

## LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO: SOFTWARE PARA SU INTERPRETACIÓN

D.L. ORIHUELA<sup>(1)</sup>, J.M. ANDUJAR<sup>(2)</sup>, C. GARCÍA<sup>(3)</sup>, J. LAGO<sup>(4)</sup>

Dpto. Ciencias Agroforestales. E.P.S. Universidad de Huelva<sup>(1)</sup>

Dpto. Ingeniería Electrónica, Sistemas Informáticos y Electrónica. E.P.S. U. de Huelva<sup>(2)</sup>

Dpto. Ingeniería Electrónica, Sistemas Informáticos y Electrónica. E.P.S. U. de Huelva<sup>(3)</sup>

Dpto. Ciencias Agroforestales. E.P.S. Universidad de Huelva<sup>(4)</sup>

### RESUMEN

En el trabajo diario de campo de los técnicos agrícolas o en los trabajos de investigación donde es preciso manipular una notable cantidad de datos como análisis de aguas, de suelos, análisis foliares, etc., es de suma utilidad el contar con herramientas que manipulen estos datos de forma eficiente, rápida y adecuadamente.

En el terreno de la manipulación de grandes masas de datos existen las conocidas hojas de cálculo, e incluso la Bases de Datos en "software" comercial.

Si acudimos al mercado informático nos encontramos herramientas de interpretación, en este caso de los análisis de agua, que tienen un carácter "geológico", es decir, paquetes tales como "GWW" ó "HYDROWIN", realizan, manipulan e interpretan datos y dan resultados de los *análisis de aguas*, pero esas interpretaciones son estrictamente para un campo de la ciencia (en este caso la Geología, Minería, Hidrogeología, o campos afines)

Pero al técnico agrícola, o al investigador agrario (tesis doctorales, estudios de acuíferos, estudios de cuencas, redes de monitoreo, etc.) lo que le interesa son herramientas ("*software*") que le interpreten de acuerdo a sus

necesidades. En este caso es necesario una *interpretación* agronómica, que es en definitiva la posible afección que el agua que usamos puede tener sobre las plantas cultivadas

En el Congreso Nacional del Agua y Medio Ambiente (Zaragoza 1994) se presentó, por primera vez en España, una aplicación "AGUAS" para la interpretación de la calidad agronómica del agua de riego (ORIHUELA, D.L.; FERRER, R. ROMERO, E.).

A lo largo de estos años, ese material ha sido notablemente mejorado desde punto de vista informático y puesto al día desde el punto de vista normativo. Fruto de ello es la aplicación "ANALITIC" que presentamos.

#### PALABRAS CLAVE

Análisis, Agua, Interpretación, Software.

#### ABSTRACT

The agricultural or soil specialist in the daily work or research one, where is necessary to manipulate a lots of dates like water, soil or leaf analysis, need tools for the treatment of this dates in efficient, quickly and adequately way.

In the field of the handling of great number of the dates there are the well know spreadsheet or database on commercial software.

If we come to informatic market we have interpretation tools about water analysis which are a "geologic" character, it's said, packages like GWW or HYDROWIN carry out, handling or interpreting the dates, and they gives the results of analysis, but this interpretation strictly is for a field of science (in this case Geology, Mining or Hidrogeology or related field).

But the agricultural expert o research (Doctoral Thesis, Aquifer Study, Basin Study, Monitoring Network, etc.) is interested on tools (software) in accordance with his necessities, in this case with a "agronomic" interpretation. In the national Congress of Water & Environment (Zaragoza 1994) for the fierce time in Spain, a application "AGUAS" about interpretation of quality water for plants was show (ORIHUELA, D.L.; FERRER R.; ROMERO, E.).

The last years this material has notably been improvement in standards and informatic point of view. ANALITIC is the result.

#### KEY WORDS

Analysis, Water, Interpretation, Software.

## CONSIDERACIONES AGRONÓMICAS

Cuando se pretende establecer unos criterios que valoren la calidad del agua para una actividad determinada, que nos sirva, además, para establecer diferencias entre diversos análisis se ha de tener en cuenta que en la literatura se encuentran:

- *Clasificaciones y/o normas* de calidad de aguas
- *Representaciones gráficas* de las analíticas

Las clasificaciones suelen tener como fin el ser útiles en un campo preciso de la investigación o de la ciencia (clasificaciones para la industria, clasificaciones para el consumo humano, para la agricultura, etc.)

Las representaciones gráficas, por lo general, tienden a visualizar muchas analíticas simultáneamente (aunque las hay singulares), al objeto de simplificar, con un solo golpe de vista, una opinión, o juicio sobre la calidad de un agua.

Las clasificaciones más importantes se suelen agrupar, a su vez en tres grandes apartados:

- Clasificaciones basadas en los contenidos de *iones* (Clasificación Alekine, Schoeller, Shachoucarev-Slavianov, Bazilevich, etc.)
- Clasificaciones basadas en el contenido en *sales* (Chase-Palmer, Souline, etc.)
- Clasificaciones basadas en *otros* índices

Con respecto a las representaciones, las de más interés son:

- Diagramas *columnares* (Collins, Reistle, etc.)
- Diagramas *radiales* (Tichel, Rezso Mancia, etc.)
- Diagramas *verticales* (aritméticos, logarítmicos, semilogarítmicos)
- Diagramas *triangulares* (Piper, Schoeller, etc.)
- *Otros* diagramas (Stiff, Wilcox, Thorne, Riverside, etc.)

Todos los procedimientos de representación anteriores no siempre tienen un interés en agricultura, ni todos los que puedan tener interés agrícola están ahí recogidos, por lo que se ha procedido a una revisión completa en este terreno.

Desde el punto de vista estrictamente agrícola, el agua del riego puede someterse a una analítica, de la que se obtienen unos valores que se denominan "*índices de primer grado*"; (p.e. el pH, calcio, etc.)

Pues bien, diversas fórmulas, por lo general sencillas, pero que tienen un significado agronómico preciso, combinan estos valores para dar lugar a "*índices de segundo grado*" (p.e. S.A.R.).

Del juicio de estos índices de segundo grado, y propuesto por diversos autores, nacen los "*criterios de valoración*" (criterio S.A.R., criterio Eaton, etc.). Todos ellos, de forma individual o conjunta, serán utilizados para evaluar lo que se entiende por calidad agrónomica del agua del riego. El uso conjugado de varios índices, de primer o segundo orden, da lugar a las "*normas de clasificación*" o "simplemente "clasificaciones de calidad"

*Índices de primer grado que acepta e interpreta el programa*

Conductividad, pH, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Boro, N-nítrico, N-nitroso y N-amoniaco.

*Índices de segundo grado que calcula e interpreta el programa*

S.A.R., S.A.R. ajustado, Índice de EATON.(C.S.R.), Dureza, Índice de SCOTT (Índice alcalimétrico), Relación de Calcio, Relación de Sodio.

*Normas de clasificación que interpreta el programa*

Normas RIVERSIDE, Normas THORNE, Normas BLASCO Y DE LA RUBIA, Normas H.GREEN, Normas L.V. WILCOX, Recomendaciones TAMÉS, Fitotoxicidad por Boro, Fitotoxicidad por Sodio, Fitotoxicidad por Cloruros.

CONSIDERACIONES INFORMÁTICAS

"ANALITIC" es una aplicación capaz de realizar análisis de aguas y de suelos a partir de unos datos de entrada (parámetros del agua o del suelo) tales como el pH, Conductividad Eléctrica, etc.

La aplicación se ha desarrollado para ejecutarse en ordenadores PC con entornos Windows 3.1, Windows 3.11 para trabajo en grupo y Windows 95 indistintamente. Los requerimientos de hardware para que la aplicación se ejecute correctamente son mínimos, por lo que el programa podrá utilizarse en cualquier PC capaz de ejecutar Windows. Se necesita un espacio libre en disco de 10 Mbytes como mínimo para instalar el programa y mantener aceptablemente la base de datos, aunque este espacio puede aumentar dependiendo del número de análisis que se deseen archivar.

"ANALITIC" ha sido pensado para ser utilizado por personal no informático, lo que significa que cualquier persona con unos mínimos conocimientos de Windows puede utilizarlo sin problemas. Además, su interfaz de usuario es similar al de otras aplicaciones que se ejecutan bajo entorno Windows (Fig. 1).

Como en cualquier otra aplicación de Windows podemos crear un nuevo archivo, abrir uno existente, grabarlo en disco con otro nombre, importar y exportar datos, imprimir, etc.

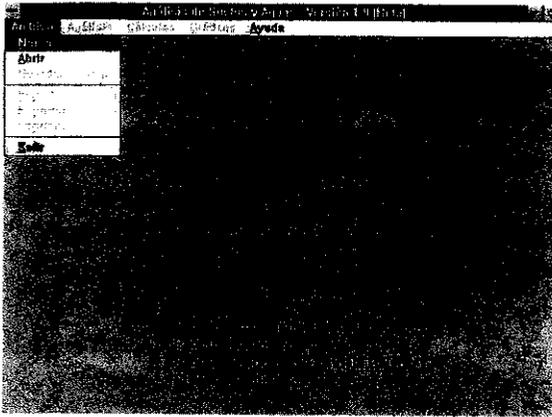


Fig. 1. Interfaz de la aplicación "ANALITIC".

Los ficheros con los que operamos son de base de datos, lo que significa que un fichero no contiene un único análisis, sino un conjunto de ellos. Además, tanto los análisis de suelos como de aguas se encuentran almacenados en el mismo fichero, con lo que para utilizar todos los datos en otro PC bastará con copiar un único fichero.

El formato de fichero de base de datos utilizado es el MDB (Microsoft DataBase), que es el formato utilizado por Microsoft Access, con lo que es posible el tratamiento de las analíticas con otras aplicaciones distintas a "ANALITIC".

Para realizar un análisis y guardarlo opcionalmente en disco deberá estar creado y abierto un fichero de base de datos, el cual aparecerá en la barra de título de la parte superior de la pantalla como base de datos activa; eso significará que todas las operaciones de grabación efectuadas sobre los análisis se harán sobre ese fichero de base de datos (Fig. 2).

Seleccionando el menú análisis, se pueden realizar nuevos análisis, para lo cual se deberán introducir los datos analíticos de entrada y a partir de ellos, analizar para obtener un resultado, guardar el análisis en disco si se desea, imprimir los resultados, etc.

Además de la obtención de resultados es posible representar los mismos en una serie de gráficos y realizar con ellos múltiples operaciones de cálculo y obtención de estadísticas (Fig. 3).

En definitiva, se trata de una aplicación integrada que sirve de apoyo para la realización de análisis de aguas en la que cabría destacar su gran facilidad de uso y aprendizaje, las grandes posibilidades de exportación de los datos a otras aplicaciones, la rapidez con la que se obtienen los resultados con la

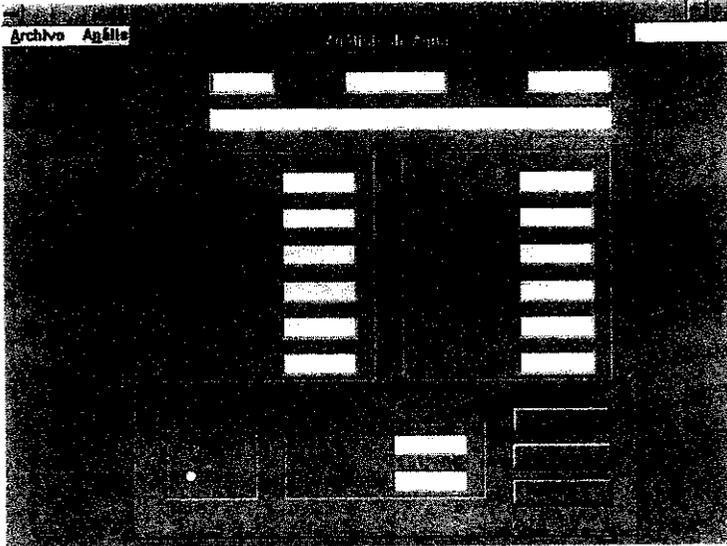


Fig. 2. Introducción de los datos necesarios para realizar un análisis.

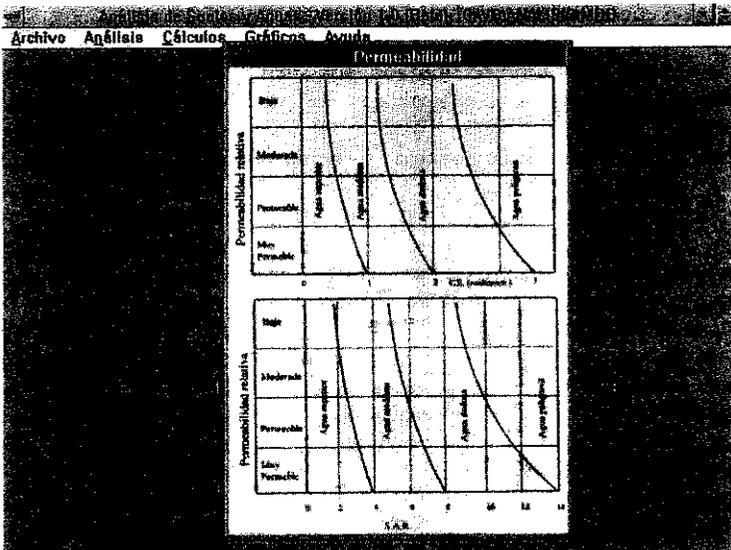


Fig. 3. Ejemplo de representación gráfica de los resultados del análisis.

pulsación de unos pocos botones y el gran número de interpretaciones que se dan del análisis.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W. (1987). "Calidad del agua en la agricultura". Serie Riego y Drenaje nº 29 Ed. FAO. Rev. 1 Roma
- BLASCO, F. y RUBIA, J. de la (1973). "Guía para clasificar aguas en su relación con la calidad para el riego". IRYDA. Madrid.
- CANOVAS, J.(1986). "Calidad agronómica de las aguas de riego". S.E.A. Madrid
- CATALÁN, J (1969): "Química del agua". 1ª Edición. Ed. Blume. Madrid 1969.
- DUFFY, R. (1979): "EPA's new water safety regulation to fight pollution". Water&Sewage Works.
- EATON (1935). "Deficiency, toxicity and accumulation of boron". Journal Agric. nº 69
- ECKENFELDER, W. (1966): "Industrial Water Pollution Control". MacGraw-Hill Book.
- FOURMARIER, F. (1967): "Hydrogeologie". Masson. Paris.
- GOMIS, C. (1966): "Representación gráfica del análisis químico de un agua". Doc. Inv. Hidrol. Tomo 3.
- NOISSETTE, G. (1961): "Agressivité des eaux et protection interieur. Clasification des eaux". Int. Wat. Supply Ass.. Vol II. Proc. Cong. 1961.
- SCHOELLER, H. (1956): "Geoquímica des eaux souterraines". Extrait Rev. de l'Institut Français du Petrole et Annales des Combustibles Liquides.
- SHEA, P. (1961): "Interpretation of water quality analisis for irrigation". Tech. Bull. nº 12.
- URBANO, P. (1992). "Tratado de Fitotecnia General". Ed. Mundi Prensa. Madrid. 836 pp
- TAMES, C. (1965). "Utilización de aguas saladas en el riego". INIA. Madrid.
- WILCOX, L. (1958): "Determining of the quality of irrigation water". Agr. Bull. nº 197. United State Depart. of Agric.