

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO DE ARBOLADO URBANO

Tomás Martínez-Trinidad y Lisbet Islas-Rodríguez

Resumen

Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten la captura, recuperación, y análisis de la información con la ventaja de que la información se encuentra geográficamente referenciada. Los SIG tienen diferentes usos en los bosques urbanos tales como la ubicación de árboles, el estudio de los beneficios del arbolado urbano, y el desarrollar un plan de manejo para el arbolado. Actualmente, los SIG permiten tener una precisión aceptable en la incorporación de información de inventarios. La característica de los SIG de almacenar y analizar la información a través de diferentes capas temáticas de información permite su adaptación a los requerimientos del estudio de ambientes urbanos. Imágenes de satélite y SIG han sido también usadas en el estudio de cambios de uso de suelo y crecimiento de la mancha urbana. Por otro lado, los SIG han ayudado a analizar los beneficios de bosques urbanos como ahorro de energía, recreación, reducción de contaminación, y reducción de islas de calor. De hecho, los SIG se han convertido en una herramienta importante en la planeación del manejo de arbolado urbano.

Palabras clave: SIG, bosques urbanos, GPS, aplicaciones de SIG

Abstract

The geographic information systems (GIS) allow storing, retrieving, and analyzing information that is spatially referenced to the earth. The SIG has different uses in urban forest such as the location of trees, urban tree benefit studies, and the development of urban forest management plans. Recently, GIS has a considerable data precision when used in inventories. The fact that GIS stores and analyzes information using different information layers allows its implementation in the study of urban environments. Satellite images and GIS have been used in the study of land use change and sprawl. Besides, GIS has been used in the analysis of forest benefits such as energy savings, recreation, reduction in pollution, and reduction of heat islands. In fact, GIS has become an important tool in planning the management of trees in urban environments.

Keywords: GIS, urban forest, GPS, GIS applications.

Introducción

El crecimiento de áreas urbanas ha incrementado el interés por estudiar y manejar el arbolado y la vegetación en las ciudades. El manejo y estudio de bosques urbanos requiere de diversas herramientas tecnológicas que faciliten el análisis de los diversos factores naturales y de carácter antropogénico de este tipo de ambientes (Kane y Ryan, 1998). El inventario de arbolado es información base necesaria para el manejo del arbolado, pero la toma de datos tiende a ser complicada por la diversidad y número de especies en bosque urbanos. El uso de mapas ha sido una herramienta fundamental en el manejo y planeación de áreas verdes viéndose mejorado con la incursión de nuevas herramientas y sistemas de cómputo como los sistemas de información geográfica (SIG). De hecho, arboristas y dasonomos urbanos desde sus inicios exploraron la posibilidad de incorporar dichas herramientas tecnológicas en el manejo de bosques urbanos (Colberg, 2003). Al mismo tiempo, geoposicionadores satelitales (GPS) e imágenes de satélite fueron integrados en el uso de los SIG's, lo que ha permitido a dasonomos urbanos analizar y obtener información de manera rápida y menos costosa (Grove y Hohmann, 1992).

Los SIG son usados en dasonomía urbana como una herramienta que permite generar y actualizar información de manera eficiente. Uno de los primeros usos de los SIG fue para generar inventarios con la opción de manejo de la información de una manera rápida y fácil. Con el mejoramiento de los SIG y sus componentes, la ubicación y localización de árboles en ambientes urbanos puede ser muy precisa (Kane y Ryan, 1998). Por lo que el uso de los SIG's en el estudio y manejo de arbolado urbano se ha incrementado al grado de permitir el estudio de las islas de calor en las ciudades así como los beneficios

de los árboles en las ciudades (Basnyat, 2000; Dwyer y Miller, 1999). El propósito de este artículo es proporcionar una visión general sobre el uso de SIG en el manejo y estudio de bosques urbanos.

Antecedentes

Los sistemas de información geográficos (SIG o GIS, su acrónimo en inglés) pueden definirse como un sistema de cómputo que almacena, recupera, transforma y despliega información que describe lugares en la superficie de la tierra y que se encuentra geográficamente referenciada (Burroughs, 1987). Un SIG puede mostrar y analizar la información en capas temáticas (ejemplo, tipo de suelo, arbolado, pendiente, etc.), lo que permite un análisis de múltiple criterio. En la actualidad existen diversos programas (software) de SIG.

La información espacial es una representación de las características del mundo real, la cual generalmente se representa en los SIG de manera vectorial o raster. Los vectores son la representación de las características a través del uso de puntos, líneas, o polígonos, mientras que raster es información compuesta de células homogéneas (píxeles) que son aplicadas en imágenes de satélite (Heywood et al., 1998). Los datos espaciales consideran la localización geográfica de los elementos mientras que datos no espaciales o atributos se refiere a características de los elementos como especies, tamaño, nombre de la calle. Los sistemas de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) permiten la ubicación y localización de elementos como arbolado, calles, y edificios en los ambientes urbanos, información que posteriormente puede ser incorporada a un SIG.

Por otro lado, la dasonomía urbana es considerada como el manejo del arbolado que ha sido plantado o establecido en áreas urbanas o suburbanas (Harris et al., 2004).



El término también incluye otros elementos de las áreas urbanas como el manejo sustentable, plantaciones, protección, mantenimiento, cuidado, áreas verdes, y recursos relacionados dentro y alrededor de las ciudades y comunidades para obtener los beneficios económicos, ambientales, sociales y de salud pública (Blouin y Comeau, 1993).

A través del tiempo, la gente ha usado mapas para almacenar y analizar la información, así como generar información adicional para el manejo de los recursos naturales. Con el tiempo, los mapas fueron teniendo mejor precisión con la implementación de fotografías aéreas, aunque el análisis de la información era aún limitada. El uso de computadoras fue de gran importancia en el manejo de datos espaciales a través del uso de los SIG (Miller, 2007). La ventaja de los SIG fue permitir el uso y análisis de diferentes capas de información espacial (mapas temáticos) de tal manera que la información sea almacenada, generada y recuperada fácilmente (Kane y Ryan, 1998).

La dasonomía urbana ha tomado mayor importancia debido al incremento de los asentamientos urbanos en las últimas décadas. De acuerdo al censo de las naciones unidas, alrededor del 50% de la población del mundo actualmente vive en ciudades y dicho número incrementará a más del 65% para el 2010. Esta situación ha traído impactos en los recursos naturales debido a que el incremento urbano ha provocado un deterioro del ambiente. Por lo tanto, herramientas como los SIG se han incorporado en el análisis y monitoreo de esta situación. La incorporación de los SIG en inventarios y manejo de arbolado urbano aumentó en algunos países como resultado del apoyo económico de algunos gobiernos (Colberg, 2003). El apoyo se basó en el reconocimiento de los diferentes beneficios

estéticos, ambientales, psicológicos y económicos que provee el bosque urbano. Debido a la diaria interacción entre la gente y los bosques urbanos, arboristas y dasonomos urbanos requieren de acceso fácil y eficiente a la información necesaria para el manejo de tales recursos. De hecho, en algunos países las ciudades han empezado a incorporar el uso de SIG en el manejo y cuidado de las áreas verdes urbanas y para proveer información al público en general.

Aplicaciones de SIG en bosques urbanos

Los SIG tienen un amplio rango de aplicaciones en el estudio y manejo de los bosques urbanos, pero de manera general se describirán considerando tres grupos: inventarios, beneficios y planeación del arbolado urbano.

Inventario de arbolado urbano

El conocer la gran diversidad de especies, tamaño, y distribución del arbolado en los ambientes urbanos requiere de herramientas que permitan el levantamiento y uso de inventarios de una forma fácil y eficiente. El presupuesto requerido para el mantenimiento de bosques urbanos es considerable por lo que las ciudades requieren de un programa exitoso que incluya un inventario del arbolado con información actualizada y suficiente para la planeación y manejo (Colberg, 2003). Los inventarios de arbolado urbano requieren constante actualización para poder proporcionar un análisis preciso de la información, para lo cual los SIG son perfectamente incorporados en los sistemas de actualización. La incursión de SIG en el levantamiento de inventarios ha permitido desarrollar planes de trabajo, identificar problemas, e identificar tendencias de sus

elementos así como de reducir el tiempo requerido en la actualización, producción de mapas, y almacenamiento de información (Grove y Hohmann, 1992).

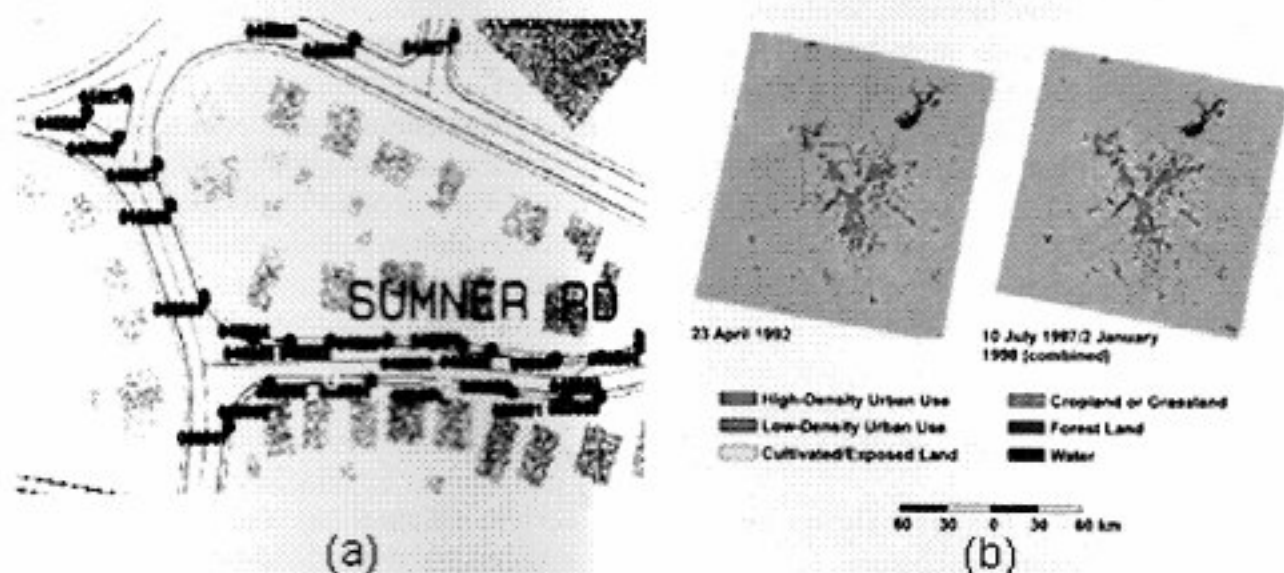


Figura 1. a) Mapu mostrando la localización de arbolado en una ciudad (Kane y Ryan, 1998), y b) Clasificación de usos del suelo en el área metropolitana de Atlanta (Ill. U.) basado en imágenes de tipo Landsat MSS y TM (Yand y Lo, 2002).

La distribución o estructura de los elementos en los ambientes urbanos no limita la incorporación de SIG, por lo que se pueden implementar tanto en toma de datos por calle o por muestreo. La ubicación, localización, e incorporación de información adicional del arbolado al usar un SIG es una de las principales ventajas. El procesamiento de la información se realiza a través de creación de mapas del área de interés, uso de búsquedas, y actualización de la información de una manera práctica y sencilla (Colberg, 2003). La colecta de información de cada árbol puede resultar costosa al inicio, pero la actualización y continuo uso puede disminuir considerablemente la inversión al usar un SIG (Kane y Ryan, 1998).

Todos los componentes de los SIG juegan un papel importante en la implementación de la herramienta en la captura de información. La precisión al ubicar árboles usando GPS ha aumentado a metros e incluso en algunos casos a centímetros dependiendo del tipo de herramienta y las condiciones del sitio. Por ejemplo, la densidad de la vegetación puede afectar la precisión de los datos, pero una vez colectada la información, esta puede contrastarse con fotos aéreas o imágenes de satélite para aumentar la precisión (Heywood *et al.*, 1998). Por otro lado, los SIG permiten realizar búsquedas en la base de datos donde los resultados se encuentran georeferenciados, lo que permite localizar los elementos en campo. Existen diferentes estudios que muestran como se ha usado

SIG en inventarios de calles o parques (Grove y Hohmann, 1992; Miller, 2007; Goodwin, 1996).

Definitivamente, la información de inventarios puede ser utilizada para determinar otros componentes de los sitios urbanos. Por ejemplo, la detección de cambios de uso de suelo en ambientes urbanos ha sido otro de los principales usos de los SIG (Yang y Lo, 2002). Jusoff y Senthavy (2003) usaron SIG y sensores remotos para realizar el inventario y estudio de cambio de uso de suelo usando imágenes de satélite (Landsat Thematic Mapper) y programas SIG (Arc Info y Arc view). Dentro de los resultados, los autores mencionan la ventaja de usar SIG para mejorar la exactitud y reducir tiempo y costo.

Estudio de los beneficios de arbolado urbano

Uno de los objetivos de los dasónomos urbanos fue y ha sido la de mostrar la gran

variedad de beneficios que el arbolado provee en ambientes urbanos para aumentar el apoyo en los programas de dasonomía urbana (Dwyer y Miller, 1999). El uso de los SIG ha ayudado a describir algunas de las características y los beneficios de los bosques urbanos. Por ejemplo, algunos parámetros relacionados con la copa de los árboles y su cobertura usando imágenes de satélite y fotografías aéreas han sido usados para analizar el efecto de las islas de calor o el uso de energía. Otro parámetro ha sido el uso del índice de área foliar como estimador de la cobertura en el estudio de los efectos y beneficios de bosques urbanos (Jensen, 2000). Petit (1994) y Jensen et. al. (2003) estudiaron el uso de los SIG's, fotografías aéreas y toma de datos en campo para determinar la relación entre arbolado urbano y el uso de energía eléctrica mostrando que se puede obtener un ahorro económico (alrededor de US\$ 1 millón) por la presencia de arbolado urbano.

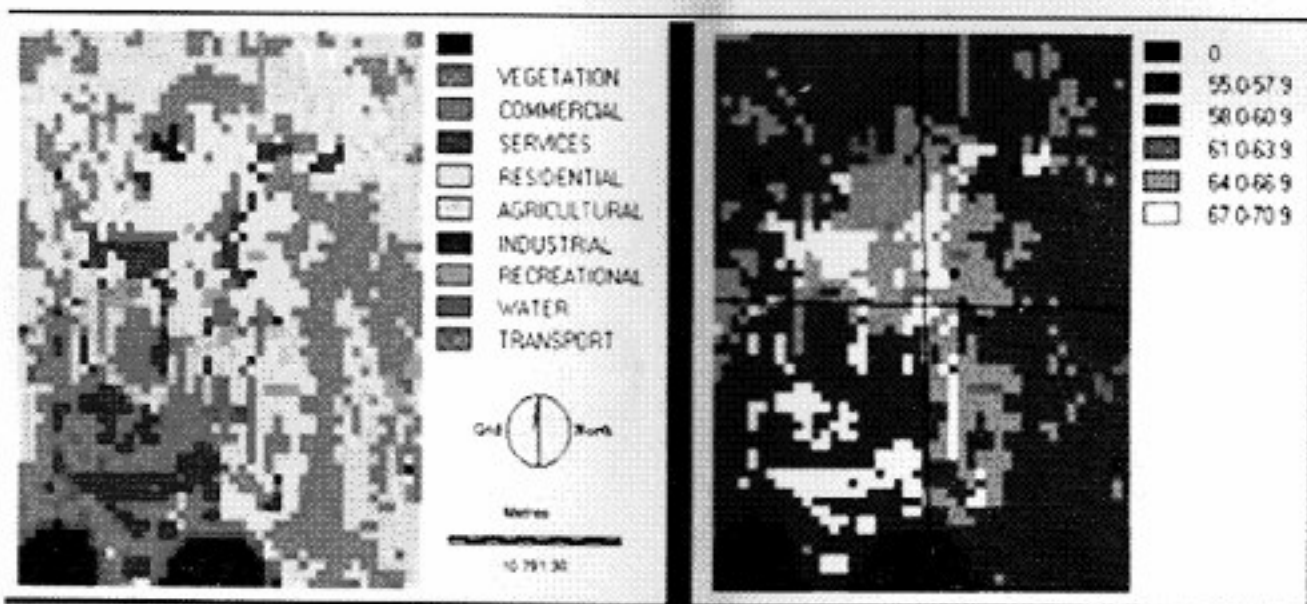


Figura 2. Mapa de uso de suelo e irradiación diaria (Wm^2) de Huntsville, AL (EE. UU) utilizado para el análisis de las islas de calor en las ciudades (Lo et. al., 1997).

SIG's e imágenes de alta resolución infrarrojas han sido usados para estudiar el fenómeno de las islas de calor en las ciudades. Este fenómeno consiste en la presencia de temperaturas altas en lugares urbanos comparados con sus alrededores. Lo *et al.* (1997) usaron imágenes usando el sensor ATLAS (Advanced Thermal Land Applications Sensor) y el índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) para estudiar dicho efecto en ambientes urbanos de Huntsville, AL (EE. UU) encontrando una alta correlación entre la irradiación del tipo de cobertura y la cantidad de vegetación. Por lo que la planeación de ciudades que considera los arreglos espaciales de los tipos de uso de suelo en una ciudad tiene gran impacto en el efecto de islas de calor.

Un beneficio de los bosques urbanos es proveer de áreas de recreación y descanso. Debido a la gran demanda de este tipo de sitios en las ciudades, es importante conocer la cantidad, composición y distribución de estas áreas para los usuarios locales y visitantes. Algunos programas de SIG han sido usados para tratar de cubrir este punto al usarlos en conjunto con video y encuestas para de esta forma monitorear a los diferentes tipos de usuarios de bosques urbanos. Estas herramientas en conjunto se complementan para determinar el flujo de visitantes y minimizar el conflicto entre diferentes grupos (Janowsky y Becker, 2003).

Por otro lado, existe un interés por conservar los bosques remanentes alrededor de las ciudades producto del crecimiento urbano. La preservación de estas áreas es importante no solo por los beneficios ambientales que proveen si no también por los beneficios sociales y estéticos. Un estudio con GIS de áreas remanentes en zonas suburbanas indica que los bosques urbanos y suburbanos

deben ser considerados como un ecosistema integral (Pirnat, 2000). De tal manera, que la construcción de autopistas o grandes complejos deben asegurar la funcionalidad de los bosques y que los procesos de restauración deben de basarse en principios de conservación. Aspectos relacionados con los beneficios que proporcionan los bosques urbanos en la disminución de la contaminación y problemas con tormentas torrenciales han sido también analizados a través del uso de GIS (Basnyat *et al.*, 2000).

Planeación del arbolado urbano

Información sobre la localización de los árboles y los elementos de una ciudad ayudan a desarrollar un plan de manejo para el arbolado de manera adecuada. Dasónomos urbanos requieren identificar las necesidades del arbolado dentro de una ciudad que presentan un sistema biológico y social complejo (Grove y Hohmann, 1992). La incorporación del uso de GIS permite examinar patrones del uso de tierra, propiedad, y vegetación lo que permite a dasónomos urbanos diseñar un plan de manejo para el arbolado urbano (Dwyer y Miller, 1999). Cabe indicar, que el propósito final de usar SIG es desarrollar un plan de manejo de bosques urbanos el cual requiere de un conocimiento integral (Pauleit y Duhme, 2000).

Arboristas y dasónomos urbanos requieren identificar condiciones de riesgo ya que estas representan un problema potencial para la gente y edificios. Greenberg y Bradley (1997) mencionan que un reto importante para la gente que esta a cargo de los recursos forestales es detectar los cambios en el paisaje, identificar la naturaleza del cambio y su importancia. Por lo que los SIG ayudan a obtener un análisis de los ecosistemas desde una perspectiva integral y por ende permiten proponer una mejor planeación (Petit, 1994). El uso

de análisis de gradientes e imágenes de satélite han sido usados en el estudio de zonas urbanas. La información en este tipo de estudio permite enfocarse a problemas de manejo de agua superficial, control de incendios forestales, mantenimiento de hábitat adecuado para la vegetación y fauna, y la planeación de áreas de amortiguamiento y zonas abiertas que permiten dirigir los esfuerzos de mitigación y restauración (Petit, 1994).

Por otro lado, los SIG se han usado para analizar aspectos sociales relacionados a ambientes urbanos. Por ejemplo, Grove y Hohmann (1992) describe un SIG que

relaciona información socioeconómica y biofísica. La interacción con los miembros de la comunidad ayuda a identificar elementos socioculturales, lo que puede transformarse en una capa temática de SIG que considere aspectos como lugares de diversión para niños o programas de parques apropiados. Otro estudio intentó analizar el potencial social de espacios verdes en áreas urbanas en la creación de oportunidades para integrar gentes de diferentes edades, y diferentes grupos sociales al usar programas de computo GIS como ArcView y ArcInfo (Germann-Chiari y Seeland, 2004).

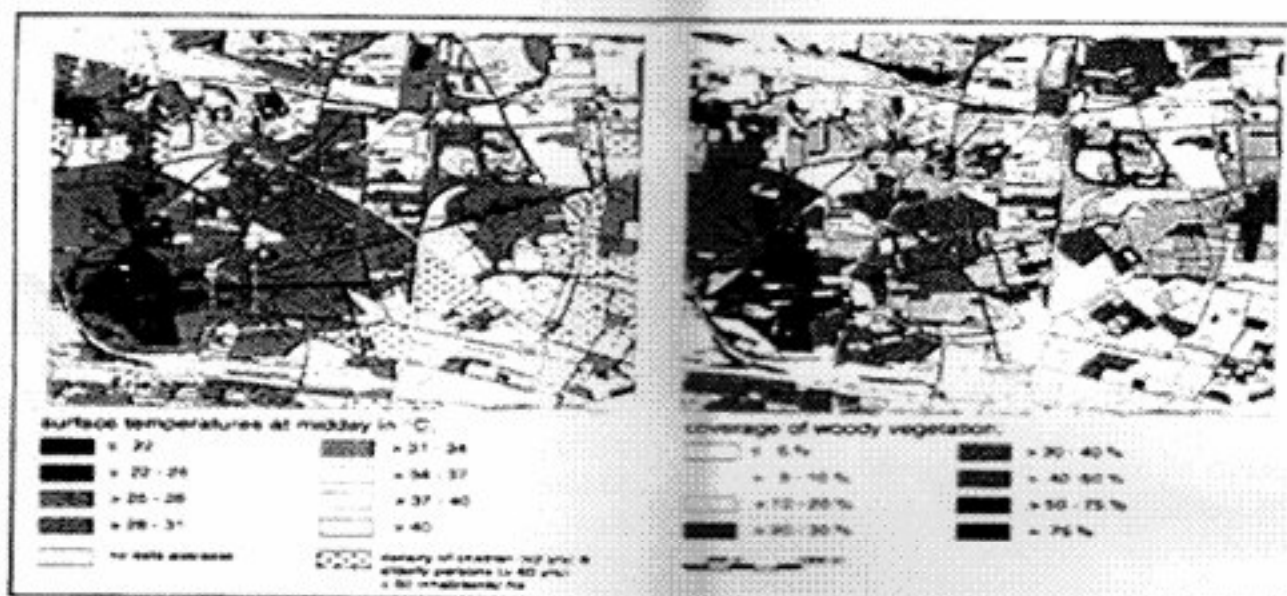


Figura 3. Patrón espacial de temperaturas superficiales y vegetación arbórea en la ciudad de Munich (Pauleit y Duhme, 2000).

Los SIG han sido usados en el desarrollo de planes de manejo para bosque urbanos. Pauleit y Duhme (2000) desarrollaron un GIS para determinar los patrones espaciales y funciones ambientales de los bosques urbanos de la ciudad de Munich. Es importante incorporar los objetivos de un plan de manejo en el proceso de desarrollo urbano para preservar y mejorar los bosques urbanos. En otro ejemplo, SIG fue utilizado en el diseño de un área verde alrededor de la ciudad de Riga, Latvia (Donis, 2003). En dicho estudio, los elementos sociales y leyes fueron considerados en el SIG así como el valor recreacional de los bosques fue calculado y procesado en ArcView con el uso de capas temáticas de información diferente. El manejo de arbolado urbano incluye la ubicación de arbolado en particular, monitoreo de bosques, o manejo del arbolado urbano como un componente de un sistema. Por lo que el arbolado y los bosques urbanos tienen que ser analizados como

parte importante de los ambientes urbanos. Un análisis multicriterio puede ser desarrollado a través de un SIG en la selección de los mejores lugares para ubicar bosques urbanos. Por ejemplo, Van Elegen *et al.* (2002) utilizaron una metodología que considera tres etapas: la exclusión de áreas con restricciones, identificación de áreas apropiadas y selección de áreas factibles.

Programas de SIG y sitios de Internet con herramientas de SIG han sido diseñados para proporcionar herramientas en el manejo de elementos urbanos. Por ejemplo, City Green ® es un software desarrollado para el uso de suelo y desarrollo de políticas de ambientes urbanos. Dicho software analiza corrientes de tormentas, calidad del aire, ahorros de energía, almacenamiento de carbono, y crecimiento de árboles. Dwyer y Miller (1999) usaron el software en un área en Milwaukee encontrando que la presencia de arbolado resultó en un ahorro de US\$126,859 por la reducción del uso del aire acondicionado, además encontraron que la presencia de masas de árboles ayudó a disminuir los volúmenes de corrientes torrenciales. Por otro lado, herramientas del SIG han sido implementados a través del Internet para uso público en algunas ciudades de los Estados Unidos. Dichas herramientas permiten la búsqueda y análisis de información sobre los componentes de las ciudades (www.bryantx.gov, www.estx.gov).

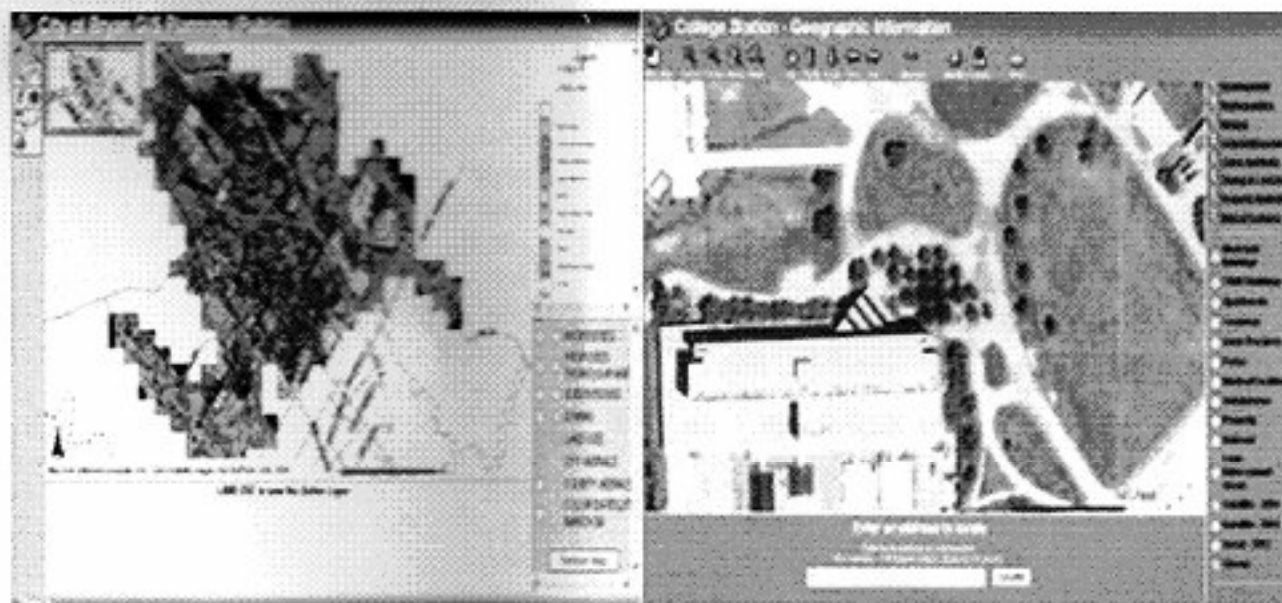


Figura 4. Herramientas de los SIG para la ciudad de Bryan, TX y College Station, TX disponibles para el público en general vía Internet (www.bryantx.gov y www.estx.gov).

Conclusiones

Los sistemas de información geográfica (SIG) tienen un amplio espectro de aplicaciones en bosques urbanos desde ubicando árboles hasta desarrollar un plan de manejo. Las herramientas del SIG permiten tener una precisión aceptable en la incorporación de información de inventarios. Debido a que los SIG realizan el análisis a través del uso de diferentes capas temáticas de información, estos se adaptan perfectamente a los requerimientos en ambientes urbanos. Imágenes de satélite y SIG han sido usadas en el

estudio de cambios de uso de suelo y crecimiento de la mancha urbana. Por otro lado, los SIG han ayudado a analizar los beneficios de los bosques urbanos como ahorro de energía, recreación, contaminación, islas de calor. Los SIG se han convertido en una herramienta importante en los procesos de planeación, y en la actualidad es posible encontrar programas de SIG desarrollado para el análisis y manejo de bosques urbanos.

Referencias bibliográfica

- Basnyat, P., L.D. Teeter, B.G. Lockaby, y K.M. Flynn. 2000. "The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point source pollution problems". en *Forest and ecology and management*. 128. 65-73.
- Blouin, G., y R. Comeau. 1993. *First Canadian urban forests conference*. Canadian Forestry Association. Ottawa, Ontario. Canada. p. 4
- Burroughs, P.A. 1987. *Principles of geographic information systems for land resource assessment*. Oxford. Clarendon Press. p. 193.
- Colberg, R.E. 2004. *GIS and GPS in urban forestry*. Report. Decision support, Inc. Columbus, GA. 14 p.
- Donis, J. 2003. "Designating a greenbelt around the city of Riga, Latvia". en *Urban Forestry and Urban Greening*. 2:31-39.
- Dwyer, M.C., y R.W. Miller. 1999. "Using GIS to assess urban tree canopy benefits and surrounding greenspace distributions". en *Journal of Arboriculture*. 25(2):102-106.
- Germann-Chiari, Ch., y K. Seeland. 2004. "Are urban green spaces optimally distributed to act as places for social integration?, Results of a geographical information system (GIS) approach for urban forestry research". en *Forestry Policy and Economics*. 6:3-13.
- Goodwin D.W. 1996. "A street tree inventory for Massachusetts using a geographic information system". en *Journal of Arboriculture*. 22(1):19-28.
- Greenberg, D.J., y G.A. Bradley. 1997. "Analyzing the urban-wildland interface with GIS. Two case studies". en *Journal of forestry*. 95(10):18-22.
- Grove, M., y M. Hohmann. 1992. "Social Forestry and GIS". en *Journal of Forestry*. 90(12):10-15.
- Harris, R.W., J.R. Clark, y N.P. Matheny. 2004. *Arboriculture. Integrated management of landscapes trees, shrubs, and vines*. Prentice Hall. 578 p.
- Heywood, I., S. Cornelius, y S. Carver. 1998. *An introduction to geographical information systems*. Longman. 279 p.
- Janowsky, D.V., y G. Becker. 2003. "Characteristics and needs of different user groups in the urban forest of Stuttgart". en *Journal of Nature Conservation*. 11:251-259.
- Jensen, R.R. 2000. *Measurement, comparison, and use of remotely derived leaf area index predictors*. Dissertation, University of Florida. Chapter 6. 133 p.
- Jensen, R.R., J.R. Boulton, y B.T. Harper. 2003. "The relationship between urban leaf area and household energy usage in Terre Haute, Indiana, U.S". en *Journal of arboriculture*. 29(4):226-229.
- Jusoff, K., y S. Senthavy. 2003. "Land use change detection using remote sensing and geographical information system (GIS) in Gua Musang district, Kelantan, Malaysia". en *Journal of Tropical Forest Science*. 15(2):303-312.
- Kane, B., y D.P. Ryan. 1998. "Locating trees using a geographic information system and the global positioning system". en *Journal of Arboriculture*. 24(3):135-142.
- Lo, C.P., D.A. Quattrochi, y J.C. Luvall. 1997. "Application of high-resolution thermal infrared remote sensing and GIS to assess the urban heat island effect". en *International Journal of Remote Sensing*. 18(2):287-304.
- Miller, R.W. 2007. *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*.

2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. P. 130.

- Pauleit, S., y F. Duhme. 2000. "GIS assessment of Munich's urban forest structure for urban planning". en *Journal of arboriculture*. 26(3):133-140.
- Pirnat, J. 2000. "Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes". en *Landscape and Urban Planning*. 52:135-143.
- Petit, J. 1994. "Looking at urban forests with GIS technology". en *Journal of Forestry*. 92(10):45.
- Van Elegen, B., T. Embo, B. Muys, y N. Lust. 2002. "A methodology to select the best locations for new urban forests using multicriteria analysis". en *Forestry*. 75(1):13-23.
- Yang, X., y C.P. Lo. 2002. "Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area". en *International Journal of Remote Sensing*. 23(9):1775-1798.

Glosario

- Arbolado urbano:** Árboles, arbustos, palmas o plantas arborescentes que se ubican en zonas urbanas.
- Capa temática:** Conjunto de datos de un tema específico sobre un espacio geográfico. Por ejemplo, tipo de arbolado, uso de suelo, vías de comunicación.
- Dasonomía:** Estudio de la conservación, cultivo y aprovechamiento de los bosques.
- GPS:** Sistema de Posicionamiento Global, sistema global de navegación por satélite que permite determinar la posición de un elemento en el mundo.
- Islas de calor:** Elevación de la temperatura en zonas urbanas a causa de una acumulación de calor por la gran cantidad de concreto y materiales que absorben calor y dificultan la disipación del mismo.
- Raster:** Formato para almacenar información en el cual se divide el espacio en celdas

regulares donde cada una representa un único valor. Dependiendo de las dimensiones de las celdas se determina el detalle (resolución) de la representación.

SIG: Sistema de Información Geográfica, conjunto de métodos, herramientas, datos geográficos y personal para almacenar, capturar, analizar y desplegar información geográficamente referenciada.

Vectorial: Formato para almacenar información donde la representación de los detalles tiene límites definidos y donde se utilizan objetos espaciales como el punto, la línea, y el polígono.

VIDA EN LINEAS

TOMÁS MARTÍNEZ TRINIDAD

Ingeniero Forestal con especialidad en Silvicultura egresado de la Universidad Autónoma Chapingo. Realizó estudios de Maestría en Ciencias en el Programa Forestal del Colegio de Postgraduados. Es Investigador Titular en el Programa Forestal del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Interesado en temas relacionados con la Arboricultura y Dasonomía Urbana, actualmente realiza estudios de Doctorado en la Universidad de Texas A&M (College Station, TX. EE. UU).

LISBET ISLAS RODRÍGUEZ

Ingeniera Agrónoma especialista en Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Obtuvo la Maestría en Ciencias en Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados. Ha colaborado como Asesora en la Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos y como Gerente de Calidad en el Laboratorio de Diagnósticos Fitosanitarios GISENA. Sus áreas de interés son la Entomología Forestal y las relaciones entre la Dasonomía Urbana y Psicología Humana.