

APLICACIÓN DE LOS SIG EN LA ORGANIZACIÓN, ANÁLISIS Y DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE SUELO PRODUCIDA EN LABORATORIO

René Martínez¹, Lency Chacón², Julio González³ y Heriberto Gómez⁴

*Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET, Laboratorio de Suelos y Aguas.
Universidad de Los Andes, ULA Táchira, Departamento de Ciencias Sociales, Laboratorio
de Sistemas de Información Geográfica (LABSIG)*

Recibido: enero 2006

Aceptado: abril 2006

Resumen

Los suelos son cuerpos naturales producto del ambiente y obviamente son también parte de ese ecosistema que la sociedad utiliza para satisfacer sus necesidades, en especial, alimentos y fibras. En Venezuela y en el estado Táchira en particular, se reconoce que una superficie importante de los suelos sometidos a uso agrícola presentan degradación de sus propiedades (Florentino, 2004), lo que ha causado preocupación y reflexión sobre la necesidad de orientar su aprovechamiento hacia un manejo sostenible. Esta visión en parte, será posible cuando los productores agrícolas cuenten con información sobre el recurso que están aprovechando, especialmente sus potencialidades y limitaciones. En este sentido se desarrolló este trabajo que incorpora a la base de datos sobre análisis de suelos (rutina) elaborada en el laboratorio, información espacial (posición) y a partir de esta se produjo para el estado Táchira, mediante algunas herramientas de sistemas de información geográfica, mapas digitales utilizando puntos para representar los registros de esos análisis realizados. Así mismo se derivaron a partir de esos puntos y aplicando el método del vecino más cercano, mapas de isolíneas de algunas propiedades del suelo como pH, contenido de materia orgánica (%) y contenido de calcio en ppm, con lo cual se muestra la variación general de éstas en el estado. Con este trabajo se demuestra que los SIG pueden ser utilizados adecuadamente como una metodología a partir de la cual se puede organizar, analizar y divulgar una valiosa información producida en los laboratorios de suelo.

Palabras claves: Suelos, Sistema de Información Geográfica, Isolíneas

APPLICATION OF SIG IN THE ORGANIZATION, ANALYSIS AND SPREADING OF GROUND INFORMATION PRODUCED IN LABORATORY

Abstract

Soils are natural bodies' product of the environment and they are also part of that ecosystem that society uses to satisfy its needs, in special, foods and fibers. In Venezuela, and particularly in the state of Táchira, it is recognized that an important surface of soils used

¹ Licenciado en Educación Mención Geografía y Cs. de la Tierra.

² Ing. Agrónomo. Laboratorio de Suelos y Agua, UNET.

³ Ing. Forestal. Magíster en Suelos. Profesor adscrito al Departamento de Cs. Sociales ULA Táchira.
Email: jtovar@ula.ve

⁴ Geógrafo. PhD en Geografía. Coord. Laboratorio SIG adscrito al Departamento de Cs. Sociales ULA Táchira. Email: hgomez@ula.ve

in agricultural activities presents degradation problems on their properties (Florentino, 2004). As a result, soil degradation has caused concern and reflection on the necessity to orient its use towards a sustainable management. This vision will be possible when the agricultural producers have more information on the resource that they are using (i.e natural soils), specially their potentialities and limitations. In this sense, this work was developed to incorporate data base on ground analysis (routine) elaborated in the laboratory, spatial information (position). Using some tools of geographical information systems (GIS), digital maps with points to represent the registries were made. Similarly, applying the neighborhood method, maps of Isolines were created representing a number of properties of soils including pH, contained of matter organic (%) and contained of calcium in ppm, which results show general variation of these properties in the state. This work consider that the GIS can be adequately used as a methodology from which it is possible to organize, to analyze and to display valuable information produced in the soil laboratories.

Keywords: Soils, Geographical Information Systems, Isolines

1. Introducción

Según FAO (1980) la degradación del suelo es el resultado de uno o más procesos que disminuyen su capacidad actual y/o potencial, para producir bienes o servicios. De acuerdo con Pla (1990), la degradación es un descenso en la calidad del suelo debido a causas naturales o inducidas por el hombre. Entendiendo por calidad del suelo, como la habilidad para cumplir con tres funciones básicas: 1. medio para el crecimiento de las plantas, 2. regulador del régimen hídrico a nivel de unidades hidrológicas y 3. filtro ambiental.

En Venezuela y en el estado Táchira en particular, por el desarrollo de la agricultura en laderas con fuertes pendientes, se reconoce que una superficie importante de los suelos sometidos a uso agrícola presentan degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, ello ha causado preocupación y reflexión sobre la necesidad de orientar su aprovechamiento hacia un manejo sostenible, es decir, el uso de un recurso útil pero escaso para la producción de bienes destinados a satisfacer las necesidades humanas cambiantes y al mismo tiempo, asegurar el potencial productivo del recurso, a largo plazo, así como el mantenimiento de sus funciones ambientales (ONU, 1992).

El planteamiento anterior será posible en parte en la medida que los productores cuenten con información sobre el recurso que están aprovechando, especialmente sus limitaciones y potencialidades. Por otro lado, en los laboratorios de suelos existe un cúmulo de información con dificultades actuales para organizarla y sobre todo que destino darle a esa información después que los resultados se han suministran al agricultor.

En este sentido en este trabajo se plantea desarrollar de manera sistemática un conjunto de actividades que permitan en el estado Táchira, organizar, analizar y divulgar la información sobre análisis de rutina de la superficie del suelo y con ello coadyuvar al conocimiento de las condiciones del suelo en el estado y por ello contribuir de alguna manera en el uso más eficaz del recurso.

Utilizando la información sobre análisis de rutina generada en el laboratorio de suelos de la UNET se elaboró, en MapInfo versión 6.5, un espacio de trabajo con cuatro

capas que muestran de manera conjunta la siguiente información:

- 1.- Mapa digital que utiliza como recurso de representación puntos distribuidos irregularmente en geografía tachireña y asociando a cada punto, atributos que constituyen los resultados de los análisis realizados en el laboratorio.
- 2.- Dos mapas digitales con información político territorial tanto municipal como parroquial.
3. Un mapa digital de Órdenes de suelo, según la Taxonomía de suelos.

Por otro lado empleando ArcView versión 3.1 y mediante mallas regulares e interpolación, se generó a partir de los puntos y utilizando el método del vecino más cercano, una estructura numérica (representada en forma de isolíneas) que explica y representa, la variación general de propiedades del suelo como pH, materia orgánica (%) y calcio Ca en ppm.

2. Objetivos:

Objetivo general

Desarrollar métodos alternativos para el estudio y difusión de los análisis de suelos

Objetivos específicos

- 1.- Revisar la base de datos para los análisis de rutina de suelos, elaborada por el Laboratorio.
- 2.- Seleccionar los registros que corresponden al estado Táchira e incorporarle, a cada registro, información espacial (posición).
- 3.- Transformar, con la ayuda de programas para SIG (MapInfo (6,5) y ArcView (3.1)), una base de datos en un mapa digital con información puntual.
- 4.-Complementar los datos puntuales con otros mapas digitales (capas) con información político territorial y sobre el recurso suelo a nivel de órdenes, según la Taxonomía de suelos.
- 5.- Elaborar para el estado Táchira, mapas digitales de isolíneas para propiedades del suelo, en particular: pH, contenido de calcio en ppm y materia orgánica (%).

3. Materiales y métodos

- 1.- Revisión, diagnóstico y transformación de la base de datos.

Desde sus inicios en marzo de 1983 el laboratorio a prestado un servicio importante a los productores agrícolas de la región, que consiste en realizar los denominados análisis de rutina de muestras superficiales de suelos, con los cuales se ayuda al productor a conocer el recurso que está aprovechando, a entender sus limitaciones y potencialidades y además obtener de especialistas, recomendaciones sobre las prácticas agrícolas más idóneas que mejoren la relación costo / beneficio y que sean además ambientalmente aceptables.

La información producida por el laboratorio, se encuentra en una base de datos elaborada en Microsoft Office Excel, que a la fecha de realización de este trabajo contaba con 2989 registros (análisis). Del total de registros, solo el 56% pertenecen al estado

Táchira, debido a que este laboratorio presta servicio a otros productores más allá de las fronteras de esta entidad federal.

Los análisis que corresponden al estado Táchira (1680) fueron separados de la tabla que conforma la base de datos, reorganizando sus columnas, para analizar la posibilidad de asignarle a cada registro y con la información solicitada al productor en el momento de consignar las muestras al laboratorio, una posición geográfica aproximada. Esta constituye la diferencia fundamental entre una base de datos tradicional y aquella utilizada en los sistemas de información geográfica, es decir, estas últimas contienen información numérica (coordenadas) sobre la distribución espacial de los datos.

Como puede observarse en el cuadro 1, el laboratorio solicita al registrar la muestra cierta información sobre la ubicación de la unidad de producción y por ende en forma aproximada del análisis, sin embargo esta información en algunos casos no es suministrada por el productor y en otros la suministra de forma aproximada o incorrecta, dando información muy general como la municipal.

Debido al corto tiempo para realizar el trabajo y por ende para efectuar actividades de campo, se optó por lograr una ubicación aproximada de las unidades de producción, considerando la información recavada en la base de datos y mediante consultas al Diccionario Geográfico del Táchira, elaborado por el MARNR en 1995, a La Gaceta de Términos Geográficos de Venezuela de la Dirección de Cartografía Nacional del año 1981 e información digital de 220 centros poblados suministrada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Con este procedimiento se logró ubicar alrededor de 40% del total de registros disponibles en la base de datos para el estado Táchira.

La ubicación finalmente se expresó mediante coordenadas geográficas en grados, que se incorporó en la base de datos y para cada registro, mediante dos nuevas columnas al inicio, e identificadas como X (Este) e Y (Norte). Tal y como puede observarse en el cuadro 2. No obstante es necesario señalar que con trabajo de campo y mediante consultas a los inventarios agrícolas pueden incorporarse nuevos registros que mejorarían el trabajo producido a la fecha.

2.- Transformación de la base de datos en un mapa digital de puntos

La base de datos elaborada en Microsoft Office Excel, que incorpora tanto información de la posición geográfica como de los resultados de análisis rutinarios de suelos, fue importada a MapInfo, versión 6,5, software para sistemas de información geográfica bajo ambiente Windows. Luego fue desplegada como puntos, teniendo como marco el perímetro del estado Táchira. Esto puede observarse en la figura 1.

Microsoft Excel - Base de Datos: AÑO 94										
Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana 2 Producción										
= 2										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M, C
1	N°	Fecha	Código	Finca	propietario	Localidad	Distrito	Municipio	Estado	Textura
2	1	110886	1576	Los Palmares	José R. Moreno			San Camilo	Apure	Fina (A)
3	2	110886	1581	El Toponcito	Jacinto Vargas P.	Ezequiel Zamora	Andrés Eloy IBarrinas		Apure	Fina (FAL)
4	3	110886	1582	El Toponcito	Jacinto Vargas P.	Ezequiel Zamora	Andrés Eloy IBarrinas		Apure	Fina (FAL)
5	4	110886	1583	El Toponcito	Jacinto Vargas P.	Ezequiel Zamora	Andrés Eloy IBarrinas		Apure	Media (FA)
6	5	110886	1592	Parcela N°1	Valerio Roja	Sucre		Zulia		Media (FA)
7	6	110886	1593	Parcela N°2	Valerio Roja	Sucre		Zulia		Guasa (Fa)
8	7	110886	1611	Agrop. Santa	Juan C. Omaña	Ezequiel Zamora	Andrés Eloy IBarrinas		Trujillo	Media (FL)
9	8	110886	1612		Francisco P					Media (F)
10	9	110886	1613	Irak	Domingo jaimes	paez		urdaneta	Apure	Media (FAg)
11	10	110886	1614	santa Ana	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Guasa (Fa)
12	11	110886	1615	santa Ana	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (F)
13	12	110886	1616	santa Ana	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Guasa (Fa)
14	13	110886	1617	santa Ana	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (FAL)
15	14	110886	1618	santa Ana	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (F)
16	15	110886	1619	La cuna	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (F)
17	16	110886	1620	La cuna	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (F)
18	17	110886	1621	La cuna	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Media (F)
19	18	110886	1622	La cuna	ivo Labrador	Alberto Adriani	Alberto Adriani	Merida		Fina (FAL)
20	19	110886	1624	Los pinos	Julio c Mora	Ezequiel Zamora		Barrinas		Media (A)
21	20	110886	1626	Mi Dellirio	Nelson B			catatumbo	Zulia	Media (FA)
22	21	110886	1629		Jose pabon					Guasa (Fa)
23	22	110886	1636	EL Recuerdo	samuel jaimes	Ezequiel Zamora		Barrinas		Media (F)
24	23	110886	1644	La cantara	cesar paulini			Barrinas		Media (FA)

Cuadro1 . Configuración de la base de datos original elaborada en Microsoft Office Excel, por el Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la UNET.

MapInfo Professional - [DATA_1 Browser]

File Edit Tools Objects Query Table Options Browse Window Help

COORDENADA	COORDENADA	FINCA	CODIGO	FECHA	PROPIETARIO	LOCALIDAD	PARRO	
	-71,9278	8,46444	La Macarena	8621	60794	L. G. Velasco	C. C. Amarillo A.	D. Maidt
	-71,831	8,511	San Rafael	541	300597	Filomena Arellano	La Tenida	
	-71,831	8,511	San Antonio	1014	80598	Antonio Sanchez	San Rafael	S.D.Mal
	-71,792	8,51	Las Neblinas	475	211199	Israel Molina	Las Neblinas	Samuel
	-71,8039	8,42778	Buenos Aires	431	81099	Heriberto M	Las Tiendas	Samuel
	-71,8039	8,42778	La Parada	426	81099	Eudes E. Ramirez	Las Tiendas	Samuel
	-71,8039	8,42778	El Milagro	353	220799	Gerrardo Medina	Las Tiendas	Samuel
	-72,2277	7,8416	Sta. Eduvigis	154	290796	Maximiliano	Becerrapalmira	
	-72,2277	7,8416	Sta. Eduvigis	155	290796	Maximiliano	Becerrapalmira	
	-72,1006	7,56	S. N.	558	170697	Luis Contreras	Las llanadas	
	-72,2433	7,83389	El Salado	979	170498	Domingo G	Caneyes	Guásim
	-72,2433	7,83389	El Salado	980	170498	Domingo G	Caneyes	Guásim
	-72,1252	7,5002	Mi Cabaña	438	221099	Edgar Ramirez	Paticitos	Guásim
	-72,1526	7,5002	La Puente	227	140499	Carlos Moreno	La Puente	Guásim
	-72,0861	7,79667	Coronado	8898	71194	Wladow Méndez	Vía Potosí	San Ciri
	-72,3325	7,66458	C. Deportivo	957	270398	Luis Esclava	Unet	San Ciri
	-72,3325	7,66458	Los Miguelito	948	270398	Miguel Chacon	San Cristobal	San Ciri
	-72,3325	7,66458	Agrop. Paramillo	894	130298	Richar Quintero	Paramillo	San Ciri
	-72,3325	7,66458	P. Paramillo	1	140499	Granja Unet	Paramillo	San Ciri
	-72,3325	7,66458	P. Paramillo	244	140499	Granja Unet	Paramillo	San Ciri
	-72,3325	7,66458	P. Paramillo	243	140499	Granja Unet	Paramillo	San Ciri

Cuadro 2. Base de datos modificada con la incorporación de nuevas columnas al inicio para expresar la posición aproximada de los registros.

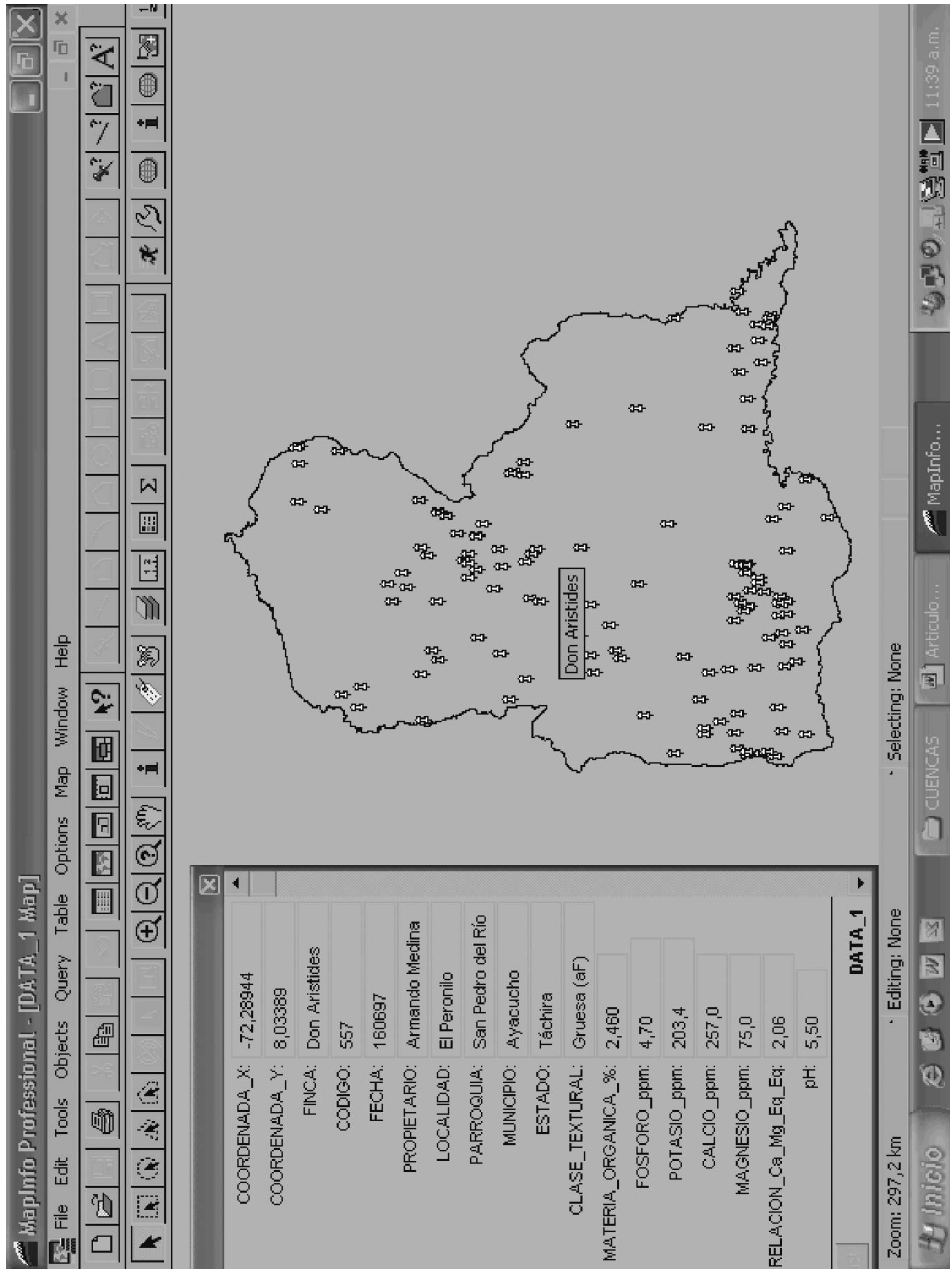


Figura 1. Mapa digital elaborado en MapInfo versión 6.5, con información geográfica de puntos y donde se muestra como se despliegan los atributos asociados a cada registro (unidad de producción – punto).

En este mapa los puntos corresponden a unidades producción donde se han analizado muestras de suelo. Cada vez que se activa un punto y se solicita información, automáticamente se despliega lo que contiene la base de datos (cuadro 1 y figura 1).

3. Definición y elaboración de capas con información complementaria

Se consideró importante complementar la capa de puntos (mapa digital) derivada a partir de la base de datos, con información político territorial sobre el estado y con información general de los suelos de la región. En este sentido se incorporaron mediante la apertura de un entorno de trabajo (workspace) en Mapinfo, tres capas de información (temas). Una con los límites municipales del estado Táchira suministrada por el Instituto Nacional de Estadística (figura 2), otra construida por vectorización en pantalla de una imagen raster con cuatro puntos de control, a partir de la información suministrada personalmente por Jorge Niño, que incluye los límites parroquiales y por último una capa de Ordenes de Suelos (taxonomía), elaborada por vectorización a partir de información suministrada por el MARNR (1986) tal como se muestra en la figura 2.

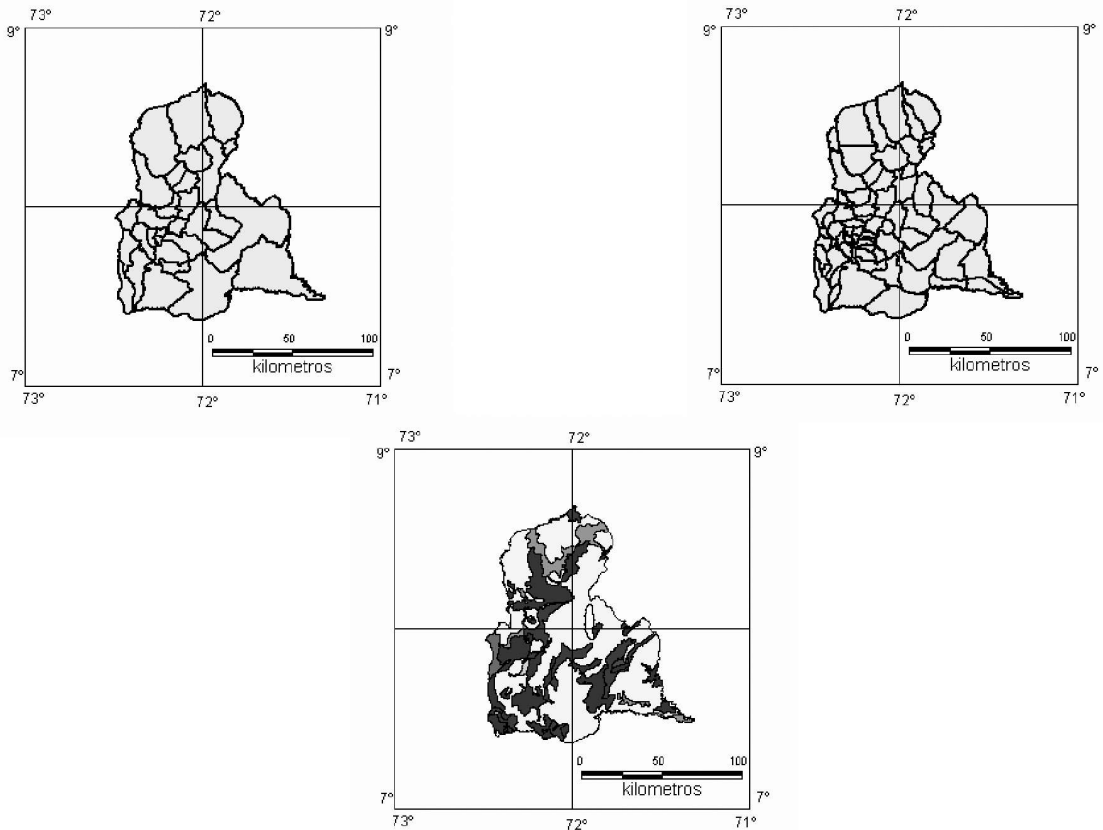


Figura 2. Capas con información complementaria de ubicación política territorial y sobre suelos a nivel de Órdenes de Suelo. (Adaptado de INE y MARNR).

4.- Elaboración de mapas de isolíneas de algunas propiedades del suelo

A partir de la capa de puntos se derivaron mapas de isolíneas para tres propiedades de suelo: pH, medido en agua en relación suelo:agua (1:2), materia orgánica (%) determinada mediante digestión húmeda según Walkley y Black y del contenido de calcio en ppm, extraído con acetato de amonio a pH 7.

Es necesario decir que pH es un concepto desarrollado principalmente para soluciones y aplicado con éxito en suspensiones de suelo del cual se obtiene de lo se podría llamar el ambiente químico del suelo y a partir de ese valor se pueden inferir algunas situaciones problemáticas relacionadas con la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, actividad biológica en el suelo y el efecto tóxico de algunos elementos químicos como el Al^{3+} , Mn^{2+} , Cl^- . En este sentido es importante destacar que es una propiedad muy variable en cortas distancias y temporalmente.

En ningún momento se pretende utilizar los mapas de isolíneas de pH para realizar recomendaciones o para predecir el valor de esta propiedad en unidades de producción que no tengan análisis. Se pretende simplemente señalar cual es la tendencia general de la distribución espacial de la propiedad en el contexto del estado Táchira.

Un planteamiento similar se aplica a la materia orgánica. En este sentido, como es ampliamente conocido, en suelos minerales este contenido es un componente minoritario del componente sólido. Sin embargo, influye de manera significativa en muchas propiedades físicas y químicas del suelo, en especial, la disponibilidad y retención de nutrimentos y en el comportamiento del suelo frente a fluidos (agua y aire) por su efecto sobre la estructura y por ende en las características del espacio poroso. No obstante, es una propiedad muy variable y obviamente como en el caso del pH, se busca conocer la variabilidad espacial general de la propiedad.

En el caso del contenido de calcio (Ca^{2+}) en ppm, el estudio de su variabilidad en el estado busca relacionarla con el pH, por que en condiciones naturales, en general la acidificación, en otras palabras, el incremento progresivo en la concentración de iones hidrógeno, está estrechamente relacionada con un incremento en la lixiviación (pérdida) de cationes básicos, entre ellos por supuesto el calcio.

Para realizar los mapas de isolíneas fue necesario generar una estructura numérica de datos que represente la distribución espacial de las propiedades seleccionadas (pH, %MO y Ca^{2+}) en el campo. Esta estructura puede ser generada a partir de la red de triángulos irregulares (TIN) o a través de la malla regular. Las estructuras generadas por ambos métodos según Vilchez (2000) tienen ventajas y desventajas, sin embargo, de acuerdo a la opinión del citado autor, por su poca complejidad la malla regular ha sido la más utilizada y es la empleada en este trabajo. En este sentido para aplicarla fue necesario utilizar ArcView, versión 3.1, bajo ambiente Windows y obviamente transformar la capa de puntos elaborada en MapInfo, al formato .shp con la herramienta conversor universal. En este software para sistemas de información geográfica (ArcView), se construyó a partir de puntos irregularmente distribuidos en espacio tachirenses (figura 1) una red de puntos aproximadamente equidistante, es decir, aquella según Vilchez (2000) donde los puntos están distribuidos de tal manera que forma una malla cuadrada de filas y columnas, tal

procedimiento se ejecutó en ArcView con el comando convert to grid. De este modo se desarrollo un proceso de interpolación el cual permite conocer, a partir de la información suministrada, los valores de la propiedad en sitios donde no se tiene información.

La interpolación puede efectuarse por varios métodos entre ellos Vilchez (2000), señala la ponderación en función de la distancia (promedios móviles), kriging, las funciones básicas radiales y las superficies respuesta (tendenciales). Sin embargo, el kriging es la metodología más utilizada para explicar la variación de propiedades del suelo, debido a la posibilidad de conocer el rango de influencia del valor de la propiedad y poder calcular el error en la estimación efectuada partiendo del hecho de que la variación de propiedades del suelo no es lineal con la distancia.

A pesar de que kriging es uno de los métodos más populares, no estaba disponible para plataforma ArcView de manera que la interpolación se realizó mediante interpolate y con la técnica del vecino más cercano.

5. Análisis de resultados

En la figura 3 se muestra el entorno de trabajo que incluye tanto los registros de análisis de suelos, como la información complementaria elaborada. De esta manera cuando se solicita información para cada punto, automáticamente despliega la el nombre de la propiedad o propiedades donde se elaboró el análisis, la ubicación municipal y parroquial donde se ubica el registro y por ultimo la información general de suelos. Si además en esa ventana se despliega la información sobre las unidad de producción o unidades de producción se tendrá acceso a él o los análisis realizados en esa unidad tal y como se observa en la figura 4.

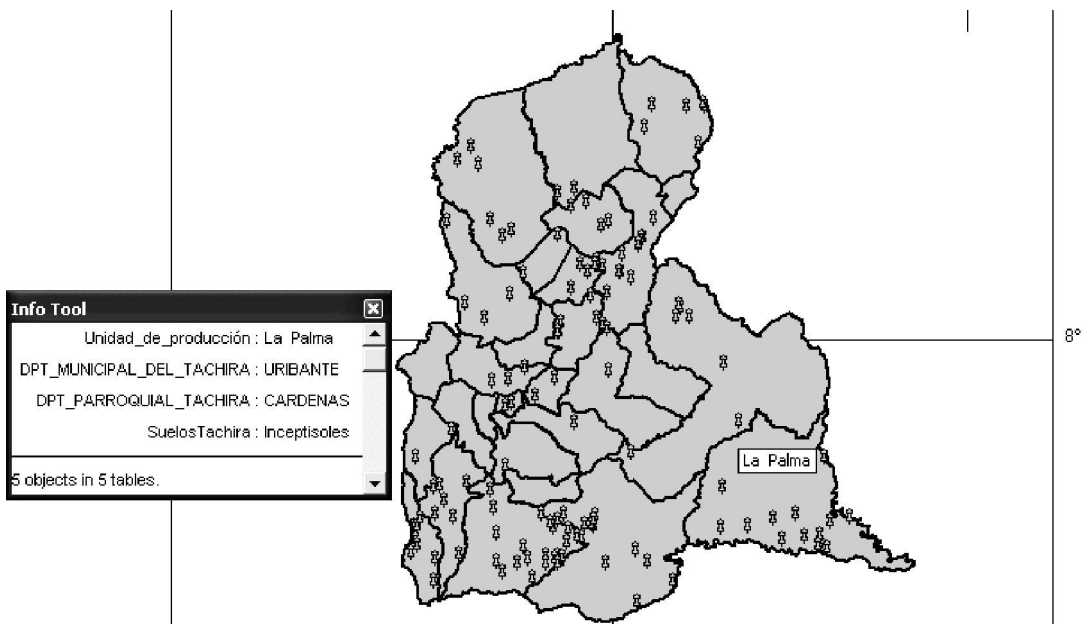


Figura 3. Despliegue de la información en pantalla con todas las capas superpuestas.

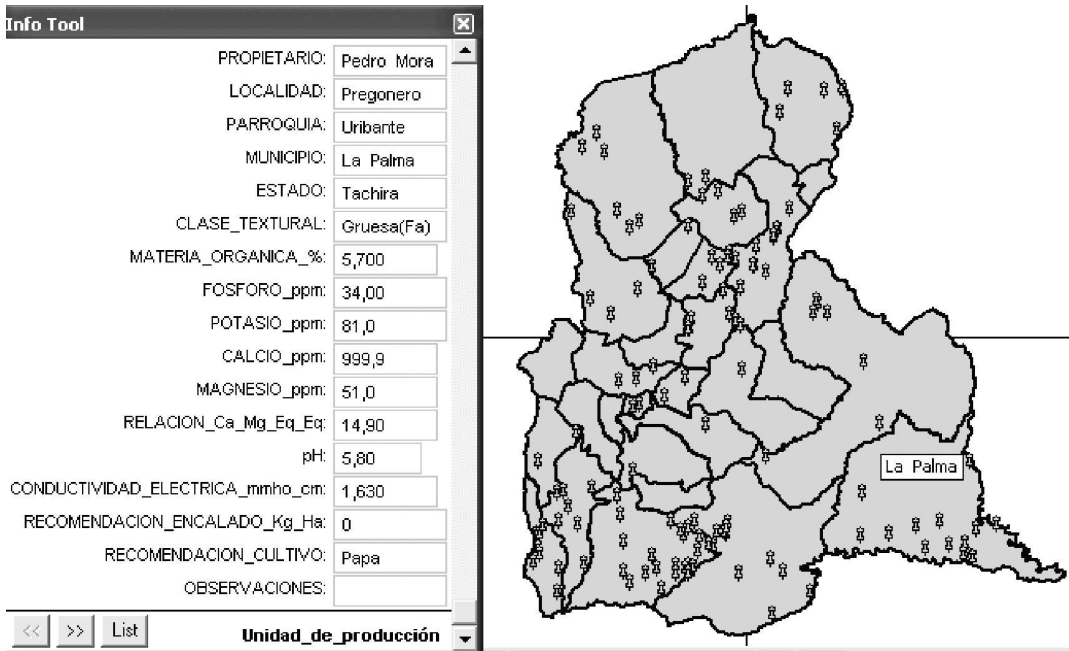


Figura 4. Despliegue de la información de análisis d suelo que contiene cada unidad de producción.

Lo anteriormente expuesto implica que un solo punto del mapa puede contener varios análisis de una misma propiedad y además por la poca información disponible sobre posición en la base de datos, un mismo punto podría contener información sobre varias unidades de producción diferentes.

A partir de la estructura numérica que representa la variabilidad de las propiedades del suelo que, en este trabajo es del tipo discreto o raster, es decir, el área a ser mapeada dividida o representada en celdas (pequeñas áreas cuadradas) que contienen cada una un solo valor para toda el área de la celda, se pueden derivar mapas secundarios como isolíneas que en este caso se reclasificaron y convirtieron a formato shape (polígonos), es decir, de grid a vector o raster a vector. Posteriormente se importó la información nuevamente a MapInfo, para el cálculo de superficies y generar algunas representaciones para el análisis de la información.

En las figuras 5, 6 y 7, pueden observarse los mapas de isolíneas para pH, materia orgánica (%) y para el contenido de calcio Donde puede se muestra a grandes rasgos, de acuerdo a la información disponible la variabilidad de esas en el estado Táchira.

6. Conclusiones

Los suelos constituyen un recurso vital para el desarrollo de la sociedad. El desconocimiento de sus características más relevantes han generado un uso inadecuado del mismo lo cual,

como resultado, está provocando una acelerada alteración, siendo la degradación la evidencia más conspicua. Los estudios de suelos son fundamentales para la mejor comprensión y sugerencia de aprovechamiento adecuado de tan importante recurso natural. El aprovechamiento de tecnologías modernas basadas en sistemas computacionales han demostrado un alto nivel de eficiencia tanto para la captura como para el análisis y divulgación de la información que acerca del suelo se genera en los laboratorios. Queda comprobada así la capacidad que poseen los sistemas de información geográfica para manejar grandes volúmenes de datos, estadísticos y cartográficos, lo cual aseguran un futuro promisor para el manejo del suelo.

Agradecimientos

Estos son resultados preliminares del Proyecto Suelos del Táchira. Se agradece al Laboratorio de Suelos y Agua de la UNET, al LABSIG de la ULA y al CDCHT ULA por contribuir parcialmente con el financiamiento de este proyecto según código NUTA-H-241-06-09-AA.

Referencias bibliográficas

FAO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Roma 86 p.

FLORENTINO, A. (2004). Manejo sostenible de suelos agrícolas: Enfoques y principios os, para la investigación, desarrollo e innovación tecnológica. Taller Manejo sostenible de suelos agrícolas. UNET y SVCS. San Cristóbal. Táchira. Venezuela. 4 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES (MARNR) (1986). Atlas del estado Táchira. Dirección General Sectorial de Información e Investigación del Ambiente, MARNR. Caracas, Venezuela.

ORGANIZACIÓN NACIONES UNIDAS (1992). Agenda 21. Disponible en:
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21sptoc.htm>.
Consultado: 20-02-2005

PLA, I. (1990). La degradación y el desarrollo agrícola de Venezuela. *Agronomía Tropical* 40(1-3): 7-27

VILCHEZ, J. (2000). Evaluación de modelos de elevación digital (MED) de malla regular generados a partir de curvas de nivel. *Rev. Geog. Venez.* Vol 41(2) 2000, 239 – 256.