimiento para conocer los resultados obtenidos.

Jefe

Supervisor

Responsable del Plan

Responsable del Plan

Fecha: _____

La Geomática, y en particular los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son la herramienta por medio de la cual se soporta y desarrolla todo tipo de actividad que implique el análisis y seguimiento espacial, por ejemplo, de enfermedades e insectos plaga que afectan los cultivos de palma de aceite, como también el análisis de rendimientos y productividad, y la estructuración de la información geográfica en una base de datos que permita la consulta de información en suelos y clima. El conjunto de información geográfica que demandan dichas actividades está orientado, principalmente, a cuatro elementos: palma, lotes de palma, línea palma y trampas para la captura de insectos plaga. Si bien puede darse el caso de que algunas plantaciones cuenten con la información en los formatos informáticos estándar, con lo cual no sea necesario realizar ninguna labor de captura y estructuración de información, también es cierto que existen los casos extremos en que las plantaciones no la tengan. Igualmente existen varios niveles de manejo de información geográfica. En tal sentido, se considera muy necesario manejar dos instancias en la presente guía, las cuales permitan optimizar, tanto la captura de datos en campo, como la estructuración de la información. Desde el Programa de Agroecosistemas, Sección Agricultura de Precisión (AP) se diseñan, describen y orientan tres casos concretos en la guía; los ejemplos y conceptos allí consignados, no obstante, pueden ser de utilidad para otros objetivos. La primera unidad de aprendizaje se orienta a la captura de los datos geográficos, es decir, presenta todo el procedimiento de trabajo de campo. Allí se precisan algunos aspectos conceptuales de lo que es un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y su contexto, para facilitar al usuario el manejo posterior de términos y conceptos técnicos. La segunda unidad de aprendizaje se refiere a la estructuración de la información tomada en campo bajo el concepto de lo geográfico, principalmente en el contexto de los SIG.

Centro de Investigación en Palma de Aceite

Calle 20A N° 43A - 50 Piso 4 Bogotá D.C.

PBX: 208 6300 Fax: 244 4711

www.cenipalma.org