



ACTUALIZACIÓN DEL RELEVAMIENTO DE SUELOS IRRIGADOS POR EL RÍO MENDOZA (ARGENTINA)

ACTUALIZED SURVEY OF SOILS IRRIGATED BY THE MENDOZA RIVER (ARGENTINA)

Benjamín R. Perez Valenzuela
Carlos E. Salcedo

Originales
Recepción: 29/11/2001
Aceptación: 19/03/2002

RESUMEN

Este trabajo actualiza un relevamiento de suelos del área regada por el río Mendoza (Argentina) cuyo muestreo edáfico -el de mayor intensidad en la zona- y sus análisis se efectuaron en 1974. Con un Sistema de Información Geográfica (SIG) se obtuvo un mapa digital operativo que fijó los límites -o unidades cartográficas- de los suelos, conociendo la precisión de las cartografías realizadas. La información básica sobre el recurso suelo servirá de base para posteriores investigaciones; por ej. su eventual degradación por el recurso hídrico utilizado.

Método para establecer las unidades cartográficas del suelo:

- a) Recuperación digital de 2 475 datos puntuales tabulados. La tabla suministró el identificador de los mismos (id.) y la textura y salinidad de dos capas: 0-25 y 50-80 cm.
- b) Transferencia cartográfica de los atributos edáficos de la tabla para vincular la cartografía con la base asociada de datos.
- c) Definición de las unidades cartográficas y la extensión de cada atributo mediante el método de interpolación de los polígonos de Thiessen.
- d) Limitación de la extensión de la interpolación a una distancia máxima de 178 m, 10 ha.

ABSTRACT

This paper presents a soil survey update of the area irrigated by the Mendoza river (Argentina). Soil sampling -the most intensive in the area- and analyses were performed in 1974. In order to establish the precision of previous maps, this study contains an operational digital map that is included in a Geographic Information System (GIS). The map will help to determine soil boundaries, or cartographic units. This basic information can be used in further studies to ascertain whether -or not- water is degrading the soil.

Method to establish soil cartographic units:

- a) Digital retrieval of the original data (2 475 sampling points); the table furnished information on the sampling points (id.) and on the texture and salinity of two layers; 0-25 and 50-80 cm.
- b) Cartographic transfer of soil properties from the table linking the cartography to the associated data base.
- c) Definition of cartographic units of each of the soil properties using the Thiessen polygon method.
- d) The interpolation distance was limited to a maximum of 178 m, 10 ha.

e) Diseño de mapas temáticos definitivos con tabulaciones cruzadas. Dichos mapas, a escala de semi-detalle, fueron previstos para planificaciones y recomendaciones de uso a nivel regional, no parcelario.

e) The maps were made with cross-tabulations to generate definitive thematic and medium scale, useful for further regional planning and recommendations.

Palabras clave

Sistemas de Información Geográfica (SIG) • propiedades del suelo • mapas temáticos • suelos irrigados • tipos de suelos • suelos salinos • río Mendoza

Key words

Geographical Information Systems (GIS) • soil properties • thematic maps • irrigated soils • soils types • saline soils • Mendoza river

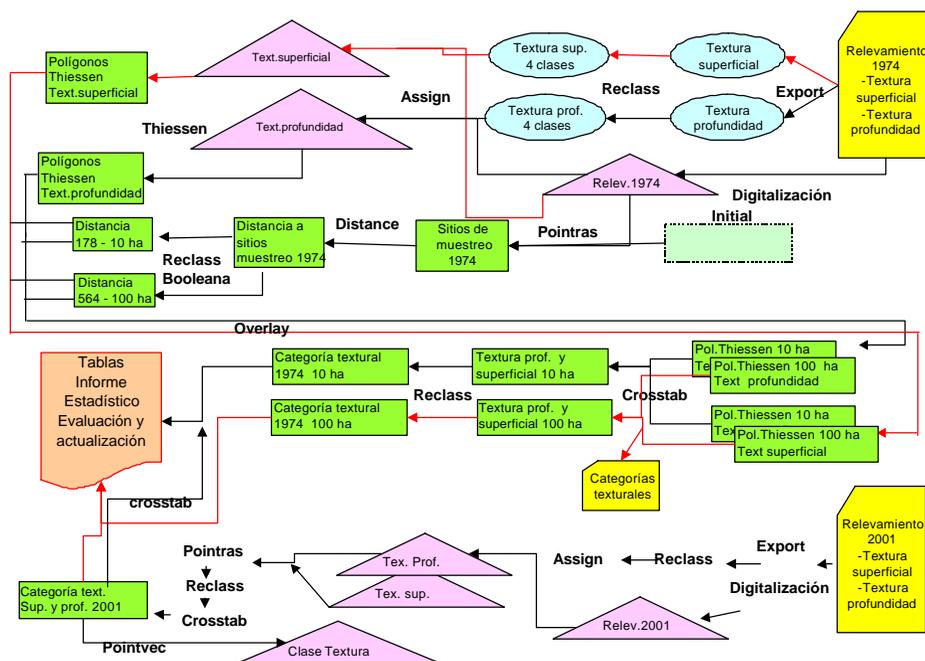
INTRODUCCIÓN

El incremento del uso no agrícola del agua, la degradación de las aguas subterráneas y superficiales -fundamentalmente su salinización- y el advenimiento de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) aconsejan la necesidad de actualizar los estudios de suelos. Mapas elaborados por levantamientos convencionales de suelos constituyen la mayor fuente de información; sin embargo, carecen de la precisión deseada en términos de escala y no brindan las ventajas y comodidades proporcionadas por las cartografías digitales operativas. Los mapas digitales son capas de datos con las informaciones básicas esenciales para desarrollar modelos globales certeros y evaluar la eventual degradación del recurso suelo. Asimismo, otra etapa esencial de la cartografía es la generalización de entidades espaciales complejas hasta el límite aceptable de confiabilidad, sintetizando los polígonos detallados de suelos en unidades más generales. El acceso a un SIG ha permitido la actualización del relevamiento de suelos del río Mendoza (Argentina), realizado en 1974 con técnicas convencionales. La misma ha incluido la recopilación, correlación, interpretación y presentación del método empleado. Con la tecnología de SIG, los resultados no son separables de los métodos -están implícitos en ellos- pero se respetará la separación clásica debido a exigencias propias de la comunicación técnico-científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

- ① Material básico: la forma digital de 2 475 puntos de muestreo de suelos (3) del relevamiento de 1974 (2), georreferenciado al sistema Universal Transverse Mercator (UTM) y la tabla asociada con la información del número de identificación y textura y salinidad de dos capas del suelo: 0-25 y 50-80 cm.
- ② Software utilizado de SIG: Idrisi32.
- ③ Cartografía base digitalizada en UTM (1).

I. Diagrama del proceso



II. Método conceptual

1. Los datos históricos de textura se agruparon en 4 clases; los de salinidad, en 5.
2. Los datos puntuales de atributos edáficos se cartografiaron digitalmente.
3. Se realizó una interpolación utilizando polígonos de Thiessen.
4. El área de interpolaciones se limitó con el proceso de distancia a partir de los lugares muestreados.
5. Se elaboró una cartografía combinando texturas superficiales y en profundidad.
6. Se reclasificaron las unidades texturales en 4 categorías texturales.
7. En el año 2001 se efectuó un relevamiento edáfico de 34 sitios en 2 capas: superficial y en profundidad, se determinó la textura (por volumen de sedimentación) y la salinidad (por conductividad eléctrica del extracto de saturación).
8. Los sitios muestreados se georreferenciaron con 2 GPS (Global Positioning Systems).
9. Los datos obtenidos del relevamiento se procesaron y cartografiaron con el SIG.
10. Se estableció la correspondencia estadística entre los 2 relevamientos: el histórico de textura (1974) y el actualizado.

Por razones prácticas no se consignaron todos los mapas elaborados pero están disponibles en formato digital.

El método precitado corresponde a la evaluación textural de los suelos. Para la salinidad es similar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El relevamiento original estaba discriminado en 7 clases texturales:

- | | |
|-------------------|--------------------------------|
| 1. Arenosa | 5. Franco-arcillosa |
| 2. Franco-arenosa | 6. Arcillosa |
| 3. Franca | 7. Ripio, canto rodado o tosca |
| 4. Franco-limosa | |

Esta información, recopilada digitalmente, se puede expresar de inmediato en una cartografía. Para su generalización, las mencionadas 7 clases se reclasificaron agrupándolas en las 4 consignadas en la referencia de la figura 1. Como el muestreo fue puntual, la zona de influencia de cada atributo edáfico en cada sitio se fundamentó por interpolación, utilizando polígonos de Thiessen. En sectores de muestreo poco denso -escasas muestras/unidad de superficie- la interpolación de puntos originó extensas zonas que, teóricamente, eran unidades cartográficas con iguales características edáficas. Visto la heterogeneidad de los suelos mendocinos se limitaron dichas unidades a un área máxima de 10 ha. Para mejor visualización y, sólo para fines cartográficos, también se limitaron a unidades de 100 ha de extensión.

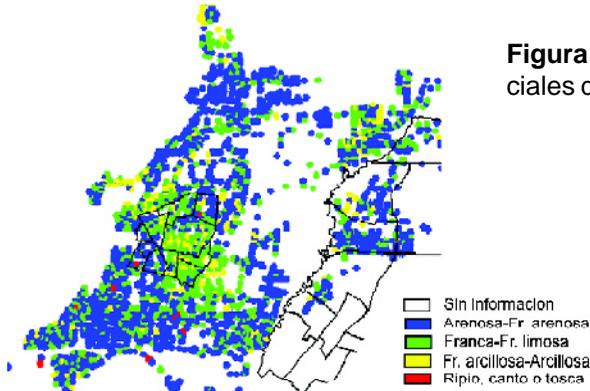


Figura 1. Superficies texturales superficiales de 100 ha como máximo. 1974.

Figura 2. Clasificación textural en superficie y en profundidad. 1974

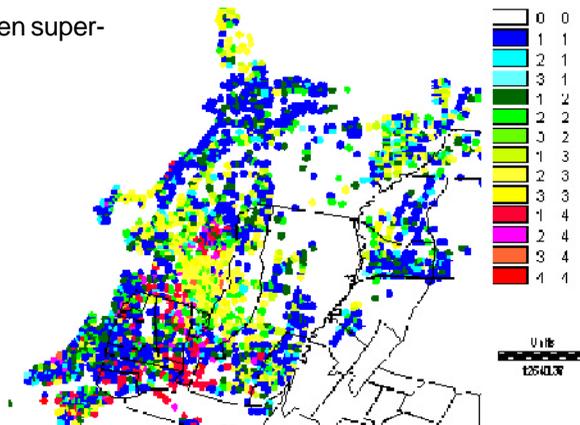


Figura 3. Categorías texturales incluyendo las dos capas. 1974.

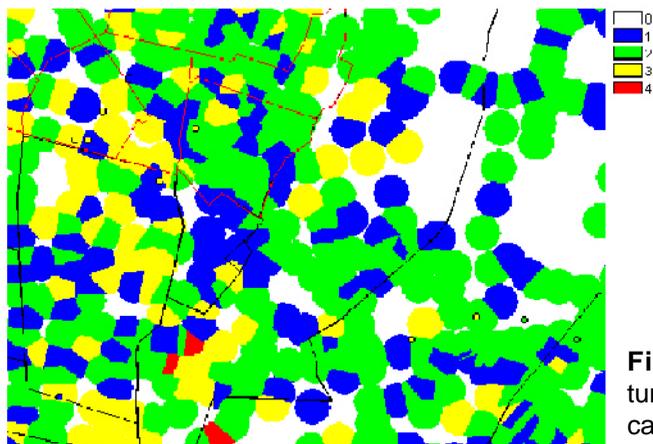
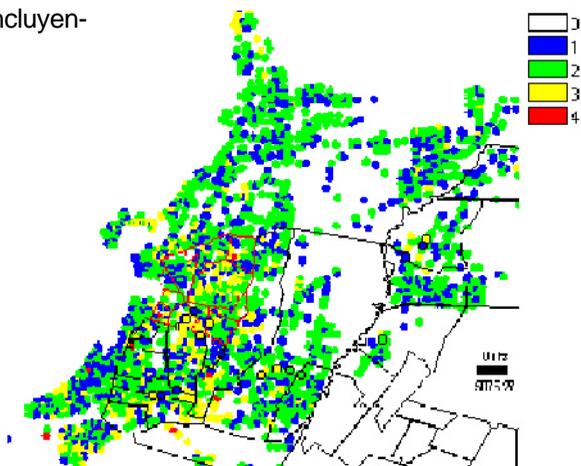


Figura 4. Categorías texturales 1974 y puntualmente categorías texturales 2001.

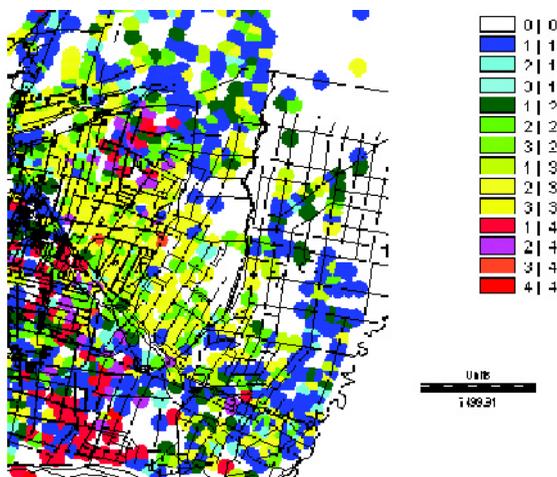


Figura 5. (Ampliación de la figura 2, pág. 68)

En la figura 1 (pág. 68) se observa la cartografía elaborada con los datos de textura superficial. Otra semejante se confeccionó con los datos de textura en profundidad y de salinidad. Para una mejor localización geográfica se adicionaron los límites administrativos de varios distritos de los dptos. de San Martín y Guaymallén. Para evitar demasiados *ruidos* no se incluyeron todos los distritos del oasis Norte; tampoco sus nombres ni la cartografía base. La interpretación del mapa es inmediata mostrando nítidamente la distribución y extensión de las distintas texturas superficiales. Por ejemplo, texturas pesadas o finas en superficie, se localizan en Guaymallén y sectores de Lavalle y San Martín, próximos a los desbordes del río Mendoza. Con los mapas de textura superficial y de profundidad se realizó tabulación -o clasificación- cruzada para obtener todas las combinaciones posibles entre las 4 clases texturales de las 2 capas analizadas y la asociación estadística entre ellas (figura 2, pág. 68). Además de sus ventajas cartográficas, los SIG permiten el tratamiento estadístico de la información espacial y su posterior interpretación. Con la clasificación cruzada se obtuvo la cartografía cruzada y el Índice Kappa de acuerdo (KIA) entre las clases texturales de las 2 capas (tablas 1 y 2).

Índices Kappa de acuerdo (KIA) utilizando el mapa de textura en profundidad y en superficie como imagen de referencia, respectivamente

Tabla 1.

Categoría	KIA
1	0.8314
2	0.4120
3	0.2387
4	0.0571

Tabla 2.

Categoría	KIA
1	0.6128
2	0.3152
3	0.6734
4	1.0000

Interpretación de la tabla 1:

- Si existen texturas arenosas en profundidad, la probabilidad de que la capa superficial también sea arenosa es 83 %.
- Si hay arcilla en profundidad, la probabilidad de que la capa superior también sea arcillosa, es pequeña.
- Si existe ripio en profundidad, la probabilidad de que también lo haya en la capa superficial es muy baja.

Con los valores de la tabla 2 se determinó que:

- Si la capa superficial es arcillosa, hay probabilidad del 67 % de que -en profundidad- también se encuentre arcilla.
- Si hay ripio en superficie hay certeza (probabilidad =100 %) de existencia de ripio en profundidad. Esta presunción surge de los datos analizados y del tipo de muestreo realizado.

En la figura 2 (pág. 68) se superpusieron los límites administrativos de varios distritos de los dptos. Maipú y San Martín. El mapa demuestra la ventaja de la actualización de un relevamiento con las herramientas de un SIG: sintetiza la información textural de las dos capas de suelos. Igualmente, en la pantalla de la computadora, se admite consultas puntuales referidas a las texturas o salinidades de ambas capas. Las tonalidades azules representan texturas más arenosas, especialmente simbolizadas con la leyenda 1/1, que significa texturas gruesas en ambas capas. Las tonalidades verdes

tienen -en su composición- texturas francas o medias y las amarillas, arcillosas o finas. El rojo señala sectores con ripio, canto rodado o tosca, cerca de la superficie. En una ampliación de la figura 2 (figura 5, pág. 69) se puede superponer la cartografía base sin tapar la información sobre los suelos. Este artificio del SIG permiten que los conocedores de la región individualicen -con bastante precisión- el tipo de textura existente en un lugar. En la figura 5 están modelizados el río Mendoza, así como distritos de Maipú -al S y al E- y de Guaymallén (del centro al NE). Transversalmente se individualiza la ruta 7 (Mendoza-Buenos Aires). Debajo de la misma, los colores rojizos identifican suelos de poca profundidad de Maipú. Tonos amarillentos -al N- indican las texturas finas de Guaymallén. Cuando las clasificaciones están muy discriminadas -como en este caso, con 13 categorías- con la información en formato digital se opera iterativamente, sin ningún problema. En cambio, para generalizar en una cartografía en papel, se requieren menos categorías texturales. Por tal motivo, las anteriores discriminaciones se agruparon en 4 categorías texturales, efectuando una segunda generalización:

- Categoría 1: agrupa las combinaciones texturales de 2/2; 2/1; 1/2; 3/2; es decir, franca en las capas superiores (2/...) e inferiores (.../2); 2/1 franco-arenosa, etc.
- Categoría 2: 3/1; 1/3; 2/3; 1/1
- Categoría 3: 1/4; 2/4; 3/4; 3/3
- Categoría 4: 4/4

Esta reclasificación originó la figura 3 (pág. 69), donde se observa la distribución geográfica y extensión de los sitios con texturas de distinta calidad. El SIG fue utilizado para actualizar las cartografías y establecer estadísticamente la precisión de los mapas elaborados. Para esto último se realizó un nuevo relevamiento edáfico muestral. La georreferenciación del muestreo se realizó con GPS y la información puntual se almacenó en *capas* raster. Con clasificación cruzada se combinó la información textural de las capas: superficial y en profundidad. Las categorías obtenidas fueron reclasificadas con el mismo criterio que el relevamiento de 1974. En la figura 3 se adicionó los resultados como cobertura de punto. Para una mejor visualización se recurrió a ampliaciones (figura 4, pág. 69). En estas figuras se ha procurado expresar cartográficamente la correspondencia entre los relevamientos de 1974 y 2001. Para una correspondencia total, los puntos coloreados deberían haber coincidido exactamente con las zonas del mismo color, pero -en muchas de ellas- no ocurrió, aunque están cerca de las fronteras. Estas apreciaciones se cuantificaron estadísticamente obteniendo el KIA entre las clasificaciones de ambos relevamientos (tablas 3 y 4).

Índices Kappa de acuerdo (KIA) utilizando el mapa de relevamiento 2001 y 1974, como imagen de referencia, respectivamente

Tabla 3.

Categoría	KIA
1	0.4000
2	0.6667
3	0.1000

Tabla 4.

Categoría	KIA
1	0.3333
2	0.2857
3	0.5000

Estos resultados demostrarían escasa asociación entre los precitados relevamientos. Un análisis detallado comprobaría que muchas muestras de la categoría 1 en un relevamiento aparecen como 3 en el otro, implicando mayor error que el consignado estadísticamente. Además, esta mala correlación se observa después de amplias generalizaciones que -teóricamente- deberían aproximar los resultados. Estas incongruencias deben atribuirse a problemas de georreferenciación de las muestras en los relevamientos. No obstante, aceptada la existencia de dichos errores de georreferenciación, cuando se desplazan los puntos muestreados en el 2001 - en muchos casos a menos de 200 m- la coincidencia de los puntos es casi total. Esto confirma que el relevamiento de 1974, en general, fue un estudio fidedigno a escala de semi-detalle. La actualización, por tanto, ratificó cartográficamente la gran heterogeneidad de los suelos mendocinos. En el sector de los rojos de la figura 4 (pág. 69), en un radio de 100 m se pueden localizar las 4 categorías de suelos, a pesar de la pérdida de detalle causada por las generalizaciones.

CONCLUSIONES

Con el SIG:

- Se logró confeccionar mapas digitales operacionales, aptos para consultas temáticas -localizadas geográficamente- de textura y salinidad.
- Se generalizaron entidades espaciales complejas de suelos, sintetizando muchos polígonos detallados en unidades generales con un límite de confiabilidad aceptable.
- Se concentró la información básica para su inmediata disponibilidad.

La gran heterogeneidad de los suelos no permitió establecer la precisión estadística de los mapas elaborados pero, a nivel de semi-detalle, pueden considerarse muy fidedignos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cappé, O. E. 1997. Sistema de Información Ambiental. I. Base cartográfica de las zonas N y E de Mendoza (Argentina). Rev. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Tomo XXIX. 1:75-103.
2. _____. 1998. Sistema de Información Ambiental. II. Suelos del río Mendoza en formato digital. Rev. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Tomo XXX. 2:21-60.
3. Consorcio Potrerillos. 1975. Aprovechamiento múltiple Potrerillos. Río Mendoza. Suelos. Tomo 39. Comité conjunto: prov. Mendoza/Agua y Energía Eléctrica. 320 pp.
4. Eastman, J. R. 1999. Idrisi 32. Guide to GIS and image processing. Clark University. U.S.A.