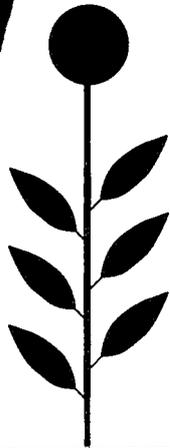
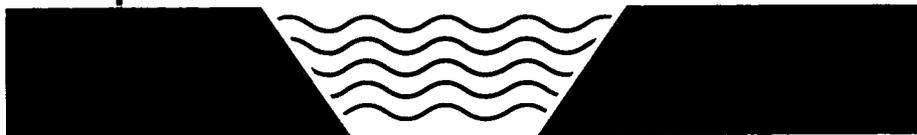


**URALITA**   
PRODUCTOS Y SERVICIOS S.A.



**XVI CONGRESO  
NACIONAL DE RIEGOS**

Palma de Mallorca, 2-4 de junio de 1998



**GOVERN BALEAR**

**Conselleria d'Agricultura, Comerç i Indústria**

# LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTAS EN LA CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA.

Erena M.<sup>1</sup>, Navarro E.<sup>1</sup>, Rincón L.<sup>1</sup>, Garrido R.<sup>2</sup>

## ***Resumen:***

El objetivo del presente estudio ha sido el desarrollar y probar metodologías para la obtención de cartografía temática, partiendo de los datos de una red de estaciones agrometeorológicas y de datos altimétricos de un Modelo Digital del Terreno, a escala 1:200.000 de la Región de Murcia. La herramienta utilizada para la realización de los mapas temáticos es el Sistema de Información Geográfica ILWIS. Los mapas temáticos elaborados corresponden a: evapotranspiración, precipitación, temperatura media, zonas homoclimáticas y de riesgo de heladas.

## ***Abstract:***

The present study objective has been developing and proving methodologies to obtain thematic cartography from weather station network and altimetry data (Murcia's Digital Terrain Model, scale 1:200.000). The tool used to produce thematic maps is the Geographical Information Systems ILWIS. The thematic maps are relation to: evapotranspiration, precipitation, mean temperature and homoclimatic and frost risk zones.

Key words: GIS, Model, Weather station Network

## ***1. Introducción.***

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite la gestión, introducción, análisis y presentación de información con una referencia geográfica. Gracias a la utilización de esta herramienta, se han realizado una serie de mapas temáticos georeferenciados, que permiten la realización de estudios de carácter regional. Para su generación se utilizó la base topológica de un modelo digital del terreno (MDT), adquirido al Instituto Geográfico Nacional y realizado a partir de las curvas de nivel de 100 m y de los puntos singulares del 1:200.000.

El uso del GIS en la realización de mapas de adaptabilidad es una técnica muy útil sobre todo para la introducción de nuevas cultivos ó variedades fuera de sus unidades ecológicas Wandahwa (1996). En el caso de Murcia es de especial interés en la fruticultura temprana por la problemática de las heladas tardías y del cumplimiento de los requerimientos de horas frío para una adecuada floración, así como para el cálculo de las necesidades hídricas en grandes zonas y para el seguimiento de la humedad del suelo McDonnell (1996).

---

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. La Alberca 30.150. Murcia  
Tel.+34-68-840150; Fax: +34-68-844802; Email: cida@forodigital.es

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Meteorología. Centro Territorial de Murcia.  
Avda Libertad 2. 30107. Guadalupe ( Murcia ) Tel. +34-68-834404

## **2. Materiales y métodos.**

El SIG empleado para la elaboración de los mapas temáticos es ILWIS v2.1 (Integrated and Water Information System) que integra capacidades de procesamiento de imagen, funcionalidad para el uso de formatos raster y vectoriales, herramientas para análisis espacial, gestión de tablas, y un lenguaje de modelización propio de Ilwis (1997).

Los datos climáticos proceden de la red de estaciones termopluviométricas y sinópticas del Instituto Nacional de Meteorología, las cuales nos han permitido disponer de un total de 142 estaciones para un periodo de registro que varía entre 20 y 35 años según variable y estación.

De las estaciones utilizadas en el estudio (Fig. 1): 49 disponen de  $T^a$  ; 91 disponen de Precipitación y 2 automáticas completas que disponen de  $T^a$ , HR, Viento, Precipitación, Radiación. Estas últimas disponen de los datos meteorológicos adicionales necesarios para el cálculo de la  $ET_0$  por métodos basados en la ecuación de Penman Monteith y que nos han servido para calibrar los cálculos realizados con el método Thornthwaite en las 49 estaciones de las que se dispone de datos de temperatura. El método Thornthwaite ha sido elegido por ser el método empleado en los Planes Hidrológicos de las Cuenca Hidrográficas.

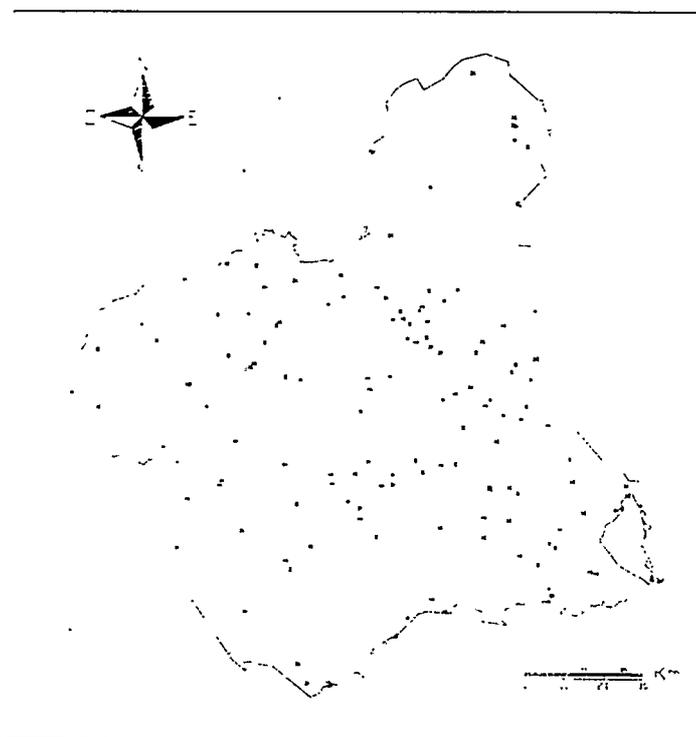


Figura 1 . Distribución de las estaciones Agroclimáticas.

Para el estudio de probabilidad de temperaturas mínimas extremas, se han utilizado las temperaturas mínimas absolutas diarias de 41 estaciones del INM, para un periodo de 20 años y para los meses de enero, febrero, marzo y abril. Calculándose las probabilidades teóricas de que suceda una temperatura tan baja como  $-3^{\circ}\text{C}$ ,  $-2^{\circ}\text{C}$  y  $-1^{\circ}\text{C}$  para cada uno de los meses según la distribución de Gumbel ajustada mediante el método de los momentos, Chow (1994).

Los datos altimétricos nos permiten realizar estudios agroclimáticos en el ámbito regional de una forma bastante precisa, al ser el gradiente de altitudes uno de los factores que más influyen en la distribución espacial de variables climáticas como la Precipitación, Evapotranspiración y la Temperatura.

El proceso de cálculo seguido en la elaboración de los mapas temáticos se puede resumir en los siguientes puntos:

- Unión de las 7 hojas del MDT200 del IGN para obtener el MDT regional.
- Cálculo del mapa de pendientes y de continentalidad a partir del MDT con las funciones del GIS.
- Cálculo de las medias anuales de precipitación y temperatura.
- Cálculo de las evapotranspiraciones por el método de Thornthwaite y su ajuste por el método de Penman Monteith.
- Cálculo de los valores de probabilidad teóricos para la temperatura mínima extremas mediante ajuste a la distribución de Gumbel.
- Obtención de los modelos lineales de las variables: temperatura, precipitación y evapotranspiración con respecto a la altura.
- Obtención del modelo lineal múltiple de las variables: altura, pendiente y continentalidad con respecto los valores de probabilidad teóricas para la temperatura mínima extremas.
- Clasificación de los mapas de temperatura, precipitación y evapotranspiración.
- Cálculo de los mapas de zonificación homoclimáticas y de riesgo de heladas con las funciones de álgebra de mapas del GIS.

Los datos altimétricos utilizados proceden del Instituto Geográfico Nacional y corresponden al MDT200 Garcia (1988), es decir Modelo Digital del Terreno en forma de malla ortogonal regular de 200 metros. El I.G.N. organiza estos datos en "hojas" de 30' x 45' en latitud/longitud por lo cual se necesitaron siete "hojas" para cubrir la Región. El sistema de proyección utilizado para la realización de los mapas ha sido U.T.M y elipsoide Internacional.

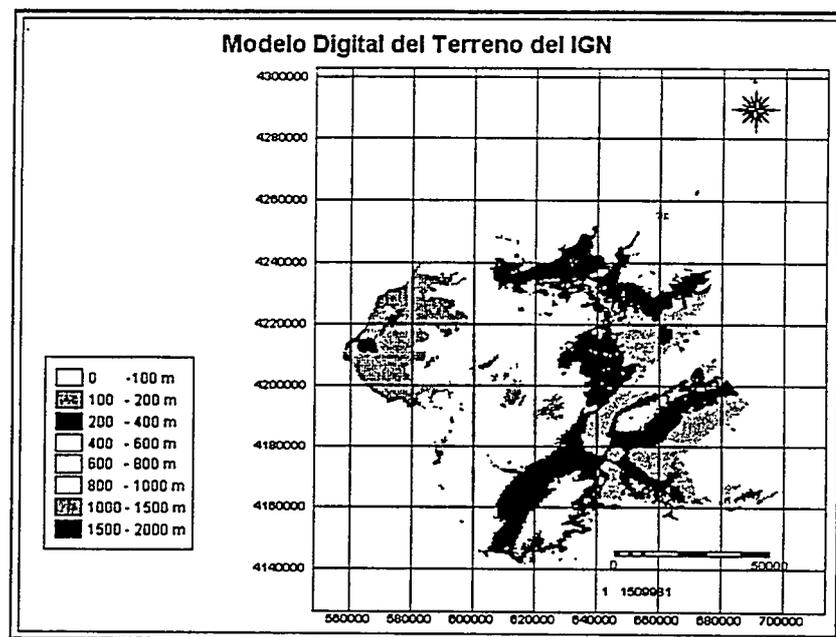


Figura 2. Mapa de altimetría.

Para la obtención del mapa de pendientes en porcentaje (Fig. 5), se aplicó al MDT dos filtros de gradientes direccionales (Norte-Sur y otro Este-Oeste) Ilwis (1997).

### 3. Resultados y discusión.

Los datos medios anuales de evapotranspiración mediante Thornthwaite han sido ajustados en las dos localizaciones de las que se dispone de datos históricos suficientes para el cálculo del método de Penman Monteith comprobándose que se infravaloran los resultados obtenidos en un 40 %.

Código Estación INM	Penman Monteith mm/año	Thornthwaite mm/año	Altura m	Relación	Años
7228	1271,536	908,24	75	1,39	30
7231	1363,558	973,97	3	1,37	28

Para el cálculo de los mapas de zonificación homoclimática se han agrupado los mapas de precipitación y evapotranspiración en clases de 100 en 100 mm y el de temperatura de grado en grado, obteniéndose 5 clases para precipitación ( 200-600 mm/año), 6 para evapotranspiración ( 700-1300 mm/año) y 10 para temperatura ( 9-19 °C ).

Aplicando las funciones de cruce de mapas SIG se han obtenido dos mapas de zonas homoclimáticas uno en función de los mapas precipitación/temperatura y otro en función de los mapas de evapotranspiración/precipitación. Los mapas obtenidos coinciden en grandes líneas generales con trabajos anteriores como el de Albaladejo (1984), pero con mayor definición.

Con la metodología antes expuesta se han obtenido las siguientes zonificaciones (Fig.3 y Fig. 4 ). que pueden ser cuantificadas:

Preci.(mm)/ET <sub>0</sub> (mm)	% Superficie	Tem(°C)/Preci.(mm)	% Superficie
500-600/700-800	0.16	09-10/500-600	0.09
500-600/800-900	0.02	10-11/500-600	0.09
400-500/800-900	2.72	10-11/400-500	0.19
400-500/900-1000	8.90	11-12/400-500	1.42
300-400/900-1000	2.91	12-13/400-500	4.42
300-400/1000-1100	33.68	13-14/400-500	5.59
300-400/1100-1200	31.42	13-14/300-400	0.78
200-300/1100-1200	9.15	14-15/300-400	16.78
200-300/1200-1300	11.03	15-16/300-400	21.29
		16-17/300-400	21.32
		17-18/200-300	18.41
		17-18/300-400	7.82
		18-19/200-300	1.76

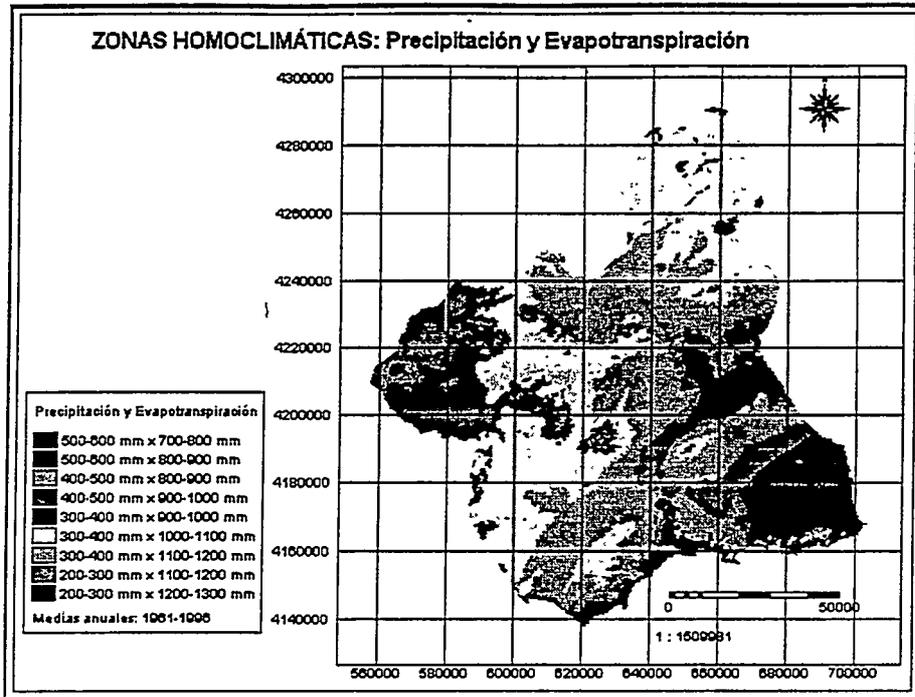


Figura 3. Mapa de zonas homoclimáticas según (Precipitación/Evapotranspiración).

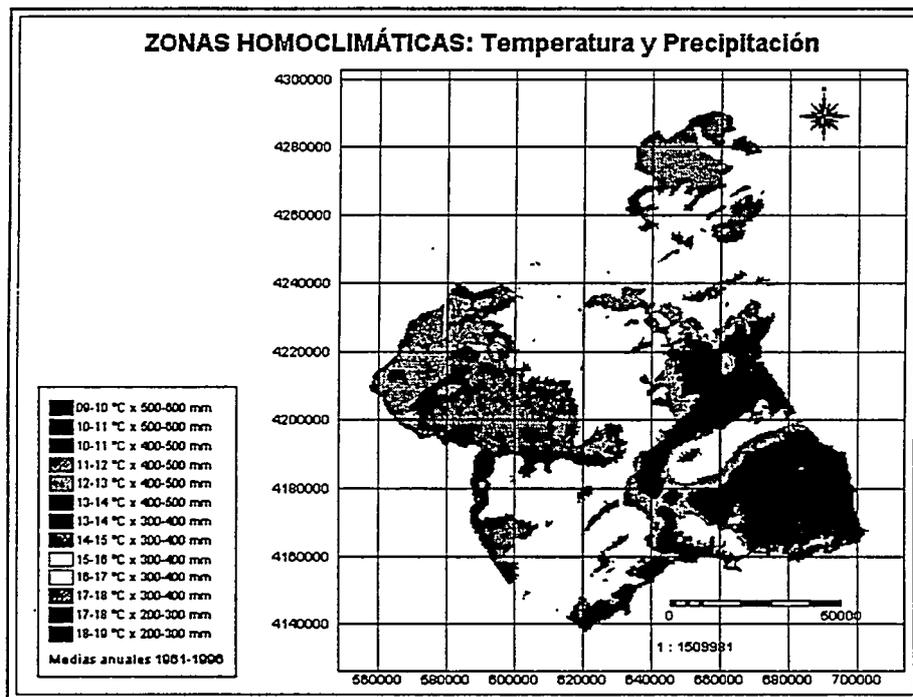


Figura 4. Mapa de zonas homoclimáticas según (Temperatura/Precipitación).

El cálculo de los mapas de riesgo de heladas se ha realizado aplicando un modelo lineal múltiple de las variables: altura, pendiente y continentalidad con respecto a los valores de probabilidad teóricas para la temperatura mínima extremas, ya que son las principales variables que influyen en las temperaturas mínimas ( Fig. 6 y Fig. 7 ).

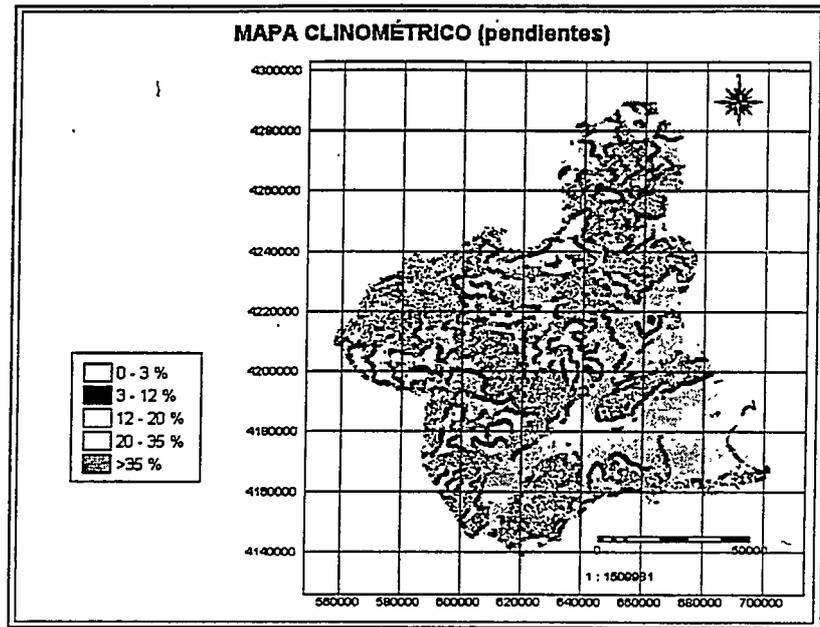


Figura 5. Mapa clinométrico (Pendientes del terreno).

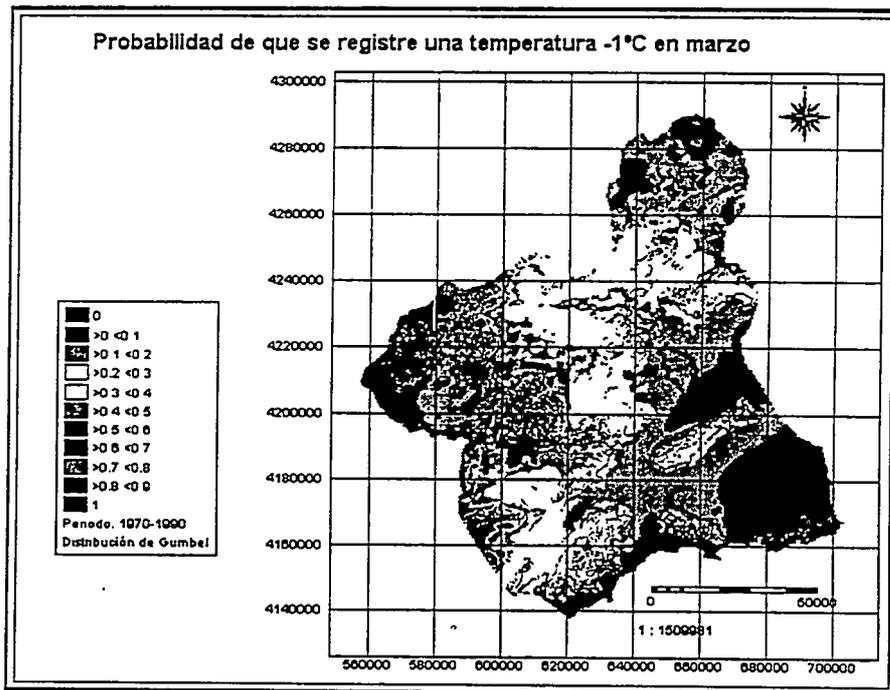


Figura 6. Mapa de probabilidades teóricas (Marzo -1 °C)

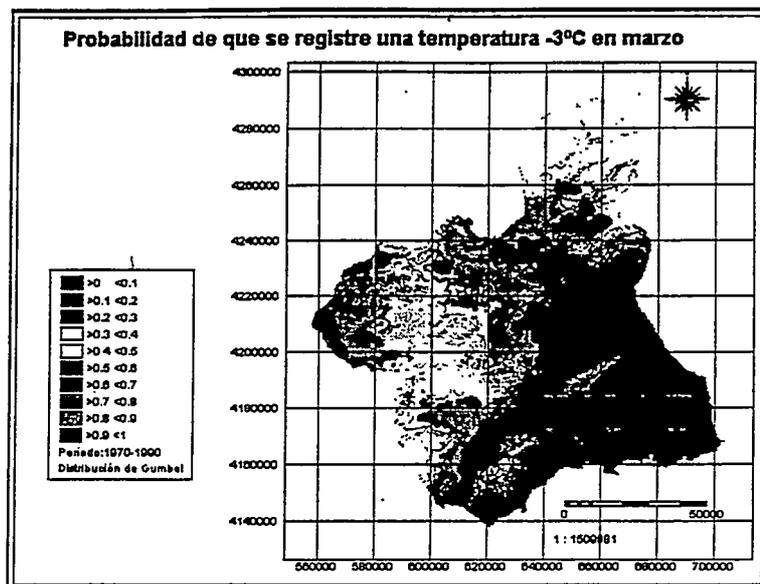


Figura 7. Mapa de probabilidades teóricas (Marzo-3 ° C)

#### 4. Conclusiones.

Se puede decir que un Sistema de Información Geográfica conjuntamente con un Modelo Digital del Terreno ofrecen la capacidad de elaborar mapas temáticos de gran utilidad y precisión como pueden ser: zonificación de zonas homoclimáticas para optimizar la distribución de estaciones agroclimáticas, determinación de los potencialidades agroclimáticas de una región, determinación de las adaptabilidades de los nuevos cultivos ó variedades a una determinada zona, ajuste de primas de seguros por zonas en función de las probabilidades de ocurrencia de las temperaturas mínimas extremas, cálculo de necesidades hídricas por zonas etc.

Los resultados obtenidos mediante el GIS coinciden en líneas generales con los logrados por métodos geoestadísticos, Rincón (1.996)-y Erena (1.996), pero con la ventaja de que se pueden obtener valores de variables climáticas a partir de coordenadas de forma inmediata y automática.

En resumen se puede resaltar que los Sistemas de Información Geográficos permiten, entre otras funciones, las siguientes:

- Mantener de una base de datos vectorial, raster y tabular, referenciada de facil actualización y ampliación.
- Analizar datos de una red de estaciones meteorológicas de carácter Regional.
- Modelizar procesos climatológicos y agronómicos.

## **5. Bibliografía.**

- ALBALADEJO, J. (1984): Estudio de la potencialidad agroclimática de la Región de Murcia: Delimitación cartográfica de zonas homoclimáticas y adaptación de cultivos. Caja de ahorros Provincial de Murcia.
- CHOW V. , MAIDMENT D.,MAYS L. (1994): Hidrología Aplicada. McGraw- Hill.361-390.
- ERENA M., RINCON L. (1.996): Spatial and temporal distribution of rainfall in the Murcia Region.DGXII UE. International Conference on Mediterranean Desertification: Research Results and Policy Implications. Creta.
- GARCÍA L., RODRÍGUEZ, J.A., MÁS S. (1988): Integración de modelos digitales del terreno en el sistema de información geográfica del Instituto Geográfico Nacional. VI Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Madrid.
- ILWIS (1997): The integrated land and water information system. Reference guide. ITC. Netherlands.257-404.
- MCDONNELL R.A. (1996): Including the spatial dimension:using geographical information system in hydrology. Progress in Physical Geography 20,2(1996).159-177.
- RINCON L., PEREZ J., ERENA M.(1.996): Distribución Espacial de la Evapotranspiración de Referencia en Murcia. XII Congreso Nacional de Riegos y Drenajes. Almeria.
- WANDAHWA P., E. VAN RANST. ( 1996 ): Qualitative land suitability assesment for pyrethrum cultivation in west Kenya based upon computer-captured expert knowlegge and GIS. Agriculture,Ecosystem and Enviroment 56 (1996).187-202.