

EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE UNA BASE DE DATOS  
GEOGRÁFICA. APROVECHAMIENTO DE UN S.I.G.

*Adelmo Romero, Hugo Marín, Henry Maldonado\**

---

\* Centro de Estudios Geográficos, LUZ Maracaibo-Venezuela.



## RESUMEN

El uso de los Sistemas de Información Geográfica y, mediante la utilización del software "ARC/INFO", combinado con algunos programas para procesar estadísticamente los datos, permite realizar un "Análisis Exploratorio de los Datos" (A.E.D.) sobre los Suelos de la Región Zuliana para resaltar importantes atributos y rescatar las estructuras que permanecen en las bases de datos, de índole descriptivo, que expresan realidades estadísticas no ilustradas frecuentemente al aplicar un S.I.G. y de lo cual se quejan los usuarios. Con los datos de suelos, a nivel de Órdenes, se obtiene la lista de valores, tabla de frecuencias, representaciones gráficas, medidas de tendencia central y resumen numérico, para su análisis e interpretación, evidenciándose una dispersión de los polígonos de suelos según su Orden en toda la Región Zuliana y su concentración en pequeños polígonos según su tamaño.

*Palabras claves:* Sistema de Información Geográfica, Análisis exploratorio de los datos; órdenes de suelos; Dispersión; Concentración.

## INTRODUCCIÓN

En tiempo reciente, el análisis geográfico y por ende el análisis espacial y estadístico significaban una ardua y larga tarea de cálculos manuales, dibujo de numerosos mapas a diferentes escalas, con informaciones diversas, empleo de varias personas, revisiones muy tediosas y altas probabilidades de errores no detectados.

Actualmente, el desarrollo de la Informática provee la capacidad de incorporar, almacenar, procesar, combinar y generar nuevos datos, (Bosques, 1992) y cartografiarlos, a través de los Sistemas de Información Geográfica. Posibilitan el manejo de grandes volúmenes de información generándose nuevos datos para el análisis espacial y estadístico de cualquier variable y sus posibilidades de cruzarlas con muchas otras variables geográficas.

Simultáneamente, los S.I.G. realizan mediciones y cálculos geométricos y automáticamente presentan resultados, incluyendo el tratamiento estadístico básico, para realizar el análisis de una variable geográfica, con sus múltiples atributos puntuales y geométricos, o varias de ellas al mismo tiempo.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica y en este caso el Software conocido como ARC/INFO (ESRI, 1990), está dando resultados importantes en los estudios e investigaciones que desarrollamos en el Centro de Estudios Geográficos, de la Facultad de Humanidades y Educación en la Universidad del Zulia, al obtener rápidos y variados resultados.

Las amplias posibilidades que ofrece el uso de los S.I.G. en el análisis estadístico de la base de datos, el análisis geográfico y espacial de los suelos, aumenta su importancia al reducir considerablemente los costos de investigación y campo, en términos de tiempo y dinero, tanto en la edición cartográfica, que hace inteligible, amena y precisa la presentación más real de la variable geográfica, o el cruce de éstas con otras, en la constante búsqueda de imágenes más fieles y objetivas con un sentido estético de la realidad virtual y de la realidad oculta. (Escolano, 1993).

Finalmente, la creación y desarrollo de un S.I.G. de la variable suelos, a nivel de la Región Zuliana, puede considerarse una meta alcanzada. Paralelamente el "Análisis Exploratorio de los Datos", demuestra una de las bondades del S.I.G. en las aplicaciones y explicaciones geográficas que han sido ignoradas en la presentación de los resultados obtenidos al aplicar un S.I.G. (Bosque, 1992). Aprovechar estadísticamente esta base de datos geográfica es de máxima importancia en nuestros objetivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Sistema de Información Geográfica (vectorial) que utilizamos en el Centro de Estudios Geográficos de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia se apoya básicamente está en el Software ARC/INFO versión 3.4D plus para Pcs. (ESRI, 1990).

Este Software es aplicado en una batería de micro computadores, una Tableta Digitalizadora de formato grande, y un Plotter o graficador de formato grande. El ARC/INFO ha sido combinado con el uso de otros Software como el DBASE IV, QUATTRO PRO, MSTAT, que proveen la capacidad de procesar, ordenar, almacenar, generar, y tratar matemáticamente y estadísticamente las informaciones geográficas contenidas en las bases de datos de las variables objeto de estudio.

El soporte para la base de datos y para la cartografía básica, se estructuró usando como fuente principal el Atlas Inventario Nacional de Tierras, Región Lago de Maracaibo COPLANARH, Ministerio de Agricultura y Cría, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Coplanarh, 1975), que contiene el estudio y caracterización de los suelos de la Región Zuliana a nivel de gran visión, en mapas a escala 1: 250.000; ello implica un alto nivel de generalización de los datos y por consiguiente una alta homogeneidad, lo cual categoriza a los suelos a nivel de: Órdenes, Subórdenes y Grandes Grupos, según la taxonomía de los suelos conocida y aceptada internacionalmente como la SOIL TAXONOMY. (U.S.D.A., 1970).

En lo específico, el aprovechamiento de los datos “especiales y temáticos” sobre los suelos de la Región Zuliana, además de apreciar algunas bondades de los métodos esbozados anteriormente, se hará a partir del uso de diferentes procedimientos de análisis de datos y la estadística (Bosque, 1992). La inclusión en el Sistema de Información Geográfica de dos tipos diferentes de datos (especiales y temáticos) permiten ser estudiados por separado y se pueden hacer de tres maneras o modos diferentes y no excluyentes: Análisis estadístico de variables temáticas, análisis espacial y modelado cartográfico.

Referente al análisis estadístico de los suelos de la Región Zuliana utilizaremos un método, introducido en los últimos años, denominado “*Análisis exploratorio de datos o Exploratory data analysis*” - E.D.A. (Bosque, 1992), para obtener una visión más detallada y precisa sobre los suelos en sus aspectos descriptivos y exploratorios: Lista de valores, tabla de frecuencias, representaciones gráficas de variables, etc.

El E.D.A. opera inductivamente el cálculo estadístico y regula la calidad de los atributos y su integridad a través de un análisis distributivo, relaciones de vecindad, patrones, correlaciones, dispersión, centralización y otros resultados estadísticos que resaltan lo que estaba difuso en los datos y atributos (Scott, 1994).

La distribución de frecuencias no se basa en la “Gaussiana”, puesto que es un tanto engañoso su uso en geografía y en los S.I.G., que no parten de hipótesis a demostrar, sino que analizan una voluminosa base de datos, es decir, se analiza el universo y no una muestra; con este método la validez se garantiza sea cual sea la distribución de frecuencias. Hace resaltar y aparecer “estructuras ocultas” que subyacen y que son desaprovechadas en las bases de datos a la vez que reparan los “ruidos” de dichas estructuras. Complementan el análisis exploratorio de los datos con técnicas, procedimientos de carácter gráfico que aclaran aún más sobre las estructuras ocultas de las que se quejan frecuentemente los usuarios de los S.I.G.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Región Zuliana los suelos más abundantes, según su Orden, corresponden a los Inceptisoles los cuales ocupan 11033,9 km<sup>2</sup> (21,9%) del total, seguidos de los suelos Alfisoles con 5832 km<sup>2</sup> (11,6%), los Aridisoles con 4240,9 km<sup>2</sup> (8,4%), los Entisoles con 3787,3 km<sup>2</sup> (7,5%), los Ultisoles con 2808,3 km<sup>2</sup> (5,6%), los Vertisoles con 557,1 km<sup>2</sup> (1,1%) y los Oxisoles con 401,1 km<sup>2</sup> (0,8%); ellos acumulan el 57,9%. Sin embargo la categoría “Asociaciones” ocupa la mayor superficie individual con 15290,5 km<sup>2</sup> (30,4%) pero por el hecho de ser mezcla de diferentes Órdenes se consideran indiferenciados y en conjunto con los anteriores conforman 43950,2 km<sup>2</sup> (87,3%) del total de los suelos de la Región Zuliana.

Los suelos sin información están cuantificados en 5603,3 km<sup>2</sup> (11,1%), y las áreas ocupadas por los cuerpos de agua, centros poblados y márgenes cenagosas, están establecidos en 808,8 km<sup>2</sup> (1,6%) para conformar un conjunto total de 50362,4 km<sup>2</sup> (100%). (Ver Cuadros N° 2, 3 y Figura N° 1). En lo que corresponde al tamaño o superficie, de los 233 polígonos de suelos, el (85%) de ellos (200) son menores de 150 km<sup>2</sup> representando en conjunto 4519,55 km<sup>2</sup> ocupando tan sólo el (8,9%) de la superficie total, lo cual es indicador de una gran concentración de polígonos pequeños; mientras que 11 polígonos (4,7%) poseen área mayor a 1350 km<sup>2</sup>, lo cual representa el (72,7%) del área total, evidencia lo irregular de los polígonos, según su tamaño o superficie, en los valores extremos. (Ver Cuadro N° 7 y Figura N° 2). En lo referente a los valores porcentuales anteriores de esos suelos, tenemos que los polígonos pequeños son Entisoles (60), seguidos de los Inceptisoles (22), Otros (49), Ultisoles (15), Alfisoles (13), Vertisoles (5) respectivamente (Ver Cuadros N° 2, 3, 7 y Figura N° 1). Los polígonos grandes de suelos se jerarquizan como; Asociaciones (3), Inceptisoles (2), Alfisoles (2) sin información, Alfisoles, Aridisoles, Entisoles y Ultisoles (1) respectivamente y no existen polígonos grandes para los Oxisoles, Otros y Vertisoles. (Ver Cuadros N° 1, 2, 7 y Figura N° 1).

En la distribución según su Orden, en las subregiones, se destacan por su abundancia los Alfisoles en Perijá con 3.010,33 km<sup>2</sup> de estos suelos, los Aridisoles en la Guajira con 1.769,59 km<sup>2</sup>, los Inceptisoles en el Sur del Lago con 5.832,86 km<sup>2</sup>, los Oxisoles y los Ultisoles predominan en Perijá con 261,36 y 1.464,89 km<sup>2</sup> respectivamente, los Vertisoles se localizan principalmente en la costa Oriental del Lago donde representan 187,07 km<sup>2</sup>, las Asociaciones representan 4.904,28 km<sup>2</sup> en el Sur del Lago, la subregión con mayores áreas donde no existe información de suelos corresponde a la subregión Costa Oriental con 2.716,30 km<sup>2</sup> y finalmente en la categoría de Otros, donde se incluyen Áreas Cenagosas, Cuerpos de Agua y Centros Poblados, la subregión que mayor área posee de éstas, es la del Sur del Lago con 248,02 km<sup>2</sup>. (Ver Cuadros N° 2, 4 y Figura N° 3).

En los aspectos gráficos y semigráficos, el método del Análisis Exploratorio de los Datos (A.E.D.) posibilita una perspectiva de conjunto, que resalta atributos que subyacen en las bases de datos y que están ocultos en los análisis espaciales y en el modelado cartográfico que se utilizan en los S.I.G. para obtener nuevas informaciones geográficas.

En nuestro caso tenemos, en consecuencia, una distribución gráfica en línea en la que se aprecia la concentración de polígonos pequeños (menores de 200 km<sup>2</sup>), en el extremo izquierdo de la figura, representados por “y”, para seguir con la dispersión de pocos polígonos repartidos en el mismo sector en forma irregular hasta llegar al extremo derecho de la figura con el mayor polígono de suelos (Ver Figura N° 2).

En las diferentes superficies o tamaños de los polígonos de suelos caracterizados como pequeños, resaltan 23 polígonos comprendidos entre 3,0 y 3,9 km<sup>2</sup> y 21 polígonos comprendidos entre 1,0 y 1,8 km<sup>2</sup>. (Ver Cuadro N° 5). En la categoría de medianos tenemos 26 polígonos de suelos entre 11 y 19 km<sup>2</sup> y 16 polígonos entre 20 y 29 km<sup>2</sup> y finalmente en la categoría de los polígonos, de suelos con valores altos, comprendidos entre 114 y 8093 km<sup>2</sup> (47%) polígonos pequeños, 85 (36,5%) polígonos medianos y 37 (15,9%) polígonos de suelos grandes, lo cual demuestra una distribución sesgada hacia los pequeños polígonos y además pueden apreciarse clara y simultáneamente el aspecto general de la lista y sus valores concretos para cada caso.

Resulta poco esclarecedor y representativo mostrar la distribución y características cuantitativa de los suelos, según su superficie, a partir de la determinación de las medidas de tendencia central y de la variabilidad, puesto que su distribución no es simétrica (Gaussiana), sino por el contrario es asimétrica con clara formación de algún tipo de cola, lo cual es indicativo de la separación de muchos casos (polígonos) que están separados del cuerpo central de la distribución (polígonos pequeños) y pocos casos hacia los valores altos. Es más representativo el “Resumen Numérico” y el “Gráfico en Caja” a partir de la ordenación de los casos para mostrar más fielmente la irregular o sesgada distribución de los polígonos de suelos según su superficie o tamaño (Ver Figura N° 4 y Cuadro N° 6).

Finalmente es importante mostrar la distribución de los polígonos de suelos según su superficie y su orden. En este sentido tenemos que los suelos dispersos, (60 polígonos) presentes en todas las subregiones y con superficies más pequeñas (menos de 150 km<sup>2</sup>), se corresponden con los suelos Entisoles, seguidos por los suelos Inceptisoles (22 polígonos), también presentes en todas las subregiones, aunque estos últimos forman también tres grandes polígonos de suelos (Ver Cuadro N° 4 y N° 7).

**Cuadro 1**  
Polígonos por órdenes de suelos en la Región Zuliana

| Km <sup>2</sup> | S  |
|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|
| 1.08            | 12 | 4.37            | 5  | 12.60           | 10 | 56.47           | 3  |
| 1.15            | 12 | 4.42            | 12 | 12.64           | 12 | 56.74           | 9  |
| 1.17            | 12 | 4.45            | 2  | 12.86           | 11 | 56.85           | 7  |
| 1.21            | 12 | 4.49            | 15 | 18.11           | 3  | 57.60           | 3  |
| 1.21            | 12 | 4.54            | 15 | 18.56           | 9  | 56.19           | 5  |
| 1.21            | 5  | 4.58            | 3  | 18.58           | 10 | 84.77           | 7  |
| 1.26            | 3  | 4.68            | 12 | 13.61           | 3  | 66.61           | 3  |
| 1.27            | 12 | 4.88            | 5  | 14.16           | 9  | 66.96           | 12 |
| 1.29            | 12 | 5.07            | 12 | 14.98           | 3  | 67.05           | 10 |
| 1.31            | 3  | 5.08            | 12 | 15.09           | 12 | 70.11           | 2  |
| 1.38            | 3  | 5.10            | 3  | 15.21           | 12 | 71.02           | 9  |
| 1.42            | 12 | 5.16            | 15 | 16.71           | 12 | 80.58           | 3  |
| 1.48            | 6  | 5.36            | 1  | 18.76           | 9  | 80.67           | 9  |
| 1.65            | 3  | 5.37            | 12 | 17.24           | 3  | 82.44           | 5  |
| 1.74            | 12 | 5.45            | 3  | 17.26           | 1  | 82.74           | 3  |
| 1.79            | 2  | 5.53            | 5  | 17.86           | 5  | 86.20           | 3  |
| 1.81            | 12 | 5.67            | 3  | 18.14           | 12 | 91.01           | 3  |
| 1.88            | 3  | 5.78            | 3  | 18.65           | 1  | 93.25           | 7  |
| 1.90            | 12 | 5.81            | 11 | 19.28           | 11 | 106.14          | 12 |
| 1.93            | 11 | 5.82            | 3  | 19.37           | 12 | 105.68          | 3  |
| 1.93            | 11 | 5.99            | 3  | 20.71           | 3  | 107.90          | 15 |
| 1.97            | 11 | 6.18            | 3  | 21.26           | 9  | 108.71          | 2  |
| 1.99            | 2  | 6.20            | 12 | 22.19           | 1  | 113.46          | 5  |
| 2.06            | 5  | 6.41            | 3  | 22.34           | 1  | 114.03          | 5  |
| 2.26            | 12 | 6.56            | 5  | 22.67           | 1  | 124.62          | 1  |
| 2.31            | 12 | 6.88            | 3  | 23.09           | 5  | 146.76          | 3  |
| 2.63            | 1  | 7.02            | 12 | 25.28           | 3  | 150.26          | 7  |
| 2.68            | 3  | 7.19            | 12 | 25.98           | 9  | 154.48          | 5  |
| 2.71            | 3  | 7.31            | 3  | 27.79           | 5  | 183.04          | 3  |
| 2.72            | 11 | 7.48            | 3  | 28.08           | 5  | 185.10          | 15 |
| 2.78            | 12 | 7.67            | 1  | 28.46           | 1  | 188.85          | 12 |
| 2.80            | 3  | 7.77            | 12 | 29.25           | 15 | 191.33          | 10 |
| 2.97            | 12 | 8.01            | 5  | 29.42           | 3  | 203.49          | 5  |
| 2.98            | 12 | 8.13            | 15 | 30.98           | 11 | 221.46          | 10 |
| 3.03            | 3  | 8.17            | 9  | 31.85           | 5  | 248.16          | 1  |
| 3.07            | 15 | 8.69            | 9  | 33.05           | 3  | 264.23          | 3  |
| 3.17            | 3  | 8.78            | 9  | 34.62           | 5  | 265.17          | 15 |
| 3.20            | 15 | 8.84            | 11 | 34.63           | 5  | 271.04          | 2  |
| 3.22            | 10 | 8.85            | 3  | 35.80           | 1  | 320.16          | 1  |
| 3.31            | 5  | 8.89            | 11 | 37.16           | 3  | 335.96          | 9  |
| 3.36            | 3  | 9.04            | 3  | 38.20           | 11 | 389.05          | 2  |
| 3.41            | 3  | 9.33            | 12 | 38.45           | 1  | 398.27          | 5  |
| 3.46            | 12 | 9.65            | 3  | 39.01           | 7  | 489.92          | 9  |
| 3.48            | 3  | 9.65            | 3  | 42.02           | 1  | 558.16          | 5  |
| 3.58            | 12 | 9.92            | 15 | 44.36           | 9  | 773.55          | 1  |
| 3.67            | 12 | 10.18           | 1  | 45.37           | 12 | 1078.87         | 2  |
| 3.68            | 12 | 10.23           | 3  | 46.10           | 3  | 1147.72         | 5  |
| 3.68            | 3  | 10.42           | 15 | 46.27           | 3  | 1203.98         | 11 |
| 3.70            | 5  | 10.57           | 2  | 46.91           | 3  | 1560.73         | 9  |
| 3.73            | 12 | 10.65           | 3  | 47.43           | 9  | 1817.26         | 1  |
| 3.75            | 12 | 11.00           | 9  | 47.79           | 2  | 1962.36         | 3  |
| 3.81            | 3  | 11.11           | 3  | 47.87           | 10 | 2208.53         | 2  |
| 3.90            | 3  | 11.60           | 12 | 47.89           | 2  | 2297.15         | 1  |
| 3.91            | 3  | 11.67           | 3  | 47.97           | 12 | 2905.70         | 15 |
| 3.99            | 3  | 11.98           | 15 | 48.22           | 12 | 3817.82         | 5  |
| 4.09            | 12 | 12.05           | 11 | 50.33           | 5  | 8843.38         | 15 |
| 4.09            | 3  | 12.17           | 9  | 50.77           | 12 | 4241.26         | 11 |
| 4.20            | 12 | 12.59           | 11 | 54.78           | 3  | 4593.31         | 5  |
|                 |    |                 |    |                 |    | 8093.02         | 15 |

S. Indica el orden de los suelos: 1. Alfisol 2. Aridisol 3. Entisol 5. Inceptisol 7. Oxisol 9. Ultisol 10. Vertisol 11. Sin Información 12. Otros 15. Asociación de Órdenes.

**Cuadro 2**

Distribución de los suelos por Subregiones y Municipios. Estado Zulia

| LOC | Área (Km <sup>2</sup> ) | S  | LOC | Área (Km <sup>2</sup> ) | S  | LOC | Área (Km <sup>2</sup> ) | S  |
|-----|-------------------------|----|-----|-------------------------|----|-----|-------------------------|----|
| 302 | 1,3                     | 12 | 103 | 60,6                    | 11 | 402 | 249,7                   | 3  |
| 506 | 1,7                     | 1  | 405 | 63,4                    | 1  | 101 | 251,9                   | 15 |
| 504 | 3,1                     | 12 | 501 | 64,5                    | 9  | 401 | 254,6                   | 3  |
| 302 | 3,5                     | 7  | 501 | 67,7                    | 12 | 301 | 257,9                   | 7  |
| 507 | 3,9                     | 3  | 202 | 68,2                    | 12 | 404 | 264,4                   | 5  |
| 402 | 6,5                     | 10 | 504 | 69,3                    | 2  | 101 | 324,6                   | 5  |
| 504 | 7,3                     | 15 | 501 | 73,6                    | 5  | 102 | 328,1                   | 1  |
| 201 | 8,1                     | 12 | 507 | 74,7                    | 5  | 507 | 342,8                   | 2  |
| 506 | 8,2                     | 3  | 405 | 74,8                    | 12 | 502 | 356,9                   | 5  |
| 301 | 9,1                     | 2  | 301 | 78,8                    | 3  | 101 | 358,8                   | 1  |
| 506 | 9,1                     | 12 | 503 | 84,2                    | 2  | 404 | 371,4                   | 3  |
| 505 | 11,0                    | 7  | 101 | 88,3                    | 12 | 405 | 387,7                   | 3  |
| 503 | 15,1                    | 12 | 505 | 88,7                    | 10 | 401 | 427,5                   | 11 |
| 504 | 16,4                    | 1  | 102 | 93,7                    | 5  | 502 | 428,2                   | 15 |
| 505 | 16,9                    | 3  | 506 | 100,4                   | 11 | 405 | 443,5                   | 5  |
| 502 | 18,9                    | 12 | 505 | 101,5                   | 5  | 204 | 494,2                   | 5  |
| 504 | 20,7                    | 5  | 501 | 103,9                   | 3  | 201 | 513,1                   | 2  |
| 402 | 21,1                    | 1  | 202 | 113,6                   | 3  | 501 | 597,3                   | 11 |
| 506 | 21,5                    | 7  | 404 | 118,7                   | 12 | 403 | 607,6                   | 15 |
| 507 | 21,6                    | 12 | 102 | 188,9                   | 12 | 204 | 649,1                   | 2  |
| 103 | 22,2                    | 3  | 507 | 121,7                   | 5  | 402 | 719,2                   | 11 |
| 403 | 23,5                    | 12 | 301 | 129,2                   | 11 | 101 | 780,4                   | 2  |
| 301 | 24,6                    | 12 | 505 | 135,9                   | 11 | 201 | 814,4                   | 1  |
| 203 | 24,7                    | 12 | 505 | 136,0                   | 1  | 204 | 839,1                   | 1  |
| 504 | 25,4                    | 11 | 203 | 141,3                   | 2  | 302 | 867,6                   | 11 |
| 502 | 26,6                    | 7  | 102 | 156,2                   | 3  | 301 | 903,2                   | 15 |
| 505 | 26,9                    | 15 | 302 | 161,0                   | 10 | 102 | 932,9                   | 2  |
| 405 | 27,9                    | 9  | 101 | 166,4                   | 10 | 401 | 1030,2                  | 9  |
| 502 | 29,5                    | 1  | 505 | 170,3                   | 2  | 302 | 1054,8                  | 1  |
| 401 | 29,5                    | 1  | 05  | 177,0                   | 11 | 403 | 1214,1                  | 5  |
| 402 | 31,1                    | 12 | 101 | 178,6                   | 11 | 507 | 1443,1                  | 11 |
| 505 | 32,6                    | 12 | 402 | 179,3                   | 9  | 302 | 1464,9                  | 9  |
| 507 | 33,4                    | 7  | 503 | 183,7                   | 1  | 102 | 1472,0                  | 15 |
| 401 | 36,1                    | 10 | 301 | 185,4                   | 5  | 403 | 1567,9                  | 3  |
| 401 | 37,6                    | 2  | 503 | 188,6                   | 11 | 201 | 1765,8                  | 1  |
| 502 | 40,6                    | 9  | 202 | 208,2                   | 2  | 501 | 1861,7                  | 15 |
| 506 | 43,1                    | 10 | 503 | 109,2                   | 15 | 402 | 1907,9                  | 5  |
| 501 | 47,2                    | 7  | 102 | 209,9                   | 11 | 301 | 1955,6                  | 1  |
| 503 | 55,4                    | 10 | 101 | 219,7                   | 3  | 401 | 2002,9                  | 5  |
| 103 | 56,3                    | 2  | 502 | 226,6                   | 11 | 401 | 2025,6                  | 15 |
| 403 | 57,2                    | 11 | 302 | 232,7                   | 3  | 402 | 2271,1                  | 15 |
| 204 | 58,3                    | 12 | 503 | 238,8                   | 5  | 302 | 3115,3                  | 5  |
| 404 | 59,3                    | 11 | 506 | 246,2                   | 2  | 302 | 3460,1                  | 15 |

LOC. El primer dígito indica la subregión y los dos últimos el municipio según figura N° 3.

S. Indica el orden de los suelos: 1. Alfisoles 2. Aridisoles 3. Entisoles 5. Inceptisoles 7. Oxisoles 9. Ultisoles 10. Vertisoles 11. Sin Información 12. Otros: centros poblados, ciénagas y cuerpos de agua 15. Asociaciones: combinación de órdenes.

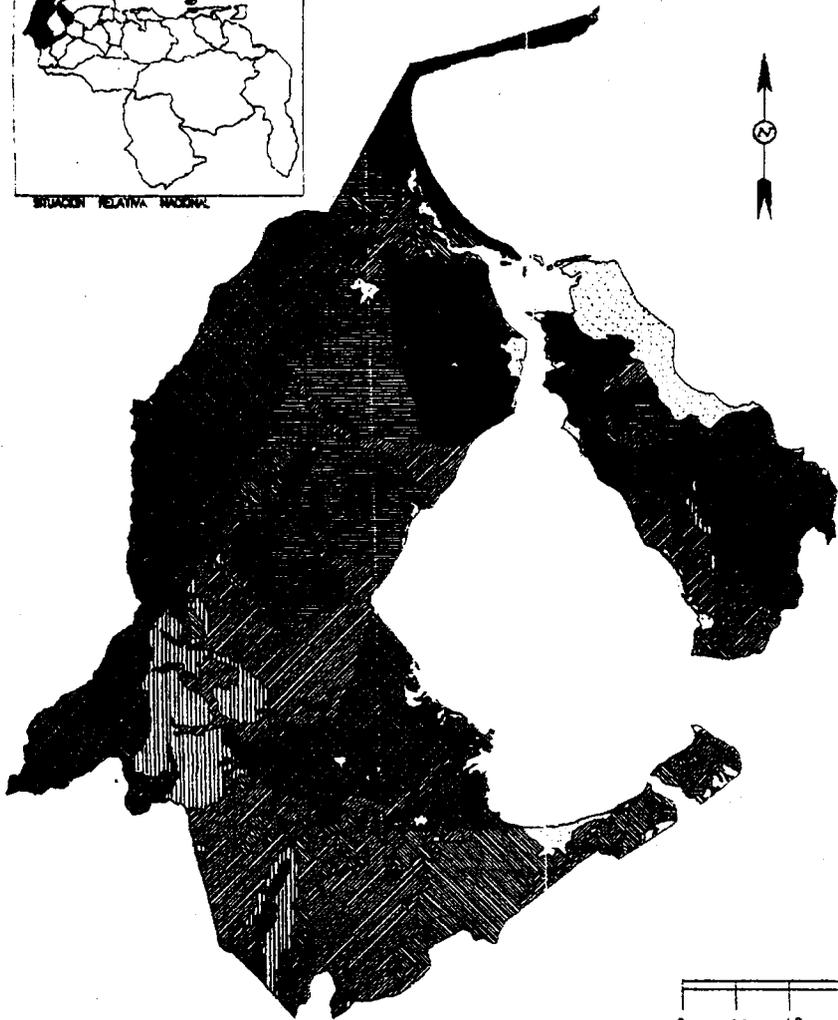
**Cuadro 3**  
Superficie por Órdenes de Suelos. Tabla de frecuencias absolutas (Km<sup>2</sup>)

| (Km <sup>2</sup> ) | ALFI-SOL       | ARIDI-SOL      | ENTI-SOL       | INSEP-TISOL     | OXISOL        | ULTISOL        | VERTI-SOL     | SI*            | OTROS*        | ASOC.*         |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Menor de 150       | 375.74         | 293.32         | 1377.69        | 657.68          | 253.88        | 440.71         | 144.33        | 158.08         | 619.99        | 198.07         |
| 150 - 300          | 248.18         | 271.09         | 447.27         | 357.95          | 150.26        | —              | 412.79        | —              | 188.85        | 450.27         |
| 300 - 450          | 320.16         | 389.05         | —              | 398.27          | —             | 335.96         | —             | —              | —             | —              |
| 450 - 600          | —              | —              | —              | 558.16          | —             | 469.92         | —             | —              | —             | —              |
| 600 - 750          | —              | —              | —              | —               | —             | —              | —             | —              | —             | —              |
| 750 - 900          | 773.55         | —              | —              | —               | —             | —              | —             | —              | —             | —              |
| 900 - 1050         | —              | —              | —              | —               | —             | —              | —             | —              | —             | —              |
| 1050 - 1200        | —              | 1078.87        | —              | 1147.72         | —             | —              | —             | —              | —             | —              |
| 1200 - 1350        | —              | —              | —              | —               | —             | —              | —             | 1203.98        | —             | —              |
| 1350 y más         | 4114.41        | 2208.53        | 1962.35        | 7911.13         | —             | 1560.73        | —             | 4241.26        | —             | 14642.1        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>5832.04</b> | <b>4240.86</b> | <b>3787.31</b> | <b>11030.91</b> | <b>404.14</b> | <b>2807.32</b> | <b>557.12</b> | <b>5603.32</b> | <b>808.84</b> | <b>15290.4</b> |

\* SI: Áreas sin información de suelos

OTROS: Áreas correspondientes a márgenes cenagosas, centros poblados y cuerpos de agua

ASOC: Asociaciones de órdenes de suelos



ORDENES DE SUELO

- |          |            |            |
|----------|------------|------------|
| Alfisol  | Inceptisol | Vertisol   |
| Aridisol | Oxisol     | Asociacion |
| Entisol  | Ultisol    | Otros      |

Fig. 1. Órdenes de Suelo. Estado Zulia.

### Cuadro 4

#### Superficie de Polígonos de Suelos Gráfico de Tallo y Hojas

ESCALA A = 1 km<sup>2</sup>

ESCALA B = 10 km<sup>2</sup>

|           | N° de Polígonos | Tallo | Hojas   |
|-----------|-----------------|-------|---|
| ESCALA A) | 21              | 1     | 0 11222222334467778888  |
|           | 9               | 2     | 2 235677789   |
|           | 23              | 3     | 0 0123344445566677788899  |
|           | 12              | 4     | 0 00234445688   |
|           | 12              | 5     | 0 01133456789   |
|           | 11              | 6     | 1 1245667889  |
|           | 5               | 7     | 0 1367  |
|           | 4               | 8     | 0 238   |
|           | 6               | 9     | 0 34669   |
|           | 8               | 10    | 1 1245568   |
| ESCALA B) | 26              |       | 1 111122223333445677788999  |
|           | 16              |       | 0 022235557788899   |
|           | 10              |       | 0 134446788   |
|           | 10              |       | 0 236677778   |
|           | 8               |       | 0 0224678   |
|           | 3               |       | 2 67  |
|           | 3               |       | 0 19  |
|           | 4               |       | 0 226   |
|           | 1               |       | 1   |
|           | 4               |       | 5 579   |
|           | 37              |       | 1 14, 114, 122, 142, 157, 166, 168, 185, 188,<br>195, 203, 248, 248, 265, 271, 320, 335, 389,<br>398, 469, 558, 773, 1078, 1147, 1203, 1560,<br>1855, 1962, 2208, 2336, 2905, 3017, 3643,<br>4241<br>4293, 8093 |

Nota: 1) Tallo: indica las unidades en km<sup>2</sup> Hojas se refiere a la fracción a primer décima de Tallo y se corresponde por el número de polígonos.

2) Se seleccionó la escala A con una apreciación de 1 km<sup>2</sup> de amplitud por estar los datos muy concentrados en valores bajos. La escala B, agrupa los datos mas distantes entre si con valores altos

**Cuadro 5**  
Distribución de los Órdenes de Suelo por Subregiones. Región Zuliana

| SUB-<br>REGIÓN<br>ÓRDENES          | GUAJIRA         |            | MARACAIBO       |            | PERIJA          |            | SUR DEL LAGO    |            | COSTA ORIENTAL  |            |
|------------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|                                    | Km <sup>2</sup> | %          |
| ALFISOL                            | 686.89          | 11.8       | 1653.55         | 29.0       | 3010.33         | 21.7       | 13.99           | 0.7        | 367.29          | 4.5        |
| ARIDISOL                           | 1769.59         | 30.4       | 1511.72         | 26.5       | 9.05            | 0.1        | 7.60            | 0.2        | 912.90          | 11.0       |
| ENTISOL                            | 398.0           | 6.8        | 113.61          | 1.9        | 311.49          | 2.2        | 231.34          | 16.9       | 132.87          | 1.6        |
| INCEPTISOL                         | 418.27          | 7.2        | 494.22          | 8.7        | 3300.69         | 23.7       | 532.86          | 34.9       | 987.86          | 11.9       |
| OXISOL                             | -               | -          | -               | -          | 261.36          | 1.9        | -               | -          | 139.78          | 1.7        |
| ULTISOL                            | -               | -          | -               | -          | 1464.89         | 10.5       | 137.41          | 7.4        | 105.03          | 1.3        |
| VERTISOL                           | 166.38          | 2.9        | -               | -          | 161.02          | 1.2        | 12.66           | 0.3        | 187.07          | 2.3        |
| ASOCIACIONES<br>SIN<br>INFORMACIÓN | 1723.86         | 20.6       | 1765.83         | 30.9       | 4363.27         | 31.4       | 404.28          | 29.4       | 2533.26         | 30.7       |
| OTROS                              | 449.11          | 7.7        | -               | -          | 996.75          | 7.2        | 141.15          | 8.6        | 2716.30         | 32.9       |
|                                    | 207.26          | 3.6        | 159.35          | 2.8        | 25.89           | 0.2        | 48.02           | 1.5        | 168.32          | 2.0        |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>5819.36</b>  | <b>100</b> | <b>5698.28</b>  | <b>100</b> | <b>13904.74</b> | <b>100</b> | <b>1689.31</b>  | <b>100</b> | <b>8258.68</b>  | <b>100</b> |

SUBREGIONES: **Guajira:** Municipios Páez, Mara y Almirante Padilla. **Maracaibo:** Municipios Maracaibo, San Francisco, Jesús E. Lossada y La Cañada de Urdanet. **Perijá:** Municipios Machiques de Perijá y Rosario de Perija. **Sur del Lago:** Municipios Jesús M. Semprúm, Sucre Santa Rita, Gabimas, Simón Bolívar, Lagunillas, Valmore Rodríguez y Baralt.

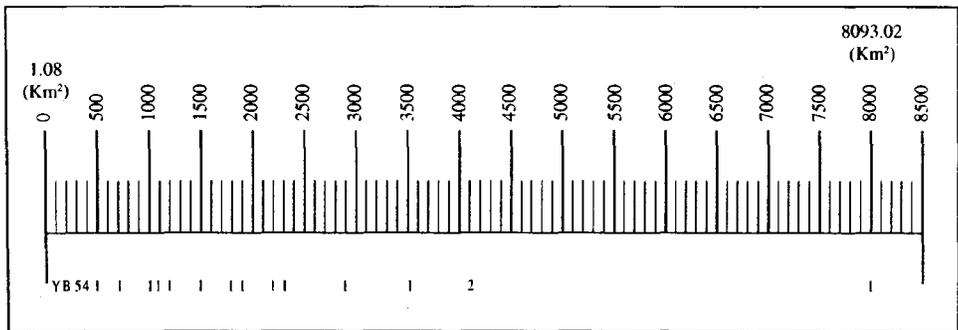
**Cuadro 6**  
Superficie de Polígonos de Suelos. Resumen Numérico

| Estadístico | Profundidad o Posición | Cuartil Bajo (Km <sup>2</sup> ) | (Km <sup>2</sup> ) | Cuartil Alto (Km <sup>2</sup> ) | Dif. (Km <sup>2</sup> ) | Media (Km <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Mediana     | 116.5                  |                                 | 12.05              |                                 |                         | 12.05                    |
| Cuartil     | 58.25                  | 5.48                            |                    | 64.81                           | 59.33                   | 35.15                    |
| Extremo     | 1                      | 1.08                            |                    | 8093.02                         | 8091.94                 | 4047.05                  |

Nota: La representación gráfica de este resumen produce una curva asimétrica positiva

N° de Polígonos

|        |         |         |
|--------|---------|---------|
| A = 10 | H = 80  | O = 150 |
| B = 20 | I = 90  | P = 160 |
| C = 30 | J = 100 | Q = 170 |
| D = 40 | K = 110 | R = 180 |
| E = 50 | L = 120 | X = 190 |
| F = 60 | M = 130 | Y = 200 |
| G = 70 | N = 140 |         |



ESCALA = 100 Km<sup>2</sup>

**Fig. 2.** Gráfico en línea  
Distribución de Polígonos por superficie

**Cuadro 7**  
Polígonos por Órdenes de Suelo. Tabla de Frecuencias

| Km <sup>2</sup> | Nº<br>POL. | SUELOS    |           |           |           |          |           |          |           |           |           | %<br>POL.     | SUP.<br>Km <sup>2</sup> | %             |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------------------|---------------|
|                 |            | 1         | 2         | 3         | 5         | 7        | 9         | 10       | 11        | 12        | 15        |               |                         |               |
| < 150           | 200        | 13        | 8         | 60        | 22        | 4        | 15        | 5        | 13        | 49        | 11        | 85,84         | 4519,49                 | 8,97          |
| 150 - 300       | 12         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1        | 0         | 2        | 0         | 1         | 2         | 5,15          | 2526,65                 | 5,02          |
| 300 - 450       | 4          | 1         | 1         | 0         | 1         | 0        | 1         | 0        | 0         | 0         | 0         | 1,72          | 1443,45                 | 2,87          |
| 450 - 600       | 2          | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 1         | 0        | 0         | 0         | 0         | 0,86          | 1028,08                 | 2,04          |
| 600 - 750       | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0         | 0         | 0         | -             | -                       | -             |
| 750 - 900       | 1          | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0         | 0         | 0         | 0,43          | 773,55                  | 1,54          |
| 900 - 1050      | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0         | 0         | 0         | -             | -                       | -             |
| 1050 - 1200     | 2          | 0         | 1         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 0         | 0         | 0         | 0,86          | 2226,59                 | 4,42          |
| 1200 - 1350     | 1          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1         | 0         | 0         | 0,43          | 1203,98                 | 2,57          |
| > 1350          | 11         | 2         | 1         | 1         | 2         | 0        | 1         | 0        | 1         | 0         | 3         | 4,71          | 36640,55                | 72,93         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>233</b> | <b>18</b> | <b>12</b> | <b>63</b> | <b>29</b> | <b>5</b> | <b>18</b> | <b>7</b> | <b>15</b> | <b>50</b> | <b>16</b> | <b>100,00</b> | <b>50362,34</b>         | <b>100,00</b> |

SUELOS: 1. Alfisol. 2. Aridisol 3. Entiso 5. Inceptisol  
7. Oxisol 9. Ultisol 10. Vertisol 11. Sin información  
12. Otros: centros poblados, cuerpos de agua y cienagas  
15. Asociaciones: combinaciones de órdenes de suelo

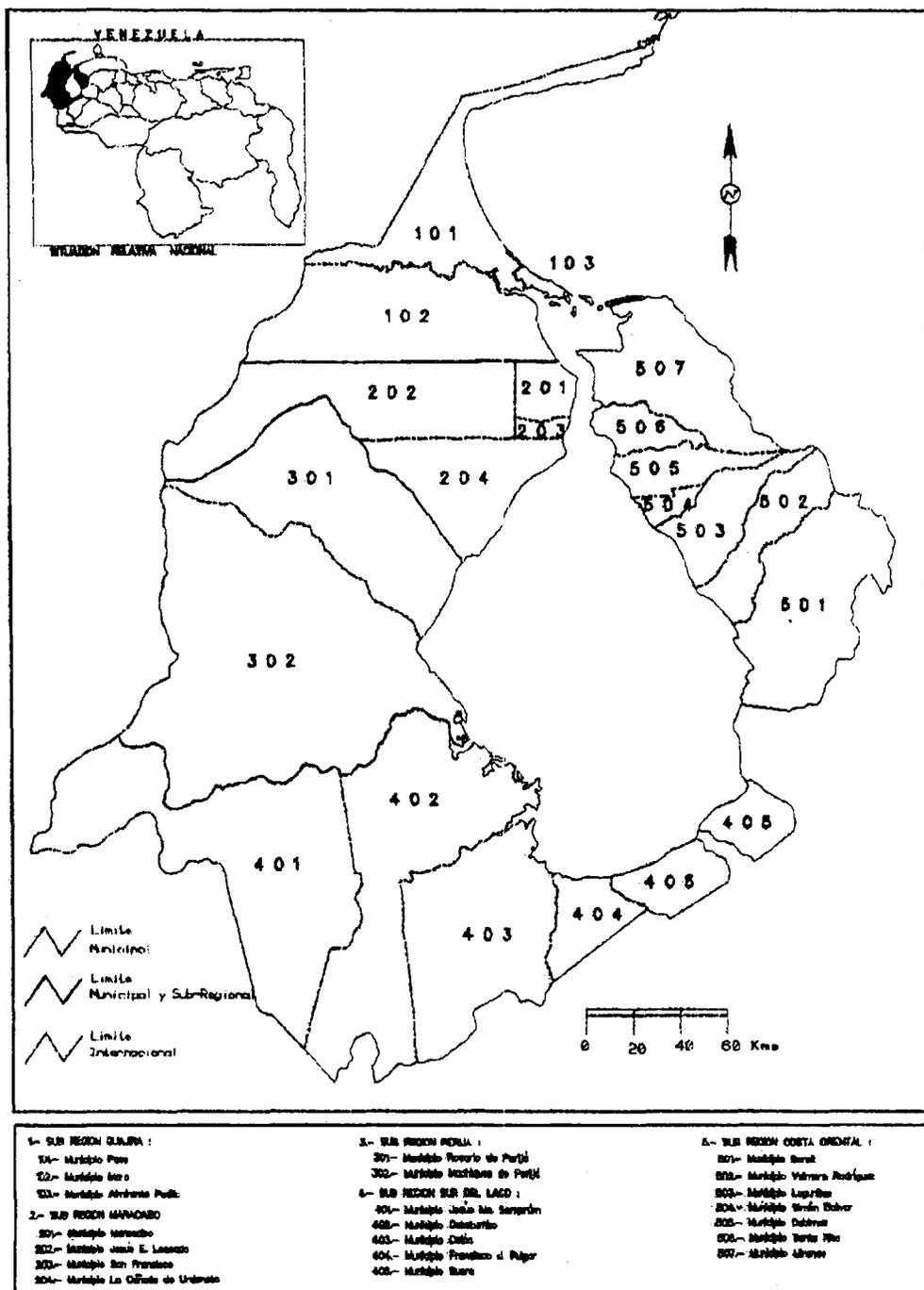
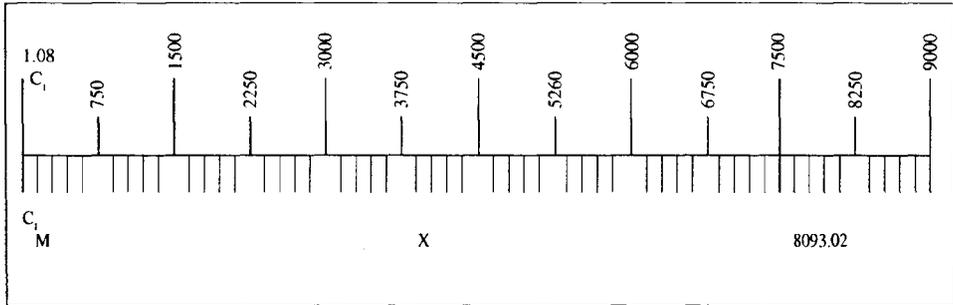


Fig. 3. Estado Zulia. División Política y Subregiones Administrativas



CUARTIL UNO ( $C_1$ ) = 58,25      CUARTIL CUATRO ( $C_4$ ) = 64,81      ESCALA = 150  
 MEDIANA ( $M$ ) = 116,5      MEDIA ( $X$ ) = 4047.5      (Km<sup>2</sup>)

**Fig. 4.** Superficie de los Polígonos de Suelos  
 Gráfico en Caja

En lo referente a los polígonos de suelos, más concentrados y con superficies medianas, (entre 450-900 km<sup>2</sup>) solamente existen tres polígonos que corresponden a los Órdenes Alfisol (773,55 km<sup>2</sup>), Inceptisol (558,16 km<sup>2</sup>) y Ultisol (469,92 km<sup>2</sup>). (Ver Cuadro N° 3, 4 y 7).

Los grandes polígonos de suelos, (mayores a 1350 km<sup>2</sup>), según su Orden, corresponden a la categoría de “asociaciones”, 3 polígonos seguidos de polígonos del Orden Inceptisol y 2 del Orden Alfisol (Ver Cuadros N° 3, 7 y Figura N° 1).

## CONCLUSIONES

El aprovechamiento estadístico de un S.I.G., conjuntamente con otros Softwares estadísticos, y mediante el empleo del método del “Análisis Exploratorio de los Datos” de la componente temática de los datos geográficos (suelos), producen resultados necesarios al usuario y otras indiscutibles ventajas de análisis como:

1. El análisis estadístico de una variable, resaltando los atributos y estructuras que subyacen ocultos o ignorados en las bases de datos de un S.I.G.
2. Corrige lo engañoso de la estadística convencional (Gaussiana) aplicada a una base de datos geográficos, para lo cual es específico.
3. El despliegue gráfico y semigráfico de los resultados estadísticos complementan la dimensión geográfica de la variable suelos de la Región Zuliana.

4. Informaciones estadísticas adicionales que aportan elementos valiosos para el análisis cuantitativo de la variable suelos de la Región Zuliana.
5. Satisface necesidades de información adicional a los usuarios de un S.I.G. y de cuya falta se quejan.
6. Descubre las tendencias, formas de distribución, variabilidad, amplitud, características generales, estructuras, posición, extensión y casos anómalos de la variable investigada.
7. Los valores obtenidos son de mayor representatividad de las complejidades de las variables, que un par de números que indiquen la Media, Mediana y Moda convencionales.
8. Una visión general y de síntesis, de los casos concretos o específicos, en forma numérica y semigráfica simultáneamente.
9. Complementa la información visual de los mapas.

#### AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación no hubiese sido posible realizarlo sin el apoyo financiero y la excelente disposición del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia.

#### REFERENCIAS CITADAS

BOSQUES, S.J.

1992 *Sistemas de Información Geográfica*. Rialp, Madrid 451 p.

COPLANARH

1975 *Atlas Inventario Nacional de Tierras Región Lago de Maracaibo*. M.A.C. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Caracas.

CHUVIECO, E. Y SALAS, O.

1993 Los S.I.G. en el análisis y gestión del medio ambiente. *Catastro*. 18: 61-72.

E.S.R.I.

1990 *Understanding G.I.S. the ARC/INFO Method*. Environmental System Research Institute, Reading.

ESCOLANO, U.S.

1993 "Etapas en la producción de mapas matemáticos con Sistemas de Cartografía Automática". *IV Encuentro de geógrafos de América Latina. Teoría y Métodos Geográficos 2*: 285-297. Merida, Venezuela (marzo-abril 1993).

SCOTT, L.

1994 "Identification of G.I.S. Attribute Error Using Exploratory Data Analysis". *The Professional Geographer*. 4G (3) 370-386.

U.S.D.A.

1970 *Soil Taxonomy*. Soil Conservation Service Washington DC.