

**ULACIT**  
**UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

**LICENCIATURA EN REDES Y SISTEMAS TELEMATICOS**

**APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICO AL  
SECTOR AGRICOLA**

**Sustentante: Lorely Calvo Granados**

**PROYECTO DE GRADUACION PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
*LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS TELEMATICOS***

***San José, Costa Rica***  
***2005***

## Índice

Resumen.....	3
Abstract.....	3
Palabras claves.....	4
Introducción.....	4
Sistema de Información Geográfico.....	7
Sistema de Posicionamiento Global.....	16
Sistema Agrícola.....	18
El Servicio Fitosanitario del Estado y el SIG .....	19
Conclusiones.....	23
Bibliografía.....	25

# APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO AL SECTOR AGRÍCOLA

Lorely Calvo Granados<sup>1</sup>

## Resumen

El presente artículo se desarrolla con la finalidad de explicar que es un Sistema de Información Geográfico (SIG ó GIS por sus siglas en inglés) y su aplicación en el sector agrícola para dar soporte a la toma de decisiones y apoyo en los planes a desarrollar en casos de emergencia en el sector.

Un SIG es en lenguaje sencillo, un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente (información geográfica), para resolver problemas complejos de planeación y administración.

El SIG obtiene parte de su información geográfica mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) cuya principal funcionalidad es permitir al usuario conocer, mediante un receptor, su posición en cualquier parte del planeta y obtener datos tales como: latitud, longitud, altitud y velocidad.

Gracias a la facilidad de la tecnología la Dirección de Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) cuya misión es proteger el patrimonio agrícola nacional crea la unidad de Sistema de Información Geográfico, la cual establece el proceso para el desarrollo de la misma, utilizando bases de datos que almacenan información de la finca georeferenciada, mismos que han sido recolectados a través de personal en el campo y que permite dar respuesta al sector agrícola en situaciones de emergencia, toma de decisiones, planes de contingencia, entre otros.

## Abstract

The present article is developed with the purpose of explaining that it is a Geographical Information System (SIG or GIS for its initials in English) and its application in the agricultural sector to give support to the taking of decisions and support in the plans has to develop in cases of emergency in the sector.

GIS is in simple language, a hardware system, software and procedures designed to support the capture, administration, manipulation, analysis, graph, and modelling of data or objects referenced spacely (geographical information), to solve complex problems of planning and administration.

The GIS obtains part of its geographical information by means of the use of the Global Positioning System (GPS for its initials in English) whose main functionality is to allow the user to know, by means of a receiver, its position in any part of the planet and to obtain such data as: latitude, longitude, altitude and speed.

---

<sup>1</sup> *Bachiller en Ingeniería de Sistemas. Candidato a Licenciatura en Redes y Sistemas Telemáticos, ULACIT. Correo Electrónico: [lorely@costarricense.cr](mailto:lorely@costarricense.cr)*

Thanks to the easiness of the technology the Dirección de Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) of the Ministry of Agriculture (MAG) whose mission is to protect the national agricultural patrimony, found the unit of Geographical Information System, which establishes the process for the development of the same one, using databases that store information of the property referenced spacely, same that have been gathered through personal in the field and that allows to give answer to the agricultural sector in emergency situations, taking of decisions, contingency plans, among others.

### **Palabras Claves**

Sistema de Información Geográfico

GIS

Sector Agrícola

Posicionamiento Global por Satélite

GPS

## **APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO AL SECTOR AGRÍCOLA**

En Costa Rica la producción agrícola es una de las principales fuentes de ingreso, proporcionando empleos directos e indirectos, generando altos ingresos por exportación y consumo nacional, por lo anterior se hace necesario un sistema eficiente que permita tener la ubicación de las fincas, dueños, extensión, cultivos que maneja, sus principales compradores y así entre muchas otras cosas, a lo que surge la idea de cómo almacenar toda esa información de forma tal que proporcione una herramienta para la toma de decisiones.

Debido a lo anterior, surge la idea de utilizar el Sistema de Información Geográfico que es, en lenguaje sencillo, un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración.

Para el caso en particular, la Ley de Protección Fitosanitaria No. 7664 y su reglamento establecen como objetivo primordial la vigilancia y control de plagas con la finalidad de salvaguardar el Patrimonio Agrícola Nacional, así como apoyar los procesos productivos orientados tanto al mercado nacional como internacional.

Así, la implementación de un sistema de información geográfico permite agilizar la toma de decisiones en casos, por ejemplo, de emergencia, así para ilustrar si un brote (como ya sucedió de broca del café en el año 2000) aparece, poder identificar el lugar del evento y de ahí partir hacia fincas aledañas susceptibles, cuarentenar la zona, en otras palabras aplicar los planes de contingencia y así lograr una respuesta eficiente y eficaz a la situación.

Pero no solo en situaciones de emergencia resulta aplicable un SIG, también por ejemplo para implementar proyectos productivos en el país ya que si se tiene toda la situación agrícola del país, podríamos determinar qué cultivos están en riesgo económico, qué cultivos se están concentrando y en qué zona, características de la zona o hasta implementar sistemas de rastreabilidad en los cultivos de interés internacional como lo solicita la actual Ley contra el Bioterrorismo No. 107-88 emitida por la *Food Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos.

Utilizando herramientas como geoposicionamiento global (GPS) permite ubicar todos los puntos geográficos de interés y mediante la utilización de software especializado realizar los análisis espaciales según la necesidad. Por otra parte obtener fotografías satelitales o aéreas según ubicación geográfica y observar el estado actual del terreno, etapa del cultivo, entre otros.

Durante los últimos años, la implementación de Sistemas de Información Geográfico (SIG) dentro de las empresas y/o instituciones ha crecido exponencialmente, aplicándolo en áreas como: planificación territorial, servicios de salud (vigilancia epidemiológica), catastro y tenencia de tierra, estudios de impacto ambiental, gestión y monitoreo de recursos naturales, prevención de riesgos y mitigación de desastres, estudios de mercado, elaboración de mapas, creación de mapas activos (video, fotos, animaciones), generación de escenarios y realidad virtual (Enciclopedia Microsoft Encarta en Línea, 2002).

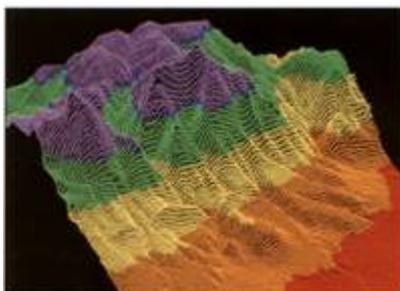
Como se mencionó anteriormente el uso de los SIG posee la cantidad de usos que se le quieran dar y por qué no utilizarlo en el sector agrícola, ese campo donde hay mucho que explorar y que es necesario dar respuestas efectivas y en tiempo real.

Por lo que de ahora en adelante el campo de acción de este estudio es el agrícola específicamente en la Dirección de Servicios Fitosanitarios del Estado (SFE) cuya Misión es “Proteger el patrimonio agrícola nacional de plagas de importancia económica y cuarentenaria y fiscalizar la correcta aplicación de los compromisos fitosanitarios contemplados en los acuerdos internacionales firmados por el Gobierno de la República; con el propósito de lograr un mayor aporte a la actividad agrícola nacional bajo los conceptos de modernización, y sostenibilidad para alcanzar los niveles máximos de competitividad” (Servicios de Protección Fitosanitaria-MAG, 2005).

Otro aspecto importante es analizar el tipo de información y productos que se puede obtener de otras instituciones, ministerios y organismos, que permitan agilizar el desarrollo de nuestro sistema trayendo beneficios tangibles e intangibles para dar respuesta a las diferentes situaciones, como por ejemplo ¿en qué ubicación del territorio nacional apareció la plaga “X”?, o ¿cuál es el área que cubren las plantaciones del cultivo “Y”?, cantidad de productores involucrados en el cultivo “Z” y condición socioeconómica.

Lo anterior permite entre otras cosas destinar recursos a proyectos productivos, tomar decisiones pertinentes, tener mejores tiempos de respuesta a situaciones emergentes que conllevarán a una mejora en el sector.

### **Sistema de Información Geográfico**



Alrededor del año 1962, en Canadá, se diseñó el primer sistema “formal” de información geográfica para el mundo con fines de inventario de recursos naturales (Carmona y Mosalve, 2004). En el Reino Unido se empezó a trabajar en la unidad de cartografía experimental. No fue hasta la época de los 80’s cuando surgió la comercialización de los SIG.

Un Sistema de Información Geográfico (SIG ó GIS por sus siglas en ingles) es un conjunto de herramientas informáticas que captura, almacena, transforma, realiza análisis complejos, gestiona y edita datos espaciales (información geográfica).

Es un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva.

En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

La construcción de modelos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de interés.

En general un SIG debe tener la capacidad de dar respuesta a preguntas tales como:

- ◆ ¿Dónde está el objeto A?
- ◆ ¿Dónde está A con relación a B?
- ◆ ¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?
- ◆ ¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?
- ◆ ¿Cuál es la dimensión de B (Frecuencia, perímetro, área, volumen)?
- ◆ ¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?
- ◆ ¿Cuál es el camino más corto (menor resistencia o menor costo) sobre el terreno desde un punto  $(X_1, Y_1)$  a lo largo de un corredor P hasta un punto  $(X_2, Y_2)$ ?
- ◆ ¿Qué hay en el punto  $(X, Y)$ ?
- ◆ ¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una combinación de características?
- ◆ ¿Cuál es el resultado de clasificar los siguientes conjuntos de información espacial?

Así en la medida que se logre dar respuesta a estas preguntas se obtendrá la esencia de un Sistema de Información Geográfico.

Los componentes esenciales de los SIG son (ver fig. No.1): (Harmon & Anderson, 2003)

- Recurso Humano
- Procedimientos
- Datos
- Programas (Software)
- Equipos (Hardware)

Fig. No. 1 Componentes de un SIG



Fuente: Carmona y Mosalve, 2004

El recurso humano es el componente más importante ya que la tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

No obstante los procedimientos en un SIG operarán acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

En las organizaciones el personal necesita crear toda clase de reportes, tomar decisiones entre otros.

Otro componente esencial de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles.

El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para administrar la información geográfica.

Pero todos esos datos se apoyan en el uso de programas (software) que son los que deben proveer las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:(Carmona y Mosalve, 2004)

- ◆ Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- ◆ Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)
- ◆ Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- ◆ Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

Además de lo anterior debe contar con equipos (hardware), en lo cual existe una gran ventaja ya que los SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales trabajando fuera o dentro de una red.

En la actualidad como se mencionó anteriormente los SIG se aplican en un sin fin de áreas como por ejemplo: cartografía, infraestructura (hídrica, electricidad, vial), social (hospitales, centros escolares), demografía, ventas, mercadeo, medio ambiente, sector agropecuario entre otros.

Los SIG permiten:

- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación grafica y la gestión de bases de datos.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema.

- Realizar pruebas analíticas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Efectuar algunos análisis, de forma rápida que hechos manualmente resultarían largos y molestos.
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que este relacionada con la base de datos nativa u original.

Los SIG dentro de una empresa y/o institución logran objetivos claros tales como:

(Harmon & Anderson, 2003)

- Que los datos sean estandarizados lo cual reduce la redundancia.
- Maximizar la integridad de la base de datos.
- Unificar a través de una base de datos los departamentos de la empresa y/o institución.
- Lograr consistencia con los datos.
- Centralizar costos.

Debido a lo anterior es que prolifera el uso de SIG dentro de las empresas y/o instituciones, además de la necesidad de contar con la disponibilidad de la información en un mundo donde el aumento de la cantidad de la información es exponencial versus la demanda en la calidad de la misma. Llevando a la organización a contar con un SIG que dé soporte a la toma de decisiones.

Pero todo SIG tiene un proceso que se debe respetar para lograr tener todo un sistema funcional y exitoso: (Fallas, 1998)

- Entrada de datos
- Administración de bases de datos
- Análisis espacial
- Diseño gráfico y visualización
- Generación de productos

#### *Entrada de datos*

Es una fase muy importante, lo cual puede demandar mucho tiempo dentro del proceso, debido a que se debe preparar el material, analizar a profundidad su calidad; ya que hay que recordar que un sistema desplegará lo que se le haya ingresado, por tanto debemos ingresar excelentes datos para que el sistema nos retorne información útil, y por último pasarlo a un formato digital utilizando diferentes medios tales como: el teclado, el escaneo, la digitalización entre otros.

#### *Administración de bases de datos*

Hoy en día la utilización de sistemas de bases de datos es muy común ya que permite mantener información de una sección, departamento, o de una organización completa y hacer que esté disponible cuando se solicite.

Integrar una base de datos comprende varias etapas que dan como resultado una estructura consolidada y segura que nos brindará para el caso de estudio una respuesta para la creación de productos en un SIG.

## *El Análisis Espacial*

Resulta ser la fase más interesante y la esencia del sistema SIG, el análisis espacial se realiza cuando surge la necesidad de ejecutar consultas que además de usar criterios sobre los atributos, se apoyan de la ubicación y relación espacial de los objetos geométricos. En este contexto y valiéndonos de lo anterior podemos tener la siguiente consulta: "seleccionar todos los lotes que tienen un precio mayor que  $\text{¢}1,000,000.00$  y que su uso de suelo es igual a Agricultura y que estén "dentro de" la provincia del Alajuela, cantón "Poás".

Existen otros tipos de operaciones que se pueden aplicar en el análisis espacial tales como "contienen a", que "son adyacentes a", que están a "cierta distancia de", que "están fuera de", "dentro o parcialmente dentro de", "fuera o parcialmente fuera de" y otras combinaciones. La utilización de los mismos varía de acuerdo al sistema ya que existen sistemas que son muy detallados y completos en sus opciones de análisis espacial, otros son menores y usan operaciones muy simples basadas en quién contiene a quién o quién es contenido por quién.

Otras dos operaciones espaciales son la intersección y la diferencia. La intersección consiste en identificar la sobreposición de distintos objetos geométricos y la diferencia realiza lo contrario, identificar dónde no se sobreponen elementos geométricos. Los resultados de cualquiera de las dos operaciones pueden ser convertidos en mapas independientes. Suponga que se requiere el mapa de todas las vías de transporte que pasan sobre zonas con alto riesgo a inundarse, una operación de intersección podría devolver solo aquellas partes de las vías de transportes que coinciden dentro de las zonas de inundación.

## *Diseño gráfico y visualización*

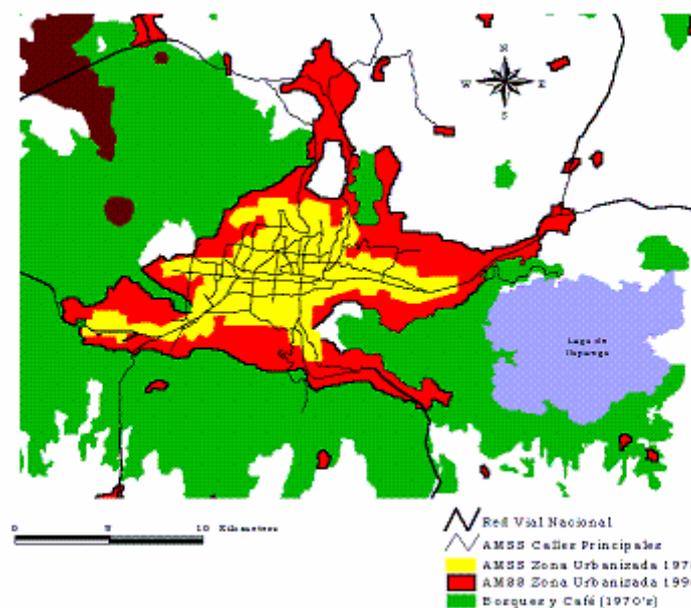
El diseño gráfico y la visualización dependerán en gran medida de la persona que esté trabajando en el SIG, podemos visualizar a través del monitor, o sobre productos impresos.

## *Generación de productos*

La fase culminante y la razón de ser de un SIG es la generación de productos que sirvan de base para la toma de decisiones dentro de una organización y/o institución.

Un SIG puede generar una gama muy diversa de productos, como por ejemplo mapas (ver figura 2) en los cuales se representa variados temas, cuadros, gráficos, que cumplen con las necesidades de usuario.

Fig. No. 2 Mapa generado a partir del uso de SIG



Fuente: [www.prisma.org.sv](http://www.prisma.org.sv)

## Sistema de Posicionamiento Global

Fig. No. 3 Aparato Receptor GPS



Fuente: [www.mundogps.com](http://www.mundogps.com)

Una de las formas utilizadas para capturar información geográfica e introducirla en un SIG es el sistema Global de posicionamiento (GPS por sus siglas en inglés) que fuera inicialmente implementado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objeto de conseguir en tiempo real la posición de un punto en cualquier lugar de la tierra, el mismo es un sistema que funciona basado en satélites, según Astromia, 2005 el sistema consiste en una constelación de 24 satélites, 21 satélites primarios y 3 de reserva, que orbitan circularmente a 20.000 Km. de la Tierra dando una vuelta cada 12 horas, su principal funcionalidad es que permite al usuario conocer, mediante un receptor, su posición en cualquier parte del planeta.

Estos actúan como puntos de referencia a partir de los cuales "triangulan" su posición unos receptores en la Tierra, lo cual calculan latitud, longitud, altitud, derrota y velocidad.

El GPS consta de tres principales conjuntos de componentes los cuales son: (Ortiz, G. 2005)

- **Segmento del usuario:** está formado por el hardware (equipo receptor) y el software que se utiliza para capturar y procesar las señales de los satélites.
- **Segmento de control:** consiste en la infraestructura terrestre que sirve para controlar los satélites.
- **Segmento Espacial:** lo constituyen los satélites y las señales de radio.

Pero a la hora de implementar un SIG y tener todos los datos que se requieren surge la duda de ¿Qué software vamos a utilizar para poder darle forma a los datos y genere información útil?

Para contestar la pregunta anterior existen varios software que darán la respuesta, entre ellos están:

- ArcGis: anteriormente conocido como ArcView y sus versiones, es la herramienta SIG más extendida en todo el mundo dadas sus avanzadas capacidades de visualización, consulta y análisis de información geográfica, además de las numerosas herramientas de integración de datos desde todo tipo de fuentes y herramientas de edición. (ESRI-España, 2005).
- Surfer: este software es una herramienta complementaria dentro de un SIG, que permite realizar mapas en 3D (Golden Software. Inc).
- ENVI: (Environment for Visualizing Images) es una herramienta utilizada para realizar teledetección desde plataformas Windows, Unix y Mac, proporcionando capacidad para la visualización, análisis y presentación de todo tipo de imagen.

- Spring: es un software desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil utilizado para implementar SIG y a la vez posee un sistema de tratamiento de imágenes obtenidas mediante percepción remota que realiza la integración de las representaciones de estructura raster y datos con estructura vectorial en un único ambiente.
- Erdas: Es un software que trae los elementos esenciales de mapeo y visualización, a nivel de usuario y de empresa, con el mismo es posible obtener despliegues 2D y 3D, entrada, indexación, administración, georreferenciación e integración de múltiples datos, composición cartográfica, salidas a impresión y análisis simple. fue pionera en la creación del primer sistema de procesamiento de imágenes de satélite, y a través de los años ha establecido el standard en las soluciones para manejo multifuncional de imágenes. (ESRI-España, 2005).
- ArcInfo: es una herramienta más completa para la creación, actualización, consulta y análisis de Sistemas de Información Geográfica. ArcInfo es útil para aspectos como construir, modelamiento, análisis de los datos, además del despliegue y rendimiento del mapa en la pantalla.

### **Sistema Agrícola**

Un Sistema de Información Geográfico como se describió anteriormente puede tener aplicaciones en tantas áreas como se desee utilizar, para el caso de estudio es el sector agrícola, sector que en Costa Rica tiene mucha importancia al ser tradicionalmente un país agropecuario.

La agricultura que en un contexto puro es el proceso de producir alimento u otros productos mediante el cultivo de ciertas plantas y la crianza de animales domésticos, toma connotaciones amplias en Costa Rica creando un sistema agrícola que comprende una serie de aspectos técnicos, administrativos, logísticos, que persiguen la mejora del sector, ya que por ejemplo se puede observar que durante el primer trimestre del 2005 las exportaciones agrícolas crecieron un 3.5% lo que representan un incremento de casi \$14 millones (PROCOMER, 2005) durante dicho trimestre.

Como se ilustró anteriormente, es un sector que tiene una gran importancia estratégica como base fundamental para la autosuficiencia y riqueza de las naciones, de ahí su repercusión dentro del dinamismo de la economía nacional y por ende la Dirección de Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) debe fomentar, asesorar y ejecutar planes, proyectos, contingencias en beneficio de nuestra agricultura.

### **El Servicio Fitosanitario del Estado y el SIG**

Para poder diseñar cualquier sistema se debe contar con una serie de insumos que permitan tener los productos esperados, y el Sistema de Información Geográfico no es la excepción por lo cual en la Dirección la responsabilidad se divide en varias secciones o departamentos que principalmente son: Fitosanitario de Exportación, Vigilancia y Control de Plagas y Agricultura Orgánica.

Cada uno de los anteriores tiene técnicos de campo que se desplazan a los sitios de interés a realizar el levantamiento de la información tomando el punto geográfico mediante el uso de GPS que como se mencionó anteriormente triangulan y dan la posición exacta de la latitud y longitud en la que se encuentra el aparato receptor, posterior a eso se completa una encuesta con el administrador y/o dueño de la propiedad que solicita datos tales como: latitud, longitud, datos personales del dueño de la finca y/o parcela, ubicación política de la finca, cultivos, extensión, etc.

Es importante resaltar que cada cierto tiempo o dependiendo la necesidad los funcionarios realizan visitas de monitoreo, para las cuales también existe una encuesta de seguimiento que contempla entre otros: cultivo, plaga o enfermedad y área afectada.

El paso que sigue después de obtener dichos datos es digitarlos, por lo que igualmente cada departamento cuenta con técnicos que los introduce mediante una interface desarrollada en VISUAL BASIC que a su vez son cargados en una base de datos centralizada que utiliza SQL SERVER y que da privilegios de acceso de acuerdo al departamento.

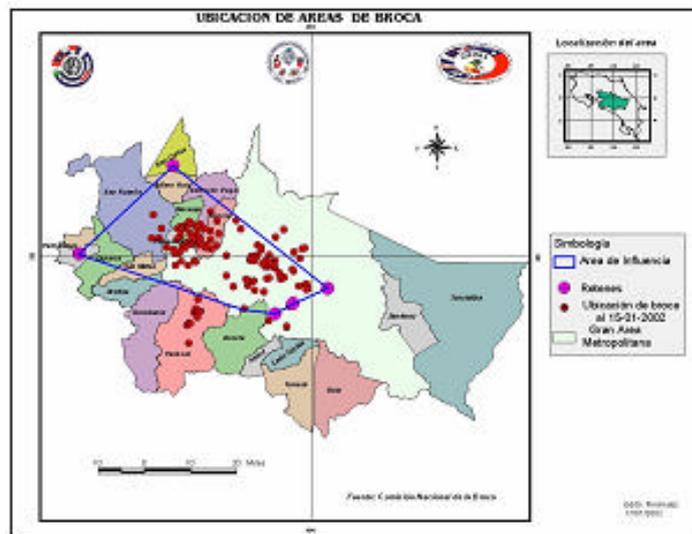
En la actualidad se estima que un 60% del país está cubierto, lo que comprende información de cultivos como: piña, sandía, ornamentales, palmito, mora, maíz, frutales, café, raíces y tubérculos, hortalizas, caña entre otros.

Una vez centralizada toda esta información mediante la base de datos, los encargados del SIG la accesan para de esta forma poder generar los productos que darán soporte a la toma de decisiones.

En la unidad se cuenta con software especializado como ARCGIS, ERDAS, ARCVIEW y ENVI que permite la elaboración, diseño y visualización de mapas, cuadros, gráficos entre otros.

El SIG ha servido de soporte en muchas actividades desarrolladas por la Dirección, ya que permite visualizar escenarios y dar respuesta en situaciones de emergencia por ejemplo: la broca del café como podemos observar en la figura 4 al tener las fincas georeferenciadas e identificados los focos donde inicialmente se reporta la plaga, se logró analizar y ejecutar la mejor ubicación para los retenes, además valorar cuales eran las zonas a cuarentenar por ser las más cercanas a los focos, y por ende dar una mejor atención y tratamiento a la emergencia.

Fig. No. 4 Aplicación de SIG en emergencia de Broca



Fuente: unidad SIG, SFE

Además de lo anterior el SIG realizó labores de soporte a los planes de continencia modelando escenarios como áreas contaminadas o focos de contaminación, áreas a cuarentenar, trayectoria de la plaga, cultivos aledaños en la emergencia por leprosis de los cítricos, en la problemática de helechos por aguas contaminadas, en la aparición de la *Acidovorax avenae* en melón.

Otro componente importante en que el SIG da soporte es la implementación y seguimiento de proyectos, en los que se puede mencionar el proyecto de cítricos y el proyecto de café. En este último se ha logrado georeferenciar más de 20 mil fincas cafetaleras, lo cual permite analizar en que zonas del país se concentra la producción, que variedades de café son las que más se siembran, que plagas afectan comúnmente, donde se concentran con mayor fuerza, en fin una serie de variables aplicables de acuerdo a la necesidad.

Un aspecto importante y de utilidad ha sido el fomento de alianzas estratégicas con instituciones que en forma recíproca contribuyen en el crecimiento y sostenibilidad del sistema, entre las cuales podemos mencionar Instituto Meteorológico Nacional que ha aportado la cobertura de la tierra, el Instituto Nacional de Estadística y Censo en el cual los productos de SIG de la SFE contribuyen en el censo agropecuario, existe también un convenio con el Centro Nacional de Alta Tecnología en donde se ha podido adquirir el territorio nacional en fotografía área de alta resolución, así como el Instituto Geográfico Nacional proporciono la cartografía digital, también existen alianzas a nivel académico con la Universidad Nacional principalmente en aspectos de capacitación.

## **Conclusiones**

El uso de la tecnología SIG en el sector agrícola después de analizar la información anterior es utilizada y aplicable por lo que recomendaciones a nivel agronómico no se tienen ya que este no es el campo de acción de este artículo, pero a nivel informático sí debe realmente hacer una recomendación muy importante y es la de incorporar completamente y mantener actualizado el SIG a la página Web de la SFE ya que hoy en día es imprescindible estar inmerso dentro del mundo virtual de la WWW, tomando en consideración que ya la Dirección cuenta con su propia página ([www.protecnet.go.cr](http://www.protecnet.go.cr)), lo que facilita el trabajo y lo resume a la incorporación del mismo a dicha página.

Es importante dar a conocer productos de esta índole que son de gran utilidad para un sector tan representativo de nuestra sociedad como lo es el agrícola, y de esta forma involucrar usuarios directos e indirectos del sector.

Otro aspecto a considerar es incrementar la regularidad de las actualizaciones, principalmente si se logra incorporar a la página Web ya que brindará credibilidad y confiabilidad a la información y a sus usuarios.

También hay que involucrar otros departamentos ya que según el organigrama la Dirección cuenta con 7 departamentos técnicos de los cuales solamente 3 están participando en el proceso, de contar con todos el sistema se volvería más robusto, amplio y posiblemente contemple todas las variantes del sector agrícola.

Ampliar los horizontes de la unidad creando planes con miras a tener georeferenciados todos los cultivos que existan en Costa Rica, principalmente porque ya se cuenta con una infraestructura tecnológica que permitiría agregar cualquier cultivo,

incluso agregar información sobre plantas empacadoras, exportadores de productos agrícolas, importadores de agroquímicos, lo que contribuirá en una mejora sustancial y sostenibilidad del SIG .

Al tener un panorama como el descrito no cabe duda de que utilizar Sistemas de Información Geográfico en la agricultura es un gran paso tecnológico que impulsa el desarrollo de un sector de nuestro país necesitado de apoyo técnico y económico, donde las exigencias en el comercio se acrecientan y se deben buscar alternativas eficaces y eficientes que permitan acortar el camino hacia el éxito.

Sin duda alguna el SIG es una herramienta de calidad que evoluciona el campo de aplicación donde se trabaje y que una vez utilizado crea dependencia al trabajar y obtener respuesta a las necesidades de la empresa y/o institución.

## Bibliografía

- AstroMia, (2005) *GPS (Sistema de Posicionamiento Global)* <http://www.astromia.com> recuperado el 30 de marzo, 2005
- Carmona, Alvaro y Mosalve Jhon J. (2004) *Sistema de Información Geográfico.* [www.monografias.com](http://www.monografias.com) recuperado el 25 de agosto, 2004
- ESRI España Geosistemas S.A. *Arc ESRI- GIS* [www.esri-es.com](http://www.esri-es.com) recuperado el 31 de marzo, 2005
- Fallas, Jorge (1998) *Sistemas Integrados de Información Geográfica. Un vistazo a la tecnología.* Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional
- Golden Software, Inc (2002). *Surfer 8 User's Guide*
- Harmon, John E. and Anderson, Steven J. (2003) *The Design and Implementation of Geographic Information Systems* John Wiley & Sons, Inc.
- Microsoft Corporation 1993-2003. *Enciclopedia Microsoft Encarta* 2004.
- Ortiz, Gabriel (2005) *El Funcionamiento del GPS.* [www.recursos.gabrielortiz.com](http://www.recursos.gabrielortiz.com) recuperado el 31 de marzo, 2005
- PROCOMER (2005) *Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica.* [www.procomer.com](http://www.procomer.com) recuperado el 06 de mayo, 2005
- Servicio Fitosanitario del Estado (2005) [www.protecnet.go.cr](http://www.protecnet.go.cr) recuperado el 06 de mayo, 2005