

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, COMO HERRAMIENTA ESENCIAL PARA LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL. UNA PROPUESTA DESDE LA CUENCA MACANILLAL, DEL ESTADO ARAGUA.

Gonzalo O. González \*, Mariol Morejón García\*\*

\* Ingeniero Agrónomo. (2002). Universidad Central de Venezuela. Profesional III. Instituto Nacional de Tierras (INTI). Correo electrónico: [omargonzalog@gmail.com](mailto:omargonzalog@gmail.com).

\*\* Ingeniera agrónoma (1987), Dra. C. Mariol Morejón. Dra. Ciencias Forestales, Universidad Pinar de Río, Cuba (2000). Profesora titular. Coordinadora de la Maestría de Agroecología y Agricultura sostenible. Correo electrónico: [mariol@upr.edu.cu](mailto:mariol@upr.edu.cu).



Aragua, 2014

## **RESUMEN**

El trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) las características ambientales más resaltantes de la cuenca del río Macanillal, del municipio Tovar, Estado Aragua. En el estudio se recopiló la información geográfica ambiental de la cuenca, en formato físico y digital, con la finalidad de realizar los análisis de superposición de mapas con las herramientas SIG. Los mapas digitalizados para su estudio fueron la capacidad de uso de los suelos, vegetación natural, rangos de pendientes y uso actual. Como resultado se obtuvo que predomina la vegetación natural boscosa, ocupando una superficie de 1926,04 ha, que tiende a disminuir como consecuencia de las actividades realizadas. Los suelos predominantes de acuerdo a su capacidad de uso son clase VI que ocupan una superficie de 1599,28 ha. La pendiente predominante es superior al 20%, ocupando una superficie 3843, 07 ha, que unido a acumulados de precipitaciones superiores a 1188,40mm anuales, propicia un incremento en los riesgos de erosión. Los SIG constituyen una herramienta fundamental, para el análisis espacial de las características naturales, permitiendo planificar las acciones agroecológicas de los predios y realizar análisis simultáneos a partir de diferentes variables geográficas.

Palabras clave: Caracterización, Agroecología, SIG, Cuenca,

## **ABSTRACT**

The work was carried out with the aim of characterizing the most outstanding environmental characteristics of the basin of the river Macanillal, of the Aragua municipality Tovar State through (GIS) geographic information systems. In the study was collected environmental geographic information of the basin, in physical format and digital, with the purpose of the analysis of GIS tools mapping overlay Maps digitalized for their study were the capacity of soils, natural vegetation, slopes ranges and current usage. As a result, was obtained that dominates the natural forest vegetation, occupying an area of 1926,04 ha, which tends to decrease as a result of the activities carried out. The predominant soils according to their ability to use are class VI that occupy a surface of 1599, 28 há. The predominant slope is above 20%, occupying an area of 3843, 07 has, that together with accumulated rainfall exceeding 1188, 40mm per year, favors an increase in the risks of erosion. GIS constitute a fundamental tool for spatial analysis of natural features, allowing simultaneous analysis from different geographic variables and plan the agro-ecological actions of the premises.

Key words: characterization, agro-ecology, GIS, basin

## INTRODUCCIÓN

En el mundo la obtención de productos agrícolas y pecuarios, se basa fundamentalmente en la utilización indiscriminada de los recursos naturales, donde cada día se afectan miles de hectáreas para incrementar las áreas de siembra, sin tomar en cuenta los bosques naturales y por consiguiente los recursos presentes en estos, tales como: suelos, fuentes de aguas, especies vegetales, animales, entre otras. Los cuales van disminuyendo sus potencialidades producto de la acción antrópica que ejerce el hombre en estos espacios, en su afán de producir más, a bajo costo y obteniendo los mayores ingresos, que le permitan satisfacer sus necesidades, sin tomar en cuenta que esta actitud en muchos de los casos produce el agotamiento, contaminación, pérdida y/o extinción de estos recursos, provocando en la mayoría de los casos daños irreversibles e irreparables para el ambiente.

*Ban (2008), señaló que en los trópicos se están talando valiosos bosques para la producción de madera y papel, para crear tierras de pastoreo y terrenos cultivables y, cada vez más, para dar lugar a plantaciones a fin de atender a la demanda creciente de biocombustibles. Esta nueva manifestación de nuestra adicción al carbono no sólo libera gran cantidad de CO<sub>2</sub>, sino que también destruye un recurso valioso para la absorción del carbono de la atmósfera, lo que incrementa la contribución al cambio climático.*

En cuanto a las situaciones de emergencia y desastre más recurrentes para la República Bolivariana de Venezuela, es que “se encuentra expuesta a frecuentes incendios forestales, lluvias intensas, inundaciones y sequías (fenómenos climatológicos del Niño y de la Niña)”. (OPS, 2012).

*La agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensibles, social y económicamente viables. Es una disciplina o enfoque científico que nace en Latinoamérica como movimiento social y promueve una agricultura basada en el saber del campesino y en los conocimientos actuales sobre agronomía y ecología. Además, tiene en cuenta la dimensión social, económica y cultural del entorno, para hacer una gestión sostenible del agrosistema, alternativa al modelo de agricultura industrializada. (González, 2011).*

De acuerdo a lo antes expuesto, los sistemas de información geográfica son muy importantes ya que es como una herramienta que produce una innegable revolución intelectual, estando estrechamente relacionada, con los métodos y técnicas que se han estandarizado para entender los modos de organización del espacio geográfico y por estar vinculado a la forma de pensar la realidad. Buzai (2009).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### Materiales utilizados

Para la realización del estudio se contó con cartas topográficas y Ortofotomapas digitales signados con la codificación 6746-IV-NO, 6746-IV-NE, 6747-III-SO y 6747-III-SE. Propiedad del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), a escala 1:25000 de los años 1996 y 1998.

Se utilizaron mapas de diferentes temas, tales como: Capacidad de Uso de los Suelos, base de los predios levantados por la oficina regional de tierras del estado Aragua, Áreas bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

Se trabajó con un mapa de Capacidad de Usos, realizado por (Strebin, 1989) para Coplanarh – Minamb, a una escala 1:100.000, en donde se aprecian las clases y sub clases específicas.

El mapa de uso actual y vegetación natural que se utilizó fue digitalizado de los Ortofotomapas y de las imágenes de satélites actualizadas, de la zona a través del software ArcMap 9.3.

A continuación se explicará la metodología empleada para la obtención del Modelo Digital de elevación, insumo básico para la delimitación del área de estudio:

### **Metodología empleada en la obtención y procesamiento de los datos**

Paso 1: Digitalización de las curvas maestras e intermedias.

Este proceso se realizó mediante el uso de la herramienta ArcMap, y del comando "Editor", una vez creada una capa de líneas se digitalizaron todas las curvas de nivel, contenidas en una cuadrícula de acuerdo a los límites geográficos del área de estudio. A estas curvas se les asignaron los atributos correspondientes a sus elevaciones, así como a verificar la continuidad de estas líneas, evitando líneas segmentadas y sin información atributiva. (Figura 1)

Paso 2: Creación de la red irregular de triángulos (TIN).

Obtenido el shapefile (archivo .shp) de líneas, se procede crear un TIN, con la finalidad de modelar las superficies heterogéneas del terreno. Esto se realiza con el comando 3D Analysts que se encuentra en la herramienta de ArcMap.

Paso 3: Conversión del TIN a raster (grid).

Una vez generado el TIN, se procede a crear una imagen raster, con la cual se realizarán análisis posteriores y se crearán mapas temáticos del área de

estudio. Esto se realiza con el comando 3D Analyst, seleccionando el TIN y un tamaño de celda de 25 metros.

Paso 4: Creación del Modelo Digital de Elevación (MED).

En este paso se procede a rellenar las celdas vacías o sumideros que se originan cuando se crean imágenes raster, para lo cual se utiliza el comando "Fill" de la herramienta ArcToolbox. Obtenido el MED, se procede a compararlo, con las imágenes y mapas del área de estudio con la finalidad de observar las similitudes y/o divergencias entre estos. (Figura 2)

Paso 5: Delimitación de la Cuenca.

Para delimitar la cuenca presente en un archivo MED, se utiliza el comando Hydrology de la herramienta Spatial Analyst Tools, se obtienen la imagen raster de dirección de flujo y flujo acumulado, posteriormente se genera la imagen raster de la cuenca.

Paso 6: Obtención del polígono de la cuenca.

Obtenida la imagen raster de la cuenca se procede a generar un polígono de la misma, ya que para los análisis posteriores es necesario contar con atributos tangibles como la superficie y su perímetro. Para obtenerla se utiliza el comando "From raster", de la herramienta ArcToolbox.

Paso 7: Extracción del área de estudio.

Es importante definir el área de estudio, razón por la cual después de obtenidos el polígono de la cuenca y el modelo digital de elevación, se procede a extraer de la imagen raster, el área de influencia de la cuenca, para realizar los respectivos análisis y obtener mapas temáticos del área bajo estudio.

Paso 8: Creación de mapas temáticos.

Definida la cuenca (archivos vectorial y raster), se procede a realizar los análisis correspondientes para la elaboración de mapas temáticos, como rangos de pendientes, capacidad de uso de los suelos, vegetación natural.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El área de estudio, que se corresponde a la Cuenca alta y media del río Macanillal, tiene una superficie de cuatro mil ciento diecisiete hectáreas con mil veintinueve metros cuadrados (4117,1029 ha), de acuerdo con la poligonal obtenida con análisis espacial y verificada en campo con equipos gps navegadores, marca Gamín, modelo 60 Csx (navegador) para registrar puntos de control en campo, mediante el método exploratorio y corregido con Ortofotos

digitales a escala 1:25.000, correspondiente al municipio Tovar del estado Aragua de fecha 1995 y 1998.

La vegetación es de bosque semi-decíduo, según la clasificación ecológica de L.R. Holdridge pertenece a un bosque seco tropical. (bs-t), y más específicamente de la sabana arbolada, ocupando una superficie de 1926,04 ha que representan el 46,78% del área total de ocupación, el resto de la superficie se encuentra representado por vegetación de tipo sucesional y área de cultivos e instalaciones presentes. Esta cuenca se encuentra conformada por formaciones vegetales de tipo chaparrales con especies tales como: *Acacia tortuosa* (cuji torcido), *Spodias mombin* (jobo), *Pithecellobium bymense* (Hueso de Pesca), *Busera simaruba* (Indio desnudo), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Cassia moschata* (cañafistola), *Samanea saman* (samán), *Genipa americana* (caruto), *Ricinus communis* (tártago), *Gliciredis sepium* (pata de ratón). Entre las especies herbáceas están: *Sida acuta* (malva), *Hyptis capitata* (mastranto), *Sida rhombifolia* (escoba), *Lantana trifolia* (cariaquito morado), *Jatropha kunthiana* (guaritoto), *sorghum arundinaceum* (falso jonson), *Eleusine indica* (pata de gallina), *Heliotropismo indicum* (rabo de alacrán), *Sterculia apetala* (Camoruco), etc.

La Cuenca Macanillal, dada su diversidad biológica, se encuentra ubicada en su totalidad dentro del Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) denominada como Área crítica con prioridad de tratamiento de la Cuenca del Lago de Valencia. Así como en la parte norte forma parte de una figura ambiental denominada Monumento Natural "Pico Codazzy", que ocupa una superficie de 666,22 ha. Estas dos figuras ambientales, poseen su condición de uso contemplada en la legislación venezolana y son de fiel cumplimiento, por parte de ciudadanos, autoridades e instituciones.

Los suelos (Figura 3) que predominan son clase VI, (asociaciones de sub clases específicas VIe + VIle) que ocupan una superficie de 1599,28 ha. De acuerdo a lo establecido por Strebin (1989), estos suelos deben ser utilizados para cultivos, si se efectúa un manejo intensivo. También pueden ser aptas para cultivos como frutales, pasto y café bajo sombra. Los suelos clase VII, principalmente sub clases específicas VIle y VIles, ocupan una superficie de 1422,07 ha, donde sus principales limitaciones se tiene que presentan pendientes muy fuertes, susceptibles a problemas de erosión, suelos poco profundos y pedregosos, características señaladas por Strebin (1989) y quien recomienda que su uso debe estar orientado a la explotación de pastizales naturales y bosques. Además señala que estas áreas pueden requerir labores de reforestación para proteger al suelo.

Por último se tiene los suelos clase VIII, sub clase específica VIIIle que ocupan una superficie de 1095,75 ha, entre las principales características que limitan su uso se encuentran los afloramientos rocosos y desprovistos de vegetación.

Según Strebin (1989), se recomienda para preservar las fuentes de aguas naturales y de preservar la flora y fauna.

Los rangos de pendientes predominantes en la cuenca del río Macanillal se encuentran entre 20 y 45%, ya que ocupan una superficie de 2259,19 ha, seguido del rangos de 45 a 60% que ocupan 847,30 ha, y los de rangos de pendientes > 60% que ocupan 736,57 ha. Esta condición limita el uso de estos suelos y los riesgos a la susceptibilidad de la erosión se incrementan en la medida en que se incrementa el gradiente de la pendiente. Según Almorox et al. (2010), la topografía de las laderas o vertientes son factores primordiales de la erosión hídrica, así mismo la potencia erosiva del agua escurrida es mayor en cuanto mayor sea la pendiente del terreno. (Figura 4)

Esta categorización se deriva del mapa de vegetación con lo cual se identificaron las formaciones vegetales con sus principales especies características, así como los tipos de usos de la tierra. Procedimiento similar fue realizado por Abarca (2005), quien caracterizó la cobertura vegetal y el uso actual de la tierra, de 6 estaciones experimentales de la Universidad Central de Venezuela, para determinar los conflictos de intensidad de usos.

Dentro de los principales usos a los cuales son sometidos los suelos de los predios en estudio, se hacen mención a las áreas de bosques que se encuentran en la cuenca y principalmente a los bosques asociados con cultivos perennes (Plantaciones tropicales) que ocupan una superficie de 1926,04 ha. Así como las áreas utilizadas para los cultivos frutales, hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, cereales y plantaciones tropicales (café), que ocupan una superficie de 1679,69ha. El resto de la superficie utilizada la representan los matorrales, arbustos, herbazales y las áreas destinadas al pastoreo de animales, que ocupan una superficie de 511,3726 ha, de los predios bajo estudio. (Figura 5).

## **CONCLUSIONES**

Una vez terminado el presente estudio, se arriba a las conclusiones siguientes:

En los predios en estudio predomina la vegetación natural boscosa, ocupando una superficie de 1926,04 ha, que tiende a disminuir como consecuencia de las actividades agroproductivas que en estos se realizan.

La pendiente predominante es superior al 20%, ocupando una superficie de 3843,07 ha, lo cual unido a un acumulado de precipitaciones superior a 1188,40 mm, se convierte en un riesgo de erosión hídrica.

El uso que actualmente se le da a los suelos, es el destinado a la preservación de los bosques naturales los cuales en la mayor parte de los casos son asociados con cultivos tropicales como café.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ban, K. M. (2008). *Mensaje del día mundial del medio ambiente*. Organización de Naciones Unidas. (ONU)

Organización Panamericana de la Salud (2012). *Saluden las Américas 2012*. Informes de país, OPS. WDC.

González, A. (2011): *Manual de conversión a la producción ecológica*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera: Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. España. 188 pp.

Buzai, G. D. (2009). *Los sistemas de información geográfica en la investigación científica actual*. Conferencia inaugural de la XII conferencia iberoamericana de sistemas de información geográfica (XII CONFIBSIG), San José de Costa Rica.

Strebin, S. (1989). *Atlas de capacidad de uso de las tierras de los estados centrales y centro occidentales*. MARNR. Venezuela. 112 pp.

Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F., & Rafaelli, S. (2010). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación*.

Abarca, O. (2005). *Conflictos de intensidad de uso de la tierra en las estaciones experimentales de la Universidad Central de Venezuela: Análisis espacial con sistemas de información geográfica*. *Agronomía Tropical*, 55(2), 10-32.