

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICO ORIENTADO A LA WEB PARA LA GESTIÓN AGRÍCOLA  
MUNICIPAL**

**YEISON FABIAN MARIN ALZATE  
NATHALY DE LOS ÁNGELES MAZO  
VANESSA CAROLINA OLIVO PARRA**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2016**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICO ORIENTADO A LA WEB PARA LA GESTIÓN AGRÍCOLA  
MUNICIPAL**

**YEISON FABIAN MARIN ALZATE  
INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA**

**NATHALY DE LOS ÁNGELES MAZO  
GEOGRAFA**

**VANESSA CAROLINA OLIVO PARRA  
ARQUITECTA**

**Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar  
al título de Especialista en Información Geográfica**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su infinita sabiduría, porque a través de sus bendiciones permitió que a pesar de las adversidades sacáramos adelante este proyecto.

Este trabajo de tesis realizado en la Universidad de Manizales es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron distintas personas opinando, corrigiendo, teniendo paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad. Este trabajo nos ha permitido aprovechar la experiencia de muchas personas que deseamos agradecer.

Al equipo de profesores de la Especialización en Sistemas de Información Geográfica por el apoyo al conocimiento y experiencia profesional pieza clave para la construcción de este proyecto, en especial al Ingeniero Luis Carlos Correa Ortiz por su paciencia y apoyo constante.

A otros profesionales que sin duda brindaron apoyo incondicional, interés y asesoría durante el diseño e implementación del proyecto, a los Ing. Esp. Jiber Antonio Quintero, Jhonny Cardenas y al Ingeniero Jair Roa por su tiempo desinteresado y su capacidad de transmitir el conocimiento.

A nuestras familias por su apoyo en cada una de las ausencias constantes en pro de nuestra formación académica y profesional.

A las Entidades y organizaciones en la que cada uno laboramos por facilitarnos el tiempo y el espacio para continuar con nuestros proyectos de formación profesional

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar y a mis compañeros Yeison Marín y Nathaly Mazo por permitirme ser parte de este equipo de trabajo.

**VANESSA CAROLINA OLIVO PARRA**

En orden agradezco a Dios por permitirme gozar de buena salud e ímpetu para culminar otra etapa en mi vida. Este trabajo va dedicado a mi familia, en especial a mi madre y a mi abuelo, por el apoyo invaluable en cada aspecto de mi vida, su compañía, su orientación, los valores enseñados son muy importantes para mí; a mis hermanos, por cada día tratar de ser un ejemplo para ellos y un eje en su futuro; a mi pareja que sin duda se ha convertido en mi apoyo vital, con su amor y su paciencia, por los proyectos que construimos cada día.

A mis compañeros por la linda experiencia de compartir con ellos este Programa y otros espacios que hacen posible construir relaciones a nivel profesional y personal.

**Nathaly de los Ángeles Mazo**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. ÁREA PROBLEMÁTICA .....	15
1.1 ZONAS DE ESTUDIO.....	16
1.1.1 Municipio de Piendamó-Cauca .....	17
1.1.2 Municipio de Tello-Huila .....	18
1.1.3 Municipio de Lejanias-Meta.....	19
1.1.4 Municipio de Iles-Nariño.....	20
1.1.5 Municipio de Roldanillo-Valle del Cauca .....	21
2. OBJETIVOS.....	23
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3. JUSTIFICACIÓN.....	24
4. MARCO TEÓRICO .....	25
4.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	25
4.1.1 Modelos de Datos en SIG .....	27
4.1.2 Funciones de SIG.....	29
4.1.3 Construcción de un SIG .....	29
4.1.4 Componentes de un SIG.....	29
4.1.4.1 Equipos (Hardware).....	29
4.1.4.2 Programas (Software).....	30
4.1.4.3 Datos .....	30
4.1.4.4 Recurso humano .....	30
4.1.4.5 Procedimientos .....	30
4.2 SIG WEB .....	31
4.2.1 Componentes de un SIG WEB.....	32
4.2.2 Funciones.....	32
4.2.3 Usos .....	33
4.2.4 Aplicativos Web.....	33
4.2.5 Arquitectura Cliente – Servidor.....	34

4.2.6	El servidor .....	35
4.2.7	Servidor de Mapas (IMS) .....	35
4.2.8	Tipos de Servicios Web Geográficos .....	37
4.2.8.1	Web Feature Service (WFS).....	37
4.2.8.2	Web Map Service (WMS) .....	37
4.3	ANTECEDENTES.....	38
4.3.1	SIG aplicados a la agricultura. ....	41
4.3.2	SI-UPRA.....	42
4.3.3	AGRONET .....	45
4.3.3.1	AGROMAPAS.....	46
5.	METODOLOGÍA.....	48
5.1	TIPO DE TRABAJO.....	48
5.2	PROCEDIMIENTO .....	48
5.3	FASE 1. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS. ....	49
5.3.1	Alcance y limitaciones del sistema.....	49
5.3.2	Definición del entorno.....	50
5.3.3	Definición detallada de los requerimientos.....	50
5.3.3.1	Requerimientos sobre las características de la información del SIG Agrícola .....	50
5.3.3.2	Requerimientos específicos de consulta y respuesta.....	51
5.3.3.3	Requerimientos específicos operativos .....	51
5.3.3.4	Requerimientos de Modularidad.....	52
5.4	FASE 2. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	53
5.4.1	Planeación y selección de Municipios.....	53
5.4.2	Capacitación. ....	53
5.4.3	Recolección de Información.....	54
5.4.4	Procesamiento de Información.....	54
5.5	FASE 3. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS .....	54
5.5.1	Modelo Conceptual del sistema.....	55
5.5.1.1	Elementos del sistema.....	57
5.5.1.2	Concepción operativa del sistema .....	58
5.5.1.3	Jerarquización y prioridades del proceso en el Sistema.....	58
5.5.1.4	Modelo Entidad – Relación.....	58

5.5.2	Modelo Lógico del sistema.....	60
5.5.2.1	Definición de relaciones y procesos entre los componentes del sistema .....	60
5.5.2.2	Descripción detallada del Sistema.....	60
5.5.2.3	Creación de la Base de Datos .....	61
5.5.2.4	Funcionalidad de la Base de Datos .....	64
5.5.2.5	Diccionario de datos .....	64
5.5.3	Modelo Cartográfico.....	68
5.5.3.1	Catálogo de Objetos.....	68
5.5.4	Modelo Físico e Implementación del sistema.....	70
5.5.4.1	Arquitectura del Sistema Web .....	70
5.5.4.2	Requerimientos para la implementación del sistema.....	72
5.5.4.3	Análisis de las capacidades del Geovisor.....	73
6.	RESULTADOS .....	75
6.1	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.....	75
6.1.1	Consultas .....	77
6.1.2	Mapas bases cartográficos .....	82
7.	CONCLUSIONES.....	84
8.	RECOMENDACIONES.....	86
	BIBLIOGRAFÍA.....	87
	ANEXO 1. ANALISIS DE FUNCIONALIDAD DE LA BD .....	91
	ANEXO 2. CATALOGO DE OBJETOS.....	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización General del municipio de Piendamó - Cauca.....	17
Figura 2. Localización General del municipio de Tello –Huila.....	18
Figura 3. Localización General del municipio de Lejanías - Meta.....	19
Figura 4. Localización General del municipio de Iles - Nariño .....	20
Figura 5. Localización General del municipio de Roldanillo – Valle del Cauca .....	22
Figura 6. Representación Gráfica de un SIG .....	26
Figura 7. Representación Gráfica de Capas Ráster .....	27
Figura 8. Representación Gráfica de Capas Vectoriales .....	28
Figura 9. Partes de un SIG .....	31
Figura 10. Arquitectura simple de un SIG web.....	31
Figura 11. Arquitectura y flujo de trabajo de un SIG web.....	32
Figura 12. Esquema base de una aplicación web.....	34
Figura 13. Arquitectura de las aplicaciones web.....	35
Figura 14. Arquitectura estándar del Servidor de Mapas.....	36
Figura 15. Principios del SI-UPRA.....	43
Figura 16. Elementos del SI-UPRA.....	43
Figura 17. Componentes del SI-UPRA .....	44
Figura 18. Visor Agromapa .....	47
Figura 19. Esquema metodológico .....	48
Figura 20. Proceso de modelado de datos .....	55
Figura 21. Diagrama de Modelo E-R del aplicativo SIG Agrícola.....	59
Figura 22. Modelo Conceptual Entidades .....	62
Figura 23. Diagrama de UML de los componentes del sistema.....	63
Figura 24. Componentes del Catálogo de Objetos del Sistema.....	69
Figura 25. Catálogo de Objetos del Sistema .....	70
Figura 26. Diagrama de Arquitectura del Sistema Web .....	71
Figura 27. Página de inicio .....	76
Figura 28. Consulta búsqueda por predio - Usuario registrado .....	77
Figura 29. Respuesta búsqueda por predio - Usuario registrado.....	78
Figura 28. Información lote de cultivo - Usuario registrado.....	78
Figura 31. Consulta búsqueda por cédula de propietario - Usuario registrado .....	79
Figura 32. Respuesta búsqueda por cédula propietario - Usuario registrado .....	80
Figura 33. Selección gráfica de lotes del cultivo del propietario consultado- Usuario registrado.....	80
Figura 34. Consulta por tipo cultivo- Usuario registrado .....	81
Figura 35. Consulta por Municipio- Usuario registrado .....	82
Figura 36. Control de capas del mapa base- Usuario registrado.....	82
Figura 37. Capas del mapa base- Usuario registrado.....	83



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables del modelo conceptual .....	57
Tabla 2. Especificaciones mínimas del Servidor.....	72
Tabla 3. Análisis de funcionalidad Lote Análisis .....	91
Tabla 4. Análisis de funcionalidad Propiedad Predio .....	91
Tabla 5. Análisis de funcionalidad Siembra Lote .....	91

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Identificación de atributos Corregimientos .....	64
Cuadro 2. Identificación de atributos Cultivo.....	65
Cuadro 3. Identificación de atributos Departamento .....	65
Cuadro 4. Identificación de atributos Estado Físico .....	65
Cuadro 5. Identificación de atributos Lote Análisis .....	65
Cuadro 6. Identificación de atributos Municipio .....	66
Cuadro 7. Identificación de atributos Predio .....	66
Cuadro 8. Identificación de atributos Predio .....	66
Cuadro 9. Identificación de atributos Propietario .....	66
Cuadro 10. Identificación de atributos Siembra Lote .....	67
Cuadro 11. Identificación de atributos Tipo Recolección .....	67
Cuadro 12. Identificación de atributos Tipo Riego .....	67
Cuadro 13. Identificación de atributos Siembra .....	67
Cuadro 14. Identificación de atributos Variedad .....	68
Cuadro 15. Identificación de atributos Vereda .....	68

## GLOSARIO

**SIG:** Sistema de información geográfica es un conjunto de herramientas que integran y relacionan diversos componentes en la administración, almacenamiento, edición y manipulación de la información para el análisis de datos espaciales vinculados a aspectos económicos, ambientales y socioculturales con el fin de tomar decisiones de una manera más eficaz.

**Base de Datos:** Es la administración de un conjunto de datos interrelacionados entre sí, los cuales son almacenados en un sistema de información para ser utilizados en la aplicación SIG. Es la administración de un conjunto de datos.

**Geodatabase<sup>1</sup>:** Es una base de datos geográfica que es almacenada dentro de un manejador de base de datos relacional, datos espaciales, alfanuméricos y reglas de comportamiento.

**Base de datos geográficos:** Es la administración de un conjunto de datos espacialmente georreferenciados que representan un modelo conceptual del mundo real representado por variables primitivas.

**Entidad Espacial:** Es una representación de un elemento geográfico que tiene una representación espacial contenido en un mapa, obteniendo como resultado los atributos relacionados con el objeto.

**Datos Espaciales:** Información que cuenta con una referencia o localización geográfica. A su vez esta cuenta con un atributo por forma geométrica.

**Atributos:** Medida de cantidad o cualidad asociada con un objeto (puntos, línea, polígono, raster) dentro de un SIG.

**Geo visor:** Es un servicio en línea que provee información cartográfica disponible en cuanto a las coberturas que maneja las organizaciones.

**Sistema de Posicionamientos Global (GPS):** es un sistema de posicionamiento terrestre, la posición la calculan los receptores GPS gracias a la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la Tierra. Consiste en una red de 24 satélites, propiedad del Gobierno de los Estados Unidos de América y gestionada por el Departamento de Defensa, que proporciona un servicio de posicionamiento para todo el globo terrestre.

---

<sup>1</sup> Ayuda ArcGIS Online, [Recurso en línea], < <http://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/> >.

**Topología:** La topología permite conocer la dirección y ubicación de los distintos elementos. De esta forma, el sistema va a poder contestar preguntas como: ¿cuál es mi punto más cercano?, ¿Que elemento tengo a la izquierda o derecha? Estos análisis pueden ser realizados, ya que las características geográficas del evento han sido ubicadas en el espacio mediante la topología.

**Shapefile:** Archivo de formas, nativo de ESRI, el cual se encuentra constituido por archivos índices, un archivo de formas y un archivo de base de datos. Este formato no almacena la topología de los objetos

**Cartografía Base:** Es la fuente de información más importante y necesaria por la cual se pueden obtener productos cartográfico derivados de ella.

**Cartografía Temática:** Es una cartografía confeccionada sobre un mapa base, cuyo propósito es la representación de las características espaciales en variables de cualidad y/ o cantidad de fenómenos del globo terrestre.

**Consulta Espacial:** Proceso lógico en que consiste identificar un elemento espacial en una determinada localización geográfica.

**Coordenadas Geográficas:** Es un sistema bidimensional en donde se cuentan coordenadas en latitud y longitud con respecto a los meridianos y paralelos a la Tierra.

**Tecnologías de Información Geográfica (TIG):** están formadas por un conjunto de técnicas y métodos clásicos y modernos en torno a la Cartografía (lectura, interpretación y elaboración de mapas), la Fotointerpretación (de las fotografías verticales aéreas captadas desde los aviones que permiten analizar la evolución de los territorios) o la Teledetección (que proporciona claves para interpretar la información espacial suministrada por los satélites) y los Sistemas de Información Geográfica (programas informáticos de análisis espacial y de elaboración de mapas digitales actuales).

**Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA):** a través del cual se obtiene anualmente la información a nivel municipal de la actividad agrícola, ganadera, forestal y acuícola que se realiza en el país.

## RESUMEN

Este proyecto está enfocado en generar un aplicativo SIG web como herramienta para la gestión agrícola municipal en 5 municipios de diferentes Departamentos del país, Piendamó en Cauca, Tello en Huila, Lejanías en Meta, Iles en Nariño y Roldanillo en el Valle del Cauca, los cuales tiene unidades productivas de cultivos permanentes, para ello se ha creado una base de datos que incluye información espacial y alfanumérica de los predios que son utilizados para la agricultura en el Municipio, el levantamiento georeferenciado de cada unidad productiva por cultivo, área en hectáreas, información de propietario, entre otros.

Se estudió el estado actual de la información de estos cinco Municipios, evidenciando la necesidad de aplicar diferentes métodos para el manejo y buena optimización de la información; para estos Municipios es muy importante contar con información actualizada y de manera oportuna para el desarrollo de sus actividades agrícolas.

La metodología para el diseño e implementación de un sistema de información geográfico orientado a la web para la gestión agrícola municipal genera una herramienta para visualizar la información agrícola del Municipio de manera puntual y general mediante su localización geográfica, además del desarrollo de interfaz para aplicativo en JAVA Scrip, articulación en servidor de aplicaciones (MapServer), Administración de Base de Datos en PostGIS-Postgresql y visualización en un aplicativo.

Esto significa que la implementación de la herramienta desarrollada permite a los agricultores la presentación de solicitudes, mediante la producción de los soportes gráficos necesarios para las declaraciones de superficie, a los controles administrativos ya que la información digital ayudará a la Administración a identificar mejor el origen de los errores derivados de las declaraciones de los agricultores o de la grabación de los datos, y servirá de soporte documental para la resolución de casos dudosos detectados como resultado de estos controles así como también facilitar los controles sobre el terreno, agilizando la localización de parcelas y permitiendo realizar análisis exhaustivos en pro de una mejor aplicación e interpretación de la normatividad enfocada a los usos del suelo.

**Palabras claves:** SIG, Web, Base de Datos, Georeferenciado, Cultivo, Parcelas, Normatividad, Usos del Suelo.

## ABSTRACT

This project is focused on creating an application GIS web as a tool for local agricultural management in five municipalities in different departments of the country, Piendamó in Cauca, Tello in Huila, Lejanías in Meta, Iles in Nariño and Roldanillo in Valle del Cauca, the which has production units of permanent crops, this has created a database that includes spatial and alphanumeric information of the properties that are used for agriculture in the municipality, the georeferenced survey of each production unit by cultivation area in hectares, owner information, among others.

The current status information of these five municipalities studied, highlighting the need to apply different methods for handling and good value for the information; for these municipalities it is very important to have updated and timely manner to the development of their farming information.

The methodology for the design and implementation of a geographic information system oriented web for municipal agricultural management creates a tool for displaying agricultural information Municipality of timely and comprehensive manner by its geographical location, and an interface for application development JAVA Scrip, Joint Application Server (eg. Map Server), Database Administration in PostgreSQL and PostGIS- and display in an Api.

This means that the implementation of the developed tool enables farmers submitting applications through the production of graphic materials needed for the area declarations, administrative controls since the digital information will help the Administration to better identify the origin of errors arising from the statements of the farmers or recording of data, and will serve as documentary support for the resolution of questionable cases detected as a result of these controls as well as facilitate checks on the spot, streamlining the localization of plots and allowing comprehensive analysis towards better implementation and interpretation of regulations aimed at land use.

**Keywords:** GIS, Web, Database, Georeferenced, Crop, Plots, Standards, Land Use.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente el hombre ha generado tecnología en la medida de sus necesidades. Estas, a su vez, crean necesidades que siguen creando nuevas tecnologías en una escalada que, en la actualidad, tiende a dejar atrás al hombre común. La irrupción de los computadores y su integración a la sociedad han generado una vertiginosa carrera tecnológica que amenaza con incomunicar a los hombres que no entren y comprendan sus dominios. Una cosa es clara: resulta innegable el aporte que la computación ha realizado en nuestra vida diaria, principalmente en la resolución de problemas complejos.

Hace algunas décadas, como descendientes o hermanos de los sistemas computacionales que forman en la actualidad enormes bases de datos que manejan múltiples tareas para el hombre, surge una nueva herramienta tecnológica, denominada Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los SIG, como poderosas herramientas tecnológicas, son utilizados hoy en día, y en forma creciente, en variados campos del quehacer humano, tales como minería, pesca, meteorología, geología, hidrología, planificación urbana, actividades comerciales y, por supuesto, en agricultura.

La agricultura representa un campo fértil para el desarrollo de aplicaciones SIG. La realidad actual en este ámbito es que tanto los municipios, empresas de transferencia, ONG y empresas públicas, se encuentran con que la información necesaria para tomar decisiones técnicas más informadas es insuficiente, no está actualizada y la que hay esta desperdigada. Frente a este problema los SIG pueden significar una respuesta, si bien no la única, tal vez la más importante para el manejo adecuado de los recursos agrícolas del país. El volumen de la información crece de manera exponencial a medida que pasa el tiempo, tornándose cada vez más compleja de administrar y manipular eficientemente.

Por todo lo anterior surge la idea de desarrollar SIG-WEB, un SIG formado por un conjunto de herramientas específicas para asistir al profesional agropecuario no solo en la administración de los datos, sino también en la generación de nueva información. Para su desarrollo se siguieron los lineamientos establecidos en la metodología.

El SIG-WEB agrícola permite a través de nuevas herramientas tecnológicas dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado, permitiendo reducir costos en la producción, aumentando la productividad y haciendo un uso más eficiente de los insumos.

## 1. ÁREA PROBLEMÁTICA

Desde el punto de vista histórico, la agricultura ha jugado un papel muy importante en el proceso de desarrollo económico de las naciones (Perfetti y Cortes, 2013). El sector agropecuario en Colombia representa una importancia estratégica en el proceso de desarrollo económico y social, pese a su decreciente participación en el PIB nacional (DANE, 2009; CPC, 2012), generando más del 20% del empleo nacional y representa alrededor del 50% del empleo en las áreas rurales (CPC, 2012).

A partir del siglo XX, la producción agropecuaria en Colombia se ha convertido en uno de los pilares de su economía. Por tanto, se ha reconocido la importancia y necesidad de conocer la estructura y evolución de este sector, como base para la elaboración, ejecución y evaluación de planes, programa y proyectos que promuevan su desarrollo (DANE, 2011). Este conocimiento se ha materializado en los esfuerzos de las entidades estatales de disponer información estadística a nivel municipal, mediante la realización de censos y la consolidación del sistema estadístico agropecuario y rural -SEA-, consolidando información referente áreas sembradas, producción y rendimiento de los cultivos más representativos.

Desde 1983, se vienen realizando encuestas de la oferta agropecuaria en el país, en adopción de la Metodología de Muestreo Agrícola de Áreas (CONPES, 1982), hasta lo que hoy se conoce como Evaluaciones Agropecuarias Municipales -EVAs, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Las EVAs, inician en el año 2009, promoviendo la implementación de Tecnologías de Información Geográfica (TIG) en la obtención de cifras agropecuarias a nivel municipal, consistente en un proceso de delimitación de lotes de cultivo con equipos GPS y otras tecnologías de información geográfica de uso libre, que incluyen la captura, depuración, consolidación y tabulación de la información estadística adquirida mediante encuestas a agricultores y agremiaciones de los diferentes municipios y departamentos del territorio nacional.

Sin embargo, pese a estos procesos que tienen como fin generar el conocimiento que permita obtener una mayor veracidad y confiabilidad en la información generada, la mayor parte de la información de la oferta agropecuaria sigue estando disponible sólo en estadísticas; los esfuerzos de descentralización de la gestión de información y comunicación agraria a nivel local, se quedan cortos dado que la visualización y/o especialización de dicha información se traducen en herramientas que no satisfacen las necesidades de quienes toman las decisiones en los municipios, cuyo objeto es disponer una base de información espacial que permita el fortalecimiento de la planificación del sector agropecuario a nivel municipal, departamental y nacional, además, establecer sinergias entre unidades de gestión

de información nacional y otras fuentes relevantes de información sectorial (Agronet, 2015).

Dados los avances de las herramientas de tecnología de la información a nivel mundial, es necesario que los países y sus instituciones tengan un claro conocimiento sobre su territorio. Es fundamental disponer una amplia y clara visión acerca de las diversas actividades que impulsan el desarrollo económico de una nación y de los proyectos de avance social y económico. En este caso, se pretende abordar el sector agrícola del país con base en los elementos expuestos anteriormente.

Con base en el contexto nacional de la escasa de la producción de tecnologías e herramientas SIG aplicados al sector agrícola, sin desconocer las disposición de información estadística relacionada y los resultados de las EVAs, hasta el momento de la realización del presente proyecto, es necesario generar una herramienta tecnológica que facilite la tenencia de la información espacial, además, de diversos factores de interés para los sectores que se relacionan con el tema, teniendo como uno de los principales actores e interesado el Gobierno Nacional, y demás entidades como la sociedad de agricultores de Colombia-SAG, las Unidades Regionales de Planificación Agropecuarias – UPAs y Secretarías de Agricultura Municipal.

Finalmente, se plantea la necesidad de diseñar e implementar SIG para la gestión agrícola orientado en la web como modelo piloto en los Municipios Piendamó en el Departamento del Cauca, Tello en el Departamento del Huila, Lejanías en Meta, Iles en Nariño y Roldanillo en el Valle del Cauca, los cuales tiene unidades productivas de cultivos permanentes. La fuente de información secundaria es el Programa de Fortalecimiento SIG del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para el año 2012, estos datos incluyen el levantamiento georeferenciado de cada unidad productiva por cultivo, área en hectáreas, información de propietario, entre otros.

La implementación del proyecto SIG orientado a la web facilitará el acceso, consulta, administración de información de la unidades agrícolas existentes en los municipios, facilitando la planificación y toma de decisiones que afectan el sector agropecuario en estos municipios.

## **1.1 ZONAS DE ESTUDIO**

Para poder implementar un Sistema de Información Geográfica web aplicado a la gestión agrícola se seleccionaron cinco Municipios que serán utilizados como pioneros en el uso de la aplicación.



### 1.1.1 Municipio de Piendamó-Cauca<sup>2</sup>

El municipio de Piendamó se encuentra ubicado en la zona centro del departamento del Cauca a 2° 38" latitud norte y 76° 30" longitud oeste, parte media de la región montañosa de la subcuenca del río Piendamó, sobre la vertiente occidental de la cordillera central, su cabecera Municipal está ubicada sobre la carretera panamericana a 100 Km de la Ciudad de Cali y 25 Km de la ciudad de Popayán

Limita al oriente con el municipio de Silvia, al occidente con el municipio de Morales, al norte con el municipio de Caldono y al sur con el municipio de Cajibío.

Este municipio es el segundo municipio productor de café a nivel departamental, contribuyendo en la economía nacional con la exportación de flores, características de sus paisajes, aptitud del uso de sus tierras y presencia institucional.

La actividad agropecuaria se basa en el cultivo de café, plátano, flores y algunos alimentos de pancojer; el comercio informal es el fuerte económico de la población del sector urbano.



Figura 1. Localización General del municipio de Piendamó - Cauca

---

<sup>2</sup> Extraído de la página de la Alcaldía de Piendamó [http://piendamocauca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://piendamocauca.gov.co/informacion_general.shtml)  
Enero de 2015

Fuente: [http://piendamocauca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://piendamocauca.gov.co/informacion_general.shtml) – Elaboración Propia

### 1.1.2 Municipio de Tello-Huila<sup>3</sup>

Tello es un municipio colombiano ubicado al norte del departamento del Huila. Su clima es cálido con una temperatura media de 26 °C; y con una altitud de 575 m.s.n.m. Su superficie total es de 557,19 km<sup>2</sup> y se encuentra a 22 km de la ciudad de Neiva.

Sus límites son: Norte: el municipio de Villa vieja y el municipio de Baraya; Sur: el municipio de Neiva; Oriente: el departamento del Meta; Occidente: el municipio de Neiva y el municipio de Aipe. Cuenta con cuatro centros poblados que rodean al Municipio: El Corregimiento de San Andrés, El Corregimiento de las Sierras del Gramal y la Cañada, El Cedral, y finalmente el Centro Poblado de Anacleto García donde convergen más de 32 veredas ricas en producción de banano, caña, café, plátano y tubérculos.

Es el municipio del Huila con más producción bananera de todo el departamento con calidad de exportación, no obstante carece de una entidad que agrupe a todos los agricultores para llevar esta producción a gran escala y le brinde solidez en el mercado. Su economía se basa en gran medida en la producción de café, la ganadería de doble propósito, la caña y el cacao. En la zona llana vía a Neiva y al centro poblado de San Andrés se aprecia en baja medida la producción de arroz, algodón, sorgo, maíz y melón.

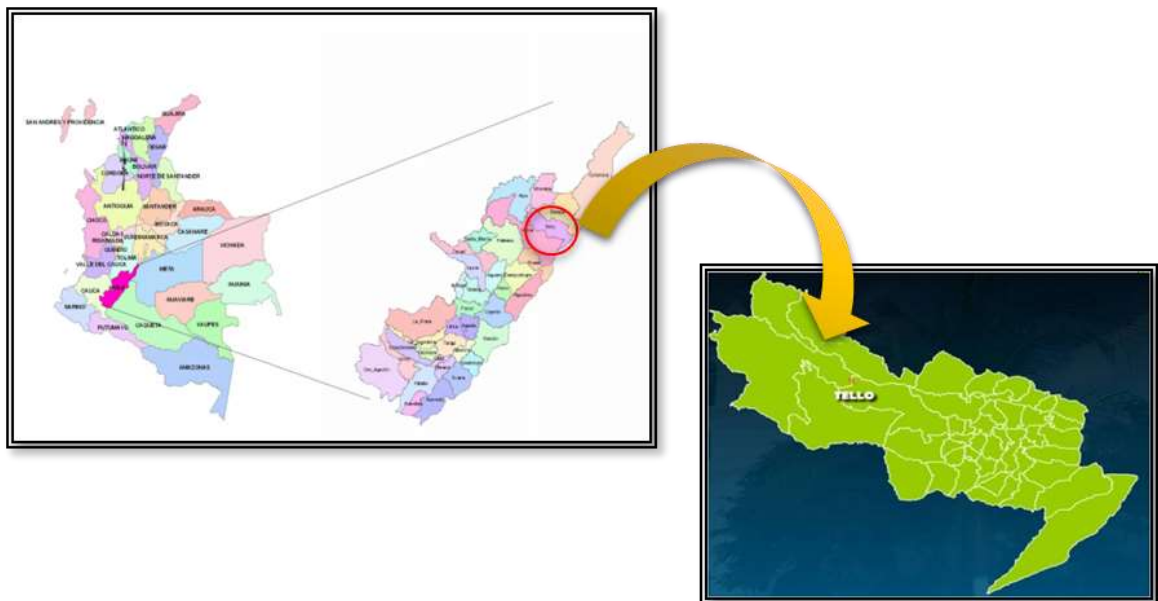


Figura 2. Localización General del municipio de Tello –Huila

<sup>3</sup> Extraído de la página de la Alcaldía de Tello-Huila [http://www.tello-huila.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.tello-huila.gov.co/informacion_general.shtml)  
Enero de 2015

Fuente: [https://dirinfra.mintransporte.gov.co/PVR\\_DATA/DOCUMENTS/plan\\_huila.pdf](https://dirinfra.mintransporte.gov.co/PVR_DATA/DOCUMENTS/plan_huila.pdf) Elaboración Propia

### 1.1.3 Municipio de Lejanías-Meta<sup>4</sup>

Se encuentra localizado en el noroccidente del departamento del Meta, a 128 km de su capital, Villavicencio. Limita al Este con El Castillo, al Norte con Cubarral, al Oeste con Uribe, al Sur con Mesetas y al Sureste con San Juan de Arama.

Dentro de los productos agrícolas más importantes cultivados en la región se descantan: los cultivos de Cítricos Tales como Naranja Tangelo, Naranja Valencia, Lima Ácida Tahiti y Mandarina Arrayana; así como también cultivos de Maracuyá, Aguacate, Guayaba Pera, Papaya, Yuca, Plátano, Maíz, Café, Cacao, Mora, Tomate de árbol, Guanabana y Tomate.

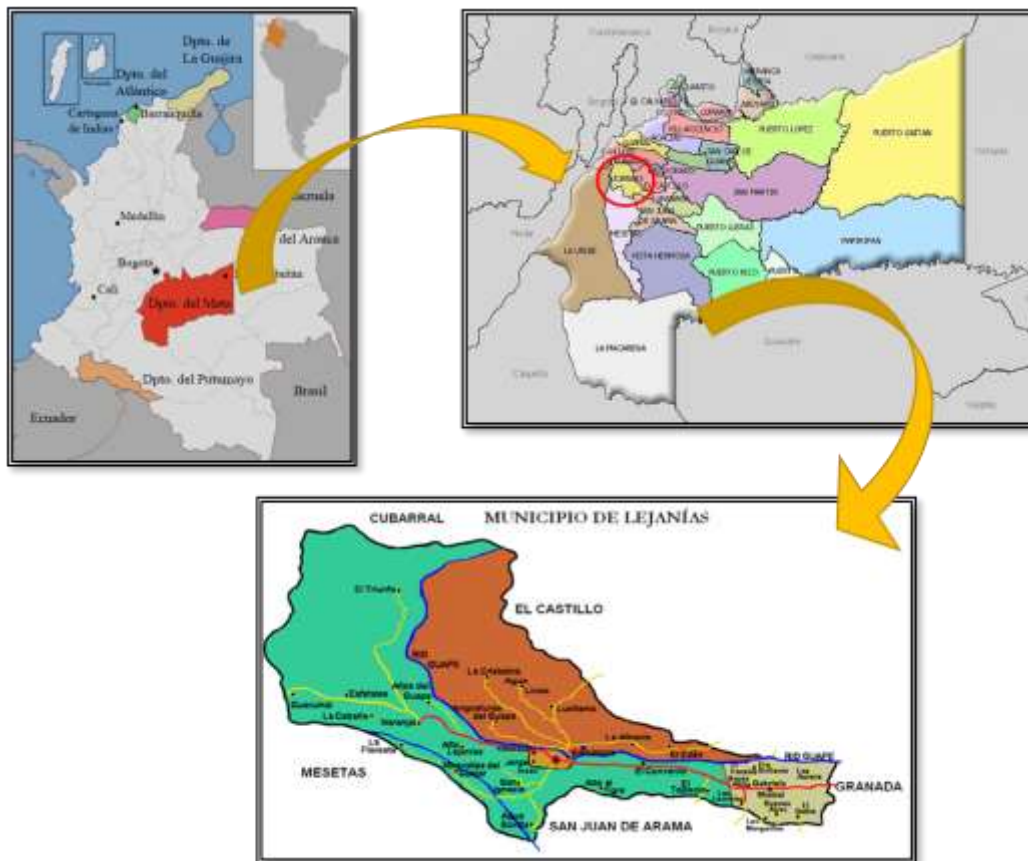


Figura 3. Localización General del municipio de Lejanías - Meta

Fuente: <http://www.lejanias-meta.gov.co/index.shtml> - Elaboración Propia

<sup>4</sup> Extraído de la página de la Alcaldía Lejanías- Meta <http://www.lejanias-meta.gov.co/index.shtml> Enero de 2015

#### 1.1.4 Municipio de Iles-Nariño<sup>5</sup>

ILES es una pequeña y próspera Ciudad enclavada sobre una cúspide de los Andes del Departamento de Nariño a una altura de 3.000 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 12°C.

Limita al norte con el municipio de Imues, al sur con Gualmatán, Contadero y Pupiales, al occidente limita con Ospina y Sapuyes y al oriente con el municipio de Funes. Posee una extensión de 84 Km<sup>2</sup> localizado al suroccidente del departamento de Nariño. La cabecera Municipal de Iles está sobre una altura de 2.985 m.s.n.m, con un temperatura media de 12 °C a 29 Km de la ciudad de San Juan de Pasto.

En el municipio se cultiva: papa, trigo, maíz, cebada, arveja, frijol arbustivo, cebolla, ulluco, oca y frutales (cítricos). Por las condiciones de clima y suelo que presentan las microrregiones, se destacan en importancia económica los cultivos transitorios de: papa, trigo, arveja, frijol arbustivo y el maíz como cultivo anual. Las variedades de papa que más se cultivan son: roja, huila, morasurco, parda en sus variedades de pastusa, tuquerreña, sabanera y en mínima producción la criolla o como comúnmente se la llama la chaucha, las anteriores variedades son de ciclo vegetativo corto (5 meses).

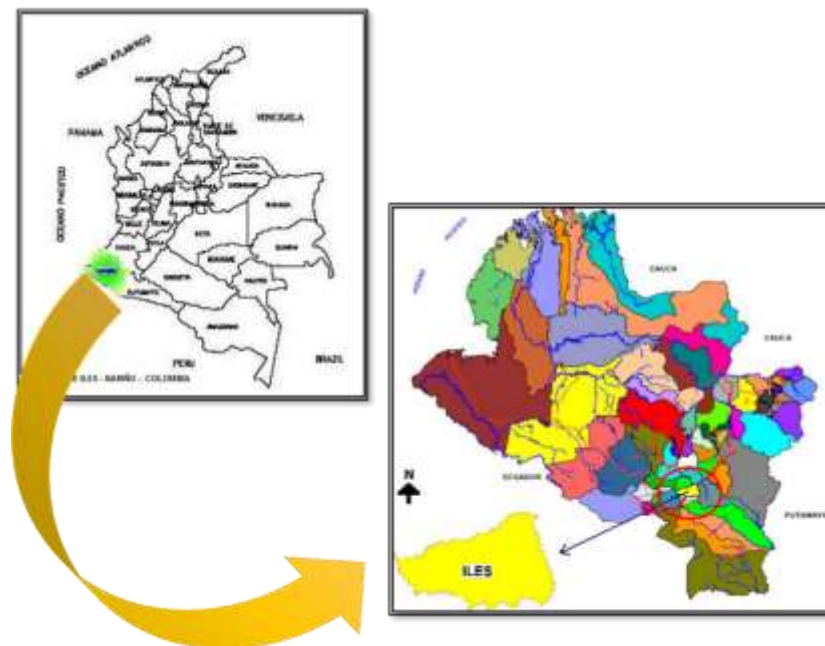


Figura 4. Localización General del municipio de Iles - Nariño

Fuente: [http://www.iles-narino.gov.co/informacion\\_general.shtml#geografia](http://www.iles-narino.gov.co/informacion_general.shtml#geografia) - Elaboración Propia

<sup>5</sup> Extraído de la página de la Alcaldía Iles-Nariño <http://www.iles-narino.gov.co/index.shtml> Enero de 2015

### 1.1.5 Municipio de Roldanillo-Valle del Cauca<sup>6</sup>

El municipio de Roldanillo está localizado en la zona Norte del departamento del Valle del Cauca. En el sistema colinado de la cordillera Occidental, forma parte de la Vertiente del río Cauca y del sistema de drenaje al río Garrapatas (Pacífico). Igualmente comprende, el área del Valle Geográfico del río Cauca. Roldanillo está ubicado a 4° 24' 08" de latitud Norte y a 76° 09' 00" de longitud Oeste y a 965 m.s.n.m.

El municipio tiene una extensión de 21.147 ha de las cuales el 68% se localiza en zona de ladera, (14269 ha). El 30,7% (6605 ha) en zona plana, y el 1,3% es el casco urbano (368,5 ha). A continuación se describen las áreas de producción agrícola, de frutas y hortalizas.

Zona de Ladera. Hacen parte de estas áreas, las unidades de terreno (C2), localizadas en el corregimiento de Cajamarca, en la asociación de suelos Dovia (Dca), son suelos bien drenados, de profundos a moderadamente profundos, de textura variable, los cuales pueden presentar ligeras limitaciones para algunos cultivos de raíces muy profundas, exigen algunas prácticas sencillas de conservación de suelos.

Zona Plana. La producción de frutas y hortalizas se localiza principalmente en el Distrito de Riego RUT, en la planicie aluvial del río Cauca, debido a que en este lugar, los suelos son muy profundos, bien drenados, disponen de agua para riego durante todo el año y la calidad del agua es aceptable para esta actividad. La segunda opción para los cultivos de frutales, corresponde a la planicie aluvial del piedemonte, pero en esta unidad se presentan unas restricciones importantes en el manejo de los suelos, debido a que en algunos puntos los suelos se encuentran en proceso de salinización y además la calidad del agua para riego es muy mala, debido a la contaminación que presenta.

Área de Producción Agrícola (Cinturón Cafetero). El cinturón cafetero, lo conforman las unidades de terreno (C3 - C4), localizadas en los corregimientos de: Aguacate, Mateguadua, Bélgica, Montañuela y Buenavista. La mayor parte de los suelos son de la asociación Sevilla (SV) que presenta un relieve quebrado a escarpado, contiene cenizas volcánicas depositadas sobre arcillas, provenientes de la alteración de la diabasa. En general, son suelos profundos, bien drenados y moderadamente erosionados.

---

<sup>6</sup> Extraído de la página de la Alcaldía Roldanillo-Valle del Cauca <http://www.rolدانillo-valle-delcauca.gov.co/index.shtml> Enero de 2015

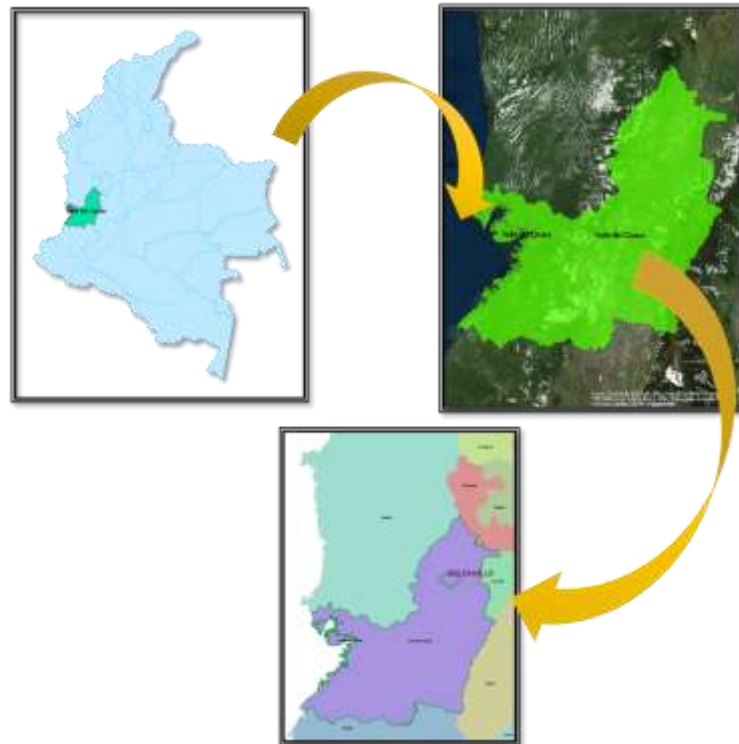


Figura 5. Localización General del municipio de Roldanillo – Valle del Cauca  
Fuente: Mapas Base de ARCMAP - Elaboración Propia

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar una sistema de información geográfica disponible en la web para la gestión agrícola municipal en 5 municipios de diferentes departamentos del país, Piendamó en Cauca, Tello en Huila, Lejanías en Meta, Iles en Nariño y Roldanillo en el Valle del Cauca, los cuales tiene unidades productivas de cultivos permanentes.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar una herramienta para facilitar la administración, operación y mantenimiento eficaz y eficiente de la información agrícola en el municipio.
- Disponer de información actualizada, espacial y de bases de datos del área cultivada, producción, propietarios.

### 3. JUSTIFICACIÓN

En contexto, comparando a Colombia con los países de la región, en materia tecnológica se evidencia un atraso, que recae en la necesidad de mejorar nuestros recursos técnicos, tecnológicos, entre otros, que por ejemplo, se resumen en la implementación, uso y manejo herramientas SIG para la toma de decisiones y la planificación en distintos ámbitos de interés y acción gubernamental.

La herramienta propuesta constituye un avance y apoyo para el conocimiento, control y manejo de las pequeñas y medianas unidades productivas a nivel local en los municipios, fortaleciendo la gestión liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Lo cual puede evidenciar cambios en sector agrícola, tales como la creación de nuevas parcelas para cultivos de pequeños propietarios, pero ante todo mostrar la importancia del sector rural en la cadena productiva y su participación en la comercialización de alimentos en el país.

Sin duda, éste tipo de herramientas permite visualizar la participación del sector agrícola en la economía del país, la comercialización de productos en el contexto nacional e incluso las exportaciones, que finalmente debería materializarse en un sistema de información agropecuario cuyo universo de estudio sería los 1.123 municipios a nivel nacional.

Entre los alcances de SIG para la gestión agrícola, está ampliar el panorama y conocimiento de los propietarios, empresarios y el Gobierno Nacional, y centrar esfuerzos en fortalecer el sector agropecuario, disponer de primera mano la producción agrícola en el país, en qué condiciones, extensiones, propietarios y épocas del año; generando así, mayor precisión y conocimiento de las capacidades de las tierras, además, fortalecer las capacidades técnicas del sector y de las entidades de gestión local.



## 4. MARCO TEÓRICO

El manejo integral de información acerca de cualquier actividad es vital para el desarrollo de toda sociedad moderna, cuanto más completa y actualizada sea ésta información, más útil será para el desarrollo de dicha sociedad. Dicho manejo integral se obtiene por medio de la implementación de sistemas organizados, los cuales permiten integrar de manera eficiente la información proveniente de objetos que existen en la realidad, que tienen características propias y que guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar.

### 4.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA<sup>7</sup>

Un sistema de información geográfica es una herramienta de análisis de información, la cual tiene una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

El sistema de información geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

La información puede ser almacenada en formato raster o vectorial. El modelo de SIG raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Cuanto mayor sean las dimensiones de las celdas (resolución) menor es la precisión o detalle en la representación del espacio geográfico. En el caso del modelo de SIG vectorial, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos. Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres objetos espaciales: el punto, la línea y el polígono.

Actualmente, debido a la disminución en el costo de los sistemas informáticos por su proliferación, están materializándose importantes beneficios económicos en las empresas y entidades que implementan esta tecnología SIG. Entre estos beneficios se destacan:

---

<sup>7</sup> Instituto Geográfico Nacional. Centro Nacional de Información Geográfica - Madrid - España  
[www.ign.es](http://www.ign.es)

- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas en corto tiempo, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos, así como su administración y mantenimiento.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada.
- Realizar pruebas analíticas complejas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial, sin la necesidad de repetir actividades redundantes o tediosas.
- Minimización de costos de operación e incremento de la productividad.
- Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.
- 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 esté relacionada con la base de datos nativa u original.



Figura 6. Representación Gráfica de un SIG  
Fuente: Wikispaces – Sistemas de información geográfica

#### 4.1.1 Modelos de Datos en SIG

Los SIG pueden ser de dos tipos principalmente, según el método usado para modelar la realidad geográfica y la forma en que estas capas se transforman en información digital.

##### Capa Raster.

Consiste en una malla celdas cuadradas o píxeles<sup>8</sup>. En cada celda hay un número, este número porta la información necesaria para modelar un aspecto del medio, que generalmente son cuantitativos. Así los factores fisiográficos (altitud, pendiente, orientación), atmosféricos (temperatura, precipitación, contaminación) y otros se deben modelar siguiendo esta estructura de datos. Esto no significa que no pueda modelarse cualquier tipo de aspecto del medio. Cuando la capa representa algún aspecto cualitativo, la malla de números se complementa con una tabla, es así como se hace una correspondencia entre cada número y el tipo de entidad. (Libro SIG: Aprendiendo a Manejar los Sig en la Gestión Ambiental, 2008).

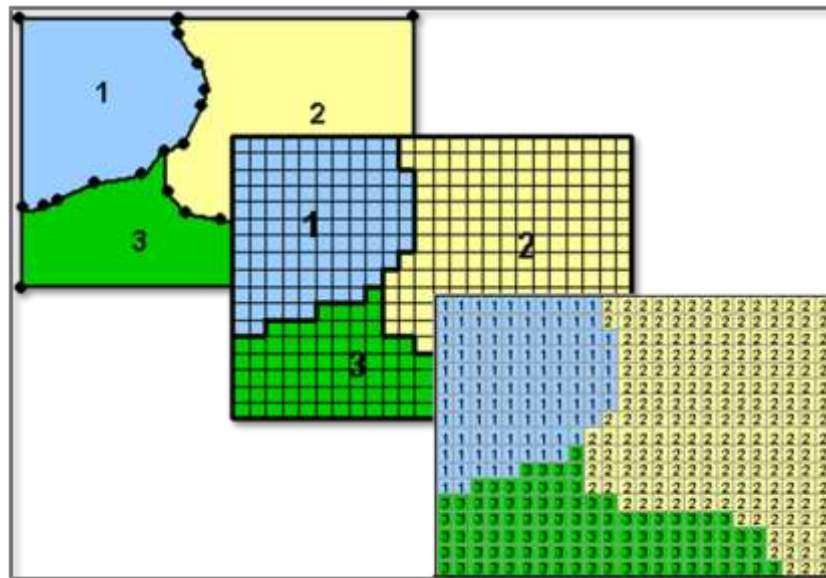


Figura 7. Representación Gráfica de Capas Ráster  
Fuente: Fundamentos de sistemas de información geográfica - IGAC

##### Capa Vectorial.

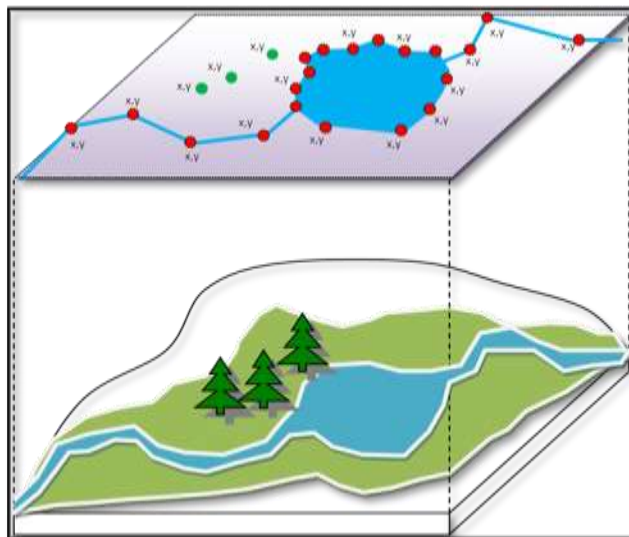
Utilizan un conjunto de puntos, líneas o polígonos que modelan un aspecto del medio. Estos puntos, líneas o polígonos se conocen, de manera genérica como

<sup>8</sup> Es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital.

objetos, características o entidades - feature<sup>9</sup>. Constan de una información gráfica o más bien geográfica y de una información alfanumérica que describe determinadas características de las entidades.

La información alfanumérica o atributos que se encuentran en una tabla. A cada entidad le corresponde un registro (fila) en la tabla y viceversa. Dentro de la tabla, cada campo (columna) describe un aspecto de las entidades de la capa. (Libro SIG: Aprendiendo a Manejar los SIG en la Gestión Ambiental, 2008)

- Los puntos se reducen a pares de coordenadas latitud-longitud o X-Y, que marcan la posición de la información gráfica sobre la superficie de la tierra. Es así como los pozos, fuentes, manantiales, puntos contaminados, entre otros datos pueden ser representados con esta estructura vectorial.
- Las líneas o poli-líneas son una serie ordenada de puntos denominados vértices, los puntos inicial y final se llaman nodos. Cuando se visualizan consisten en segmentos rectos entre los vértices. Permiten modelar información de carreteras, ríos, curvas de nivel, entre otros datos de interés.
- Los polígonos son líneas cerradas que delimitan superficies sirven para representar países, coberturas vegetales, entre otros.



*Figura 8. Representación Gráfica de Capas Vectoriales*  
Fuente: Fundamentos de sistemas de información geográfica – IGAC

---

<sup>9</sup> Conjunto de características geográficas con el mismo tipo de geometría (como punto, línea o polígono), los mismos atributos y la misma referencia espacial.

### 4.1.2 Funciones de SIG

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles los sistemas de información geográfica, su campo de aplicación es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

### 4.1.3 Construcción de un SIG

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información. Pero en los SIG, además, hay que considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera. Los esfuerzos, la investigación y la inversión necesaria para crear las bases de datos y tener un SIG eficiente y funcional no son pequeños, ni tampoco es una gran inversión. Es un esfuerzo permanente por ampliar y mejorar los datos almacenados, utilizando las herramientas más eficientes para nuestro propósito.

### 4.1.4 Componentes de un SIG

#### 4.1.4.1 Equipos (Hardware)

Es donde opera el SIG. Los programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado".

#### **4.1.4.2 Programas (Software)**

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

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

#### **4.1.4.3 Datos**

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos 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 manejar la información geográfica.

#### **4.1.4.4 Recurso humano**

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.

#### **4.1.4.5 Procedimientos**

Un SIG operará 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.

Longley, 2005 en su libro “Geographic Information Systems and Science”<sup>10</sup> señala como el principal componente actual de un SIG actual es la Red. De hecho, las ventajas de las redes en el campo de los SIG son numerosas, al permitir la visualización, consulta y análisis de información espacial sin necesidad de instalar ningún software o descargar gran cantidad de datos.

---

<sup>10</sup> Sistemas de información geográfica y ciencia por Paul A. Longley. – Publicado en el 2005



Figura 9. Partes de un SIG

Fuente: Pensando en el SIG-Planificación del sistema de información geográfica dirigida a Gerentes. Roger Tomlinson, 2008

## 4.2 SIG WEB

Un SIG web es un sistema para la distribución de información cuya estructura más sencilla está compuesta por un cliente y un servidor. El servidor es una aplicación web y el cliente puede ser un navegador web, aplicación de escritorio o aplicación móvil. La aplicación o servicio debe tener una URL para ser consultada en la web. Las operaciones y peticiones deben realizarse a través de protocolos HTTP (en español protocolo de transferencia de hipertexto), y el formato de respuestas en HTML (lenguaje de marcas de hipertexto) o formatos binarios en XML (lenguaje de marcas extensible).

Básicamente un SIG web es un SIG de escritorio usado o consumido por una tecnología web.

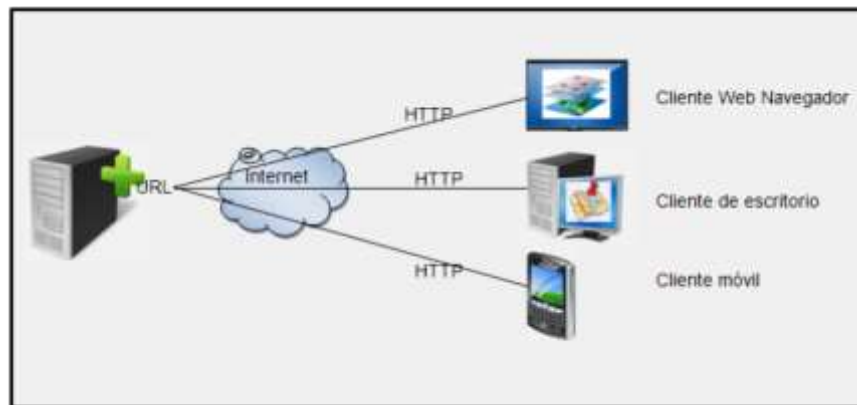


Figura 10. Arquitectura simple de un SIG web.

Fuente: Web GIS Principles and Applications

#### 4.2.1 Componentes de un SIG WEB

HTTP el cual es la base de las tecnologías web y el protocolo principal que es usado para comunicarse. En caso que el servicio de Internet no se encuentre funcionando, permite seguir visualizando la aplicación a partir de datos previamente cargados y procesos de cache.

Refiriéndonos a la arquitectura o estructura de un SIG web, su simplicidad se debe a los dos niveles que son el servidor y el cliente. En muchos casos los dos niveles se encuentran bajo la misma máquina pero en componentes separados. Algunas aplicaciones tienen un tercer nivel (datos) y otras tienen más de tres niveles, distribuidos en diferentes localizaciones en Internet.

La interrelación entre las aplicaciones desktop y las aplicaciones web se hace más fuerte. Muchos usuarios desktop usan recursos web como mapas bases que utilizan desde otros servidores (USGS, Microsoft Bing Maps, Esri, Google). Este uso se realiza sin tener una copia en el disco local.

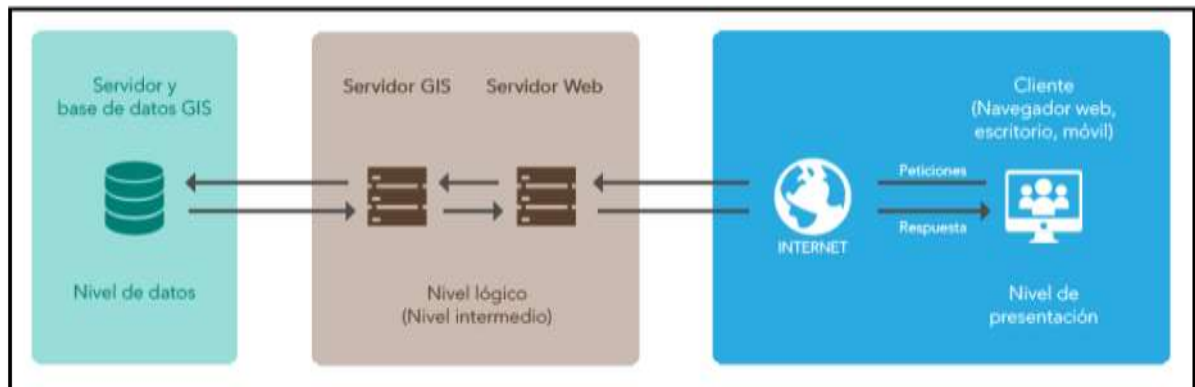


Figura 11. Arquitectura y flujo de trabajo de un SIG web  
Fuente: Web GIS Principles and Applications

#### 4.2.2 Funciones

Los SIG web desempeñan todas las funciones de un SIG incluyendo: información espacial, captura, almacenamiento, edición, manipulación, administración, análisis, publicación y visualización. Algunas fortalezas en estos campos son:

- Visualización de mapas y consultas: El mapeo web es el perfil de una aplicación SIG web y de igual forma es la función que se usa con mayor frecuencia. Un gran número de consultas son soportadas a través de un mapa, el cual tiene una serie de atributos u operaciones de identificación espacial (¿Qué es esto? ¿Dónde está?).



- **Recolección de información geo-espacial:** Es de gran interés para toda la comunidad SIG (profesionales y no profesionales), debido a que en muchas de las aplicaciones web el nivel de información que existe es alto y no se encuentra disponible de forma gratuita. Un punto importante es cuando un proyecto tiene un carácter formal (gobierno, o alguna compañía) es necesario evaluar el tipo de información que está disponible.
- **Difusión de la información geo-espacial:** Está estrechamente relacionado con el anterior, debido a que en el momento que se tiene un nivel de información importante, la mejor forma de mostrarlo o darlo a conocer es a través de la web.
- **Análisis geo-espacial:** Los SIG web dejaron de ser simples mapas debido a que tienen funciones de análisis que son utilizadas tanto en el ámbito personal de la vida cotidiana, como en procesos educativos, de planeación, ambientales, seguridad, etc., apoyando la toma de decisiones de manera adecuada.

#### **4.2.3 Usos**

Las aplicaciones SIG web son usadas en diversas industrias, y en la vida cotidiana, aportando a la reducción de costos e incrementando la productividad y eficiencia. Tres de los campos donde se destacan notoriamente son: los SIG web son un nuevo negocio y una nueva mercancía, Gobierno en línea y ciencia en línea.

#### **4.2.4 Aplicativos Web**

Una aplicación web es un tipo especial de aplicación Cliente/Servidor, donde tanto el cliente como el servidor web y el protocolo mediante el que se comunican "HTTP"<sup>11</sup> están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones.

En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador. (Sergio Luján Mora, 2001).

Los administradores de contenidos vía web almacenan la información en bases de datos formadas por un número variable de tablas que contienen columnas o campos y filas o registros; estas tablas se componen por el contenido que ha sido previamente cargado en ellas a través de formularios, en donde cada formulario posee un número de identificación o ID que es único para cada uno de ellos. Las páginas que se generan a partir de esos contenidos son llamadas dinámicas, en

---

<sup>11</sup> Hypertext Transfer Protocol o en español protocolo de transferencia de hipertexto es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web

este contexto el término dinámico no indica animación, sino que hace referencia al hecho de que las páginas dinámicas de un sitio web se generan a partir de una solicitud o consulta que realiza un cliente a un servidor web. Se podría decir que la página dinámica no existe hasta que no es solicitada por el navegante, cuando el navegante la solicita oprimiendo alguno de los comandos disponibles se dispara la consulta a la base de datos, y el sistema muestra una página web con el contenido que este programado en la consulta. (Sur On Line, 2006).

#### 4.2.5 Arquitectura Cliente – Servidor

Es una arquitectura de red en la que cada proceso que se presenta en ella, está relacionado con la petición y respuesta entre el cliente y el servidor, generalmente los servidores son ordenadores robustos dedicados a gestionar unidades de tráfico de red, datos y aplicaciones, mientras que los clientes son ordenadores menos potentes que usan los recursos que ofrecen los servidores (Sergio Luján Mora, 2001).

El protocolo HTTP es uno de los protocolos de comunicación empleados en internet, que permiten la conexión de sistemas heterogéneos facilitando el intercambio de información entre clientes y servidores. (Sergio Luján Mora, 2001)

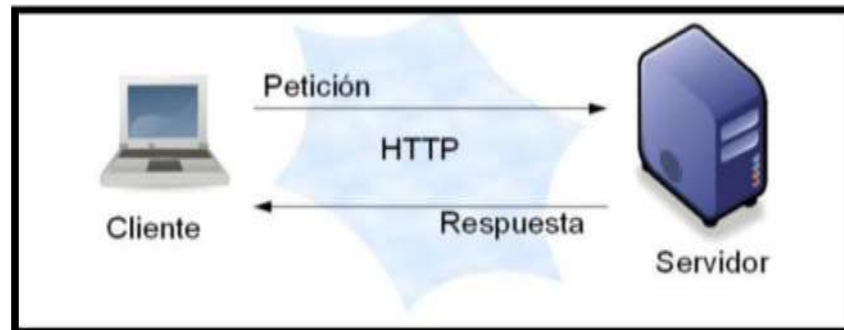


Figura 12. Esquema base de una aplicación web  
Fuente: Arquitectura cliente-servidor -2011

#### 4.2.1 El Cliente

El cliente web es un programa que interactúa con el usuario para solicitar a un servidor web el envío de los recursos que desea obtener mediante HTTP, el cliente suele estar formado por el código HTML<sup>12</sup> más algo de código ejecutable realizado en lenguaje de script del navegador JavaScript o VBScript. Por tanto, la misión del cliente web es interpretar las páginas HTML y los diferentes recursos que contienen para hacer la petición de la información deseada. (Sur On Line, 2006)

---

<sup>12</sup> HyperText Markup Language o lenguaje de marcas de hipertexto.

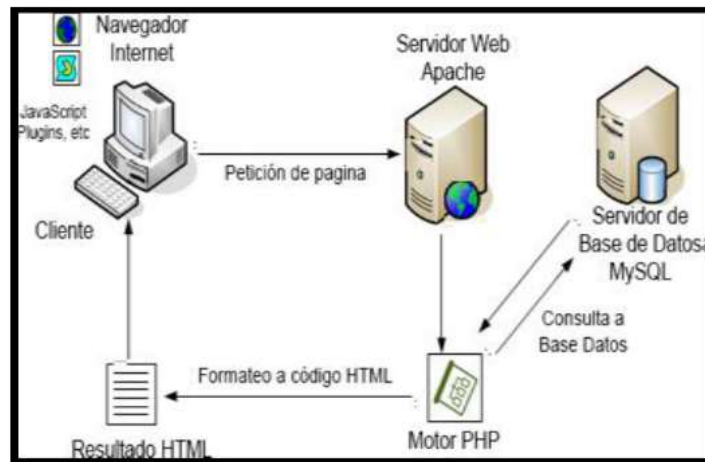


Figura 13. Arquitectura de las aplicaciones web

Fuente: PHP y MySQL. Aplicaciones Web: base de datos MySQL II - 2008

#### 4.2.6 El servidor

El servidor web es un programa que está esperando continuamente las solicitudes de interacción mediante el protocolo HTTP por parte del cliente web, la parte servidor de las aplicaciones web está formada por paginas estáticas en HTML y los recursos adicionales que pueden ser descargados o visualizados por el cliente son ejecutados por el servidor cuando el cliente solicita la información, la salida de estos programas suelen ser páginas web HTML con el contenido solicitado. (Sur On Line, 2006)

#### 4.2.7 Servidor de Mapas (IMS)

Los servidores de mapas tienen como objeto acceder a información geoespacial existente, normalmente en servidores, en diferentes formatos y servir dicha información a clientes de mapas a través de protocolos estándares<sup>13</sup>. (Prodevelop, 2009).

---

<sup>13</sup> Un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.

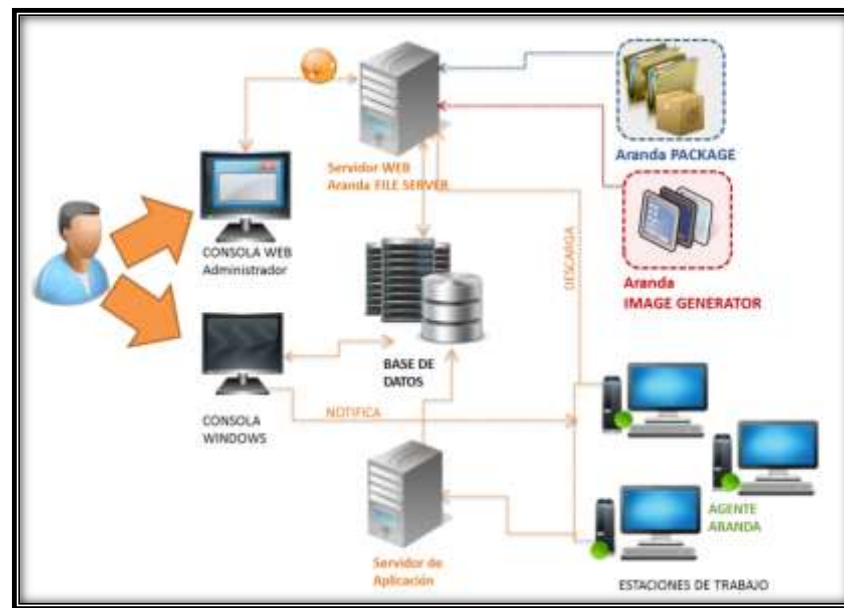


Figura 14. Arquitectura estándar del Servidor de Mapas.

Fuente: [http://www.arandatraining.com/wiki/index.php?title=Conceptos\\_B%C3%A1sicos\\_Aranda\\_SOFTWARE\\_DELIVERY\\_V\\_8.0](http://www.arandatraining.com/wiki/index.php?title=Conceptos_B%C3%A1sicos_Aranda_SOFTWARE_DELIVERY_V_8.0)

Existen diferentes tipos de servicios de información geoespacial:

- Servicios de mapas: Reciben peticiones por parte de clientes, acceden a información vectorial y/o ráster; responden a peticiones de acceso a información relacionada con mapas servidos, como propiedades de un elemento, entre otros.
- Servicios de geometrías: Sirven información geoespacial en formato vectorial, incluyendo geometrías y atributos alfanuméricos, para que el cliente las procese y represente de acuerdo a su interés.
- Servicios de catálogo: Ofrecen acceso a metadatos y búsqueda de información sobre cartografía.
- Servicios de coberturas: Sirven información geoespacial de diferentes tipos a los clientes, con la particularidad de ofrecer la información original sin necesidad de que sea procesada. Esto es útil para acceso a datos como modelos digitales del terreno, ficheros de información de teledetección, entre otros.
- Servicios de procesamiento: Ofrecen el procesamiento de información geoespacial en el lado del servidor, enviando los resultados finales a los clientes.

Todos estos servicios suelen llevar asociados estándares de interoperabilidad especificados generalmente por el OGC<sup>14</sup>. (Prodevelop, 2009)

<sup>14</sup> Open Geospatial Consortium, fue creado en 1994 y agrupa a 372 organizaciones públicas y privadas.

## 4.2.8 Tipos de Servicios Web Geográficos

### 4.2.8.1 Web Feature Service (WFS)

Devuelve los datos en formato GML<sup>15</sup> una codificación XML<sup>16</sup> específica para el transporte y almacenamiento de información geográfica. (OGC, Making Location Count, 2013) Mediante WFS es posible realizar consultas espaciales, recuperar los datos e incluso manipular la geometría. Si la petición se realiza a través de un software de escritorio, permite recuperar el dato en formato vectorial. Se distinguen dos formas de WFS disponibles según el tipo de servidor utilizado (OGC, Making Location Count, 2013):

- **WFS No Transaccional:** Permite hacer consultas, análisis y recuperación de datos geográficos.
- **WFS Transaccional (WFS-T):** Permite además la creación, actualización y eliminación de los elementos geográficos del mapa.

Operaciones soportadas para los servicios WFS:

- **Get Capabilities:** Proporciona información acerca de las capacidades que puede brindar el servidor: qué peticiones puede atender y qué operaciones es capaz de brindar, conjuntamente con los metadatos del servicio.
- **Describe Feature Type:** Obtiene una descripción de cada tipo de entidad ofrecida y muestra sus atributos.
- **Get Feature:** Obtiene el dato en sí mismo. El usuario especifica una capa en particular y el servidor devuelve un archivo GML con la información.
- **Transaction:** Operaciones que modifican las características del dato geográfico, permite crear, actualizar o borrar distintas entidades o atributos.
- **Lock Feature:** Bloquea una o más capas durante la ejecución de una "transaction", de forma de impedir que dos o más usuarios puedan modificar una misma entidad al mismo tiempo.

### 4.2.8.2 Web Map Service (WMS)

Permite visualizar la información espacial a través de Internet o software de escritorio especializado; es posible realizar operaciones básicas como superponer capas, realizar transparencias entre capas, cambiar el sistema de referencia, obtener información de las capas asociadas, entre otras. El servidor WMS devuelve una respuesta que puede estar formateado o desplegar el documento XML. (OGC, Making Location Count, 2013)

---

<sup>15</sup> Generalized Markup Language o en español Lenguaje de Marcado Generalizado.

<sup>16</sup> Xtensible Markup Language o en español lenguaje de marcas extensible.

- **GetCapabilities:** Permite obtener información sobre las habilidades y capacidades del servidor: qué datos proporciona, su sistema de referencia, límites del mapa, formatos de imagen soportados, metadatos. Muestra toda la información necesaria para establecer si el mapa que se obtendrá será útil a un proyecto en particular. (OGC, Making Location Count, 2013)
- **GetMap:** Devuelve un mapa georeferenciado de una cierta zona especificada por coordenadas, con un sistema de referencia determinado y con cierto tamaño indicado en pixeles. (OGC, Making Location Count, 2013) Otras peticiones que se pueden realizar son: Get Feature Info, Style Layer Descriptor y Get Legend Graphic.

### 4.3 ANTECEDENTES

Entender el contexto de la agricultura en Colombia tiene su base en la historia de las dinámicas territoriales generadas a partir de la conquista española, el control y la posesión a cargo de la Iglesia y españoles, la expropiación a las comunidades indígenas y los tributos para ser dueños de las tierras. En el siglo XIX, con la instauración del estado soberano y centralizado, se otorgaron tierras en grandes cantidades a militares, políticos y prestamistas del gobierno, esto acrecentó la brecha de la distribución inequitativa entre los terratenientes y los colonos.

En el siglo XX en nuestro país surgen diversos procesos sociales que transformaron el territorio. Con la apropiación de terrenos baldíos, los colonos empezaron a desarrollar agricultura a pequeña escala, densificando así, la producción de café, y empezaron a desarrollar otras actividades como la minería.

En zonas ribereñas como en el Valle del Cauca, los esclavos liberados se concentraban y apropiaban de pequeños territorios para asentar sus comunidades. Sin embargo dichos pobladores no lograron consolidar territorios propios y fueron absorbidos por terratenientes que poseían haciendas con economías mejor consolidadas. De esta manera no tuvieron más opciones que ser arrendatarios o aparceros en modalidad de trabajadores de los hacendados.

La minería independiente impartida por colonos pobres, como en el departamento de Antioquia, generó un avance en la economía del país, lo que ocasionó que se impartieran títulos para sus tierras, además, surgió una economía variada en el país. El movimiento económico que significaba el café para el país, permitió la legalización de tierras ocupadas por los colonos productores a mediana y pequeña escala, pero a su vez se generaron cambios para el país a nivel económico, social y de infraestructura. El dinero procedente del café en esta época se invirtió en las asociaciones agrícolas y en el impulso de la producción, propiciando un desarrollo en la agricultura del país.

Estos procesos significaron un impulso en la economía, basada en la familia como unidad productiva y el sector exportador se consolidó como un motor de la transformación del país, el desarrollo trajo consigo la construcción de carreteras y ferrocarriles que favoreció la industrialización y el traslado masivo de la población hacia las ciudades.

Sin embargo, estos procesos también fueron impulsados por un elemento coyuntural en la historia de nuestro país, la violencia y su instauración en la sociedad, donde la dominación territorial y la distribución de la tierra no sólo fueron unas de sus causas sino que se convierte en unos de sus ejes críticos actualmente.

*“Después de la época de La Violencia se hizo una política explícita de reforma agraria durante el Frente Nacional que se extendió por un decenio para dar paso a enfoques de mercado, crédito y tecnología que debían contribuir a la modernización de las explotaciones campesinas pero sin afectar la distribución de la tierra.” (Enciso, p.9)*

A lo largo del siglo XX el desarrollo agrícola del país se da de forma desigual y lenta, esto debido a la desorganización en la ganadería y agricultura, sumado a esto, el conflicto interno del país, ocasionó problemas en el transporte de mercancías, sobre todo las que se desplazaban por vía fluvial y terrestre.

*“Otros hechos como los cultivos ilegales, la pérdida de la seguridad y la carencia de inversiones en infraestructura operaron en la dirección del estancamiento agrícola de fines del siglo XX.” (Enciso, p.16)*

Los campesinos por su parte se autoabastecen con variedad de cultivos que se producían en diferentes zonas del país, esto se daba siendo cultivadores independientes o arrendatarios; los cultivos se pretendían vender a los mercados urbanos eran difíciles de transportar por los altos costos, siendo así de poco beneficio para los cultivadores. Durante el siglo XX se dieron diferentes formas de economía en el país. Los grandes hacendados aprovecharon el auge del café para tecnificar sus cultivos, así fue el uno de los cultivos mejor posicionados en los años veinte.

Posteriormente, la economía agropecuaria entra a jugar un papel importante en el país desarrollándose en la costa Atlántica, donde los pastos y terrenos eran propicios para esta actividad. Sin embargo, años después dicha economía presenta decaídas, lo que propicia la apertura del mercado avícola, en la década de 1980, dicho mercado se posiciona y tiene gran acogida en el país.

Los diferentes procesos sociales, el crecimiento urbano a lo largo del país, genera gran demanda de alimentos, lo que hace propicio y necesario el traslado de alimentos del campo a las ciudades; pese a esto, la falta de vías, el costo del

transporte y los problemas de seguridad, siguen afectando los diversos sectores del campo.

*“El desarrollo protegido con muchos subsidios y escasa disciplina de mercado generó exceso de capital y poca competitividad” (Enciso, p. 49).*

Este balance histórico de la agricultura en Colombia, se realiza con el fin de evidenciar la importancia de la agricultura como eje fundamental en el desarrollo del país. Demuestra cómo la agricultura ha tenido un papel primordial en la historia y avance económico de la Nación.

Desde el año 1985 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, empezó a realizar los censos agropecuarios a nivel nacional, en convenios con algunos gremios y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con el fin de establecer inicialmente información de área, producción y rendimiento referente a algunos cultivos, en una segunda estancia para ser utilizados como marcos estadísticos para la realización de encuestas específicas y finalmente para el mejoramiento y actualización de la estratificación del Marco Agrícola de Área<sup>17</sup>.

En el año 2009, el Ministerio de Agricultura en Colombia empieza a desarrollar proyectos de georreferenciación de cultivos con dispositivos GPS, utilizando así las tecnologías informáticas para tener una visión más amplia de la agricultura en el país. A partir de esta iniciativa, diversas entidades empiezan a trabajar en el desarrollo del proyecto “Fortalecimiento SIG Municipales”, con recursos aportados por el Estado y los municipios priorizados, donde se lleva a cabo la implementación de dicha herramienta.

En el 2014, se puso en marcha el Tercer Censo Nacional Agropecuario, cuyo objeto es realizar una cartografía censal como producto gráfico de apoyo, que describa de forma general el área rural de los municipios rurales. Los objetivos principales de la cartografía censal son los siguientes:

- Ubicación del censista en campo: con esto se pretende que el censista, que es la persona encargada de realizar las encuestas en campo, tenga una mejor percepción del paisaje y el contexto en que se encuentra, para ubicar las vías de acceso y la geografía del lugar.
- Identificación de los predios rurales: esto se refiere a la información acerca de los límites del predio y el código censal de cada uno, facilitando la información entre el formulario y los predios que se pretenden censar.

---

<sup>17</sup> Extraído de la página del DANE: <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/censos-agropecuarios>.  
Febrero de 2015.



- Identificación de las unidades de producción agropecuaria – UPA: con esto se delimitarán las unidades de producción agropecuaria en las cuales se llevará a cabo el proceso de recolección de la información.

Este Censo es considerado como una *“gran operación estadística que cubre las zonas rurales de todos los municipios del país, con el fin de obtener información básica sobre el sector agropecuario, su situación actual y la condición de vida de sus habitantes, para la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas y el desarrollo rural colombiano”*<sup>18</sup>.

Su importancia radica en conocer la realidad que vive hoy el país en el sector agropecuario, donde la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas, podrán ser orientadas con objetividad hacia las necesidades reales de este sector.

*“Con el 3er Censo Nacional Agropecuario se logrará identificar la estructura productiva, el uso de la tierra caracterizando el inventario agropecuario, la tecnificación de las estructuras productivas, el acceso a asistencia técnica, las viviendas rurales y las unidades económicas no agropecuarias en el área rural”*<sup>19</sup>.

Según el DANE el Censo será dirigido a todos los predios rurales a nivel nacional, incluyendo todos los sectores de la población por igual, incluyendo resguardos indígenas y territorios de titulación colectiva afrodescendiente. *“En total serán censados 3.8 millones de predios rurales, 166 territorios colectivos de comunidades afrodescendientes y 755 resguardos indígenas.”*<sup>20</sup>

#### **4.3.1 SIG aplicados a la agricultura.**

En Colombia existen diferentes aplicaciones que permiten realizar consultas puntuales de un predio a través de identificadores únicos, estas consultas permiten conocer el estado de un predio, algunos aplicativos permiten consultar sitios de interés del municipio, puntos topográficos, densidad de población y vivienda, vallas publicitarias, como en el caso de Cartagena (Midas) cambio climático; o como en el caso de Medellín (MapGis) turismo, salud, movilidad, entre otros. Sin embargo estos aplicativos solo son desarrollados por algunas de las principales ciudades del país y la mayoría de municipios no cuentan con instrumentos técnicos normativos que permitan capturar, organizar, controlar, manipular y actualizar la información geográfica, adicionalmente facilitar la planificación de gastos en proyectos. El uso de los aplicativos SIG orientados a la agricultura no solo incentiva la participación

---

<sup>18</sup> Extraído de la página web del DANE. <http://www.dane.gov.co/cna2014/index.php/acerca-del-censo/que-es>. Fecha: Febrero de 2015.

<sup>19</sup> Ibídem.

<sup>20</sup> Ibídem.

ciudadana, sino que facilita la toma de decisiones por parte de las entidades encargadas.

El catastro agrícola es un catastro diseñado para satisfacer las necesidades de la gestión agraria. Sus características principales son: 1-) la Base Cartográfica utilizada en los levantamientos topográficos realizados en campo 2-) Base de datos Alfanumérica. Creación de las capas temáticas en formato digital vectorial, y con el fin de unificar criterios para los análisis espaciales, a cada parcela de cada capa se les asigna un conjunto de atributos alfanuméricos para caracterizarlas cualitativa y cuantitativamente (nombres y códigos).3-) Mapa Catastral especializado. Se utiliza la base de datos gráfica y alfanumérica integrada en el mapas base de datos catastrales. Características de empleo: como herramienta para apoyar la gestión agraria, medio ambiental y de riesgo de desastres, durante la toma de decisiones de los directivos, técnicos y especialistas de la entidad empresarial. El mismo facilita la apreciación y evaluación de un conjuntos de acciones relativas a: 1) La estructura de la tierra: para ejercer la planificación y organización de los recursos naturales existentes 2) El uso de la tierra: para la asignación de este en función de su vocación agro productiva y planificación de insumos 3) Al valor catastral: para calcular las variables impositivas de los inmuebles; 4) La dinámica y evaluación de la tierra: para conocer la fluctuación del valor inmobiliario. 5) El uso actual y potencial: para establecer políticas y estrategias de sostenibilidad conociendo los factores limitantes 6) Las inversiones más apropiadas y su ubicación 7) Análisis de la problemática agraria y rural: familias, bienes y servicios ambientales, recursos y medios de vida, capacidades 8) Las condiciones de riesgo de desastre: para conocer los factores de vulnerabilidad y su localización.

#### 4.3.2 SI-UPRA<sup>21</sup>

Una de las aplicaciones utilizadas que suministra información geográfica y estadística en la agricultura del país es el SI-UPRA<sup>22</sup> de la UNIDAD DE PLANIFICACION RURAL AGROPECUARIA (UPRA) que es la entidad encargada de orientar la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de la política de gestión del territorio para usos agropecuarios, a través de la planificación del ordenamiento productivo y social de la propiedad, y la definición de lineamientos, criterios e instrumentos, que promuevan el uso eficiente del suelo para el desarrollo rural con enfoque territorial.



---

<sup>21</sup> Sistema de información de la UPRA(unidad de planificación rural agropecuaria) <http://upra.gov.co/SI-UPRA/>

<sup>22</sup> Sistema de información de la UPRA(unidad de planificación rural agropecuaria) <http://upra.gov.co/SI-UPRA/>

Apoyar la toma de decisiones del sector, por medio de un conjunto de actores, políticas y módulos funcionales, escalables y articulados; que basados en una gestión por procesos den cumplimiento a la misión institucional y soporten la generación de conocimiento utilizando la web como estrategia de difusión.

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria presenta el geovisor de la UPRA, como una primera etapa de los productos tecnológicos desarrollados por la unidad. Esta herramienta está orientada a disponer de información de interés del sector agropecuario, que para ser consultada no requiere que sus usuarios sean especialistas en sistemas de información geográfica.

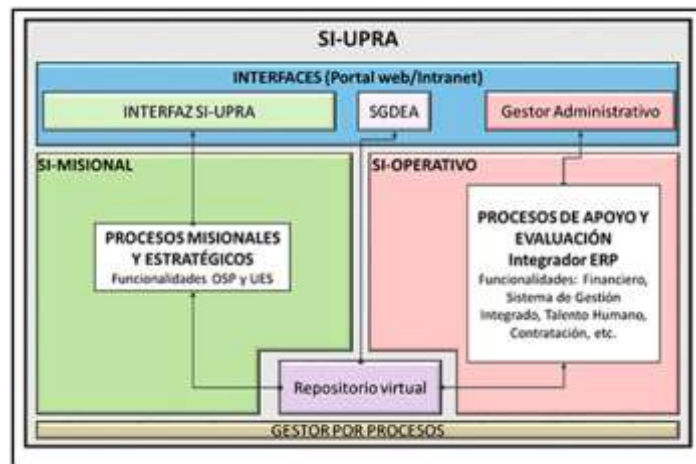


Figura 15. Principios del SI-UPRA

Fuente: <http://upra.gov.co/web/quest/upra/oficina-tic/sistemas-informacion>

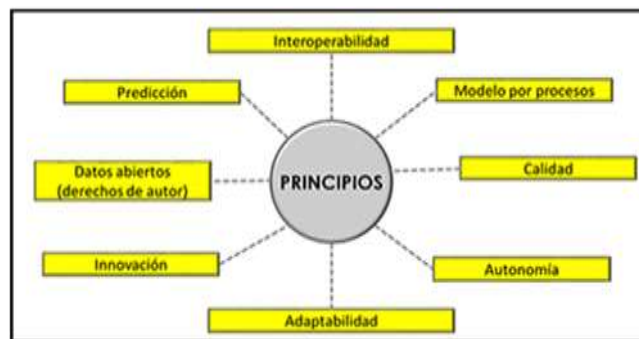


Figura 16. Elementos del SI-UPRA

Fuente: <http://upra.gov.co/web/quest/upra/oficina-tic/sistemas-informacion>



Figura 17. Componentes del SI-UPRA

Fuente: <http://upra.gov.co/web/quest/upra/oficina-tic/sistemas-informacion>

### **Avances del SI-UPRA.**

Se han realizado tareas como:

- Definición de una metodología de desarrollo de Software para la UPRA.
- Identificación de fuentes de información, levantamiento de requerimientos, modelamiento de base de datos, elaboración de diccionarios de datos, análisis de requerimientos y una definición parcial de la arquitectura del sistema.
- Se adelanta la implementación de la plataforma BPM sobre la cual se automatice el procedimiento de correspondencia para el manejo de las comunicaciones oficiales de la entidad, articulado con el repositorio documental que será la base para el SGDEA.

### **Proyección del SI-UPRA**

- Realizar el diseño del sistema, implementar la base de datos y realizar diseño de interfaces. Implementar las interfaces gráficas de usuario, desarrollo de funcionalidades, diseño de plan de pruebas, refinamiento de requerimientos y realizar desarrollos sobre la base de datos.
- Implementar sobre el BPM los demás procesos misionales y administrativos susceptibles de automatización y consolidar el Sistema de Gestión Documental Electrónico de Archivo, articulado con los procesos automatizados.
- Articular el BPM con una plataforma de inteligencia de negocios, que soporte todos los componentes del sistema.

### **Hitos de trabajo en el corto, mediano y largo plazo del SI-UPRA**

**Corto:**

- Prototipo del sistema de información con funcionalidades implementadas que resuelven las inquietudes relacionadas directamente con los requerimientos que se atienden a la fecha en la Oficina TIC, así como algunas que se han propuesto desde el grupo de Sistemas de Información.
- Desarrollo de funcionalidades de consulta sobre la fuente de información de Zonificación Forestal con fines Comerciales.

- Plataforma BPM con el procedimiento de correspondencia automatizado.
- Repositorio de documentos de la UPRA.
- Desarrollo del portal Institucional.

#### **Mediano:**

- Sistema de Información implementado con los módulos de Uso eficiente del suelo, Adecuación de tierras y Ordenamiento Social de la propiedad rural.
- Versión inicial del Observatorio de Mercado de Tierras Rurales.
- Plataforma BPM soportando todos los procesos misionales y administrativos (automatizables) de la entidad, además reflejando el SGI de la UPRA.
- Sistema de Gestión Documental Electrónico de Archivos.
- Sede electrónica UPRA (procedimiento PQRS y otros trámites).

#### **Largo**

- Implementación de soluciones de inteligencia de negocios (BI), que respondan a modelos de análisis predictivo. Fundamentalmente una infraestructura de herramientas de análisis e informes integrada con el motor de procesos de negocio BPM:
- Servicios de análisis: funciones OLAP (procesamiento analítico en línea).
- Reportes: motor de presentación para generar informes programáticos.
- Minería de datos: Implementación de estrategias de aprendizaje de máquina, aprendizaje automático y minería de datos. Herramientas de series de clasificación, regresión, reglas de asociación, y de algoritmos de clustering, para así apoyar las tareas de análisis predictivo.
- Tableros de control: Plataforma para obtener información sobre los datos, donde se pueden ver informes, gráficos interactivos y los cubos creados con las herramientas de análisis y diseño.

#### **4.3.3 AGRONET<sup>23</sup>**

En reconocimiento al papel estratégico de la información para el desarrollo del sector, la “Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia” fue concebida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a través del Proyecto TCP/COL/2902.



El propósito ha sido el de conformar una red de información y comunicación integrada y descentralizada que pueda proveer información estratégica oportuna y sintética a los responsables de la toma de decisiones políticas del sector y a la vez,

---

<sup>23</sup> <http://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>

brindar a los diversos actores de las agro-cadenas – con especial atención en los pequeños productores -, información agraria localmente relevante sobre nuevas técnicas para una seguridad alimentaria sostenible y para la diversificación de cultivos que mejoren su rentabilidad y sus oportunidades de mercado.

Aunque el eje fundamental de AGRONET ha sido la integración de información crítica de los sistemas prioritarios del Ministerio y la descentralización de la gestión de información y comunicación agraria a nivel local, también ha sido de gran importancia, con miras a la sostenibilidad de la Red, establecer sinergias con otras unidades de gestión de información nacional y otras fuentes relevantes de información sectorial – de acuerdo con los requerimientos identificados - tales como instituciones descentralizadas, centros de investigación, universidades, y proyectos de campo en ejecución a cargo de diferentes organizaciones nacionales o internacionales.

Consolidar la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario – AGRONET, como plataforma para la gestión de la información y el conocimiento del sector agrario que suministre información relevante, oportuna y sintética a los responsables de la toma de decisiones del sector, a través de las siguientes acciones:

- Integrar los diversos sistemas de información agraria
- Facilitar la oferta de información en un solo punto de acceso: la web
- Coordinar esfuerzos institucionales para facilitar la oferta de información
- Responder a la demanda de información de los usuarios del sector
- Facilitar la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad y la seguridad alimentaria en Colombia.

La Red se soporta en las instituciones del sector agropecuario a nivel local, regional y nacional, busca su fortalecimiento a través de la disponibilidad de mayor información para la toma de decisiones, la transparencia en el manejo de los datos y la socialización con los actores como base para el intercambio y la acción conjunta.

#### **4.3.3.1 AGROMAPAS<sup>24</sup>**

Es la plataforma de información geográfica de Agronet Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario, la cual facilita la consulta y visualización de las principales cifras del sector agropecuario mediante mapas interactivos.

---

<sup>24</sup> <http://www.acac.org.co/acac/agromapas/>

Desde el año 2011 se inicia la integración de tecnologías de la información y las comunicaciones para lograr una interfaz web, que de manera simplificada y sencilla integre la información sectorial con la geografía, adopta estándares internacionales y promueve el uso de información georreferenciada entre los diferentes actores del sector.

Entre las cifras disponibles en Agromapas están: producción agrícola, producción pecuaria, área sembrada, área cosechada y la red agroclimatológica. Con esta herramienta los diferentes actores del sector agropecuario pueden identificar la dinámica y los patrones de concentración o distribución de la producción agropecuaria, realizar comparaciones temporales y analizarla en conjunto en relación con otras variables como uso del suelo, variables climáticas y otros indicadores de la política agropecuaria.

La experiencia de Agromapas ha dinamizado el papel de Agronet como líder de la gestión de información geográfica del sector agropecuario, acompañando al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en la implementación de iniciativas que hacen uso eficiente de las tecnologías geoespaciales.

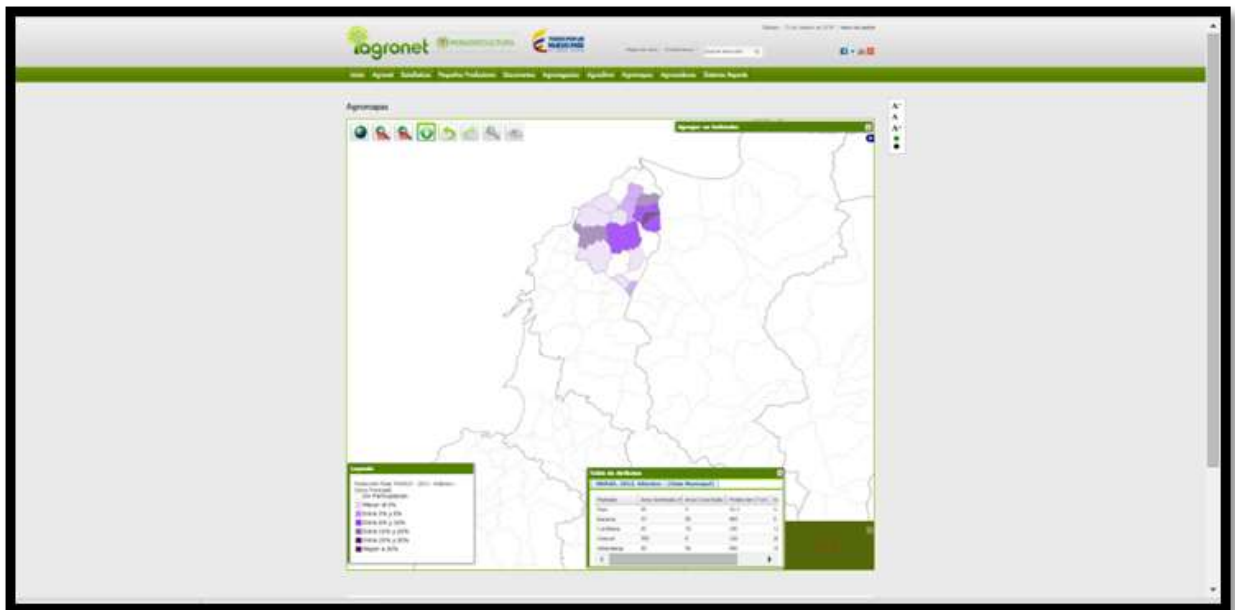


Figura 18. Visor Agromapa

Fuente: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/Agromapas.aspx>

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE TRABAJO

En general, para la implementación e identificación de las características del visualizador del SIG para la gestión agrícola orientado a la web utilizando software libre, se plantea, en términos generales, en el planteamiento metodológico las siguientes etapas:

1. Levantamiento de Requerimientos
2. Recolección de información
3. Modelo de Datos
  - Conceptual
  - Lógico E-R
  - Físico
4. Creación de la base de datos
5. Diseño e Implementación.

### 5.2 PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema se planteó el siguiente esquema metodológico.



Figura 19. Esquema metodológico

Fuente: Elaboración propia



### **5.3 FASE 1. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.**

La etapa de análisis de requerimientos es fundamental para entender los alcances y demandas de los usuarios del sistema de información geográfica, con el fin de mejorar la comprensión del problema y establecer sus posibles soluciones.

Además, establece la definición del objetivo del sistema y para esclarecer los intereses, problemas percibidos y demás limitaciones para el cumplimiento en la entrega del producto.

#### **5.3.1 Alcance y limitaciones del sistema.**

La implementación del proyecto SIG orientado a la web facilitará el acceso, consulta, administración de información de la unidades agrícolas existentes en los municipios, facilitando la planificación y toma de decisiones que afectan el sector agropecuario en estos municipios.

El aplicativo SIG agrícola se enfocara principalmente en la visualización y consulta de datos de tipo alfanumérico y cartográfico.

Este tipo de aplicativo se orientará a I. Visualización cartográfica directa, y II. Consulta o búsqueda alfanumérica (Meneses & Cardenas, 2011). Estos elementos permiten al usuario no sólo consultar donde se ubican espacialmente el elemento cartográfico sino también realizar búsquedas de información asociada a los atributos de los mismos.

La consulta estará diseñada para identificar los cultivos existentes en las entidades territoriales (municipio, departamento) cuya fuente de información secundaria es el Programa de Fortalecimiento SIG del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, específicamente en el año 2012, en el cual se realizó el levantamiento georreferenciado de cada unidad productiva por cultivo, área en hectáreas, información de propietario, entre otros.

La respuesta del sistema es comunicada mediante la visualización y tablas de información alfanumérica que identifican el elemento geográfico (cultivo) e información asociada como, predio, propietario, variedad, estado fisiográfico, riego, estado del cultivo, etc.

La información física del aplicativo funciona con base en información georreferenciada que utiliza como sistema de referencia global WGS 84 en coordenadas geográficas.

El sistema podrá ser limitado para usuarios con cuenta asociado a cada una de las entidades con acceso y manejo a la información agrícola a nivel municipal con el objeto de brindar apoyo a procesos de toma de decisiones.

Dentro de las limitaciones que contemplan el desarrollo del aplicativo se considera:

- a. La cartografía utilizada hace parte del programa Programa de Fortalecimiento SIG del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, año 2012, por lo cual la actualización del sistema debe ser coordinado con esta entidad para la disposición de nueva información.
- b. El sistema estará dispuesto mediante un navegador en la web, para lo cual se considera necesario conexión a internet. Además, el sistema no está diseñado para usuarios con limitaciones visuales, dado que la respuesta es comunicada mediante imágenes, tablas, convenciones y demás símbolos en el visualizador del aplicativo.
- c. El diseño del aplicativo considera software libre cuyo objeto es facilitar al usuario el acceso para bajar costos de licenciamiento y brindar a futuro la facilidad de realizar mejoras en el sistema.

### **5.3.2 Definición del entorno.**

El entorno geográfico del sistema comprende los lotes georreferenciados de los principales cultivos permanentes y/o transitorios en los municipios de Piendamó en Cauca, Tello en Huila, Lejanías en Meta, Iles en Nariño y Roldanillo en el Valle del Cauca, en el cual se definieron área, producción, rendimiento y ubicación.

### **5.3.3 Definición detallada de los requerimientos.**

La definición detallada de los requerimientos se realiza con base en la definición los objetivos del proyecto, en donde se recogen los aspectos fundamentales que la implementación del sistema debe dar solución, estas especificaciones técnicas deben orientarse al entorno, tipo de usuario, información de consulta, resultados y formas de acceso, entre otros.

Se considera el acceso exclusivo a usuarios registrados en el aplicativo a través de una conexión de internet.

#### **5.3.3.1 *Requerimientos sobre las características de la información del SIG Agrícola***

a) Información espacial:

Esta información está asociada al levantamiento georreferenciado de los lotes de cultivo permanentes y transitorios para los cinco (5) municipios. En cuanto a su función se puede diferenciar en:

- Información operativa: Polígonos de cultivos

- Información informativa: División político-administrativa, ejes viales, sistema de coordenadas, unidades métricas, entre otros.

b) Información alfanumérica:

Esta información está asociada a la entidad cultivo, es decir a la información derivada de éste y que el sistema arroja a partir de una consulta realizada por un usuario, por ejemplo las estadísticas de los cultivos y de los propietarios de cada predio.

**5.3.3.2 Requerimientos específicos de consulta y respuesta.**

Una vez el usuario accede al portal el sistema tendrá las siguientes características.

a) Tipos de consulta:

La consulta del sistema se presenta como el proceso del desarrollo lógico del diseño en proceso de entrada y salida de la información en el contexto operativo de una serie de comandos dinámicos en una interface manejable y agradable, simplificando al máximo la intervención del usuario (Arroyo Perez et al. 2015).

b) Tipos y características de la respuesta:

Cuando el usuario accede a la consulta en el sistema, el aplicativo deberá estar en capacidad de mostrar dos tipos de respuesta:

- La información gráfica referente a la localización del loteo de cultivo en un municipio seleccionado; la escala del mapa será acorde a los objetos observados.
- La información alfanumérica será desplegada en tablas, como un elemento de respuesta adicional del mapa observado.

**5.3.3.3 Requerimientos específicos operativos**

- **Acceso al portal**

La operatividad del sistema está planeada para realizarse en una plataforma WEB. El acceso al aplicativo se realizará con previa inscripción de un usuario con contraseña para realizar seguimiento a la visitas al aplicativo y realizar mejoras futuras, el cual podrá visualizar mapa en el aplicativo según su necesidad de consulta, mediante la generación de reportes. Este aplicativo estará limitado a un usuario asociado a las alcaldías municipales.

- **Forma de consulta:**

La consulta de la información espacial y alfanumérica se manejará mediante una interface gráfica de ambiente WEB, para la visualización de mapas y tablas con estadísticas asociadas en reportes. La interacción entre usuario y aplicativo se realizará de una manera sencilla, organizada y efectiva, tratando en lo posible de reducir tiempo de operatividad en la modelación de datos y programación.

- **Tiempo de respuesta:**

El tiempo de respuesta en cada consulta dependerá de la velocidad de la red de internet, dado que las consultas se realizarán a través de portal web. Se propondrá un tiempo de respuesta no mayor a 15 segundos.

- **Actualización de la información:**

La fuente de la información espacial y alfanumérica contempla aquella información levantada en campo por las oficinas municipales que hacen uso y manejo de la información agrícola a nivel rural. El aplicativo dispondrá de una herramienta de dibujo para la incorporación de nuevos lotes de cultivo. Cabe mencionar que el aplicativo está diseñado para poder incorporar nuevas librerías.

- **Sistema operativo:**

El aplicativo funcionará utilizando un servidor de código abierto para compartir y editar datos geoespaciales y aplicaciones cartográficas interactivas en la WEB como lo es MapServer, al igual la disponibilidad de un servidor web como lo es Apache HTTP Server. MapServer sirve de implementación de referencia del estándar *Open Geoespatial Consortium* en el cual define los estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. El despliegue y uso del aplicativo funciona en cualquier navegador en lenguaje Html, PhP o Java.

#### **5.3.3.4 Requerimientos de Modularidad**

Los módulos del sistema necesarios para el óptimo desarrollo de aplicativo consisten en: Pre-operatividad, Consulta y Salida de información.

- **Módulo de Pre-operatividad:** Este modelo se fundamenta en la selección, corrección, procesamiento y análisis de la información de entrada (datos crudos), con el objeto de que las funciones del sistema sean las sobresalientes y eficientes.
- **Módulo de Consulta:** Este módulo consiste en llevar a cabo consultas que se mostrarán en la interfaz gráfica (lenguaje GeoExt de JavaScript, la appi de leaflet y jquery), obedeciendo a los múltiples requerimientos demandados en su estructura y al grado de interacción y conexión con los sistemas manejadores de base de datos (Postgres + PostGIS). Estas consultas se visualizarán de tipo gráfica y texto de acuerdo a los criterios seleccionados por el usuario.
- **Módulo de Salida de Información del Sistema:** En este módulo, se organiza toda la información existente conforme con las consultas, desplegando los resultados en forma gráfica y tabular; aquí se incluyen elementos de librerías, lenguajes, visualización (Geojson).

## **5.4 FASE 2. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

En el año 2009 se inició el proceso de delimitación de lotes de cultivo con navegadores GPS (Global Position System) en el marco del proyecto del Ministerio de Agricultura, denominado Evaluaciones Agrícolas Municipales. En el año 2012, se realizaron georreferenciaciones para lotes de cultivos en 25 municipios en todo el país, de los cuales para objeto de este proyecto, se seleccionaron 5 municipios de diferentes departamentos para obtener los datos de la base a modelar.

### **5.4.1 Planeación y selección de Municipios.**

Dentro del marco del programa Fortalecimiento SIG Municipales en el año 2012 se priorizó el programa en 25 de los 70 municipios interesados en participar del programa. Para realizar la selección de los municipios se diseñó un cuadro de calificación en el que se evaluaron 3 aspectos:

- Calidad de información geográfica disponible: Otorgó una puntuación de 1 a 10 sobre la calidad de información geográfica disponible, ya fuese en la CCI (Corporación Colombia Internacional), en el municipio, departamento o Google Earth. Este parámetro otorgó un 20% sobre la calificación final.
- Contrapartida del municipio o departamento: Otorgó una puntuación de 1 a 10 sobre el apoyo que podían brindar los municipios o departamentos al proyecto, este apoyo podía ser en términos de personal disponible para la realización de la labor, equipos, movilización y/o recursos económicos. Este parámetro otorgó un 50% sobre la calificación final.
- Cultivos priorizados: : Otorgó una puntuación de 1 a 10 sobre la presencia de productos agrícolas presentes en la canasta de productos del proyecto de Oferta Agropecuaria 2012: Maíz, sorgo, soya, Arveja, cebolla cabezona y larga, papa, tomate, zanahoria, fríjol, hortalizas de hoja, cacao, plátano, caña panelera, naranja, cítricos, banano común, mango, mora, tomate de árbol, aguacate y caucho. Este parámetro otorgó 30% sobre la calificación final.

### **5.4.2 Capacitación.**

Se realizaron jornadas de capacitación en cada uno de los municipios a las personas designadas por cada secretaria de agricultura para trabajar en el proyecto; en cada jornada se adelantaron los siguientes temas:

- Presentación del proyecto, alcance y antecedentes
- Acercamiento a las tecnologías de la Información Geográfica y sus aplicaciones

- Manejo de navegadores GPS, delimitación de lotes mediante puntos y tracks (polígonos)
- Descripción de los formularios de recolección de información.
- Procedimientos para descargar la información al computador y digitalización de formularios.
- Conceptos básicos del uso de un software SIG libre (gvSIG).

#### **5.4.3 Recolección de Información.**

Con cada uno de los municipios se acordaron los cultivos a georeferenciar; para realizar la recolección de información en campo se contó con la participación de personal contratado por la CCI, así como personal contratado por cada uno de los municipios.

El personal de campo realizaba el levantamiento de los cultivos y diligenciamiento de los formularios, esto con el fin de obtener información alfanumérica relevante para el estudio y complementar los datos geográficos obtenidos en campo.

#### **5.4.4 Procesamiento de Información.**

En cada una de las UMATAS municipales se realizó el procesamiento de la información recolectada en campo, teniendo como resultado los lotes de cultivos georeferenciados con GPS y un listado con la información alfanumérica recolectada y relacionada a cada cultivo. Esta información se estructuró en Shape File en su componente cartográfico y en Tablas de bases de datos (dbf) para la información alfanumérica; esto con el fin de poder manipular y procesar la información en software GIS.

### **5.5 FASE 3. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS**

En el contexto del diseño de la base de datos, un modelo es considerado una colección de conceptos, lenguaje y grafica que será usadas para describir lo estructura de los datos y operaciones de procesamiento de estos en una base de datos. El objetivo de un modelo es la descripción de una base de datos, incluidos los métodos utilizados para su construcción (Yeung & Hall, 2007)

En el diseño de base de datos se usa primero un sistema conceptual para aproximarse a la representación de la realidad en su complejidad, y posteriormente, convertirse en un modelo lógico.

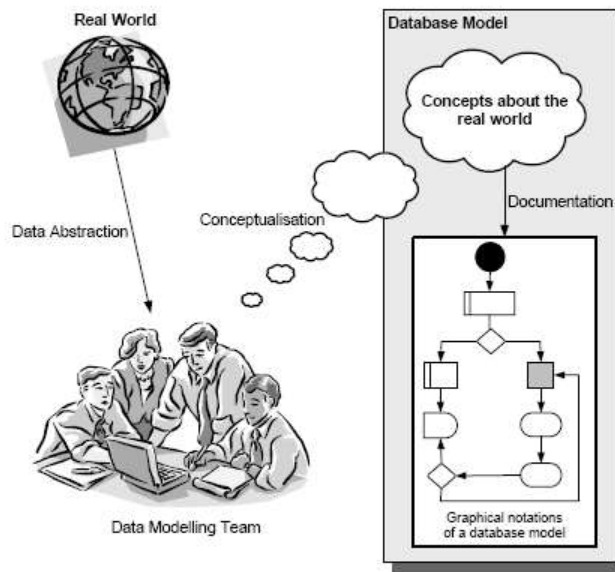


Figura 20. Proceso de modelado de datos  
Fuente: Yeung & Hall, 2007

En la figura anterior se observa como existen diferentes niveles y técnicas de abstracción de datos para conceptualizar el mundo real, resultando conceptos que expresan una sintaxis lingüística diferente y una notación gráfica.

### 5.5.1 Modelo Conceptual del sistema.

El diseño de las bases de datos en un proceso evolucionario. Empieza en un modelo de base de datos conceptual que representa el mundo real en un alto nivel de abstracción. Esta primera etapa es independiente de las especificaciones de hardware y software. Podría entenderse entonces como un proceso mental, el cual el diseñador o modelador abstrae características y propiedades del mundo real que son relevantes según el propósito de la base de datos. Estos tipos de abstracción de datos en el modelamiento conceptual (Batini et al., 1992): abstracción de clasificación, abstracción de agregación y abstracción de generalización.

La concepción del sistema se realizó a partir de la identificación del problema central y de las necesidades de implementar alternativas de solución como lo es la disponibilidad y/o suministro de una herramienta cartográfica accesible en la web para la consulta de información geográfica referente a lotes de cultivo del programa de Evaluaciones Agropecuarias Municipales y su componente de Formalización SIG en el 2012. Para comprender la necesidad de funcionamiento del sistema y las demandas de información del usuario, debe incorporarse funciones de actualización de la información.

El objetivo último es proveer una herramienta para la visualización de la información agrícola en unos municipios piloto, que pueda ser alimentado e implementado en demás lugares, mediante la implementación de Diseño e implementación de un aplicativo SIG orientado a la web para la gestión agrícola municipal, que dispone de lotes de cultivo georreferenciado e información descriptiva del cultivo.

Un primer requerimiento es disponer de la información levantada en campo producto de procesos de delimitación de lotes de cultivo con equipos como navegadores GPS (Global Position System) y demás tecnologías de información geográfica. Seguido de la visualización de dichas unidades en función de un sistema de referencia geográfico y de elementos cartográficos básicos.

Una primera aproximación al sistema es situarse en el papel del usuario, para entender la forma operativa de funcionamiento, por lo tanto:

Una vez el usuario ingrese al aplicativo SIG agrícola deberá seleccionar el municipio de interés, en el cual el sistema establecerá la ubicación de los lotes de cultivo levantados en campo.

Una vez se seleccione el lote, mediante consulta por ejemplo de propietario, se podrá visualizar mediante tablas información detallada del cultivo, tales como variedad, estado físico en el momento del levantamiento de la información, sistema de riego, entre otros. Por ejemplo al seleccionar el lote del cultivo, el sistema mostrará la siguiente información.



Tabla 1. Variables del modelo conceptual

Tipo Atributo	Id_lote	
1	Descr_Taxonomica_lote	
1	Id_cultivo	
1	Descr_cultivo	
1	Id_variedad	
1	Descr_variedad	
*	Id_estadoFisico	
*	Descr_estadoFisico	Corresponde al estado físico del cultivo en el momento de levantamiento <b>del lote</b> de cultivo
1	Id_tipoRiego	
1	Descr_TipoRiego	Tipo de riego empleado en el cultivo:
*	Id_mecanizado	
*	Descr_mecanizado	Se refiere al tipo de cosecha, mecanizada o manual
*	Rendimiento	Número de tonelada cosechada por hectáreas (Tm/Ha)
*	MES SIEMBRA :	Fecha
*	AÑO SIEMBRA :	Fecha
1	AREA :	del Cultivo
1	ID PREDIO	
1	CedulaCatastralPredio	
1	Nombre_predio	
1	AreaPredio	
1	Id_vereda	
1	NombreVereda	
1	Id_corregimiento	
1	Nombre_corregimiento	
1	ID MUNICIPIO	
1	Nombre_municipio	
1	Area_municipio	
1	Id_dpto	
1	Nombre_dpto	
1	Area_dpto	
*	Id_propietarioPredio	
*	Nombres_proietario	
*	ApellidosPropietario	
*	TelefonoPropietario	

### 5.5.1.1 Elementos del sistema

**Elementos activos o directos:** son aquellos que intervienen directamente en la operatividad del sistema:

- Usuario: Definido a partir de quien realiza la consulta, en este caso un funcionario o contratista de las oficinas municipales
- Pregunta del usuario: Está constituida por la información que entrega el usuario al sistema, en términos del tipo de consulta que éste seleccione (Cartográfica Directa / “Búsqueda” Alfanumérica).
- Otros elementos cartográficos: Constituida por límites entre municipios y departamentos.

**Elementos pasivos o indirectos:** son aquellos que están dentro del sistema, pero no hacen parte operativa de la solución, sino que son usados como información adicional al usuario para su orientación y relación espacial en la construcción de la información de salida sea más elaborada. Estos son: ríos, vías, parques naturales, etc.

#### **5.5.1.2 Concepción operativa del sistema**

Esta actividad operativa del sistema se refiere a la organización y almacenamiento de información con base en la información espacial, al ser varias las personas que interactúan con el sistema, quienes necesitan consultar y actualizar la información en tiempo real y estar ubicados en sitios diferentes y en ocasiones con dificultades de accesibilidad al sistema, se reconoce una presentación a los usuarios a través del servicio de Internet y en una plataforma WEB.

#### **5.5.1.3 Jerarquización y prioridades del proceso en el Sistema**

Los procesos del sistema se definen principalmente desde el proceso de entrada de datos, construcción de Base de datos geográfica, la creación de usuario, el listado de consultas, el funcionamiento del sistema y las salidas de datos o producto final.

Lo anterior no expresa una jerarquización como tal en los procesos, pero si en las consultas, por el aplicativo responde en tiempo de interacción según el proceso.

#### **5.5.1.4 Modelo Entidad – Relación**

El modelo conceptual de la base de datos puede ser descrito mediante diagramas, descripciones verbales o la combinación de ambos. Un esquema del modelo conceptual de la base de datos en el modelo Entidad –Relación (E-R).



## 5.5.2 Modelo Lógico del sistema.

En el diseño de bases de datos se hace la transición entre los modelos conceptuales, que logran una descripción de alto nivel de la realidad, a un esquema conceptual y posteriormente a un esquema lógico. El motivo de realizar estas dos etapas es la dificultad de abstraer la estructura de una base de datos que presente cierta complejidad. Un esquema es un conjunto de representaciones lingüísticas o gráficas que describen la estructura de los datos de interés. El modelo lógico es entonces, un lenguaje para expresar el Esquema Lógico.

### 5.5.2.1 *Definición de relaciones y procesos entre los componentes del sistema*

Las relaciones se encargan de enlazar los elementos que interactúan entre sí, para fundamentar un proceso o una acción, permitiendo así el funcionamiento del sistema. Estas relaciones son el marco funcional y operativo del sistema que describe el patrón de funcionamiento, estableciendo enlaces entre los elementos que definen el flujo funcional del proceso o del sistema.

### 5.5.2.2 *Descripción detallada del Sistema*

Dentro de las entidades que se generaron como información básica para el desarrollo del sistema y que se modelaran dentro de la base de datos, se tienen la siguiente información.

- **Propietario:** Información perteneciente a personas naturales y jurídicas, propietaria del predio donde se localiza el cultivo georeferenciado.
- **Predio:** Entidad que contiene los lotes de cultivos y pertenecen a un propietario. Poseen identificadores únicos correspondiente a cédulas catastrales; nombre de predio y área.
- **Lote análisis:** Es la entidad espacial, correspondiente a polígonos de cultivo georeferenciados, posee identificador único, descripción y área.
- **Siembra\_lote:** Entidad en la cual se tiene la información alfanumérica referente a la fecha de siembra del cultivo y su rendimiento.
- **Cultivo:** Entidad con información alfanumérica referente al tipo de cultivo y variedad sembrada dentro del lote siembra.
- **Variedad:** Atributo del cultivo, entidad con información alfanumérica referente a la variedad del cultivo sembrado, posee identificador y se relaciona con la entidad con el loteanálisis.
- **Tracksiembra:** Entidad con información alfanumérica creada con el fin de que se pueda realizar un seguimiento al cultivo, determinando su estado y la fecha de supervisión en el lote.
- **Estado Físico:** Entidad con información alfanumérica referente al estado físico del cultivo sembrado, posee identificador y se relaciona con el cultivo.
- **Tipo recolección:** Entidad con información alfanumérica, describe el tipo de recolección utilizado para el cultivo sembrado.

- **Tipo riego:** Entidad con información alfanumérica, describe el tipo de riego existente en el lote de cultivo georeferenciado.
- **Departamento:** Entidades territoriales, identificados con códigos establecidos por el DANE.
- **Municipios:** Entidades territoriales, identificados con códigos establecidos por el DANE.
- **Corregimiento:** Entidades territoriales, identificación con nombre, de los corregimientos como división administrativa en donde se encuentran ubicados cada uno de los lotes de cultivo.
- **Vereda:** Entidad territorial, identificada según los POTs – Planes de Ordenamiento territorial en cada municipio, en donde se ubican los diferentes cultivos. Se les asigno un código a cada una de las veredas para su identificación dentro del modelo y proyecto.

### 5.5.2.3 Creación de la Base de Datos

En la creación de la base de datos se relacionaron los atributos de información alfanumérica y numérica con elementos gráficos. Identificándose los siguientes aspectos:

- Información espacial:** Es aquella en la que se representan todos los objetos que ocupan un lugar en el espacio dentro del modelo de entidades y relaciones dentro del sistema. *Datos poligonales:* Lote de predio georeferenciado
- Información no espacial:** Es la información que se representa por medio de atributos o información que se requiere para dar inicio a la consulta y no es de tipo espacial.
- Información temporal:** Es la información que es utilizada por el sistema pero no se anexa a la base de datos.
- Información permanente:** Es la información utilizada por el sistema para generar las consultas que se encuentran consignadas dentro de la base de datos.

Para la creación de la base de datos del aplicativo nos basamos en un modelo de datos orientado a objetos por:

- Cada elemento que existe dentro del diseño del sistema se entiende como un objeto con atributos.
- Puede existir relaciones entre objetos no espaciales.
- Cada objeto puede tener propiedad espacial o no espacial.
- La información generada hereda las propiedades de elementos fuentes.
- Cada relación existente dentro del sistema también es concebida como un objeto.

En las Figura 22Figura 23 se observa el modelo conceptual y el diagrama UML de la base de datos implementada en PostgreSQL.

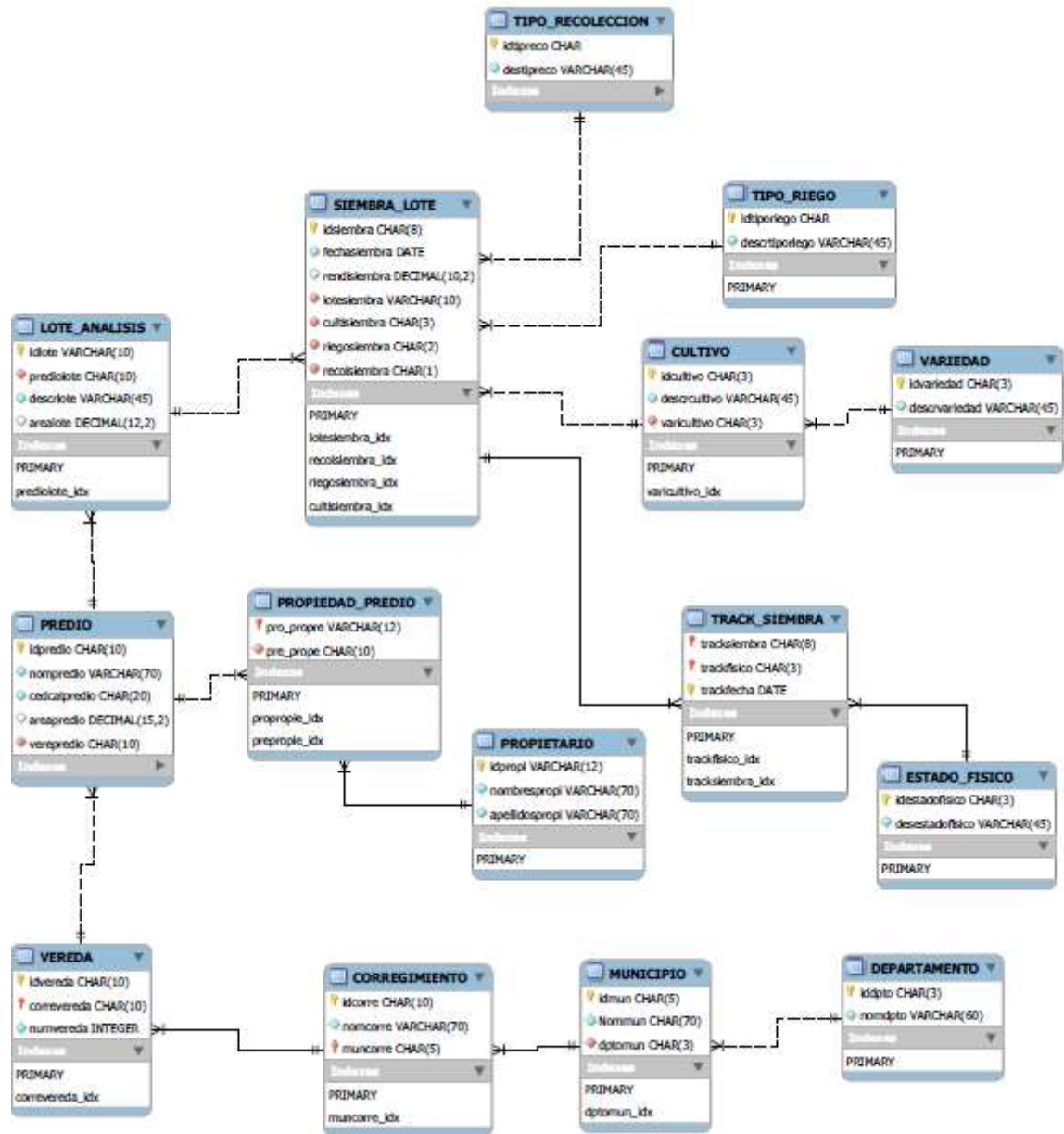


Figura 22. Modelo Conceptual Entidades  
 Fuente: Elaboración Propia

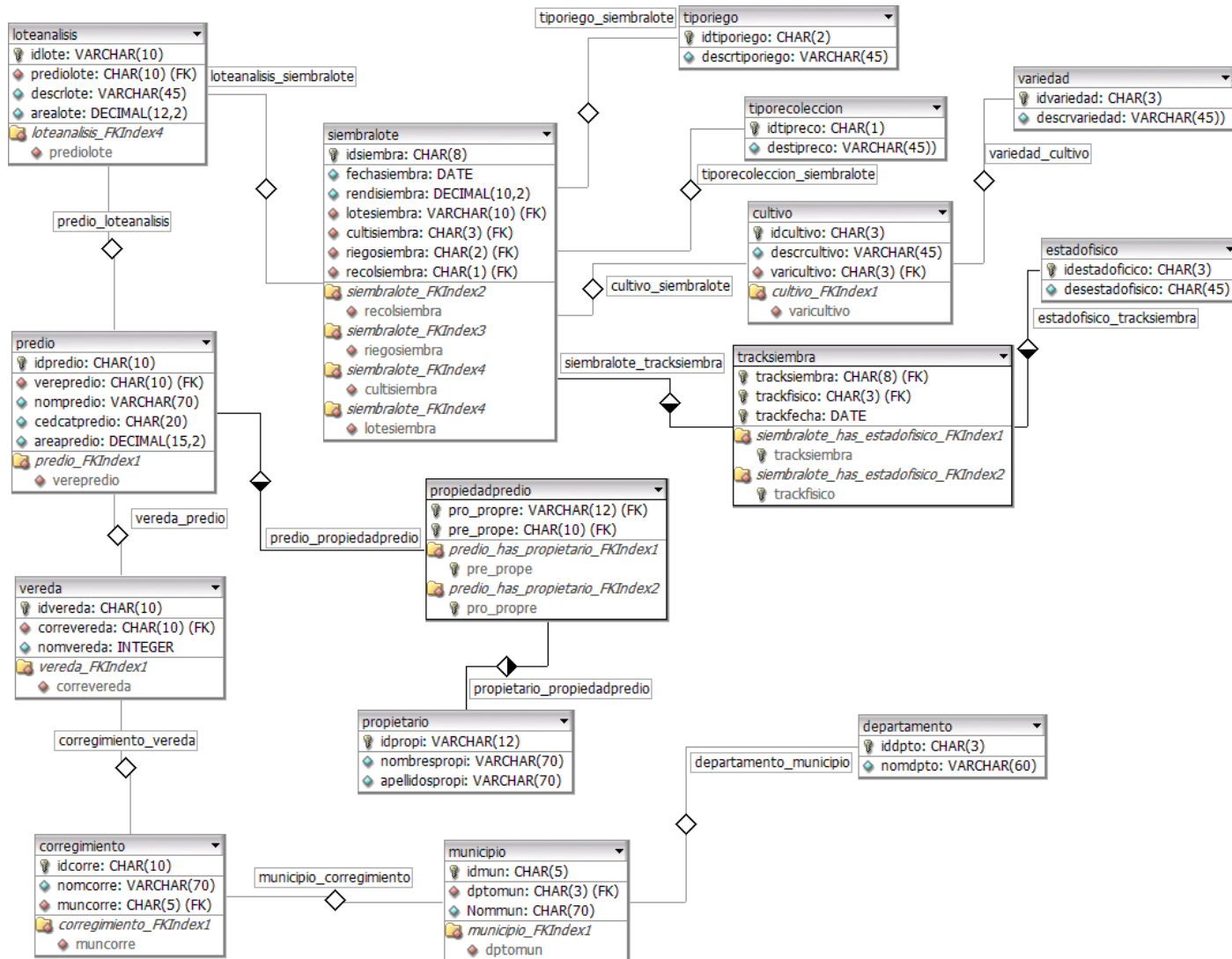


Figura 23. Diagrama de UML de los componentes del sistema.  
 Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2.4 Funcionalidad de la Base de Datos

Para el análisis de la estructura de la base de datos, fue necesario normalizar el modelo de datos, esto con el fin de identificar donde se almacenan los datos.

Se identificó el tipo de atributo unitario y repetitivo; además, análisis de funcionalidad, tipo de radicación, si los datos cumplían con las reglas de funcionalidad; cómo se establecen las estructuras; si los datos son derivables o se obtienen a partir de un cálculo; si son transitivos y muestran dependencia de la llave primaria de otro objeto; datos no funcionales o funcionalidad parcial. Anexo 1.

### 5.5.2.5 Diccionario de datos

Como apoyo del modelo de datos se incorpora la descripción escrita de los datos almacenados en la base de datos y las restricciones de integridad, detallándose las entidades, atributos y relaciones, las especificaciones del dominio de cada atributo y por último, la identificación de atributos derivados.

Este puede organizarse como un glosario que se utiliza de referencia, es decir, una lista de términos ordenada alfabéticamente en la que cada término aparece definido formalmente, con referencias cruzadas entre términos.

Además, como un complemento al modelo de datos que recopila lo que no se incluye en el diagrama, facilitando su legibilidad y representación. Como se observa en las tablas a continuación.

Cuadro 1. Identificación de atributos Corregimientos

<b>corregimiento</b>						
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment
idcorre	CHAR(10)	PK	NN			Id del corregimiento
nomcorre	VARCHAR(70)		NN			Nombre del corregimiento
muncorre	CHAR(5)		NN			Id del municipio del corregimiento
IndexName		IndexType				Columns
PRIMARY		PRIMARY				idcorre
corregimiento_FKIndex1		Index				muncorre



Cuadro 2. Identificación de atributos Cultivo

<b>cultivo</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idcultivo	CHAR(3)	PK	NN			Ide del cultivo sembrado en el lote	
descrcultivo	VARCHAR(45)		NN			Descripcion del cultivo sembrado en el lote	
varicultivo	CHAR(3)		NN			Id dela variedad sembrada en el cultivo del lote	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		idcultivo				
cultivo_FKIndex1	Index		varicultivo				

Cuadro 3. Identificación de atributos Departamento

<b>departamento</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
iddpto	CHAR(3)	PK	NN			Id del departamento	
nomdpto	VARCHAR(60)		NN			Nombre del departamento	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		iddpto				

Cuadro 4. Identificación de atributos Estado Físico

<b>estadofisico</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idestadofisico	CHAR(3)	PK	NN			Identificacion Correspondiente al estado fisico del cultivo en el momento de levantamiento del lote de cultivo	
desestadofisico	CHAR(45)		NN			descripcion que Corresponde al estado fisico del cultivo en el momento de levantamiento del lote de cultivo.	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		idestadofisico				

Cuadro 5. Identificación de atributos Lote Análisis

<b>loteanalisis</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idlote	VARCHAR(10)	PK	NN			Id del lote	
prediolote	CHAR(10)		NN			Id del predio del lote cultivado	
desclote	VARCHAR(45)		NN			descripcion del lote	
arealote	DECIMAL(12,2)					Area del lote	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		idlote				
loteanalisis_FKIndex4	Index		prediolote				

Cuadro 6. Identificación de atributos Municipio

<b>municipio</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idmun	CHAR(5)	PK	NN			Id del municipio	
dptomun	CHAR(3)		NN			Id del departamento del municipio	
Nommun	CHAR(70)		NN			Nombre del municipio	
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				idmun	
municipio_FKIndex1		Index				dptomun	

Cuadro 7. Identificación de atributos Predio

<b>predio</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idpredio	CHAR(10)	PK	NN			Id del predio	
nompredio	VARCHAR(70)		NN			Nombre del predio	
cedcatpredio	CHAR(20)		NN			Cedula catastral del predio	
areapredio	DECIMAL(15,2)					Area del predio	
verepredio	CHAR(10)		NN			Id de la vereda del predio	
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				idpredio	
predio_FKIndex1		Index				verepredio	

Cuadro 8. Identificación de atributos Predio

<b>propiedadpredio</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
pro_propre	VARCHAR(12)	PK	NN			Id del propietario	
pre_prope	CHAR(10)	PK	NN			Id del predio	
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				pro_propre pre_prope	
predio_has_propietario_FKIndex1		Index				pre_prope	
predio_has_propietario_FKIndex2		Index				pro_propre	

Cuadro 9. Identificación de atributos Propietario

<b>propietario</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idpropi	VARCHAR(12)	PK	NN			Identificación del propietario	
nombrespropi	VARCHAR(70)		NN			Nombres del propietario del predio	
apellidospropi	VARCHAR(70)		NN			Apellidos del propietario del predio	
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				idpropi	

Cuadro 10. Identificación de atributos Siembra Lote

<b>siembralote</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idsiembra	CHAR(8)	PK	NN			Id de la siembra, puede ser el numero de una orden de servicio nu otro documento	
fechasiembra	DATE		NN			Fecha en que se siembra	
rendisiembra	DECIMAL(10,2)					Rendimiento medido en Número de tonelada cosechada por hectárea (Tm/Ha)	
lotesiembra	VARCHAR(10)		NN			Id del lote que se siembra	
cultisiembra	CHAR(3)		NN			Id del cultivo sembrado	
riegosiembra	CHAR(2)		NN			tipo de riego de la siembra	
recolsiembra	CHAR(1)		NN			tipo de recoleccion estimado para la siembra	
IndexName		IndexType	Columns				
PRIMARY		PRIMARY	idsiembra				
siembralote_FKIndex2		Index	recolsiembra				
siembralote_FKIndex3		Index	riegosiembra				
siembralote_FKIndex4		Index	cultisiembra				
siembralote_FKIndex4		Index	lotesiembra				

Cuadro 11. Identificación de atributos Tipo Recolección

<b>tiporecoleccion</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idtipreco	CHAR(1)	PK	NN			Id del tipo de recoleccion usado en la cosecha del cultivo del lote	
desctipreco	VARCHAR(45))		NN			Descripcion del tipo de recoleccion usado en la cosecha del cultivo del lote	
IndexName		IndexType	Columns				
PRIMARY		PRIMARY	idtipreco				

Cuadro 12. Identificación de atributos Tipo Riego

<b>tiporiego</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idtiporiego	CHAR(2)	PK	NN			Id del tipo de riego empleado en el cultivo del lote	
desortiporiego	VARCHAR(45)		NN			Descripcion del tipo de riego empleado en el cultivo del lote	
IndexName		IndexType	Columns				
PRIMARY		PRIMARY	idtiporiego				

Cuadro 13. Identificación de atributos Siembra

<b>tracksiembra</b>							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
tracksiembra	CHAR(8)	PK	NN			Id de la siembra del seguimiento	
trackfisico	CHAR(3)	PK	NN			Id del estado fisico del seguimiento de la siembra en el lote	
trackfecha	DATE	PK	NN			Fecha del seguimiento de la siembra	
IndexName		IndexType	Columns				
PRIMARY		PRIMARY	tracksiembra trackfisico trackfecha				
siembralote_has_estadofisico_FKIndex1		Index	tracksiembra				
siembralote_has_estadofisico_FKIndex2		Index	trackfisico				

Cuadro 14. Identificación de atributos Variedad

variedad							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idvariedad	CHAR(3)	PK	NN			Identificación de la variedad sembrada en el cultivo del lote	
descrvariedad	VARCHAR(45))		NN			Descripción de la variedad sembrada en el cultivo del lote	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		idvariedad				

Cuadro 15. Identificación de atributos Vereda

vereda							
ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
idvereda	CHAR(10)	PK	NN			Id de la vereda del predio	
correvereda	CHAR(10)		NN			Id del corregimiento de la vereda	
nomvereda	INTEGER		NN	UNSIGNED		Nombre de la vereda del predio	
IndexName	IndexType		Columns				
PRIMARY	PRIMARY		idvereda				
vereda_FKIndex1	Index		correvereda				

## 5.5.3 Modelo Cartográfico

### 5.5.3.1 Catálogo de Objetos

Con base en los estándares internacionales y nacionales de catalogación de objetos geográficos, entendiendo los objetos como la unidad fundamental de la información geográfica, y se refiere a la forma en que es abstraída la realidad teniendo en cuenta su localización sobre la superficie terrestre<sup>25</sup>.

La organización y clasificación de estos los elementos de la superficie de la tierra, se realizó en orden jerárquico compuesto por: “TEMAS”, “GRUPOS” y “OBJETOS”. Cada uno de estos elementos poseen una codificación única concatenada en el mismo orden jerárquico, obteniendo, un código de dos dígitos para el tema y cuatro dígitos para el grupo, donde los dos primeros hacen referencia al tema al que pertenece el grupo, y seis dígitos para el objeto, en donde los dos primero corresponden al tema y los dos siguientes al grupo.

<sup>25</sup> [http://www.icde.org.co/web/guest/estandares\\_catalogo](http://www.icde.org.co/web/guest/estandares_catalogo)



Figura 24. Componentes del Catálogo de Objetos del Sistema

Dentro del tema central del proyecto se encuentra la oferta agrícola de los municipios en el país, por tal motivo el tema central será:



En el proyecto se trabajaron cinco municipios en diferentes departamentos, desarrollando un piloto para el manejo de la información de la oferta agrícola en todo el país, por lo cual se escala a orden nacional. Se agrupan un total 14 objetos descritos en la Figura 25. En el anexo 2 se detalla los componentes de cada objeto dentro del catálogo del sistema.

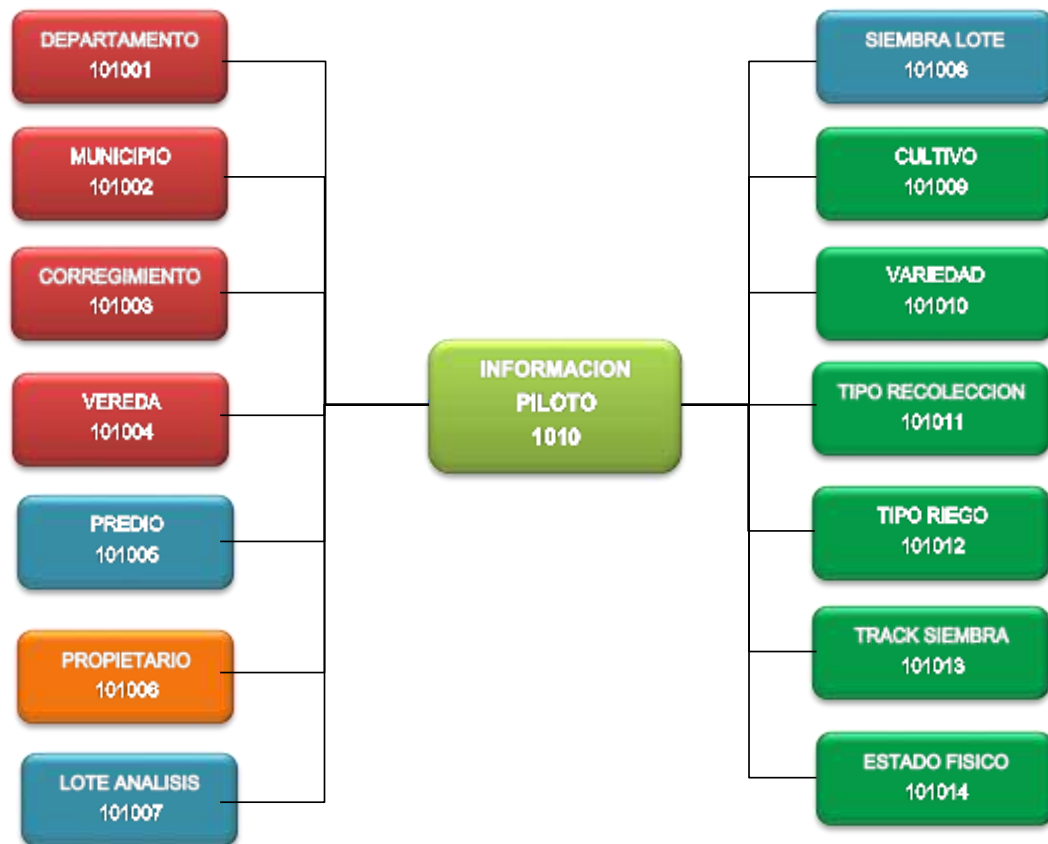


Figura 25. Catálogo de Objetos del Sistema  
Fuente: Elaboración propia

## 5.5.4 Modelo Físico e Implementación del sistema.

### 5.5.4.1 Arquitectura del Sistema Web

El diseño de la arquitectura del sistema SIG en plataforma Web implementado en el aplicativo corresponde a un Modelo Cliente Servidor, basado en software libre o de código abierto, caracterizado por un modelo de aplicación distribuido que separa las funciones en capas de procesamiento y se encuentran comunicadas y coordinadas mediante una red que permite el intercambio de mensajes entre los mismos (Mesa Giraldo, 2012).

Este modelo se basa en la directiva Leaflet de angular, la cual permite incluir mapas interactivos controlados por la librería LeafletJS dentro del código HTML, partiendo de la premisa que AngularJS es un framework de JavaScript basado en el patrón MVC (Modelo Vista-Controlador) que permite separar la parte visual de la aplicación de las estructuras de datos, permitiendo reutilizar código con facilidad (y todo ello desde el front end).

En este caso en el patrón de implementación MVC, el modelo son los datos almacenados en el SMD, la vista es lo que ve el usuario, es decir, la respuesta al cliente (en este caso el html, donde estará el mapa) y el controlador es la parte lógica (el código javascript) que une ambos y que permite indicar un determinado comportamiento a los elementos html. El controlador es el responsable de actualizar el modelo.

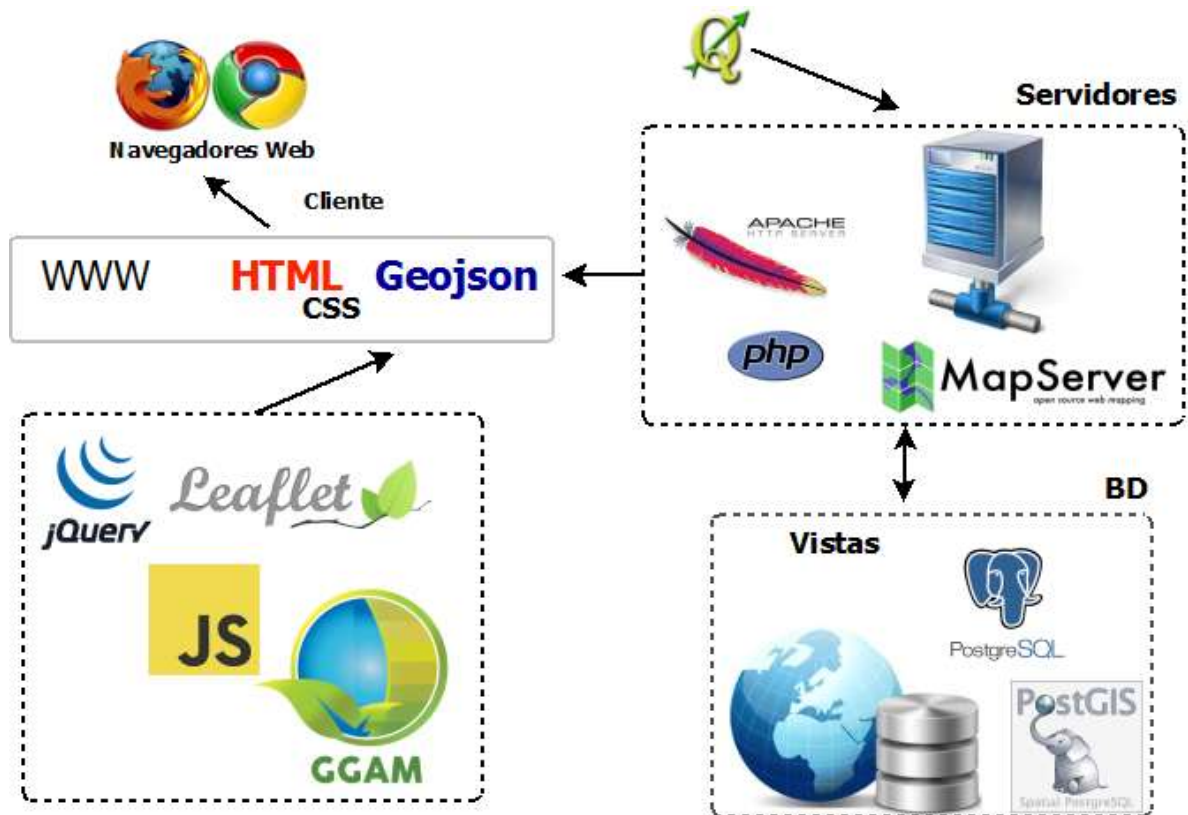


Figura 26. Diagrama de Arquitectura del Sistema Web  
Fuente: Elaboración propia

**Cliente:** Definido como el equipo que solicita o demanda los recursos, equipado con las interfaces de usuario para su presentación, y asume que con cada petición obtendrá una respuesta. El tipo de clientes que atendería el sistema es de tipo ligero, el cual accedería a la interfaces SIG a través de los navegadores Web realizando consultas.

**Servidor de aplicaciones:** Gestiona los recursos solicitados y atiende las peticiones de los usuarios, comunicándose con la base de datos, aislando de este modo las conexiones directas con los clientes, el servidor de mapas utilizado es el MapServer y la librería para mapas interactivos, leaflet.

**Servidor de datos:** Responsable de la gestión y almacenamiento permanente de los datos, proporciona al servidor de aplicaciones las respuestas de las consultas del cliente, correspondiente a los datos alfanuméricos y geográficos, el cual almacena los datos de las bases de datos, en este caso el Apache HTTP.

#### 5.5.4.2 **Requerimientos para la implementación del sistema**

Dentro de los requerimientos utilizados en la implementación del sistema y garantizar el correcto funcionamiento se establecieron los siguientes:

**Sistema Operativo:** Para la implementación del sistema a desarrollar se dispone del sistema operativo Windows 7, que facilite la administración de datos y software para el funcionamiento y rendimiento del sistema.

Entre los requerimiento mínimos de hardware se requiere que el servidor cuente con una alta velocidad de procesamiento, que garantice una respuesta adecuada a los usuarios del sistema, teniendo en cuenta las necesidades mínimas necesarias descritas a continuación.

Tabla 2. Especificaciones mínimas del Servidor

Características	Especificación	Descripción
Estructura de Almacenamiento	2 Teras en Disco duro	Sistema Operativo Windows
Procesamiento	1200 Hmz	Velocidad
Disco Duro	500 GB	Capacidad
Memoria RAM	12 GB	Expandible
Software a instalar	PostgreSQL+PostGIS, QGIS, MS4W	
Conexión	56 Mbps o mayor	Conectividad Internet, Medio de Acceso Red LAN banda Ancha o Fibra Óptica

**Servidor de base de datos geográficos:** El sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional utilizado para el manejo de información alfanumérica es PostgreSQL y la extensión espacial PostGIS, para la información geográfica. Este es un software de código abierto que permite la mayoría de las transacciones SQL, control concurrente e integridad de datos y utiliza un modelo cliente/servidor, permitiendo almacenar de forma estructurada y segura toda los datos alfanuméricos y geográficos vectoriales del SIG, y por otro lado, recuperar eficientemente los datos usando el lenguaje de consulta SQL y las funciones espaciales y de acceso a las geometrías (Mesa Giraldo, 2012).

La extensión espacial es un proyecto separado que ofrece el soporte de objetos geográficos y funciones geométricas y topológicas para el tratamiento de los datos espaciales basado en el estándar del Open Geospatial Consortium7 (OGC).

**Marco de desarrollo Web:** El lenguaje de programación utilizado en el desarrollo del aplicativo web corresponde a JavaScript y Leaflet como librería JavaScript para



código abierto, la cual es muy popular para el desarrollo de mapas interactivos, esta Appi permite la interacción entre el cliente y la aplicación.

Dentro de las aplicaciones intermedias para la gestión y procesamiento de los clientes web, también, se encuentra la librería jquery, la cual simplifica la manera de interactuar con los documentos HTML, y permite la conexión asincrónica con la base de datos, permitiendo tener en tiempo real la información en la base de datos.

Las peticiones al servidor muestran como respuesta la información tabulada en los navegadores web. Para el soporte de datos y funcionalidades espaciales en el marco de desarrollo, se utilizó GeoJSON el cual es un formato para la codificación de una variedad de estructuras de datos geográficos, permitiendo representar una geometría, una característica o un conjunto de características. GeoJSON permite extraer la información de la base de datos de forma estructurada que puede ser llamada por la Appi (Leaflet), quien consume esta información y la comunica al cliente en el mapa.

El marco de desarrollo Web, es el servidor de aplicación que permite comunicar la base de datos con el sistema a través de las interfaces Web, para visualizar y consultar la información geográfica.

**Interfaz Gráfica:** Se utilizó una dirección URL para el acceso al aplicativo, se diseñó la interfaz en código fuente con los elementos característicos de un visor web, como los marcos, formularios, tablas, plantillas de diseño, hoja de estilo CSS, entre otros, que permiten visualizar el producto final del geovisor.

**Servidor de mapas o de cartografía digital:** Se utilizó Mapserver, el cual permite el acceso a la base de datos espacial y publicación de la información geográfica de acuerdo a los estándares de la OGC. En este caso integra la información vectorial del sistema, y permite la visualización de objetos como mapbox

**Servidor Web o servidor HTTP:** Para comunicar las peticiones del cliente con las respuestas de los servidores de aplicaciones se utilizó Apache HTTP Server, y como lenguaje de programación, PHP, el cual muestra las respuestas a cada una de las consultas del cliente.

#### **5.5.4.3 Análisis de las capacidades del Geovisor**

En cuanto a las capacidades del visor se deben tener en cuenta los diferentes momentos de la construcción, mantenimiento y administración de las base de datos. Por lo tanto, es necesario documentar las diferentes fases del modelado de datos, entendiéndose una primera fase como el modelo relacional pensado en objetos, y con elementos con componente geográfico.

Para el análisis de las capacidades futuras del aplicativo es necesario, con su implementación, recurrir a pruebas y/o análisis de volumetrías, y así definir cuál es

el incremento de la base de datos, la concurrencia y el número de usuarios, en el tiempo. Estas posibilidades facilitarían la toma de decisiones en cuanto a las mejoras del sistema.

En el momento el Geovisor está diseñado en vistas materializadas, segmentos, de sólo lectura, lo cual ofrece al cliente velocidad en las consultas, operando con un servidor local.

Por ejemplo, este análisis debe extrapolarse a mínimo dos usuarios por municipio, los cuales a través de las oficinas asesoras URPA's o UMATAS puedan interactuar con el sistema. Suponiendo que el sistema se ofrezca a un departamento como el Valle del Cauca, que posee un total de 42 municipios, es necesario dimensionar el análisis de la concurrencia a un mayor número de usuarios clientes ligeros, sin contar con el cliente desarrollador, a 84 usuarios, y así a nivel regional y nacional.

Para las soluciones de arquitectura de una Base de Datos robusta que funcione a nivel nacional con este aplicativo podría pensarse en implementar la segmentación o fragmentación horizontal, por ejemplo por departamento, segmentando la base de datos por códigos de municipio, y también, la fragmentación vertical, la cual crearía réplicas, permitiendo las consultas por subtablas. E incluso la implementación de arquitecturas híbridas con un Servidor (dedicada) y la conexión a través de nodos, creando réplicas de distribución multimaestras, garantizando la distribución de la concurrencia.

Lo anterior expone una multiplicidad de soluciones frente al análisis de concurrencia del sistema, la disponibilidad y la latencia del visor como solución.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con el planteamiento del problema, se presentan los resultados obtenidos en el diseño y desarrollo del geovisor, con base en los requerimientos previos y al desarrollo de cada uno de los modelos de la base datos y su integración al aplicativo.

En el modelo de datos se definió el modelo conceptual de la solución geográfica que permitió identificar todos los elementos del aplicativo, en este caso la ubicación de los lotes de cultivo y la información tabular asociado a esto tales como la localización, identificación, contenedencia espacial, atributos del cultivo, propietarios, entre otros (Tabla 1). Dentro del modelo conceptual de la base de datos, se planteó una estructura basada en el Esquema Entidad Relación.

Para el análisis de la estructura de la base de datos, fue necesario normalizar el modelo de datos, esto con el fin de identificar donde se almacenan los datos. Se identificó el tipo de atributo unitario y repetitivo; además, el análisis de funcionalidad, tipo de radicación, si los datos cumplían con las reglas de funcionalidad, cómo se establecen las estructuras, sí los datos son derivables o se obtienen a partir de un cálculo, si son transitivos y muestran dependencia de la llave primaria de otro objeto, datos no funcionales o funcionalidad parcial.

Una vez se definió el modelo lógico (Diagrama UML) y físico de la base de datos, su creación e implementación se realizó en sistema de gestión de bases de datos, PostgreSQL, con el componente espacial, PostGIS.

La construcción de la interfaz web, se realizó a partir de la integración del modelo de datos y los servidores de mapas y datos, permitiendo la interacción Cliente - Servidor, implementándose lenguajes de programación y librerías de software libre para dichos desarrollos. (Diagrama Arquitectura del Sistema Web - Figura 26).

La conexión WEB al Geovisor para la Gestión Agrícola Municipal, como prototipo se realizó en un servidor local en el entorno del servidor de mapas MapServer en una plataforma Microsoft Windows. Algunos de los componentes utilizados en la implementación del aplicativo son:

- Apache HTTP Server versión 2.2.22
- PHP versión 5.4.3



- MapServer CGI 6.0.3
- MapScript 6.0.3 (Java, PHP)

El Geovisor dispone de un registro que le permite al usuario hacer el Login al aplicativo para obtener acceso y tener propiedades de consulta y edición de los elementos geográficos.

La Figura 27 muestra elementos del entorno del aplicativo, tales como el Extent de Inicio del aplicativo en el Suroccidente Colombiano, los municipios de análisis, la localización de los lotes de cultivo georreferenciados, panel de consulta y leyenda, panel de control de capas, otros elementos geográficos y de visualización, como coordenadas geográficas, escala, data frame.



Figura 27. Página de inicio  
Fuente: Elaboración propia

El montaje de la base de datos se realizó con Postgres; se utilizó PostGIS para cargar los elementos espaciales de la base de PostgreSQL permitiendo el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales, para su posterior compilación en el servidor MapServer y su consulta a través de la interfaz WEB.

Cabe mencionar que la edición de las capas y elementos concatenados a la base de datos se puede hacer utilizando software SIG libre y de código abierto, como lo es QGIS2.12<sup>26</sup>, en el cual se puede adicionar un nuevo polígono en lote de cultivo conmutando la edición de la capa y guardando estos cambios, automáticamente se

---

<sup>26</sup> <http://qgis.org/es/site/about/index.html>

creará un nuevo elemento que se visualizará en el aplicativo. La otra herramienta de edición incorporada es la creación y/o digitalización de polígonos directamente el geovisor.



El aplicativo incluye un botón de borrar y actualizar las consultas realizadas en el sistema.



### 6.1.1 Consultas

#### Búsqueda por No de predio

La búsqueda por No. de predio dentro del Geovisor corresponde a una consulta por localización en el cual se determina la entidad espacial, en este caso el lote de cultivo que tiene asociado este No. de predio. Dentro de los criterios de búsqueda el sistema establece la relación entre el lote cultivo y su contención en un registro de predio (alfanumérico) determinado en la estructura de la base de datos.

El sistema le sugiere al cliente dentro de la herramienta de búsqueda por predio la función de autocompletar (Figura 28), y como respuesta el geovisor localiza ese lote de cultivo con ese predio y realiza un zoom extent en ese predio (Figura 29). Si se da clic sobre el lote se despliega una ventana con la información básica del cultivo (Figura 30), mostrando así la conexión del sistema con la base de datos mediante consulta SQL, dando como respuesta los atributos de la entidad lote cultivo.



Figura 28. Consulta búsqueda por predio - Usuario registrado

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Respuesta búsqueda por predio - Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 29 muestra la respuesta de la consulta por No. de predio “41799-1453-001”, en el municipio de Tello, Huila. En la esquina inferior derecha se observa el data frame que muestra el extent observado en el panel principal en un contexto geográfico regional, dependiendo de la escala del mapa.



Figura 30. Información lote de cultivo - Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

Dentro del visor se incorporó la información del cultivo, mediante la incorporación del campo geom, en la tabla lote cultivo en la base de datos, vinculando así el componente espacial, utilizando PostGIS al controlador (Leaflet) en el Modelo Cliente –Servidor del sistema mostrando la respuesta en el navegadores web, a través de Geojson el cual permite extraer la información de la base de datos de

forma estructurada que puede ser llamada por la Appi (Leaflet), quien consume esta información y la comunica al cliente en el mapa.

### **Búsqueda por cédula de Propietario**

El Geovisor tiene incorporado un panel de consultas SQL más detalladas, de tipo espacial y alfanumérico, entre las cuales está la búsqueda por propietario, cultivo y municipio, este se despliega con el botón de flecha en dirección derecha.

La Figura 31 muestra la consulta por cédula No. “4944766”, la cual muestra como respuesta el panel o tabla alfanumérica de la Figura 32, indicando “nombre propietario”, “número de cédula”, “Id\_predio”, “nombre\_predio”, “municipio”. Esta información corresponde a la estructura definida en la base de datos y a las relaciones entre tablas. Al hacer clic en OK!, el panel desaparece y el sistema permite observar los lotes de cultivos de la consulta alfanumérica, resaltados en el mapa base utilizado en el Geovisor.



Figura 31. Consulta búsqueda por cédula de propietario - Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 33 muestra la selección de los lotes de cultivo asociados a la respuesta por búsqueda de propietario, se observa que el señor “Hernando Perdomo Zapata” identificado con cédula No. “4944766”, posee dos lotes de cultivo, en diferentes predios, denominados “Buena Vista” en el municipio de Tello, Huila.



Figura 32. Respuesta búsqueda por cédula propietario - Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Selección gráfica de lotes del cultivo del propietario consultado- Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

### **Búsqueda por cultivo**

En cuanto a la búsqueda por cultivo el sistema tiene incorporado en el panel de consulta la opción Cultivo, la cual busca por tipo cultivo o nombre en toda la base de datos y da como respuesta una tabla alfanumérica de visualización que indica la localización por municipios del cultivo y la visualización gráfica en el panel de mapas (Figura 34).

La información alfanumérica que indica el municipio con lotes de cultivo y la variedad de la selección se muestra en el parte inferior del panel de consultas. Los cultivos resaltados en azul, corresponde a los lotes de cultivo de la búsqueda, en este caso “maíz” y variedad “amarillo”, en el municipio de Roldanillo.



Dentro del Geovisor hay incorporado un botón izquierdo desplegable debajo del control de capas, este permite visualizar la leyenda, en este caso los colores de los tipos de cultivos incorporados en la base datos, siendo los mismos representados gráficamente en el panel de mapas.



Figura 34. Consulta por tipo cultivo- Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

### **Búsqueda por Municipio**

Por último, en el panel de consultas se encuentra incorporado una herramienta de búsqueda por municipio, este muestra como resultado una tabla alfanumérica y una gráfica con estadística en porcentajes.

La Figura 35 muestra la búsqueda por municipios, esto despliega los tipos de cultivos, área sembrada y el porcentaje de esta área en relación con el área total de los lotes de cultivos registrados en la base de datos. El gráfico que se observa es un tipo torta que representa la información alfanumérica de la tabla resultado.



Figura 35. Consulta por Municipio- Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

### 6.1.2 Mapas bases cartográficos

Como elemento de visualización cartográfica en el Geovisor a diferentes escalas, y de acuerdo a la disponibilidad de imágenes de satélite y mapas base, el aplicativo tiene incorporado un control de capas, botón de la esquina superior derecha.



Figura 36. Control de capas del mapa base- Usuario registrado  
Fuente: Elaboración propia

Los mapas bases utilizados corresponde a la imagen de satélite del Mapbox con Open Street Map y la imagen de satélite de Google Maps.

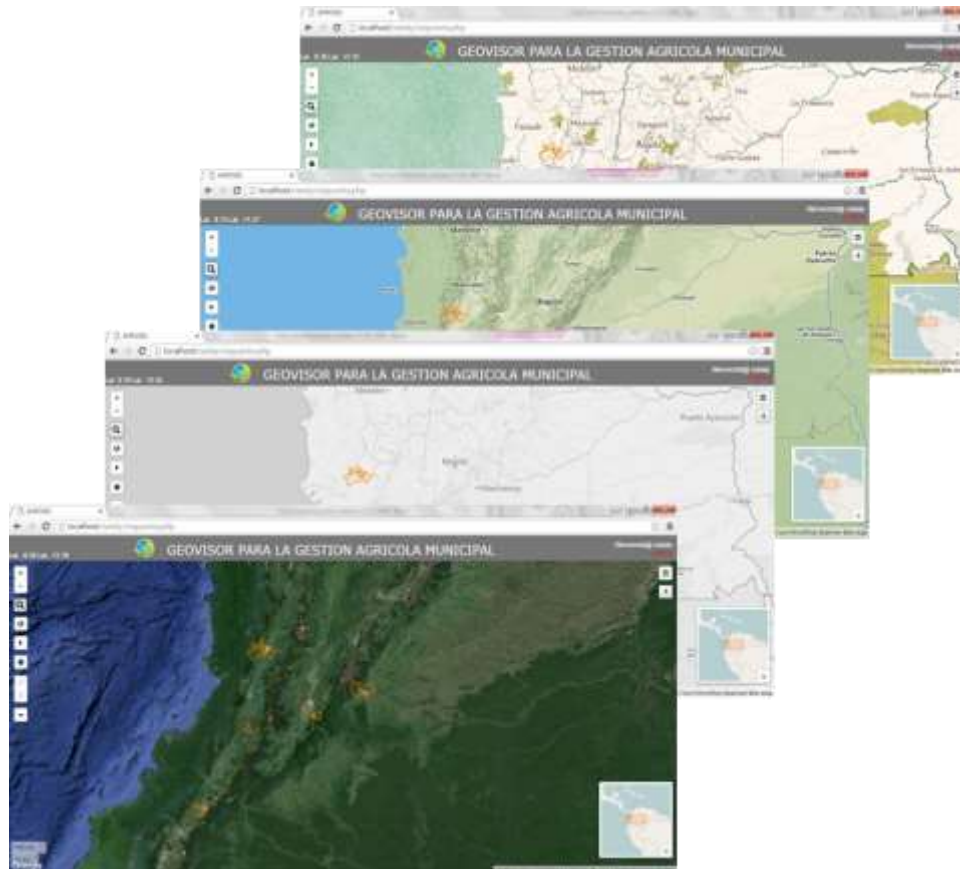


Figura 37. Capas del mapa base- Usuario registrado

Fuente: Elaboración propia

## 7. CONCLUSIONES

Los sistemas de información geográfica orientados a plataformas Web ofrecen una herramienta muy poderosa para el manejo y administración de datos geográficos, permitiendo la comunicación e integración de estos datos usando plataforma Internet.

Con el diseño y la implementación del aplicativo, el Geovisor para la Gestión Agrícola Municipal, se ofrece una alternativa para la integración de la base de datos geográficos a nivel municipal, correspondientes al levantamiento de lotes de cultivo en los cinco (5) municipios piloto y las interfaces gráficas para la consulta y visualización de los datos para un cliente ligero.

La fuente de datos proviene a cartografía digital georrefenciada del programa de Fortalecimiento SIG del Ministerio de Agricultura en el año 2012, con sistema de referencia MAGNA Colombia, con proyección al vuelo en coordenadas WGS84.

El aplicativo como alternativa de solución a la necesidad de herramientas para la consulta de la información agrícola en el país a escala municipal, satisface los objetivos propuestos en el planteamiento de la propuesta, permitiendo consultas por atributos y localización, tales como búsqueda a nivel de predio por número de cédula catastral, propietario, lotes de cultivo, tipo y variedad de cultivo, en una plataforma sencilla que permite al usuario una interacción amigable con el sistema, bajo criterios de interoperabilidad y eficiencia.

En el diseño de la arquitectura y el modelo físico del sistema, la interfaz incorpora operaciones básicas de herramienta SIG de escritorio comercial o no comercial, sistemas de gestión de bases de datos geográficos, PostGIS – PostgreSQL, servidores de datos, aplicaciones y mapas como Apache, Map Server y librerías en JavaScript, entre otros componentes descritos en la metodología.

El uso de software libre permite ampliar las posibilidades de implementación y desarrollo de este tipo de soluciones, incidiendo no sólo en la disminución de costos de software y hardware, sino en el acceso y manejo de la información del sistema y software SIG de apoyo al cliente como QuantumGIS, el cual permite procesamiento de datos vectoriales y actualización de información de la base de datos almacenada en la base de datos.

Además bajo el mismo criterio de herramientas de software libre, todo el diseño del modelo de datos y el funcionamiento del aplicativo incorporó este tipo de herramientas, que permitiría incorporar para análisis espaciales y estadísticas en este tipo de herramientas.

La visualización de la información geográfica permite al usuario común en oficinas locales encargadas del manejo de la información agrícola local, comprender desde otros puntos de vista la información y sus capacidades, como apoyo en la toma de decisiones, es decir, desde la gestión de la información y el planteamiento de programas para el fortalecimiento del sector agrícola en el país.

Por lo anterior, el desarrollo de herramientas para el análisis de información geográfica sectorial, brinda soporte en los procesos de toma de decisiones para las entidades encargadas, no sólo en el sector agrícola, puesto que permiten el acceso a la información para su análisis de manera eficiente y rápida, facilitando la comprensión en el manejo de la información, y su consulta en línea.

Cabe mencionar que el desarrollo del Geovisor piloto, no se encuentra actualmente en una interfaz de acceso público, por lo cual será necesario, incorporar proceso de evaluación y validación con los clientes en las entidades territoriales donde sea implementado, y a su vez, se requerirá un análisis detallado de las capacidades del sistema.

## 8. RECOMENDACIONES

Es necesario que los departamentos a través de sus Secretarías de Agricultura fortalezcan la capacidad institucional de las secretarías municipales en el manejo de información geográfica y estandarización de procedimientos para su captura, análisis y visualización, de esta forma el sector agrícola del país contará con información confiable.

Es importante considerar aspectos de control de calidad de la información geográfica que incorporé la implementación del sistema, con sus respectivos metadatos y en cuanto a topología, consistencia lógica y exactitud temática de cada capa en el sistema. Además, que la cartografía digital que se incorporé en el sistema este definida en el mismo sistema de proyección con el fin de garantizar interoperabilidad entre las capas y las consultas.

Para el análisis de las capacidades futuras del aplicativo y mejoras al sistema es necesario realizar pruebas de volumetrías y definir el incremento de la base de datos, la concurrencia y el número posible de usuarios en el tiempo.

Con el fin de mantener actualizada la información sobre áreas, producción y rendimiento se hace imprescindible hacerle seguimiento a la evolución del cultivo en el municipio a través de muestreos permanentes y/o hacerle seguimiento a los planes de inversión del municipio para el cultivo. Dentro del aplicativo y el modelo lógico del sistema se incorporó una tabla relacionada con el seguimiento del cultivo "track siembra", el cual permitiría realizar un control periódico del cultivo y esta información se almacenaría en la entidad lote, esto supone la creación de tablas de crecimiento vertical e implementar registros simulados para ver su funcionalidad en el sistema.

Además, es importante la continuación y consolidación de estos proyectos que incorporar la recolección y actualización de la base de datos de diferentes cultivos de interés a nivel municipal con el fin de tener un Sistema de Información Geográfica Municipal agrícola con una cobertura total.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan Fundamentos de bases de datos. Aravaca, España. Mac Graw Hill 2002.
- Alcaldía de Iles (2014). *Sitio Oficial de Iles-Huila, Colombia*. Consultado de <http://www.iles-narino.gov.co/index.shtml>
- Alcaldía de Lejanias (2015). *Sitio Oficial de Lejanias-Meta, Colombia*. Consultado de <http://www.lejanias-meta.gov.co/index.shtml>
- Alcaldía de Piendamó (2015). *Sitio Oficial de Piendamó-Cauca, Colombia*. Consultado de <http://piendamó-cauca.gov.co/index.shtml>.
- Alcaldía de Roldanillo (2015). *Sitio Oficial de Roldanillo-Valle, Colombia*. Consultado de <http://www.roldanillo-valle.gov.co/index.shtml>
- Alcaldía de Tello (2015). *Sitio Oficial de Tello-Huila, Colombia*. Consultado de <http://www.tello-huila.gov.co/index.shtml>.
- Bravo, G. Análisis de herramientas WEB SIG libres, Caso de estudio: Plan de evacuación Uniandes. Universidad de los Andes – Facultad de Ingeniería, Bogotá. 2005.
- CCI (Corporación Colombia Internacional) Fortalecimiento SIG municipales. Municipio de Pasto – Nariño.2012.
- CONPES1982 – Consejo de Planificación Económica y Social. Ministerio de Agricultura. Sistema de Estadísticas Agropecuarias por Muestreo (SEAM) Guillermo Otáñez (FAO) Metodología del Muestreo Agrícola de áreas.
- CPC – Consejo Privado de Competitividad. Leibovich, José; Estrada, Laura. Competitividad del sector agropecuario colombiano. Capítulo IV. 2012
- DANE. (2004). Manual de Recolección de Datos Tipo 1. Bogotá, Colombia.
- DANE – Departamento Nacional de Planeación. Acosta Moreno, Sergio Enrique; Pérez Gómez, Jaime. Sistema estadístico agropecuario y rural de Colombia- SEA, Una aproximación conceptual: Reflexiones sobre el sistema estadístico agropecuario y rural colombiano y la estadística territorial. Bogotá, Mayo de 2011.

- D. R. PONVERT DELISLES, F. S. KELLY Y I. REYES, «Las técnicas geománticas aplicadas en la agricultura: El Catastro Agrícola,» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 21, nº 4, pp. 84-92, octubre-diciembre 2012.
- FERNÁNDEZ ALARCÓN, Vicenc. Desarrollo de Sistemas de Información. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona (España). UPC, 2006. 11-25 p. ISBN. 84-8301-862-4
- GADY BOOCH, JAMES RUMBAUGH, IVAR JACOBSON. Lenguaje unificado de modelado. Manual de Referencia. AddisonWesley.
- GARCIA DUQUE, Carlos Emilio y SUAREZ ANGEL, María Consuelo. Instructivo para la Elaboración de Informes de Investigación. 3 ed. Departamento de Publicaciones Universidad de Manizales. 1997; p. 43.
- HARVEY M. DEITEL & PAUL J. DEITEL. Como programar en c/c++ y java. México. Pearson Educación. 2004.
- HERRERA JIMENEZ, Alfonso. Bases de datos. Editorial Unisur. 1997.
- IGAC. Unidad 1 - Generalidades de los Sistemas de Información Geográfica. En *Fundamentos de Sistemas de Información geográfica* Bogotá. 2012.
- ITSA Metodologías De Desarrollo De Software. Canada: Editorial Canada Pen. 2008.
- J. A. GUEVAR, Esquema Metodológico para el diseño e implementación de un sistema de información geográfico.
- LONGLEY PAUL A., GOODCHILD MICHAEL F., MAGUIRE DAVID J., RHIND DAVID W.; *Geographic Information Systems and Science* Ed. Wiley. ESRI PRESS. 2005
- LUJAN MORA SERGIO, Programación de aplicaciones web: historia, principios y clientes web. Editorial Club Universitario (Alicante) España 2002.
- MANCEBO QUINTANA, S.; ORTEGA PÉREZ, E.; VALENTÍN CRIADO, A. C.; MARTÍN RAMOS, B.; MARTÍN FERNÁNDEZ, L. Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental. Madrid, España. 2008
- MAURICIO GALLEGOS, L. R. Sistemas de información geográfica para la optimización de la administración pública. Universidad de los Andes – Facultad de Ingeniería, Bogotá. 2006.



- MESA GIRALDO, Samuel Fernando. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web para el análisis espacial y temporal de las finanzas del Reino de Castilla en el siglo XVI.
- MIKE KEITH, MERRICK SCHINCARIOL. Pro JPA 2. Apress. 2013.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Ficha Metodológica SIG municipales. 2013.
- OGC, Making Location Count. 2013.
- PEÑA LLOPIS, Juan. Sistemas de Información Geográfica aplicadas a la gestión del territorio. Alicante (España). Club Universitario, 2006. 3 p. ISBN 81-8454-193-1
- PETER A. PILGRIM. Java EE 7 Developer Handbook. Packt Publishing. 2013
- PERFETTI, JUAN JOSÉ; BALCÁZAR, ÁLVARO; HERNÁNDEZ, ANTONIO; LEIBOVICH, JOSÉ. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia, SAC & FEDESARROLLO, Bogotá, 2013
- ROGER S PRESUMAN. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. Sexta Edición. 2005.
- S. RUNQUIST, N. ZHANG Y R. K. TAYLOR «Development of a field level geographic information system,» Computers and electronics in Agriculture, vol. 31, pp. 201-209, Abril 2001.
- SALOMÓN KALMANOVITZ, Aspectos de la agricultura colombiana en el siglo XX. Enrique López Enciso. Bogotá, 2005.
- SERGIO LUJÁN MORA. *Programación de aplicaciones web*. Alicante, España: Editorial Club Universitario. 2001.
- Telecentro Regional en Tecnologías Geoespaciales, IGAC, Fundamentos de sistemas de información geográfica. Bogota-2014.
- TOMLINSON, ROGER. Pensando en el SIG, Planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes, Tercera edición, EE.UU. 2007.
- TORRES, M. Análisis espacial por medio de un sistema de información geográfica distribuido. Revista Digital universitaria UNAM. 2011

YEUNG, ALBERT K. W. & HALL, G. Brent Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management. The GeoJournal Library Volume 87 2007 ISBN: 978-1-4020-5391-7 (Print) 978-1-4020-5392-4 (Online).

### **Cibergrafía:**

- Vitivinicultura tendrá georeferenciado todos los viñedos del país antes de fin de año.
- Extraído de:  
<http://presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/vitivinicultura-%20tendra-georeferenciados-todos-los-vinedos-del-pais-antes-de-fin-de-año>  
Fecha consulta: Diciembre de 2014.
- El proyecto de investigación: guía para su elaboración. Fidias G. Arias. Caracas, 1999.  
[www.smo.edu.mx](http://www.smo.edu.mx)  
Fecha consulta: Enero de 2015
- Censos Agropecuarios. 2015.  
<http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/censos-agropecuarios>  
Fecha consulta: Febrero de 2015.
- 3er Censo Nacional Agropecuario. 2015.  
<http://www.dane.gov.co/cna2014/index.php/abc-del-censo>  
Fecha consulta: Febrero de 2015.

## ANEXO 1. ANALISIS DE FUNCIONALIDAD DE LA BD

Tabla 3. Análisis de funcionalidad Lote Análisis

Estructura :		LoteAnálisis		ANALISIS FUNCIONAL					
Pk	Atributos	1	2	3	Funcional?	Transitivo?	Desvinculado?	No Funcional	Derivable
Id_lote	Descr_Taxonomica_lote	s	s	s	s	n	n	n	n
	AREA :	s	s	s	s	n	n	n	n
	ID PREDIO	s	s	s	s	n	n	n	n
	CedulaCatastralPredio	n	n	n	n	s	n	n	n
	Nombre_predio	n	n	n	n	s	n	n	n
	AreaPredio	n	n	n	n	s	n	n	n
	Id_vereda	n	n	n	n	s	n	n	n
	NombreVereda	n	n	n	n	n	s	n	n
	Id_corregimiento	n	n	n	n	n	s	n	n
	Nombre_corregimiento	n	n	n	n	n	s	n	n
	ID MUNICIPIO	n	n	n	n	n	s	n	n
	Nombre_municipio	n	n	n	n	n	s	n	n
	Area_municipio	n	n	n	n	n	s	n	s
	Id_dpto	n	n	n	n	n	s	n	n
	Nombre_dpto	n	n	n	n	n	s	n	n
Area_dpto	n	n	n	n	n	s	n	s	

Tabla 4. Análisis de funcionalidad Propiedad Predio

Estructura :		PropiedadPredio		ANALISIS FUNCIONAL					
Pk	Atributos	1	2	3	Funcional?	Transitivo?	Desvinculado?	No Funcional	Derivable
ID PREDIO + Id_proietarioPredio	Nombres_proietario	s	n	n	n	n	n	s	n
	ApellidosPropietario	s	n	n	n	n	n	s	n
	TelefonoPropietario	s	n	n	n	n	n	s	n

Tabla 5. Análisis de funcionalidad Siembra Lote

Estructura :		SiembraLote		ANALISIS FUNCIONAL					
Pk	Atributos	1	2	3	Funcional?	Transitivo?	Desvinculado?	No Funcional	Derivable
Id_lote + AÑO SIEMBRA + MES SIEMBRA	Id_mecanizado	s	s	s	s	n	n	n	n
	Descr_mecanizado	n	n	n	n	s	n	n	n
	Rendimiento	s	s	s	s	n	n	n	n
	Id_tipoRiego	s	s	s	s	n	n	n	n
	Descr_TipoRiego	n	n	n	n	s	n	n	n
	Id_cultivo	s	s	s	s	n	n	n	n
	Descr_cultivo	n	n	n	n	s	n	n	n
	Id_variedad	n	n	n	n	s	n	n	n
Descr_variedad	n	n	n	n	n	n	s	n	

Estructura :		SiembraLote		ANALISIS FUNCIONAL					
Pk	Atributos	1	2	3	Funcional?	Transitivo?	Desvinculado?	No Funcional	Derivable
Id_lote + AÑO SIEMBRA + MES SIEMBRA + Id_estadoFisico	Descr_estadoFisico	n	n	n	n	n	n	s	n

## ANEXO 2. CATALOGO DE OBJETOS

### TEMA

<b>NOMBRE</b>	Oferta Agrícola Municipal	<b>CODIGO</b>	10
<b>DEFINICION</b>	Enmarca los procesos relacionados con el fin de obtener la información espacial y alfanumérica para la determinación de la Oferta Agrícola Municipal		
<b>GRUPOS</b>	Información Piloto		

### GRUPO

<b>NOMBRE</b>	Información Piloto	<b>CODIGO</b>	1010
<b>DEFINICION</b>	Encierra los cinco Municipios en diferentes Departamentos de Colombia en los cuales se tomó información Espacial de Cultivos Permanentes.		
<b>OBJETOS</b>	Departamento Municipio Vereda Corregimiento Predio Propietario LoteAnálisis SiembraLote Cultivo Variedad TipoRecolección TipoRiego TrackSiembra Estado Fisico		

### OBJETOS: DEPARTAMENTO

<b>NOMBRE</b>	Departamento	<b>CODIGO</b>	101001			
<b>DEFINICION</b>	Contiene los 32 departamentos de Colombia geográficamente					
<b>ALIAS</b>	OAMD01					
<b>ATRIBUTOS</b>						
<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>CODIGO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>OBLIGATORIO</b>
iddpto	Id del Departamento según el DANE	10100101	CHAR	No Aplica	3	SI
nomdpto	Nombre del Departamento	10100102	VARCHAR	No Aplica	60	SI
<b>RELACIONES ENTRE OBJETOS</b>						
<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>OBJETOS INCLUIDOS</b>	<b>RELACION INVERSA</b>	<b>CARDINALIDAD</b>		
Departamento-Municipio	Un Departamento tiene uno o mas Municipios	Departamento-Municipio	No Existe	1:N		

### MUNICIPIO

<b>NOMBRE</b>	Municipio	<b>CODIGO</b>	101002			
<b>DEFINICION</b>	Contiene los cinco Municipios de Colombia en los que se realizo el estudio					
<b>ALIAS</b>	OAMM02					
<b>ATRIBUTOS</b>						
<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>CODIGO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>OBLIGATORIO</b>
idmun	Id del Municipio según el DANE	10100201	CHAR	No Aplica	5	SI
dptomun	Id del Departamento del Municipio	10100202	CHAR	No Aplica	3	SI
nommun	Nombre del Municipio	10100203	CHAR	No Aplica	70	SI
<b>RELACIONES ENTRE OBJETOS</b>						
<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>OBJETOS INCLUIDOS</b>	<b>RELACION INVERSA</b>	<b>CARDINALIDAD</b>		
Municipio - Vereda	Un Departamento tiene uno o mas Municipios	Municipio-Vereda	No Existe	1:N		

## CORREGIMIENTO

NOMBRE	Corregimiento	CODIGO	101003			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los corregimientos correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMC03					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idcorre	Id del corregimiento donde se encuentra el predio	10100301	CHAR	No Aplica	10	si
nomcorre	nombre del corregimiento	10100302	VARCHAR	No Aplica	70	si
muncorre	Id del municipio del corregimiento	10100303	CHAR	No Aplica	5	SI
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Corregimiento Vereda	Un corregimiento tiene uno o mas veredas	Corregimiento-Vereda	No Existe	1:N		

## VEREDA

NOMBRE	Vereda	CODIGO	101004			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de las veredas correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMV04					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idvereda	Id de la vereda donde se encuentra el predio	10100401	CHAR	No Aplica	10	si
correvereda	Id del corregimiento de la vereda	10100402	CHAR	No Aplica	10	si
nomvereda	Nombre de la vereda	10100403	INTEGER	No Aplica	-	SI
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Vereda-Predio	Una Vereda tiene uno o mas Predios	Vereda Predio	No Existe	1:N		

## PREDIO

NOMBRE	Predio	CODIGO	101005			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los predios en los que se encuentran los cultivos correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMP05					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idpredio	Id del predio	10100501	CHAR	No Aplica	10	si
nompredio	Nombre del predio	10100502	VARCHAR	No Aplica	70	si
cedcatpredio	Cedula Catastral del Predio	10100503	CHAR	No Aplica	20	si
areapredio	Area del predio	10100504	DECIMAL	No Aplica	(15,2)	si
verepredio	Id de la vereda del predio	10100505	CHAR	No Aplica	10	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Predio-Lote analisis	Un Predio puede tener uno o mas Lotes de cultivo	Predio,Lote analisis	No Existe	1:N		
Predio-Propietario	Un Predio puede tener varios propietarios	Predio,Propietario	Un propietario puede tener varios predios	N:N		

## PROPIETARIO

NOMBRE	Propietario	CODIGO	101006			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los propietarios en los que se encuentran los cultivos correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMP06					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idpropi	Identificacion del propietario	10100601	VARCHAR	No Aplica	12	si
nombrespropi	Nombre del propietario del predio	10100602	VARCHAR	No Aplica	70	si
apellidospropi	Apellidos del propietario del predio	10100603	VARCHAR	No Aplica	70	
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Propietario-Predio	Un propietario puede tener varios predios	Propietario, Predio	Un Predio puede tener varios propietarios	N:N		

## LOTE ANALISIS

NOMBRE	Lote Analisis	CODIGO	101007			
DEFINICION	Informacion Espacial y Alfanumerica de los lotes en los que se encuentran los cultivos correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMLA07					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idlote	Id del lote	10100701	VARCHAR	No Aplica	10	si
prediolote	Identificacion del predio del lote Cultivado	10100702	CHAR	No Aplica	10	si
descrlote	Descripcion del lote	10100703	VARCHAR	No Aplica	45	si
arealote	Area del Lote	10100704	DECIMAL	No Aplica	12,2	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Lote analisis -Siembra lote	Un lote puede tener varias siembras	Lote analisis, Siembra lote	no existe	1:N		

## SIEMBRA LOTE

NOMBRE	Siembra Lote	CODIGO	101008			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de las siembras en los que se encuentran los cultivos correspondientes a los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMSL08					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idsiembra	Identificacion de la siembra	10100801	CHAR	No Aplica	8	si
fechasiembra	Fecha en que se siembra	10100802	DATE	No Aplica		
rendisiembra	Rendimiento medido en numero de Tonelada por Hectaria	10100803	DECIMAL	Tm/Ha	10,2	
lotesiembra	Identificacion del lote que se siembra	10100804	VARCHAR	No Aplica	10	
cultisiembra	Identificacion del cultivo sembrado	10100805	CHAR	No Aplica	3	si
riegosiembra	Tipo de riego de la siembra	10100806	CHAR	No Aplica	2	si
recolsiembra	Tipo de recoleccion estimado	10100807	CHAR	No Aplica	1	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Lote siembra Track siembra	Un lote siembra tiene varios track de seguimiento	Lote siembra, Track siembra	no existe	1:N		

## CULTIVO

NOMBRE	Cultivo	CODIGO	101009			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los diferentes cultivos georreferenciados en los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó					
ALIAS	OAMC09					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idcultivo	Id del cultivo sembrado en el lote	10100901	CHAR	No Aplica	3	si
descrcultivo	Descripcion del cultivo sembrado en el lote	10100902	VARCHAR	No Aplica	45	si
varicultivo	Identificacion de la variedad en el cultivo	10100903	CHAR	No Aplica	3	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Siembra lote - Cultivo	Un cultivo puede tener varias siembras	Lote analisis, cultivo	no existe	1:N		

## VARIEDAD

NOMBRE	Variedad	CODIGO	101010			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de las diferentes variedades encontradas en los cultivos, en los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó.					
ALIAS	OAMV10					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idvariedad	Id de la variedad sembrada en el lote	10101001	CHAR	No Aplica	3	si
descrvariedad	Descripcion de la variedad del cultivo sembrado en el lote	10101002	VARCHAR	No Aplica	45	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Variedad - Cultivo	Una Variedad puede pertenecer a varios cultivos	Variedad, Cultivo	no existe	1:N		

## TIPO RECOLECCION

NOMBRE	Tipo Recoleccion	CODIGO	101011			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los diferentes tipos de recoleccion encontrados en los cultivos, en los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó.					
ALIAS	OAMR11					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idtipreco	Id del tipo de recoleccion usado en la cosecha del cultivo	10101101	CHAR	No Aplica	1	si
destipreco	Descripcion de la variedad del cultivo sembrado en el lote	10101102	VARCHAR	No Aplica	45	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Tipo Recoleccion - Siembra Lote	Un Tipo de recoleccion Tienen varios Siembra lote	Tipo Recoleccion, Siembra Lote	no existe	1:N		

## TIPO RIEGO

NOMBRE	Tipo Riego	CODIGO	101012			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica de los diferentes tipos de riego encontrados en los cultivos, en los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó.					
ALIAS	OAMTR12					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idtiporigo	Id del tipo de riego usado en el cultivo	10101201	CHAR	No Aplica	2	si
desctiporigo	Descripcion del tipo de riego empleado en el cultivo	10101202	VARCHAR	No Aplica	45	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Tipo Riego - Siembra Lote	Un Tipo de Riego Tienen varios Siembra lote	Tipo Riego, Siembra Lote	no existe	1:N		

## TRACK SIEMBRA

NOMBRE	Track Siembra	CODIGO	101013			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica para el seguimiento de las siembras realizadas en los lotes de los cultivos, en los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó.					
ALIAS	OAMTS13					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
Tracksiembra	Id del seguimiento a la siembra	10101301	CHAR	No Aplica	8	si
Trackfisico	Id del estado fisico del seguimiento a la siembra en el lote	10101302	CHAR	No Aplica	3	
Trackfecha	Fecha de seguimiento a la siembra	10101303	DATE	No Aplica		si

## ESTADO FISICO

NOMBRE	Estado Fisico	CODIGO	101014			
DEFINICION	Informacion Alfanumerica del estado fisico de la siembra en los cultivos para los municipios de Roldanillo, Lejanias, Iles, Tello y Piendamó.					
ALIAS	OAMEF14					
ATRIBUTOS						
NOMBRE	DEFINICION	CODIGO	TIPO DE DATO	UNIDAD DE MEDIDA	LONGITUD	OBLIGATORIO
idestadofisico	Identificacion Correspondiente al estado fisico del cultivo en el momento de levantamiento del lote de cultivo	10101201	CHAR	No Aplica	2	si
desestadofisico	Descripcion que Corresponde al estado fisico del cultivo en el momento de levantamiento del lote de cultivo	10101202	CHAR	No Aplica	45	si
RELACIONES ENTRE OBJETOS						
NOMBRE	DEFINICION	OBJETOS INCLUIDOS	RELACION INVERSA	CARDINALIDAD		
Estado Fisico Tracksiembra	Un Estado Fisico de cultivo Tienen varios Track de seguimiento	Estado Fisico Tracksiembra	no existe	1:N		