

# SIGBMA

## SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA DETERMINACION DE BIOMAS MODIFICADOS POR ACCION NATURAL O ANTROPICA

por

Leyla J. García\*

### Resumen

**García, Leyla J.:** Sigbma. Sistema de información geográfica para la determinación de biomas modificados por acción natural o antrópica

Los SIG (Sistemas de Información Geográfica) proveen elementos útiles para el desarrollo de aplicaciones computables para la conservación ambiental. Aquí se muestra un sistema que permite la generación de coberturas vegetales a partir de modelos teóricos y la comparación para el establecimiento de modificaciones en los biomas presentes. Inicialmente se presenta una breve reseña de los SIG tras lo cual se describe SIGBMA, con sus partes y su funcionamiento.

### Introducción

La conservación del medio ambiente es un tema de interés general y la informática tiene la posibilidad de realizar grandes aportes en este campo; sin embargo, en Colombia poco se ha aprovechado tal tecnología.

Las herramientas computacionales actuales permiten desde la visualización hasta la simulación. Es posible desarrollar aplicaciones que muestren la localización de las especies animales y vegetales de una zona, aporten elementos útiles para la toma de decisiones en parques y reservas naturales, presenten el comportamiento de un desastre natural y su avance en el tiempo, etc.

SIGBMA, la aplicación que nos ocupa encaja en la descripción del segundo grupo. Esta herramienta está diseñada para definir zonas de vida - biomas - e indicar qué fenóme-

no de modificación se presenta (i.e. erosión, formación de sabanas y desiertos etc.); esto a partir de modelos teóricos que señalen la distribución de los biomas de acuerdo con variables climáticas o de altitud y coberturas de biomas reales (obtenidos mediante fotografía aérea, imágenes de satélite o digitalización de mapas). La determinación de estas zonas es de gran utilidad para las autoridades ambientales en la toma de decisiones que permitan reducir la alteración del medio biótico. Para el caso de SIGBMA se ha utilizado como zona piloto el Parque Nacional Natural Chingaza.

### SIG: Sistemas de información geográfica

Existen diferentes acepciones sobre los SIG pero la definición que nos atañe es la siguiente: Los SIG son herramientas computacionales y aplicaciones informáticas que proveen facilidades para el análisis de información geográfica, espacial o geo-referenciada.

Un SIG maneja datos tanto alfanuméricos como espaciales, siempre ligados por referirse a algún lugar

\* Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Sistemas y Computación.

localizable mediante un par de coordenadas cartesianas o por la longitud y latitud. Los primeros pueden ser el nombre de una localidad, el área de una zona o alguna característica que se considere relevante. El segundo tipo de datos se distingue por presentar una posición, absoluta o relativa, y por tener un tipo que, en cierta forma lo describe; los tipos existentes son: Punto, línea, polígonos o áreas y superficies continuas. Los datos espaciales pueden ser integrados al sistema de varias maneras; entre las más conocidas se encuentran las siguientes: Digitalización de mapas, levantamientos topográficos, fotografía aérea e imágenes de satélite (estos dos últimos copiados por un escanógrafo).

Vale la pena mencionar que los SIG no necesariamente trabajan solos, pueden ser combinados con modelos matemáticos o con "Sistemas Expertos". Entre las posibles aplicaciones están: Modelos hidrológicos, manejo de infraestructuras, planeación de puentes, prevención de desastres, conservación de recursos y especies, etc.

### Utilización de modelos teóricos y determinación de biomas modificados

La determinación de la modificación en los ecosistemas y biomas de un parque se puede realizar mediante comparación de las coberturas vegetales teóricas y reales. Para realizar este proceso es necesario identificar con anterioridad los biomas presentes y las alteraciones que se pueden presentar; además es necesario conocer los factores bióticos y ambientales, son relevantes para la caracterización de un bioma.

Las coberturas vegetales reales deben ser incorporadas al sistema en tanto que las teóricas deben ser generadas a partir de modelos que describan la distribución de los biomas de acuerdo con una variable.

### Generación de coberturas teóricas

La generación de coberturas teóricas se realiza mediante la definición de un modelo teórico y una cobertura base que indique el comportamiento de éste dentro del parque; son necesarios sólo algunos puntos para este proceso.

Un modelo teórico es una tabla que indica los rangos en los cuales se encuentra un bioma según una variable climática o altitudinal. Por ejemplo, si se desea obtener una cobertura teórica para la temperatura, es necesario definir una tabla como la siguiente:

### Temperatura

Bioma	Cota Mínima	Cota Máxima
Selva	20°C	30°C
Bosque	12°C	20°C
Páramo	5°C	12°C

Figura 1. Modelo Teórico

Adicionalmente, debe existir una cobertura que incluya la temperatura para algunos puntos, una red de estaciones climáticas es la indicada para este caso.

De acuerdo con el modelo teórico y la cobertura de base, se realiza la generación de la cobertura teórica que muestra la distribución de los biomas definidos según los datos suministrados.

El ejemplo anterior ilustra la obtención de una cobertura teórica a partir de una variable; sin embargo, es posible generar coberturas para varias variables o para todas las variables que se estén considerando. En estos dos casos es indispensable tener un modelo de decisión que indique qué hacer si de acuerdo con una variable existe un bioma y según otra variable existe otro distinto. Este modelo de decisión puede tomar en cuenta la fecha de las coberturas y otros aspectos que el jefe del parque considere relevantes; tal información debe haber sido definida con anterioridad y almacenada en una tabla.

### Determinación de biomas modificados

El proceso de determinación de un bioma modificado se realiza, esencialmente, por comparación; esta comparación se puede hacer contra lo que indica la teoría u observando una misma zona en diferentes momentos en el tiempo. Para este tipo de comparación es necesario tener dos coberturas vegetales, el resultado es un mapa que indica qué zonas han sido modificadas y qué tipo de transformación ha sufrido cada zona.

Una comparación contra la teoría puede tener en cuenta diversas variables, éstas pueden referirse a la altitud o al clima, generando así diferentes posibilidades de modificación dentro de una zona. Las coberturas requeridas para este proceso son una teórica, generada a partir de uno o varios factores determinantes, y una cobertura vegetal real. El segundo tipo de comparación, precisa de dos coberturas vegetales reales correspondientes a diversos momentos. Puede ayudar a identifi-

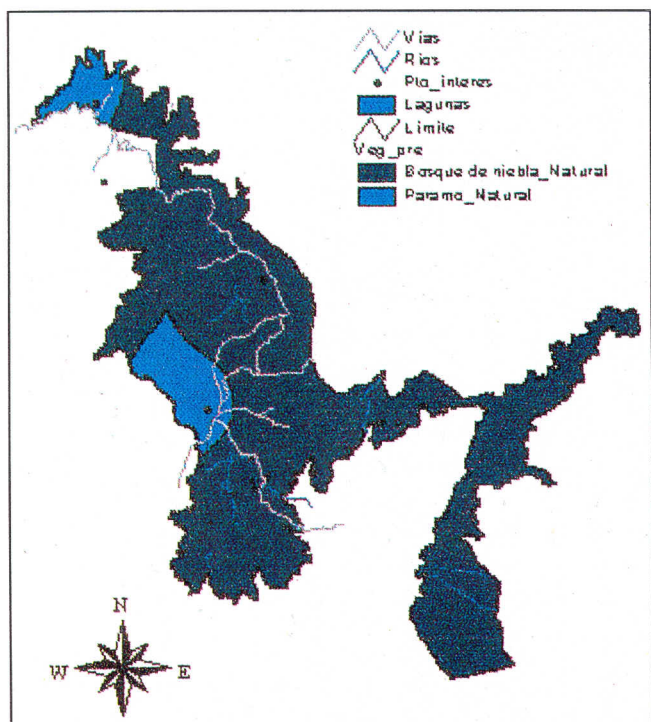


Figura 2. Cobertura teórica a partir de la Precipitación<sup>1</sup>

car qué zonas están sufriendo transformaciones dentro del parque, en el caso de este estudio el Parque Natural Chingaza.

## SIGBMA

El objetivo principal de este sistema es aportar elementos que le permitan al jefe de un parque o reserva natural tomar decisiones para la conservación de los biomas y la reducción de la alteración de los biomas dentro de su parque. Lo anterior se logra mediante la generación de coberturas conforme a un modelo teórico y la comparación de coberturas vegetales reales y teóricas.

SIGBMA presenta una interfase gráfica de sencillo manejo no sólo para la información alfanumérica sino también para las coberturas; estas son observadas a través de vistas que presentan información general (hidrografía, puestos de control, vías, etc.) y específica (la cobertura misma). El sistema permite manejar varias ca-

tegorías de usuarios y restricciones sobre el acceso de cada una a las distintas posibilidades que contiene la aplicación. El sistema se encuentra dividido en 4 módulos a saber: Manejo de la Base de Datos, Generación de Coberturas, Comparación de Coberturas y Seguridad. A continuación se describe cada uno identificando las funciones que ofrece:

- Manejo de la Base de Datos: Este módulo permite la adición eliminación y consulta de la información que el sistema almacena. Esta información es:
  - Biomas: información, nombre y descripción de los biomas.
  - Fenómenos: modificaciones posibles, (indica el nombre, el bioma inicial y el bioma final). Coberturas: detalles de las coberturas manejadas, nombre, ubicación, clase (base, vegetal, comparación, teórica), vista (nombre que la identifica para la visualización del mapa correspondiente), fecha de la información, etc.
  - Modelos teóricos: tablas que indican los rangos en los que se hallan los biomas de acuerdo con alguna variable).
  - Variables determinantes: variables climáticas y altitud, (se guarda el nombre y la prioridad con respecto a las demás).
  - Tablas de seguridad: aparte de la categoría de usuario y los usuarios mismos, también se almacenan los permisos de acceso para cada categoría de usuario).
- Generación de Coberturas: Este módulo permite la generación de coberturas a partir de modelos teóricos ya definidos. Se pueden generar coberturas simples, (una variable), compuestas, (varias variables), y totales, (todas las variables definidas en el sistema).
- Comparación de Coberturas: La comparación se puede realizar entre una cobertura vegetal real y otra real o teórica. La cobertura que se obtiene indica los biomas y la modificación que se presenta de una cobertura a otra; para esto se tiene en cuenta la fecha de determinación de las coberturas, (se toma como bioma resultado el de fecha más reciente, y teniendo en cuenta el de fecha más lejana, se determina el fenómeno de modificación).
- Seguridad: La seguridad manejada por el sistema se realiza definiendo varias categorías de usuario y res-

<sup>1</sup> La cobertura corresponde al PNN Chingaza y los datos de la precipitación para esta generación son datos de prueba.

tringiendo su acceso a los otros módulos. Cada usuario tiene una identificación y una palabra clave para acceder al sistema; ésta última puede ser cambiada por el usuario o por el administrador del sistema. SIGMA tiene definidas cinco categorías de usuario:

- Administrador del Sistema: Se encarga del mantenimiento y de la seguridad.
- Administrador del Parque: Tiene acceso a todos los módulos del sistema excepto al de Seguridad. Es el encargado del manejo de la información y de las coberturas.
- Guardabosque Administrativo: Pueden generar coberturas, compararlas y visualizarlas. También pueden consultar la información.
- Guardabosque Operativo: Realiza consultas y visualización.
- Visitantes: Pueden realizar consultas de la información almacenada y visualizar coberturas.

La interface de SIGMA, el manejo de la base de datos y la seguridad fueron desarrollados en *Avenue*, lenguaje de programación de *Arcview* y la generación y comparación de coberturas fue implantada en *AML*, lenguaje de programación de *Arc-Info*<sup>2</sup>. La aplicación fue desarrollada como tesis de pregrado para Ingeniería de Sistemas y Computación en la Universidad de los Andes y su versión es la 1.0.

## Resultados y mejoras

### Resultados

El Sistema que se ha desarrollado presenta una interface de fácil utilización para el usuario; ésta le permite interactuar con la herramienta por medio de botones o de menús y a través de diálogos que facilitan el manejo de la base de datos y de las coberturas incorporadas. Aún más; esta herramienta ofrece varias alternativas útiles al momento de tomar decisiones sobre las zonas de vida de un parque natural, un aspecto de vital importancia dentro de estas áreas.

Por medio de Sistema es posible visualizar los cambios sufridos por los biomas de una zona; estos cambios se pueden observar a través de la comparación de

coberturas vegetales tanto teóricas como reales. La comparación de coberturas teórica contra reales permite establecer los cambios sufridos por los biomas a partir de su estado natural, en tanto que la comparación de cobertura vegetales reales ofrece la posibilidad de identificar las zonas más alteradas con el paso del tiempo.

Otro aspecto de gran interés es la posibilidad de alimentar el Sistema con datos teóricos que permitan el modelaje de una zona en un futuro. El Sistema permite crear modelos teóricos y éstos pueden estar basados en estudios que indiquen los cambios de variables climáticas e hipsográficas dentro de algunos años, teniendo en cuenta diversos fenómenos como la elevación de la temperatura, la destrucción de la capa de ozono, el efecto invernadero, etc. Estos modelos se pueden observar, pudiendo tener una imagen del parque en un futuro, lo cual resulta útil a la hora de tomar decisiones sobre el tratamiento y la protección de los biomas actuales.

Por otra parte, es posible manipular todos los datos del Sistema que permite la adición, consulta y eliminación para cada una de las tablas existentes, garantizando siempre la consistencia de la base de datos. En cuanto a la información gráfica, no sólo se guarda la relacionada directamente con las coberturas, sino también información alfanumérica adicional que permite obtener datos de interés de los mapas almacenados, tales como sus fechas y el origen de la información.

Finalmente, el Sistema presenta varios niveles de acceso de acuerdo con la categoría del usuario, lo cual permite manejar la seguridad y evitar la modificación de la información almacenada por personas no autorizadas.

### Posibles mejoras y ampliaciones

A pesar de ser ya una herramienta de gran utilidad para el manejo de los biomas y sus modificaciones, existen algunas ampliaciones que incrementarían el desempeño del Sistema y lo complementarían. A continuación se presentan algunas sugerencias al respecto:

- Comparación con Coberturas no Vegetales: Las coberturas vegetales manejadas por el Sistema podrían ser comparadas con coberturas que indiquen la densidad de uso de la tierra, el tipo de propiedad, la presencia institucional, problemas de orden público, etc. Este tipo de comparaciones mostraría posibles causas para la modificación de los biomas, siendo esto muy útil para la toma de decisiones y para la organización de planes de protección para las diferentes zonas.

<sup>2</sup> *Arcview* y *Arc-Info* son productos licenciados de software para desarrollo de SIG de la casa ESRI.

- **Adición de Información Vegetal:** La información que se tiene acerca de los biomas no ofrece ningún detalle sobre la vegetación característica y esto podría ser adicionado, no sólo a nivel alfanumérico sino por medio de imágenes y fotografías de las zonas y de las plantas allí presentes.
- **Modelo de Simulación Teórica:** Sería de gran interés al añadir un componente de inteligencia artificial a este Sistema, lo que permitiría el diseño de modelos teóricos a partir de estudios climáticos y hipsográficos. Igualmente podría ser añadido un sistema de simulación para desastres naturales como incendios o, deslizamientos que muestre la recuperación de la vegetación en el tiempo y bajo diversas acciones (reforestación, muros de contención, etc.) que puedan ser tomadas por los directivos del Parque.

Las anteriores son tan sólo algunas de las posibles ampliaciones del Sistema, pero debido a la importancia del tema ecológico y a las numerosas posibilidades que ofrecen los SIG, con seguridad existen mejoras que podrían ser incluidas y aplicadas.

## Conclusiones

- El Sistema permite la visualización de los biomas y de sus modificaciones para la toma de decisiones sobre la protección y conservación de los mismos; igualmente, mantiene información relevante para su manejo. Lo anterior es de vital importancia en el cuidado de las áreas protegidas y de las reservas naturales, y es de gran utilidad para su manejo y para la conservación del medio ambiente.
- El Sistema presta su mayor utilidad al administrador del Parque; sin embargo, existen otros tipos de usuarios que pueden disfrutar de las diferentes alternativas ofrecidas.
- Es necesario promover estudios sobre los diferentes biomas existentes en nuestro país. El conocimiento de las zonas de vida es primordial al momento de desarrollar sistemas que de un u otra forma los involucren.
- Los SIG ofrecen grandes posibilidades para la administración del medio ambiente y sus recursos; debido a esto, es fundamental fomentar el desarrollo de este tipo de sistemas.