

Consecuencias de la erosión en el olivar en pendiente

M.I. RAMOS GALÁN¹

F.R. FEITO HIGUERUELA²

A.J. GIL CRUZ¹

⁽¹⁾ Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén.

⁽²⁾ Dpto. Informática. Universidad de Jaén.

RESUMEN

La erosión es un fenómeno que produce un importante impacto ambiental en las zonas agrícolas. Este proceso se acentúa por los efectos de los factores meteorológicos, maquinaria agrícola y especialmente la pendiente del terreno; todos ellos favorecen la aparición de escorrentías que arrastran la cubierta vegetal siendo precisamente su principal función la de proteger el suelo de la erosión. Existen diferentes métodos para evaluar la pérdida de suelo causado por la erosión. Algunos de ellos son cualitativos otros cuantitativos. Las propiedades físicas del terreno, como la pendiente, el tipo de cultivo, el laboreo agrícola, así como el clima de la zona son factores que determinan el estudio y los parámetros a evaluar con el fin de obtener conclusiones acerca de lo que está ocurriendo en la finca de olivar. Sin embargo, además de la metodología o parámetros a emplear es evidente que se precisa trabajar con datos espaciales medido en el terreno para cuantificar los cambios que se están produciendo. En este trabajo se analizan los efectos de la erosión en

ABSTRACT

Erosion is a problem that produces an important impact on landscape and especially in agricultural zones. This process is accentuated because of the effects of meteorological factors, agricultural machinery and specially the slope of the land; it favours the appearance of run-offs that drag vegetal cover being this one necessary to protect the ground from the erosion. Different methods exist to evaluate the losses of ground that causes the erosion. Some of them are qualitative other are quantitative. The topographic properties of the land, like the slope, the type of crop, the agricultural management, as well as the weather in the zone, they all are factors that determine the study and the parameters to be evaluated in order to obtain conclusions about the erosion that is taking place in a property. However, despite the methodology or parameters to use, it is evident that it is needed to work with spatial data to quantify the change that takes place. In this work we analyse the effects of erosion in a property of olive orchards

una parcela de olivar con pendiente variable. Se emplea un modelo digital de elevaciones (MDE) de precisión como herramienta fundamental para estudiar estos efectos a nivel de detalle. Se emplean datos tomados de medidas de campo en diferentes campañas de observación para determinar las variaciones en la orografía de la zona. El apartado principal de este trabajo es el análisis de la variación de la pendiente en cada época. Un trabajo de estas características requiere tanto precisión como fiabilidad en la toma de datos de campo tanto en las fases de tratamiento y procesado como de gestión de la información, por ello, los datos se integran en un SIG para poder interrelacionar todos los datos, modelizarlos, interpolarlos y extrapolar información así como tener la posibilidad de visualizar el posible cambio ambiental que se pudiera estar produciendo.

with variable slope. The digital elevations models (DEMs) appear as a fundamental tool for studying erosion. Collected data from the zone of study in different campaigns are used to determine possible variations in the orography of the land. The aim part of this study is to analyze the variation of the slope in each epoch. A work of these characteristics as much requires precision and reliability in the stages of taking data of field as in the phases of treatment and management the information, so such data will be integrated in a GIS so that it allows to interrelate all data, to modelling them, to interpolate and to extrapolate information as well as the possibility of visualising the possible environmental changes that it could take place.

1. INTRODUCCIÓN

Es sobradamente conocido el gran potencial de los SIG en la gestión espacial y alfanumérica de la información. Nos permiten interconectar variables de diferente naturaleza. No obstante, el principal interés de los SIG no es sólo la capacidad de gestión sino la posibilidad que ofrecen de actualizar los datos permanentemente. Así, es posible realizar un continuo seguimiento de un fenómeno pudiendo inferior modelos de comportamiento [Laurini, 1999]. En estudios medioambientales que analizan la variación espacial del paisaje se precisa de un manejo especial de la información y tratamiento de los datos para obtener unos resultados de calidad y así poder interpolar y extrapolar futuras situaciones. Un aspecto fundamental cuando se trabaja con variables espaciales es la visualización científica que permite examinar la evolución del fenómeno a golpe de vista.

La erosión del suelo por el agua es el problema más importante de la olivicultura mediterránea. Anualmente millones de toneladas de suelo son arrastrados por las aguas de escorrentía, lo cual tiene un efecto negativo sobre la producción del olivar al reducirse paulatinamente la fertilidad

del suelo. Este efecto se acentúa en zonas con fuertes pendientes ya que el agua de escorrentía transporta las partículas del suelo, siendo su capacidad de arrastre mayor a medida que la inclinación y la longitud de la pendiente aumentan. Estos factores hacen incrementar tanto el caudal que fluye como su velocidad. A medida que el caudal de escorrentía superficial aumenta se incrementa la capacidad de arranque y de transporte, apareciendo la erosión en surcos de mayor o menor intensidad produciéndose incluso la formación de cárcavas. [Martínez A. 2003]

En aquellas zonas donde se emplean técnicas de laboreo el fenómeno de la erosión se acelera. El empleo de la maquinaria agrícola contribuye a la eliminación de la cubierta vegetal, siendo precisamente su principal función proteger el suelo de la degradación a que se ve sometido por el impacto directo del agua de lluvia [Francia, J.R et all, 2000]. No obstante, es importante añadir que la pérdida de esta cubierta vegetal no sólo se produce por la acción del laboreo del terreno, las condiciones climáticas de la región también es un factor determinante.

Ante esta situación se requiere el análisis de la variación del paisaje en estas zonas estudiando cuáles y cómo se deben analizar los diferentes elementos espaciales: posición de los olivos, deformaciones del terreno, modelo digital de elevaciones, valores de pendientes,...etc. Se requiere, por tanto, de información espacial precisa para dar resultados fiables acerca los posibles cambios en el paisaje olivarero. Dadas las características de precisión que se necesita en los datos espaciales se van a emplean técnicas e instrumentación de geodesia de precisión, se trabaja con el sistema GPS. Dichos datos se analizan y chequean conjuntamente mediante su integración en un Sistema de Información Geográfica para generar modelos de variación espacial del paisaje.

2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Es especialmente importante seleccionar la zona de trabajo. Ésta debe tener las siguientes características mencionadas en la introducción: zonas de olivar donde se practique el laboreo, que presente una topografía irregular con la mayor variación de pendiente posible para poder analizar qué ocurre en condiciones extremas. Considerando las premisas anteriores se ha escogido una finca situada en un paraje denominado “Loma del Madero” en la localidad de Lahiguera, provincia de Jaén. Se trata de una finca de 1.190 Ha de 120 olivos y de pendientes que en algunas zonas superan el 20%.



Figura 1. Máxima pendiente en la finca.



Figura 2. Efectos de la erosión del suelo.



Figura 3. Equipo GPS y accesorios.

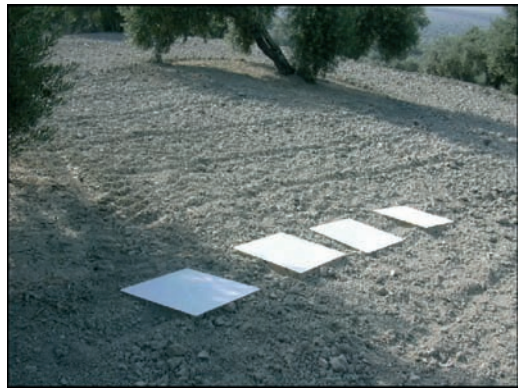


Figura 4. Placas alineadas para la toma de medidas

Otro factor a considerado a la hora de seleccionar la zona de estudio ha sido la existencia de una estación agroclimática próxima a la zona, la cual proporciona diariamente valores de precipitaciones, temperaturas, humedad, presión, etc. A estos datos se puede acceder a través de la Web de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Una vez que se ha escogido la zona de estudio se ha de planificar la metodología e instrumentación a emplear para la toma de datos. En primer lugar se obtienen los datos de campo necesarios para generar el MDE de precisión [Ramos et al, 2004]. En principio se toman datos cada 0.5-1m aproximadamente, lo cual va a condicionar en gran medida la metodología empleada. Desde el punto de vista de la instrumentación se consideró más conveniente utilizar el sistema GPS, ya que el hecho de trabajar entre plantas de olivo dificulta la visibilidad lo cual hace descartar de antemano cualquier posibilidad de trabajar con instrumentación clásica. Al mismo

tiempo el sistema GPS ofrece ampliamente las garantías de calidad posicional que se precisan. El modo de operar en campo es importante que sea mencionado ya que se cuidó al máximo para tomar coordenadas de los puntos del terreno con la mayor precisión posible. Teniendo en cuenta que se trata de un terreno pedregoso y que al apoyar el jalón éste se hundía, falseando así lo valores reales de Z, se ideó utilizar unas planchas de metacrilato de uno 0.5 de lado con un orificio en medio. Se dejaba caer la plancha en el suelo y a continuación tras apoyar el jalón en el pequeño orificio se tomaba la medida. Ver figura 3.

Este modo de operar se realizó campaña tras campaña. Cada campaña de observación se realizaba después de fuertes precipitaciones o fuertes tareas de laboreo de la tierra. Es decir tras la actuación de algún agente erosivo que pudiera haber originado variaciones en la topografía de la finca. Obviamente cuanta más campañas se dispongan más completo y fiable será el estudio.

La primera campaña se ha realizado durante las últimas semanas de junio de 2004. Ésta fue una etapa especialmente seca. Ésta campaña se ha usado para compararla con la noviembre de 2004. La distribución de los puntos medidos se muestra en la figura 5. El patrón seguido es un conjunto de alineaciones que cubren la zona. En las proximidades del árbol no se han tomado puntos ya que las ramas pueden afectar a la recepción de la señal GPS, esta ausencia de medidas en estas zonas son lo orificios blancos de la figura 5.

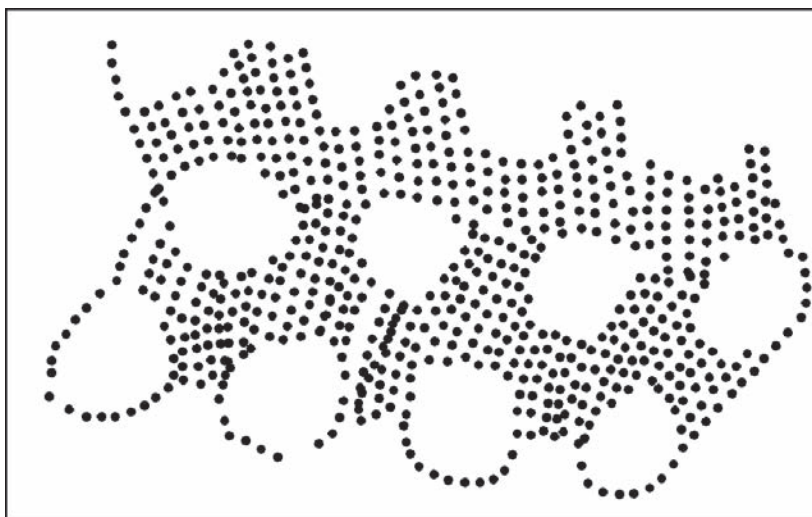


Figura 5. Puntos medidos.

Existen diferentes aplicaciones informáticas para generar un grid. Nosotros hemos empleado para la obtención del MDE el software de tratamiento (interpolación, análisis y gestión) de grids Vertical Mapper v. 3.0, aplicación que trabaja en el entorno de MapInfo Professional. Los dos algoritmos comúnmente utilizados para representar modelos del terreno están basados uno en la triangulación y otro en el método de la inversa de la distancia. No hemos encontrado diferencias significativas en los resultados de nuestros datos, no obstante hemos utilizado la triangulación. Los parámetros escogidos han sido 2 m de longitud máxima del lado del triángulo y 0.25 de tamaño de celda. El resultado se muestra en la figura 6.

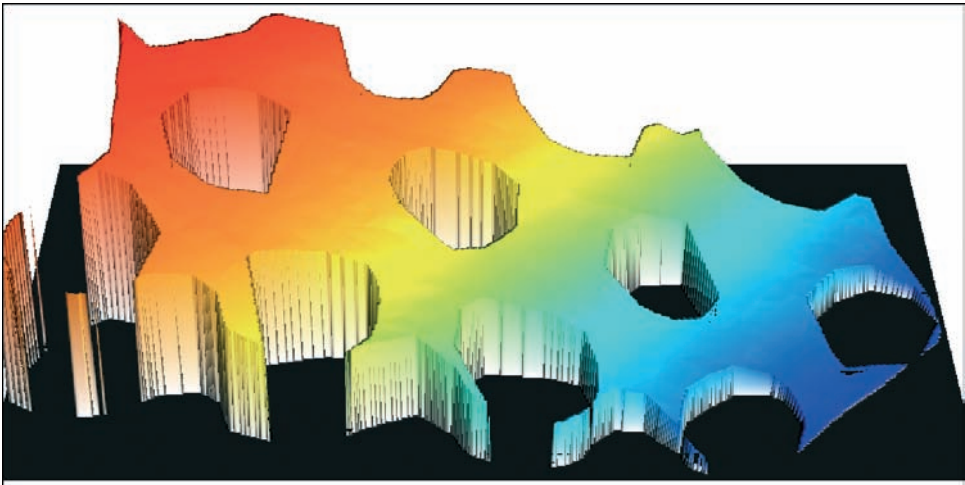


Figura 6. MDE. Vista en 3D.

La principal ventaja de los GIS es el análisis espacial del fenómeno además de la multitud de posibilidades de representación gráfica que ofrecen. Por lo tanto en nuestro caso podemos abordar el análisis de las consecuencias topográficas de la erosión desde un punto de vista numérico o visual (gráfico). Los mapas de contorno de la figura 6 se han generado con el mismo software SIG. Otro estudio que se está realizando paralelamente al mencionado es el del análisis de los desplazamientos de los olivos entre varias campañas de observación, así estos desplazamientos representados mediante vectores de desplazamiento pueden añadirse a estos mapas de contorno para ver la influencia de la pendiente, por ejemplo, en estos desplazamientos.

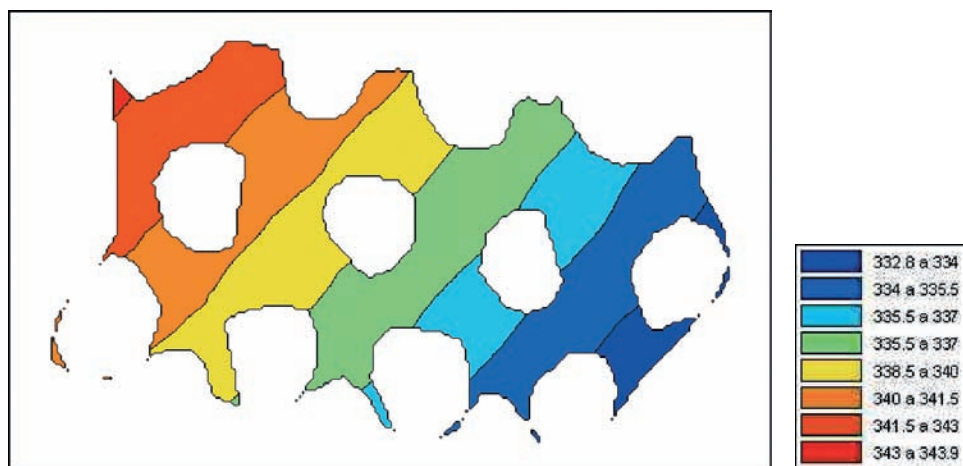


Figura 7– Mapa de contorno del MDE. Leyenda expresada en metros.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

El análisis de los efectos de la erosión implica el manejo de información que precisa ser visualizada. A menudo las consecuencias de la erosión se expresan mediante valores numéricos. Éstos están lejos de ser datos útiles en la toma de decisiones. Nosotros sugerimos una metodología de trabajo en la cual se integra información vectorial y ráster para abordar el problema de la visualización del fenómeno. Es por ello que los datos deben integrarse en el sistema de manera adecuada para poder inferir buenos resultados y así facilitar la toma de decisiones [Neményi, 2003].

GPS permite la georreferenciación espacial de los elementos en el sistema. En este caso los elementos espaciales a priori son los puntos medidos y necesarios para generar el MDE y posicionar los olivos en cada campaña. Toda la información está convenientemente codificada. Una vez tratada la información además del MDE se almacena también el modelo de pendientes en cada campaña, tipo de laboreo, datos de precipitaciones, etc.. Algunos de estos parámetros son constantes en el tiempo y otros variables con relativa rapidez, así en el diseño de la base de datos es preciso tener en cuenta esto para poder actualizar los datos de manera rápida y fiable y así incrementar la calidad del sistema [Stafford, 2000]. En la figura 8 se muestra el esquema conceptual del modelo entidad relación de nuestra base de datos.

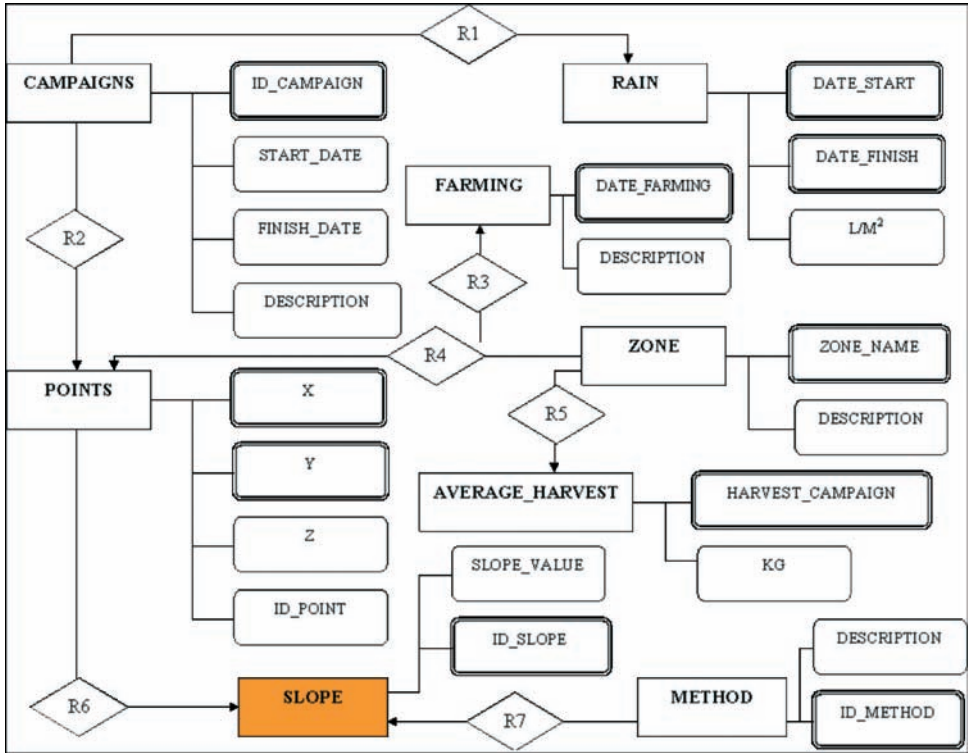


Figura 8– Modelo conceptual.

Actualmente existen software SIG para desarrollar lo que se conoce como agricultura de precisión pero la mayoría de ellos o son excesivamente costosos o resultan inapropiados para estudiar problemas a pequeñas escalas [Runquist et al, 2001]. Por esta razón nos hemos limitado a diseñar nuestro propio sistema de gestión y lo hemos integrado en un software SIG comercial.

En este trabajo se ha resaltado la pendiente como el principal agente erosivo. Vertical Mapper v. 3.0 calcula valores de pendiente para cada nodo del grid. Los valores de pendiente vienen expresados en grados entre 0 y 90 o en % a partir del plano horizontal. En el cálculo se consideran los 8 puntos que rodean al punto al cual se le calcula la pendiente. Hemos seleccionado varios algoritmos diferentes en el cálculo de las pendientes: ArcInfo v. 8.0 [Burrough, P.A, 1986], y el empleado por Javier G. Corripio [Corripio, J.G, 2003]. Vertical Mapper v.2.6 (User Guide). Para cada punto de la superficie no se han encontrado discrepancias significativas. El modelo de pendientes resultante de la primera campaña de observación es el siguiente:

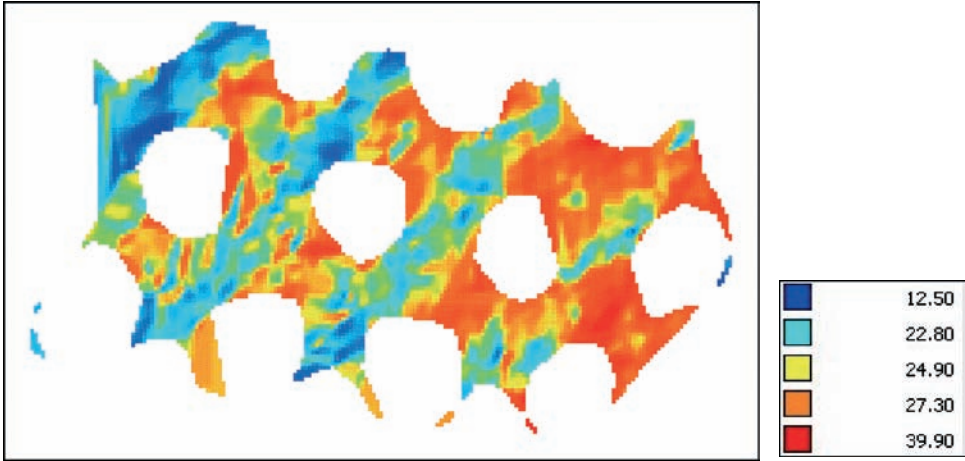


Figura 9.– Mapa de pendientes (%). Primera campaña.

Para comparar las dos campañas hacemos un zoom de cada una y analizamos una región pequeña, ver fig. 10 y 11

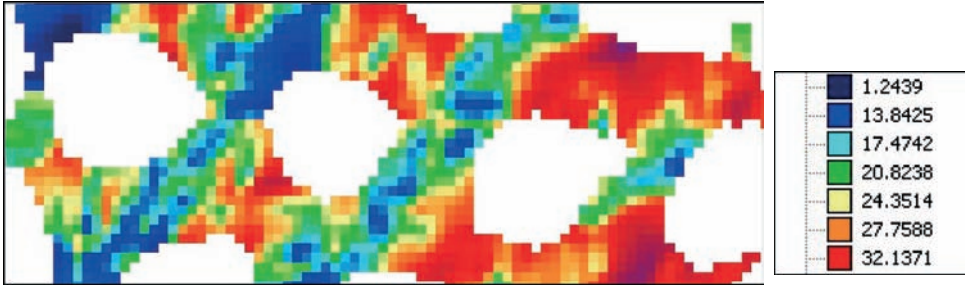


Figura 10.– Mapa de pendientes. Detalle (%). Primera campaña.

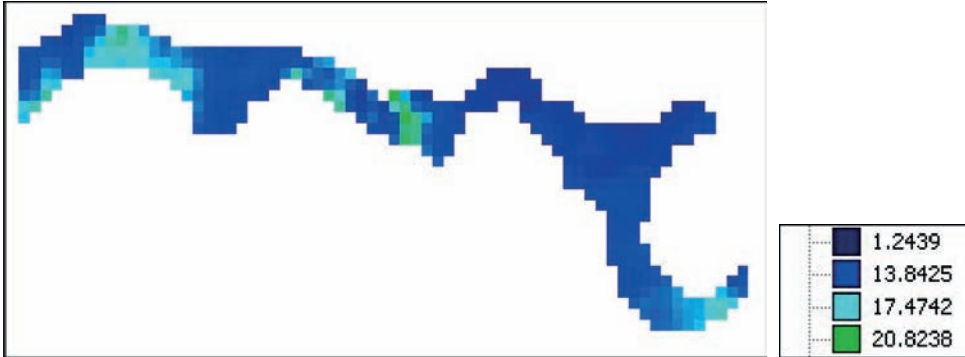


Figura 11.– Mapa de pendientes. Detalle (%). Segunda campaña.

4. CONCLUSIONES

Se encuentran variaciones significativas en los valores de las pendientes desde una campaña a la siguiente. Se produce por las variaciones inherentes a la altimetría. También se ha encontrado desplazamientos en la planimetría pero éstos son menores a los altimétricos. Podemos confirmar que el movimiento no siempre se produce por las mismas causas, la pendiente, ya que de ser así es desplazamiento sería siempre en el mismo sentido, y los datos muestran que no es así. La maquinaria agrícola ha debido influir notablemente, sobre todo el empleo de la vibradora durante la recolección ya que se observan algunos desplazamientos arbitrarios. A partir de aquí se van a incorporar al estudio nuevas variables, sobre todo climatológicas y de carácter agrícola, es decir forma de laboreo de la tierra. Trabajando en este sentido se pueden realizar un estudio de precisión analizando como la variación en técnicas agrícolas puede influir en mermar los efectos de la erosión y por tanto favorecer la producción agrícola.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BURROUGH, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press. New York p. 50. 1986.
- CORRIPIO, J G. Vectorial álgebra algorithms for calculating terrain parameters from DEMs and solar radiation in mountainous terrain. Int. J. Geographical Information Science, Vol. 17, No 1. 1-23. 2003.
- FRANCIA MARTÍNEZ, J. R., MARTÍNEZ RAYA, A. & RUIZ GUTIÉRREZ. Erosión en suelos de olivar en fuertes pendientes. Comportamiento de distintos manejos de suelo. S.Edafología. Volumen 7-2. Mayo 2000. pag 147-155. 2000.
- LAURINI, R. Fundamentals of spatial information systems. Academic Press. London. 1999.
- NEMÉNYI M., MESTERHÁZI P.Á., PECZE Zs., Stépán, 2003. The role of GIS and GPS in precision farming. Computers and Electronics in Agriculture 40 (2003) 45-55.
- RAMOS M.I, FEITO F.R., GIL A.J., 2004. Towards a high precision digital elevation model. W S C G ' 2004: The 12th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision'2004. WSCG proceedings. ISBN 80-903100-6-0. Publisher: UNION Agency - Science Press, Plzen (Czech Republic).
- RUNQUIST S., ZHANG N., TAYLOR R.K., 2001. Development of a field-level geographic information system. Computers and electronics in agriculture 31 (2001) 201-209.
- STAFFORD JOHN V., 2000. Implementing Precision Agriculture in the 21st Century. J. Agric. Eng. Rest. 76 (3), 267-275.
- VERTICAL MAPPER v.3.0 (2002). Contour modeling & display software for MapInfo Professional. Version 3.0. User guide. Canada.