

## UTILIZACIÓN DE UN SIG PARA LA EVALUACIÓN DE LA POTENCIALIDAD AGROLÓGICA EN LA COMARCA DE TIERRA DE ALBA (SALAMANCA)

R. LÓPEZ RODRÍGUEZ, N. SÁNCHEZ MARTÍN, S. MARTÍN ALFAGEME,  
F. SANTOS FRANCÉS y R. MORALES CORTS  
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. España  
[www.usal.es](http://www.usal.es)

### RESUMEN

Los SIG, aunque ya extendidos en otros ámbitos, han tardado en implantarse en el mundo agrario. El presente trabajo se fundamenta en la utilización de un SIG, que va a actuar como una valiosa herramienta de ayuda en la toma de decisiones y en la gestión de las diferentes actividades agropecuarias, a partir de la evaluación de la *potencialidad agrológica*, en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca, España).

Palabras clave: potencialidad agrológica, SIG, España.

### ABSTRACT

GIS, although already extensively used in other fields, have taken their time in becoming fully incorporated into the agricultural world. The present paper is based on use a GIS, which will act as a valuable tool in the decision-making process and in the management of different farming activities starting from the evaluation of the *agrolological potentiality*, in the district of Tierra de Alba (Salamanca, Spain).

Keywords: agrolological potentiality, GIS, Spain.

### 1. Definición de potencialidad agrológica

En el desarrollo de cualquier especie vegetal y, en particular, de una cultivable, influyen (en mayor o en menor medida dependiendo de cada caso) una serie de factores, de modo que el conjunto determina la viabilidad de su explotación. De entre todos ellos destacan el clima presente en la zona, del que se han estudiado las precipitaciones, temperaturas, insolación y vientos; las

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

características del sustrato (tipo de suelo, textura, estructura, pH, materia orgánica, profundidad), las características del terreno, como la pendiente, orientación y riesgo de erosión, entre otros, que se reflejarán en su clasificación agrológica, y otra serie de factores, como la economía de la zona, la localización de la explotación, la accesibilidad a la misma, etc.

Por ello, mediante la evaluación conjunta de todas ellas, el SIG permitirá estimar la *potencialidad agrológica* de cada punto del terreno para los distintos cultivos. De este modo se podrá llevar a cabo una explotación más racional de los recursos existentes, asignando las mejores zonas a aquellas especies más exigentes y delicadas, y destinando el resto del terreno a las más rústicas, con una mayor adaptabilidad a las zonas menos favorables.

## 2. Descripción de la zona de estudio

El SIG abarca una superficie rectangular aproximada de 200 Km<sup>2</sup>, (20 Km. de largo por 10 Km. de ancho) localizada en la comarca de Tierra de Alba, en la zona centro-oeste de la provincia de Salamanca. La morfología comarcal se caracteriza por la presencia de tres áreas bien diferenciadas: Ribera, Campiña y Penillanura. La primera forma una franja de 1,5 Km de anchura media que cruza la comarca de S a N, y cuya superficie se destina en su mayoría a los cultivos de regadío. En la mitad oriental se ubica la Campiña, formada por terrenos sedimentarios, con morfología ondulada y predominio de las zonas cultivadas en secano, mientras que al oeste afloran los materiales antiguos del Campo Charro, variando notablemente los aprovechamientos del suelo (pastos y dehesas).

## 3. Elaboración de las capas del SIG

A la hora de diseñar el SIG, se han invertido la mayor parte de los esfuerzos en la recogida, integración y tratamiento de los diferentes datos, realizándose esta última fase bajo la aplicación *ArcView GIS*.

Para disponer de la base cartográfica, se han digitalizado las hojas 503-II y 504-I del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:25.000, utilizando para ello la aplicación *Microstation SE*. De ese modo, se ha dividido la información en capas correspondientes a la altimetría, red hidrográfica, comunicaciones, zonas urbanizadas y división política en términos municipales, todo ello georeferenciado con coordenadas UTM (UTM-30N).

Toda la información se ha integrado en el SIG distribuyéndose en 7 capas: 3 de ellas relacionadas con la orografía del terreno (pendientes, insolación potencial y orientación), 2 con la climatología de la zona (distribución térmica y pluviométrica), otra con la calidad del sustrato (clasificación agrológica del terreno) y, como factor económico, la distribución de distancias desde cada punto del mapa a los principales municipios de la zona.

### 3.1.El modelo digital del terreno

El MDT ([figura 1](#)) se ha realizado utilizando una red de triángulos irregulares contiguos (*TIN*), cuyos vértices han sido obtenidos a partir de la división de las curvas de nivel en un conjunto de puntos con cota definida, que no son más que aquellos introducidos previamente en el proceso de digitalización de las mismas, a los que se les suman las cotas puntuales presentes en los mapas topográficos originales.

La depuración del MDT ha consistido, en primer lugar, en la delimitación de las cuencas fluviales, asumiendo para ello que los ríos y pequeñas corrientes de agua actúan como *líneas duras* (*hardlines*), que remarcan dichas cuencas. Para minimizar los errores en la zona central del mapa, con menor cantidad de puntos por su orografía llana, se aplicó sobre las superficies triangulares un efecto de curvado, y por último, se convirtió el *TIN* anterior en *GRID*, aplicando una rejilla con una separación de vértices de 10 metros.

#### 3.1.1. Mapa de pendientes

La evaluación de la pendiente del terreno ([figura 2](#)) se puede llevar a cabo con facilidad a partir de los valores del MDT realizado. Esta operación resulta muy útil en la búsqueda de las zonas donde se puede realizar el cultivo de una especie, descartándose aquellas donde presente valores elevados. La pendiente es además, un parámetro determinante en la estimación del riesgo de erosión de los suelos.

La clasificación utilizada por el Ministerio de Agricultura para la caracterización agrológica de los suelos de España fija el límite de los suelos laborables en una pendiente del 20 % (presentándose las dificultades a partir del 10 %), mientras que se fija el 50 % como valor a partir del cual los suelos no admiten ningún sistema de explotación que no sea reserva natural.

#### 3.1.2. Mapa de insolación potencial

Se define la insolación potencial en un punto como el tiempo que ese lugar está sometido a la radiación solar directa en ausencia de nubosidad. En un ámbito geográfico con condiciones climáticas similares, como es el caso, se puede aceptar que las diferencias de insolación entre dos puntos en el mismo día del año tan sólo están condicionadas por el relieve y, más concretamente, por el ocultamiento topográfico, por lo que su estimación puede realizarse a partir del MDT. Se asume también que, dada la pequeña extensión de la zona de estudio, las condiciones de nubosidad son similares a lo largo de la misma (Fernández y Felicísimo, 1987).

Para su cálculo y modelización, se necesitan datos acerca de la trayectoria solar. La localización aparente del sol depende de una serie de parámetros, como la latitud, la declinación solar y el ángulo horario. Así, un punto está en sombra en dos casos: tras el atardecer (autoocultamiento), cuando el sol atraviesa la línea del horizonte, y por la orografía, cuando interrumpe la línea visual desde el Sol hasta el punto analizado. El autoocultamiento se deduce

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

directamente a partir del ángulo de incidencia, mientras que el segundo caso es más complejo, ya que se produce cuando el entorno de un punto proyecta una sombra sobre él, para unas posiciones determinadas del sol.

El cálculo de la insolación potencial se ha llevado a cabo utilizando el método propuesto por Fernández y Felicísimo (1987), que permite estimar la radiación solar incidente en zonas con apantallamiento topográfico. Así, tomando la latitud del punto medio de la zona y especificando la declinación solar para un día representativo (en este caso, el 15 de mayo), genera las  $n$  posiciones del sol a lo largo del día, a intervalos de tiempo determinados (por ejemplo, 30 minutos) de modo que, para cada posición solar se calcula la presencia o ausencia de sombras topográficas en cada celda del modelo, siendo el resultado un conjunto de  $n$  matrices binarias (sombra-no sombra). Finalmente, se suman las  $n$  matrices binarias, de modo que el resultado es el modelo de insolación con una resolución temporal de 30 minutos ([figura 3](#)) y con valores comprendidos entre 0 y  $n$ , de modo que una celda con valor nulo no recibe luz directa en ningún momento del día, mientras una celda con valor  $k$ , recibirá  $k \cdot t$  minutos de insolación diaria.

Los resultados obtenidos ofrecen valores comprendidos entre 13 y 27 (es decir, entre 6'5 y 13'5 horas de radiación directa), correspondiendo estas últimas al total de horas de luz para el 15 de mayo, ya que esos puntos no se encuentran en sombra en ningún momento del día. Estos valores son importantes para los cultivos, pues dependiendo de la especie elegida, las necesidades de luz serán determinantes para elegir qué zonas son las más adecuadas para su desarrollo.

### 3.1.3. Mapa de orientación del terreno

Debido a la inclinación de la Tierra, en todo el Hemisferio Norte las zonas orientadas hacia el S reciben más cantidad de radiación solar que las orientadas hacia el N. De nuevo, a partir del MDT creado se ha obtenido el mapa de orientación de la superficie del terreno, de vital importancia sobre todo en aquellas especies heliófilas, para las cuales no serán adecuados aquellos lugares con orientación N, fundamentalmente.

Por otro lado, todas aquellas zonas con orientación W estarán más expuestas a la erosión eólica, ya que es ésta la dirección predominante de los vientos en la zona estudiada, lo que deriva en un mayor riesgo de encamado de las especies cultivadas.

### 3.2. Mapa de distribución térmica y pluviométrica

Conseguir una distribución espacial de una serie de variables climáticas partiendo de un grupo reducido de puntos de control entraña cierta dificultad, que se solventa con la elección adecuada de un método de interpolación de los datos conocidos. Sin embargo, el problema no acaba ahí si el estudio se fundamenta en la influencia de dichos valores climáticos sobre una serie de cultivos, pues ello requiere un tratamiento basado en índices agroclimáticos, más adecuado que el estudio de los parámetros estadísticos de las distintas variables.

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Corts, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

Así, se ha realizado la interpolación a partir los diferentes valores que aportan los índices correspondientes a la clasificación climática de Thornthwaite y agroecológica de Papadakis ([figura 4](#)), que han sido calculados a partir de valores térmicos y pluviométricos obtenidos a su vez del estudio estadístico de series temporales largas (hasta 50 años) correspondientes a las tres estaciones meteorológicas más próximas a la zona estudiada, situadas en Martinamor, Pedraza de Alba y Villagonzalo de Tormes.

Éstas se caracterizan por tener un clima mediterráneo continentalizado (404-482 mm y 11<sup>o</sup>6-13<sup>o</sup>7 °C como rangos de valores medios anuales de precipitaciones y temperaturas), siendo la mitad oriental, en el término municipal de Martinamor, la más fría y lluviosa, mientras que las temperaturas más altas y las precipitaciones más escasas se han registrado en los alrededores de Pedraza de Alba y Villagonzalo de Tormes, respectivamente.

Ambas clasificaciones constan de cuatro índices, relacionados con aspectos térmicos y pluviométricos (dos para cada caso). En una primera fase, se combinarán para cada clasificación las distribuciones espaciales homólogas, obteniéndose dos distribuciones dentro de cada una de ellas. Finalmente, se combinarán de nuevo las distribuciones homólogas entre las distintas clasificaciones, por lo que el resultado serán dos distribuciones finales: una relacionada con las temperaturas y la otra con las precipitaciones ([figura 5](#)) que, basadas en criterios agroclimáticos, determinarán diferentes áreas con características semejantes de temperatura y humedad, y por lo tanto, con unas aptitudes agrícolas determinadas.

### 3.3. Mapa de distancia a los municipios

Resulta complicado evaluar espacialmente una serie de factores socio-económicos que resalten la viabilidad económica de cada punto del terreno atendiendo únicamente a criterios económicos, fuera de las características intrínsecas del propio sustrato. En nuestro caso, se ha partido del hecho de que un porcentaje muy elevado de la población se concentra en los núcleos urbanos. De ese modo, es posible determinar la distancia de cualquier punto al municipio más cercano, evaluándose así la accesibilidad de cada parcela; por lo que aquellas zonas más cercanas al lugar de residencia implicarán (en la mayoría de los casos) un coste menor, tanto en el desplazamiento del agricultor como en el transporte de los elementos necesarios para la realización de las diferentes labores de cultivo.

### 3.4. Mapa de clasificación agrológica del terreno

Sin lugar a dudas, la clasificación agrológica de los suelos va a ser la capa de información más importante de cuantas se han considerado para evaluar la potencialidad agrológica del terreno, ya que en sí misma constituye una referencia acerca de la calidad del sustrato y sus posibilidades, tanto agrícolas como ganaderas.

A la hora de determinar las zonas homogéneas en cuanto a calidad y usos del suelo existentes, y partiendo del hecho de que resulta en la práctica inviable recabar más información que

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

la que pueda desprenderse de un número limitado de puntos, ha de definirse un criterio que permita dotar de una representatividad lo suficientemente consistente a cada observación. Y este criterio va a ser la litología de la zona.

En principio, y de modo aproximado, se asume que el sustrato va a presentar una serie de características similares (tales como profundidad, textura, estructura y cantidad de materia orgánica) en aquellas zonas donde la roca subyacente sea la misma. Para ello, se ha estudiado el mapa geológico del área de estudio, a partir del cual se ha elaborado el mapa litológico correspondiente ([figura 6](#)). Así, el estudio de los perfiles edáficos se realizará solamente en aquellos puntos que se consideren lo suficientemente representativos de cada unidad litológica, y a partir de él se determinará la clasificación agrológica media de los suelos localizados en cada unidad considerada ([figura 7](#)).

En total se han realizado doce perfiles edáficos, que han dado como resultado los siguientes tipos de suelos, atendiendo a los criterios de la *Soil Taxonomy*:

- PERFIL N° 1: cambisol eútrico.
- PERFIL N° 2: regosol eútrico.
- PERFIL N° 3: fluvisol dístrico.
- PERFIL N° 4: cambisol dístrico.
- PERFIL N° 5: cambisol eútrico.
- PERFIL N° 6: leptosol eútrico.
- PERFIL N° 7: luvisol crómico.
- PERFIL N° 8: cambisol eútrico.
- PERFIL N° 9: leptosol lítico-dístrico.
- PERFIL N° 10: regosol dístrico / cambisol dístrico - gléico.
- PERFIL N° 11: cambisol calcárico.
- PERFIL N° 12: luvisol crómico.

### 3.5. Teledetección. Mapa de usos del suelo

El mapa temático resultante del estudio de las imágenes digitales es una capa clave en la posterior aplicación SIG, pues actúa como un "filtro" del resultado de la combinación del resto de capas. Con ello se pretende que las mejoras o alternativas propuestas sean posibles allí donde se reúnan las condiciones potenciales óptimas y la situación actual (no menos importante) lo permita.

Dicho estudio ha venido precedido por la fotoidentificación de la zona utilizando fotografías aéreas. De ese modo, se han podido distinguir los distintos tipos de cubiertas presentes en ella, comprobándose dichas características posteriormente mediante la observación directa sobre el propio terreno.

Para llevar a cabo dicho estudio, se han utilizado dos imágenes digitales, tomadas por el satélite Landsat (*escena 202/032*) en los meses de Abril y Agosto de 1999. Ello ha permitido la

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

sencilla discriminación de las zonas en regadío y secano, a través del distinto estado fenológico en el que se encuentran las especies presentes en cada una de ellas (máxima actividad clorofílica en primavera en el área de secano con parada vegetativa en verano, y al contrario en el área de regadío), lo cual se ha corroborado mediante el cálculo del índice de vegetación estándar, determinado por el cociente entre las bandas infrarrojo cercano y rojo ([figura 8](#)).

El mapa temático resultante se ha obtenido a partir de la clasificación no supervisada de la imagen estival, pues en ella se resalta de un modo más claro las distintas cubiertas presentes en la zona. Posteriormente, se le ha aplicado un filtro de paso bajo utilizando una matriz promedio de rango  $3 \times 3$  ([figura 9](#)), para conseguir una mejor delimitación entre los distintos tipos de cubiertas vegetales, eliminando zonas con una extensión superficial demasiado pequeña. Además, paralelamente se logra restaurar los posibles errores aleatorios que puedan presentarse en los niveles digitales que componen la imagen.

#### 4. Ponderación de factores

Los valores obtenidos para cada una de las capas que componen el SIG se han reclasificado, evaluando mediante una escala de 0 a 10 su grado de idoneidad en el desarrollo de las diferentes especies. De ese modo, un valor de 10 indica aquellos puntos donde esa variable se puede considerar como óptima, siendo nulo donde se dan las condiciones más negativas.

Como los parámetros considerados van a influir en los cultivos en diferente grado, se ha realizado una ponderación previa de los mismos, atribuyendo un peso a cada variable en función de su importancia en el desarrollo vegetal. Además, dicha influencia varía dependiendo del cultivo, por lo que si se parte de que el peso de cada variable es constante para cada una de las especies elegidas, los valores asignados disminuirán en mayor medida si dicha variable es más restrictiva que los de un factor con una influencia menor en esa especie. De ese modo, a todos los cultivos se les aplicarán los mismos criterios y así se facilitará el análisis comparativo de los resultados obtenidos ([tabla 1](#)).

Así, la ponderación de los factores se ha apoyado, por un lado, en una serie trabajos de carácter general muy interesantes, que inciden en las exigencias de cultivo, tanto de especies cerealísticas, -temperaturas, precipitaciones y tipos de suelos (Guerrero, 1999), además de vientos e iluminación (Urbano, 1995)-, como de especies forrajeras y pratenses (Muslera y Ratera, 1991).

Por otra parte, y dentro de las numerosas publicaciones foráneas relacionadas directamente con los SIG, han sido especialmente útiles los trabajos propuestos por Rajapakse, et al., (2000 y 2002) centrados en la búsqueda de una redistribución de las zonas cultivadas que permita una mejora en la calidad de las producciones del té.

Como el área de estudio es pequeña, va a ser el tipo de suelo el factor que va a determinar, en mayor medida, la producción final de cada cultivo, y es por ello que se le ha asignado un peso de 3,5. La pendiente es otro de los parámetros más relevantes, de modo que su peso es de 2,5. En cuanto a las variables climáticas consideradas, se le asigna un peso mayor a las precipitaciones

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Corts, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

frente a las temperaturas (1,5 por 1, respectivamente), por ejercer las primeras una mayor influencia dentro de la zona estudiada.

Por otra parte, y ya con los pesos menores (0,5 en los restantes casos), se ha considerado el efecto de la orientación del terreno (directamente relacionado con la radiación solar recibida y los vientos dominantes), la insolación potencial y la distancia de cada punto del terreno al municipio más cercano.

Así pues, el valor de la potencialidad agrológica en cada punto vendrá determinado por la suma ponderada del conjunto de variables anteriores, de modo que el valor mínimo será de 0 puntos, mientras que el máximo ascenderá hasta los 100.

Estos resultados estarán supeditados al uso actual del suelo de modo que, en función de la especie elegida, se buscarán en el mapa correspondiente a la clasificación no supervisada aquellas zonas donde sea factible llevar a cabo su cultivo (regadío, secano, prados y pastos, etc.).

Imponiendo la condición de que los resultados sean nulos en caso de no pertenecer a la clase solicitada y unitarios en caso afirmativo, al multiplicar el resultado de la consulta por el mapa temático resultante de la suma de las siete capas consideradas, aquellas zonas que cumplan los requerimientos pedidos mantendrán el valor de la potencialidad agrológica, mientras que para el resto, la multiplicación dará como resultado cero, por lo que se deducirá que no son aptas para llevar a cabo la explotación de ese cultivo ([figura 10](#)).

El criterio para la interpretación de los resultados numéricos se apoya en el rendimiento *a priori* de un cultivo en ese lugar. De ese modo, una zona con una elevada potencialidad agrológica reunirá unas condiciones climáticas, edáficas y orográficas adecuadas, y se esperarán producciones elevadas realizando las operaciones de cultivo pertinentes, mientras que en caso contrario, el cultivo o no se desarrollará o lo hará con dificultad, no siendo rentable su explotación, independientemente de la cantidad e intensidad de labores realizadas.

## 5. Resultados finales

El SIG creado puede actuar como una herramienta válida en la planificación agrícola, de cara a buscar las zonas más adecuadas para implantar un cultivo tradicional a partir de unos valores de potencialidad agrológica y, por otro lado, gracias a sus características intrínsecas, permite realizar simulaciones con nuevas especies para la búsqueda de alternativas a las ya conocidas, como la mejora de pastos a partir del trébol subterráneo, o la utilización de la biomasa de determinados cultivos (como por ejemplo, el cardo). De este modo, se conseguirá maximizar el aprovechamiento del suelo, además de conseguir un elevado rendimiento energético en toda la extensión puesta en barbecho.

Se ha elegido una serie de especies potencialmente aptas para desarrollarse en la zona de estudio, que son las siguientes:



López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Corts, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

---

#### CULTIVOS HERBÁCEOS:

- **Cereales de invierno:** trigo y cebada.
- **Cereales de primavera:** maíz.
- **Cultivos agroenergéticos:** cardo y patata.
- **Cultivos industriales:** remolacha azucarera, patata, girasol y lino.
- **Cultivos forrajeros:** alfalfa y trébol subterráneo.

#### CULTIVOS LEÑOSOS:

- **Frutales:** manzano.
- **Cultivos vinícolas:** vid.

Por último, y a modo de ejemplo, se muestran algunos resultados de la distribución de la potencialidad agrológica para el maíz, el trébol subterráneo, el cardo y la alfalfa ([figuras 11](#), [12](#), [13](#) y [14](#)).

## 6. Referencias bibliográficas

- Chuvieco, E. (1990): *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid, Ediciones RIALP.
- Fernández Cepedal, G. y Felicísimo, A. M. (1987): "Método de cálculo de la radiación solar incidente en áreas con apantallamiento topográfico", *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo*, 5, pp.109-119.
- Guerrero, A. (1999): *Cultivos herbáceos extensivos*. Madrid, Mundi-Prensa.
- Martín-Serrano García, A. y Monteserín López, V. (1991): *Mapa geológico de España. Memoria explicativa. Hoja N° 503: Las Veguillas (E: 1:50.000)*. ITGE.
- Muslera Pardo, E. y Ratera García, C. (1991): *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. Madrid, Mundi-Prensa.
- Pérez González, A. y Elizaga, E. (1982): *Mapa geológico de España. Memoria explicativa. Hoja N° 504: Alba de Tormes (E: 1:50.000)*. Madrid, IGME, Ministerio de Industria y Energía.
- Rajapakse, R.M.S.S., Jayakody, J.A.A.M. y Jayawardena, M.. (2002): *Prepare sustainable strategic development plans for a selected tea estate in mid-country region in Sri Lanka using GIS*. Talawakele, Sri Lanka, Tea Research Institute of Sri Lanka, St. Coombs.
- R.M.S.S. Rajapakse, Nitin K. Tripathi and Kiyoshi Honda. (2000): *Modelling tea (Camellia sinensis (l) o. Kuntze) yield using satellite derived LAI, landuse and meteorological data*. Thailand, Space Technology Application and Research Program, Asian Institute of Technology.
- Satya Priya (2002): *GIS based crop production model and its applications*. NOIDA, India, RMSI Pvt. Ltd.
- Satya Priya, Ryosuke Shibasaki y Shiro Ochi. (1998): *Modeling Spatial Crop Production: A GIS Approach*. Japan, Center for Spatial Information Science, University of Tokyo.
- Shiro Ochi y Shunji Murai (2000): *Assessment of crop productivity for major river basins in Asia using GIS and RS data*. Japan. Institute of Industrial Science, University of Tokyo.
- Urbano Terrón, P. (1995): *Tratado de fitotecnia general*. Madrid, Mundi-Prensa.

## TABLAS

Tabla 1. Valores de potencialidad agrológica para algunos cultivos

		CULTIVOS			
		MAÍZ	CARDO	ALFALFA	TRÉBOL SUB.
CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA	II	9	10	8	10
	III	6	8	5	8
	IV	2	4	1	6
	V	0	0	0	9
	VI	0	0	0	4
	VII	0	0	0	0
PESO	3,5				
TEMPERATURA	ZONA FRESCA	5	7	7	3
	ZONA INTERMEDIA	8	9	9	6
	ZONA TEMPLADA	10	10	10	8
PESO	1				
HUMEDAD	ZONA MUY SECA	2	5	5	5
	ZONA SECA	3	6	6	6
	ZONA DE TRANS. SECA	4	7	7	7
	ZONA DE TRANS. HÚMEDA	5	8	8	8
	ZONA HÚMEDA	7	9	9	9
	ZONA MUY HÚMEDA	9	10	10	10
PESO	1,5				
PENDIENTE DEL TERRENO (%)	0 - 3	10	10	10	10
	3 - 7	9	9	9	9
	7 - 13	7	7	7	8
	13 - 20	4	4	4	6
	20 - 30	0	0	0	4
	30 - 50	0	0	0	1
	> 50	0	0	0	0
PESO	2,5				
INSOLACIÓN POTENCIAL (H. SOL/DÍA)	26 - 27	10	10	10	10
	25 - 26	9	9	9	9
	23 - 25	7	7	7	7
	18 - 23	4	4	4	4
	13 - 18	1	1	1	1
PESO	0,5				
DISTANCIA (KM)	0 - 3	10	10	10	10
	3 - 5	9	9	9	9
	> 5	8	8	8	8
PESO	0,5				
ORIENTACIÓN	S	10	10	10	10
	SE, LLANO	9	9	9	9
	SW	8	8	8	8

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

	E, NW	6	6	6	6
	W, NE	5	5	5	5
	N	4	4	4	4
<b>PESO</b>	<b>0,5</b>				
<b>USOS ACTUALES DEL SUELO</b>	REGADÍO	MUY FREC.	ESCASO	MUY FREC.	NULO
	SECANO	ESCASO	MUY FREC.	FREC.	NULO
	PRADOS Y PASTIZALES	NULO	ESCASO	ESCASO	MUY FREC.
	MATORRAL Y ARBOLADO	NULO	NULO	NULO	ESCASO

### FIGURAS

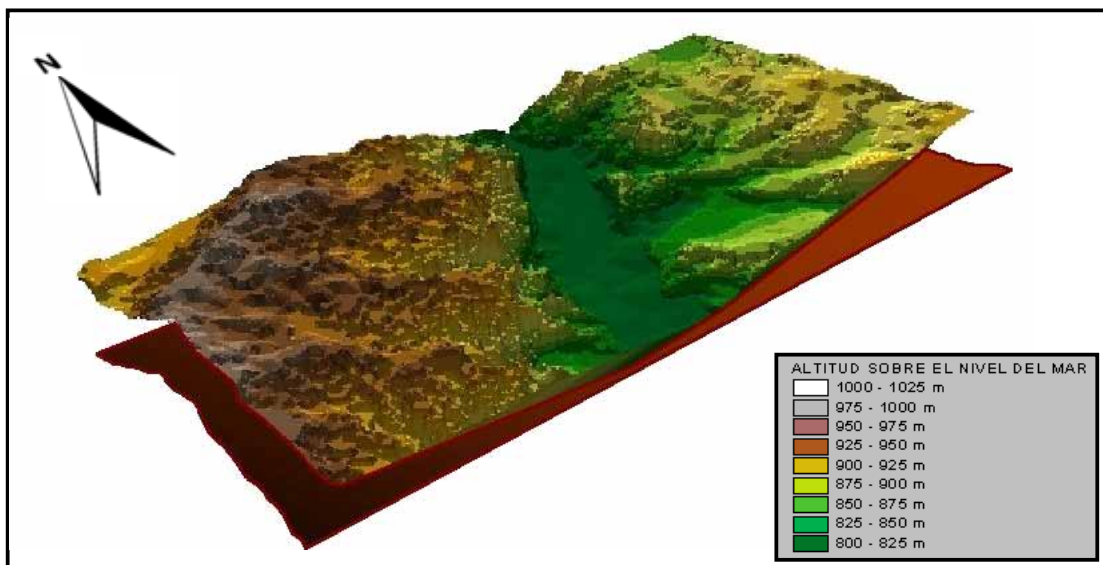


Figura 1. Modelo digital del terreno en 3 dimensiones (exageración vertical = 10)

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

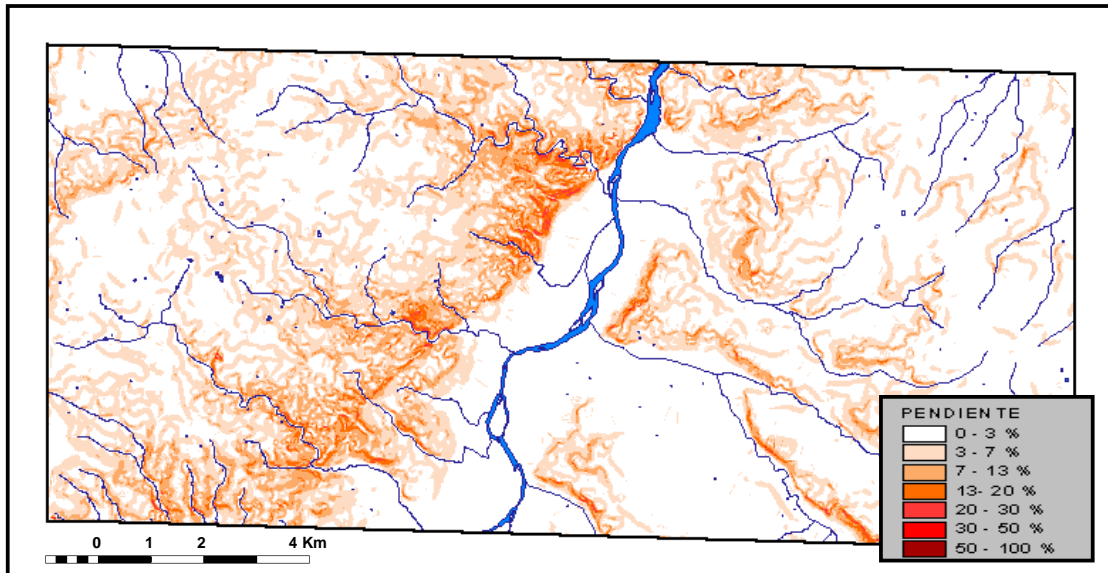


Figura 2. Mapa de pendientes de la zona de estudio

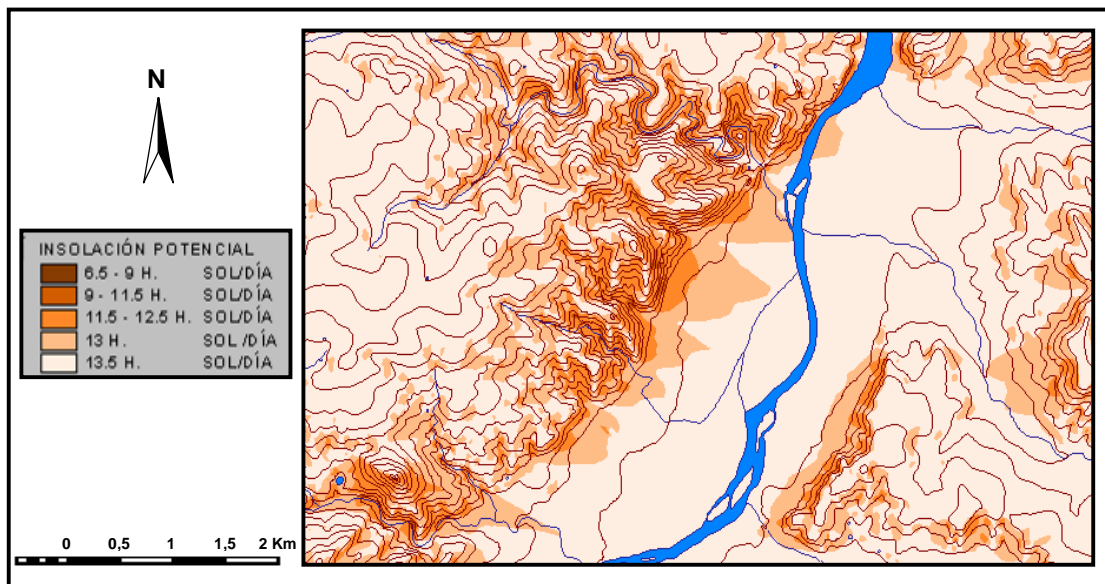


Figura 3. Detalle del modelo de insolación potencial de la zona

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

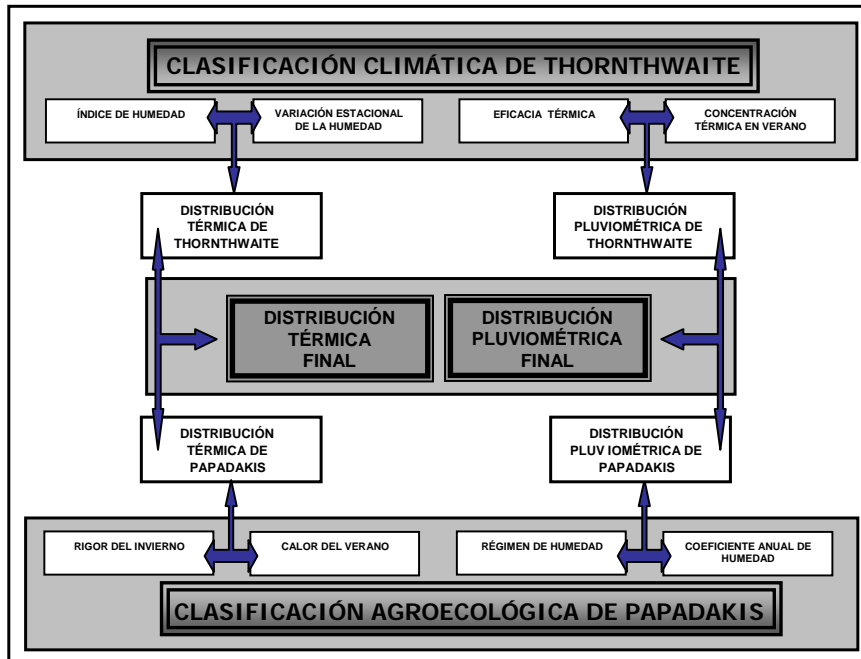


Figura 4. Esquema del proceso de obtención de los mapas agroclimáticos

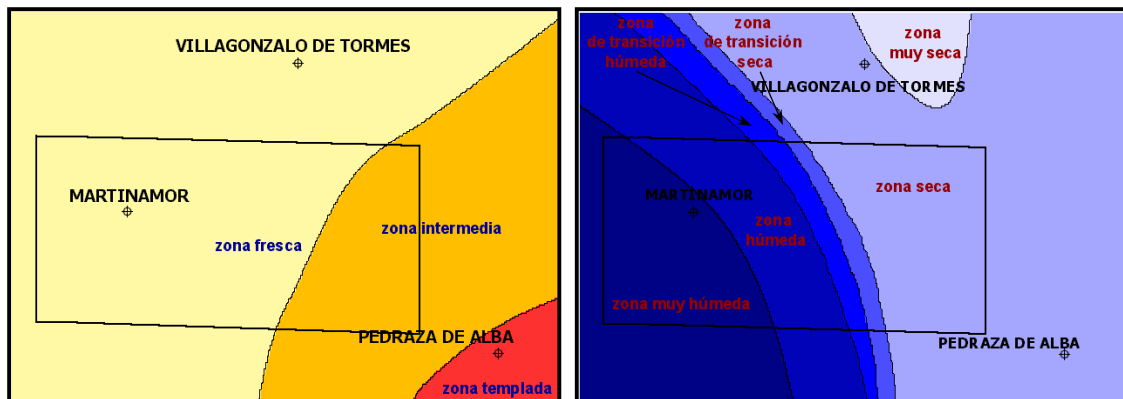


Figura 5. Mapas agroclimáticos definitivos de temperatura y humedad

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

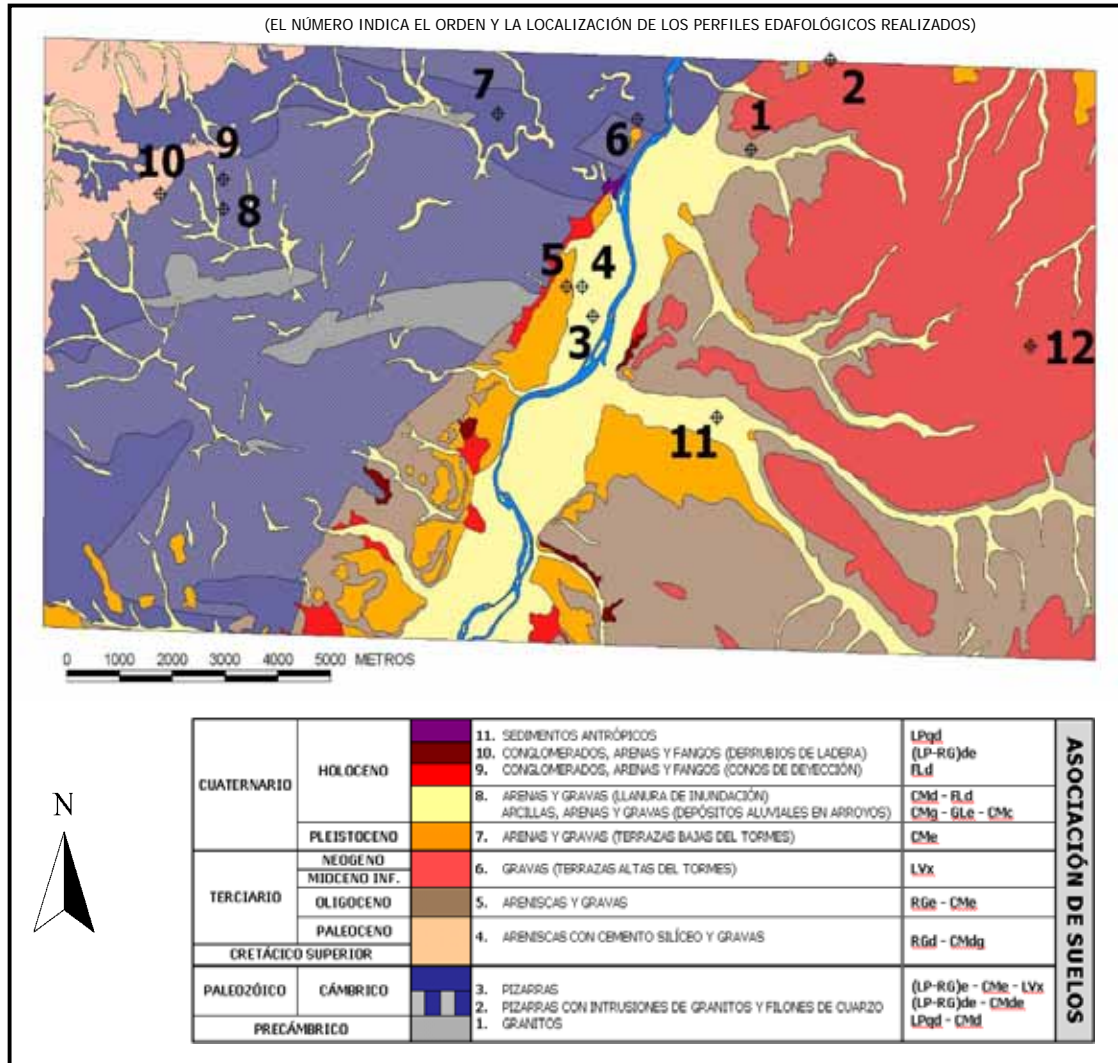
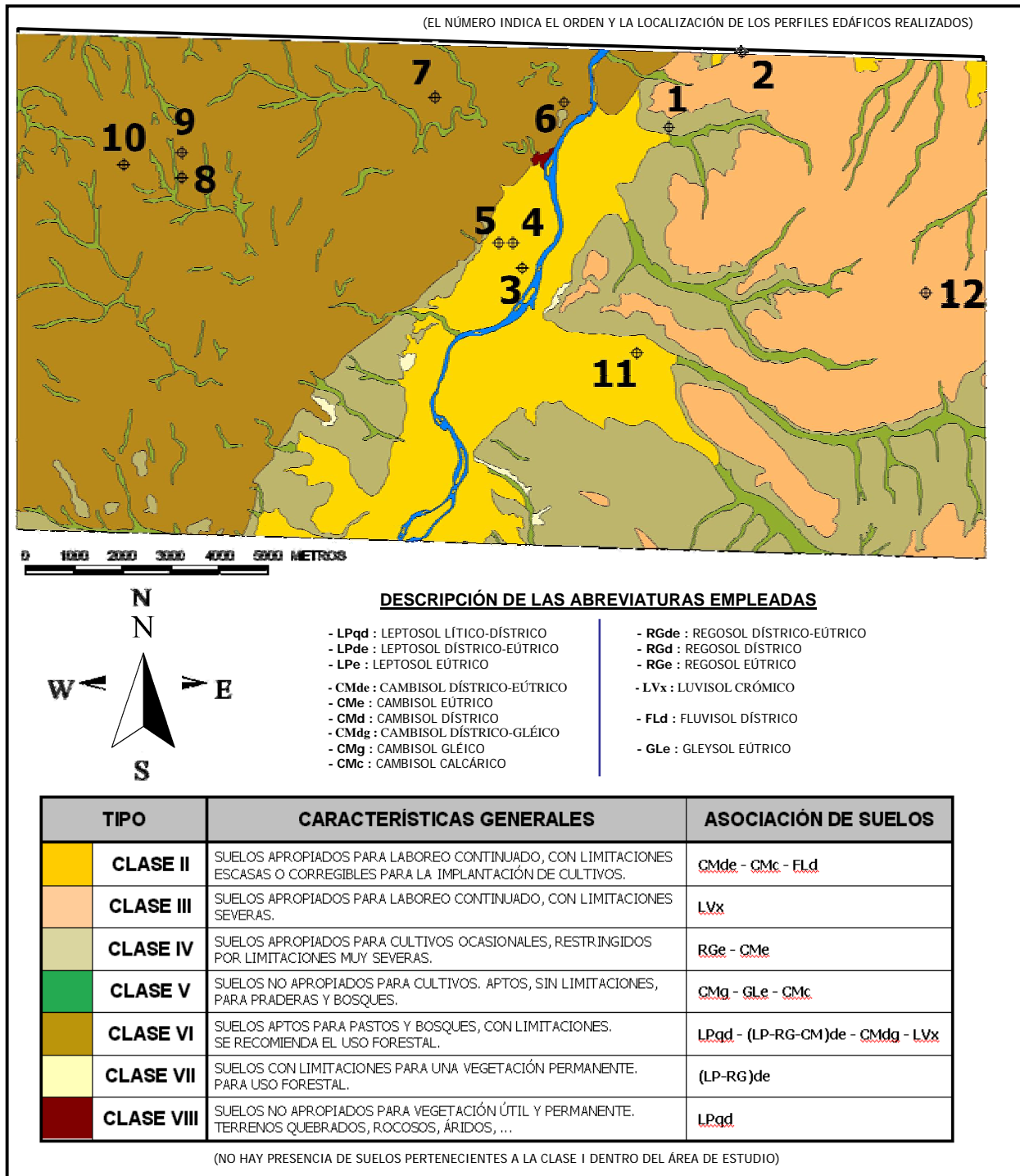


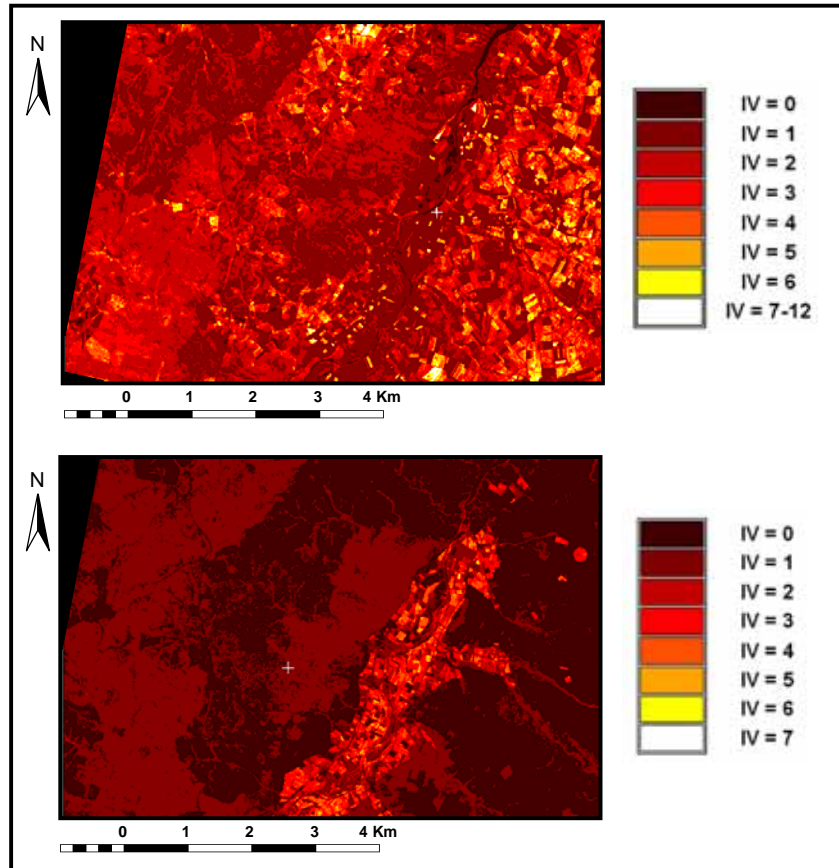
Figura 6. Mapa litológico de la zona estudiada

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

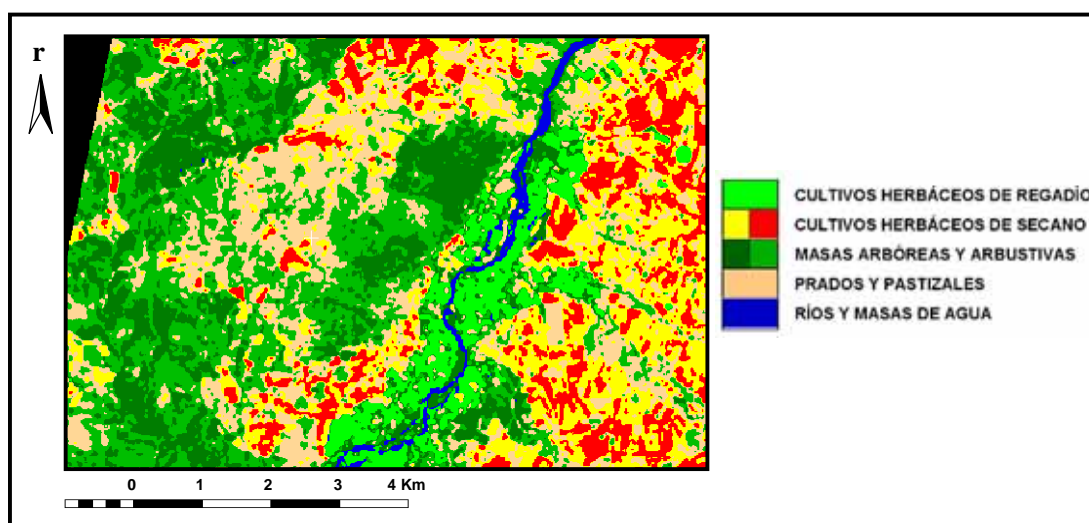


**Figura 7. Clasificación agrológica de los suelos de la zona de estudio**

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157



**Figura 8. Índices de vegetación de la zona.**  
Abril (imagen superior) y agosto (imagen inferior)



**Figura 9. Clasificación no supervisada de la zona**



López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

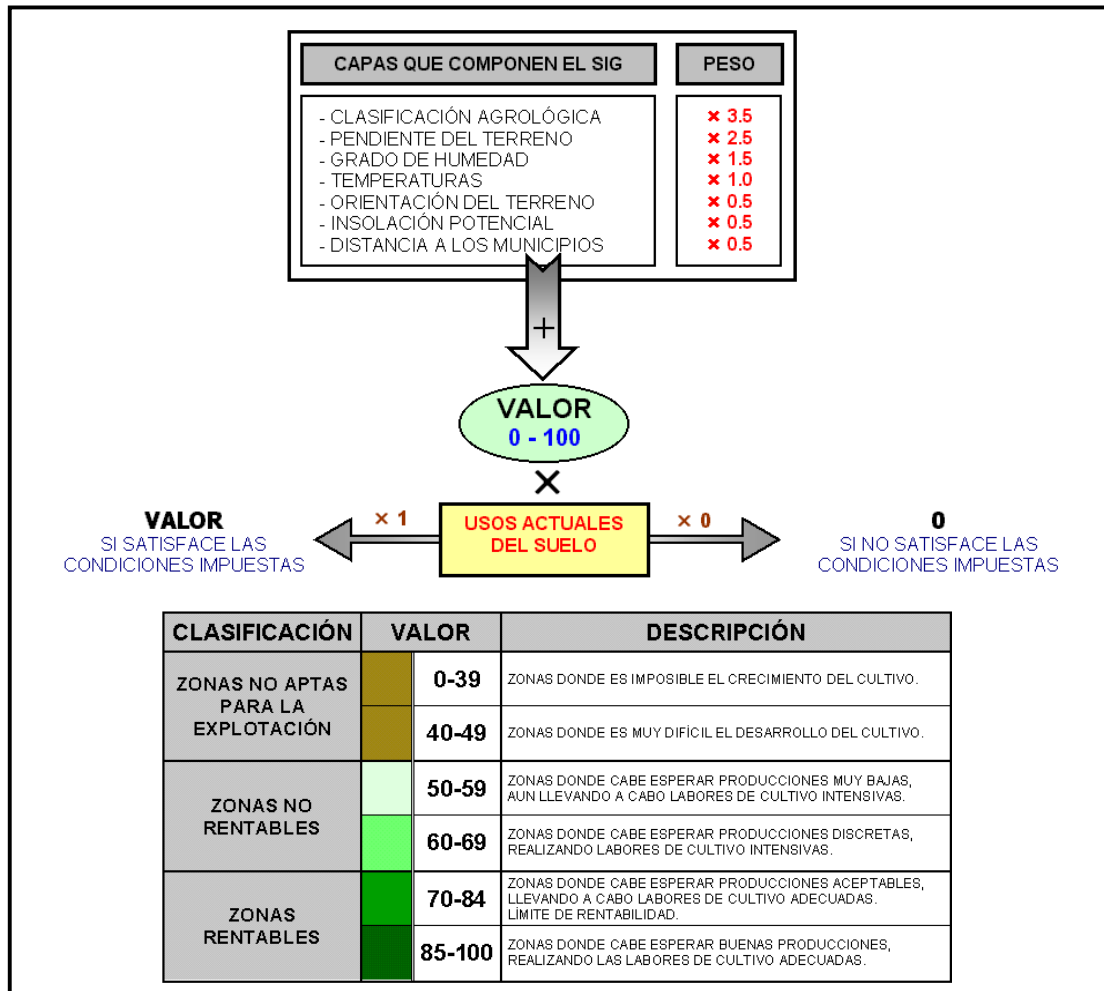


Figura 10. Esquema del proceso de ponderación de factores en el SIG

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfigeme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

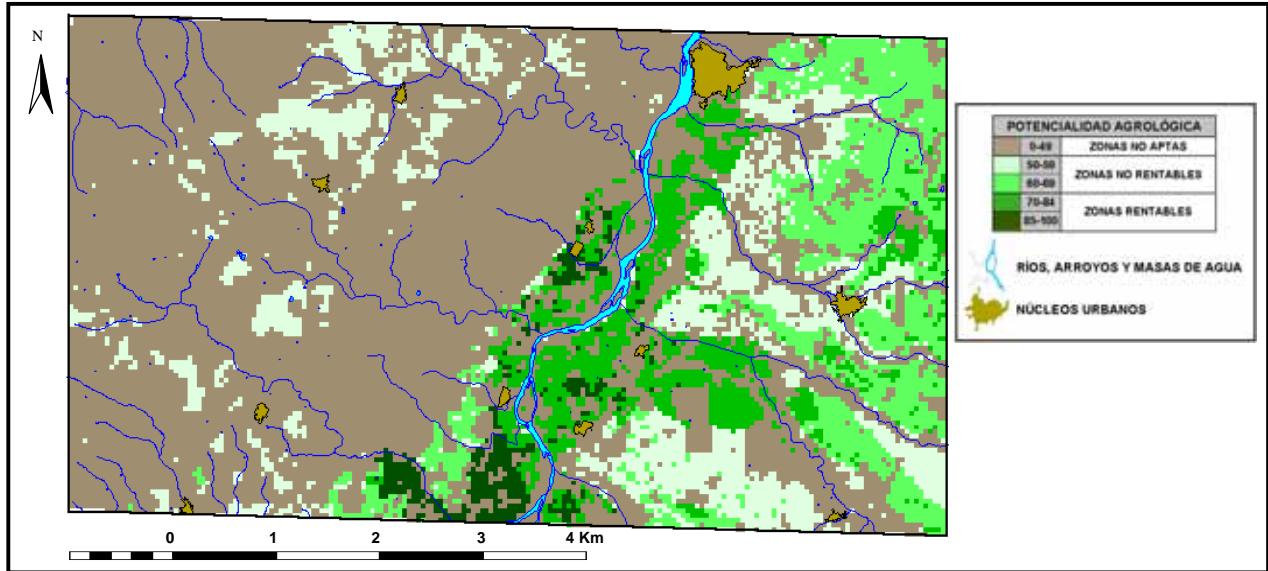


Figura 11. Resultado para el maíz en regadío y seco

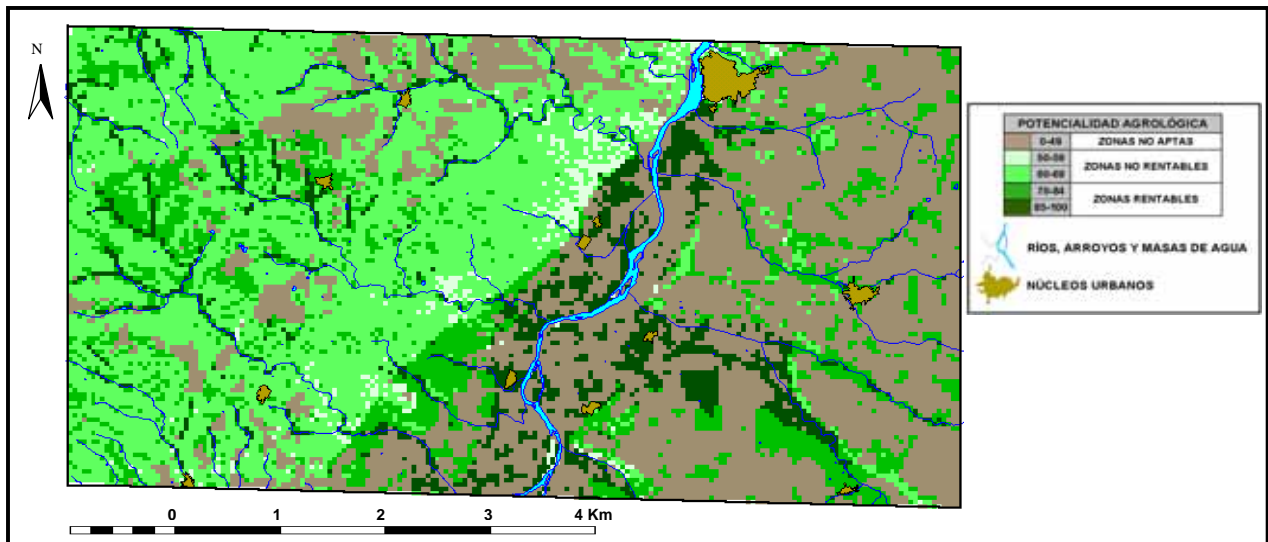


Figura 12. Resultados para el trébol subterráneo en zonas pratenses y adhesadas

López Rodríguez, R., Sánchez Martín, N., Martín Alfageme, S., Santos Francés, F., Morales Cortes, R (2004): "Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 4, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

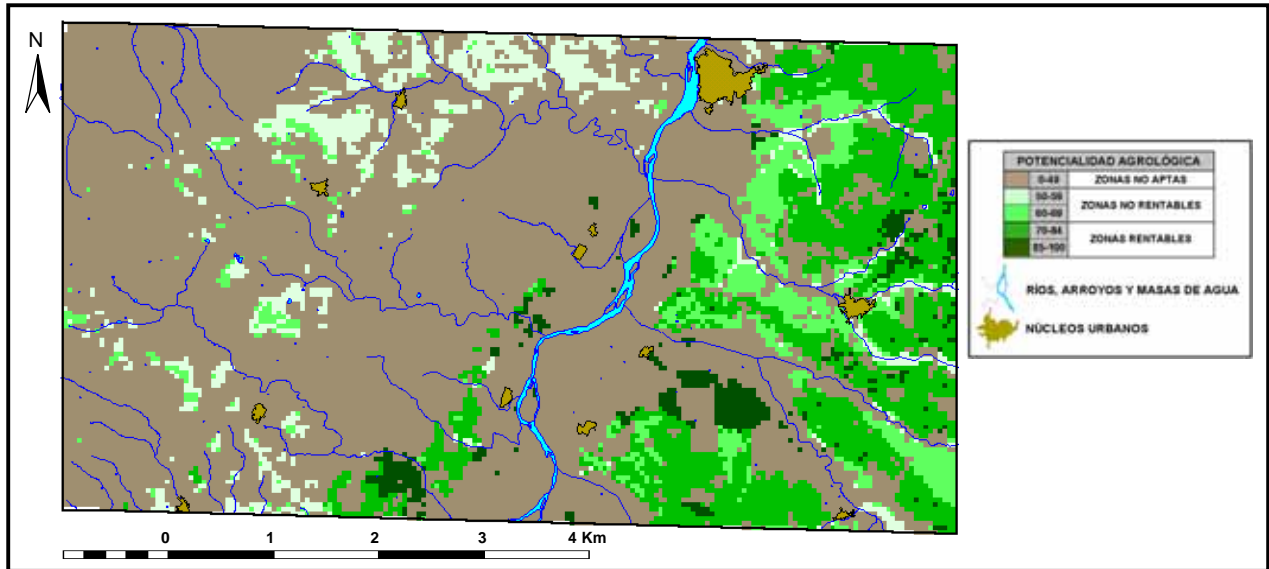


Figura 13. Resultado para el cardo en seco

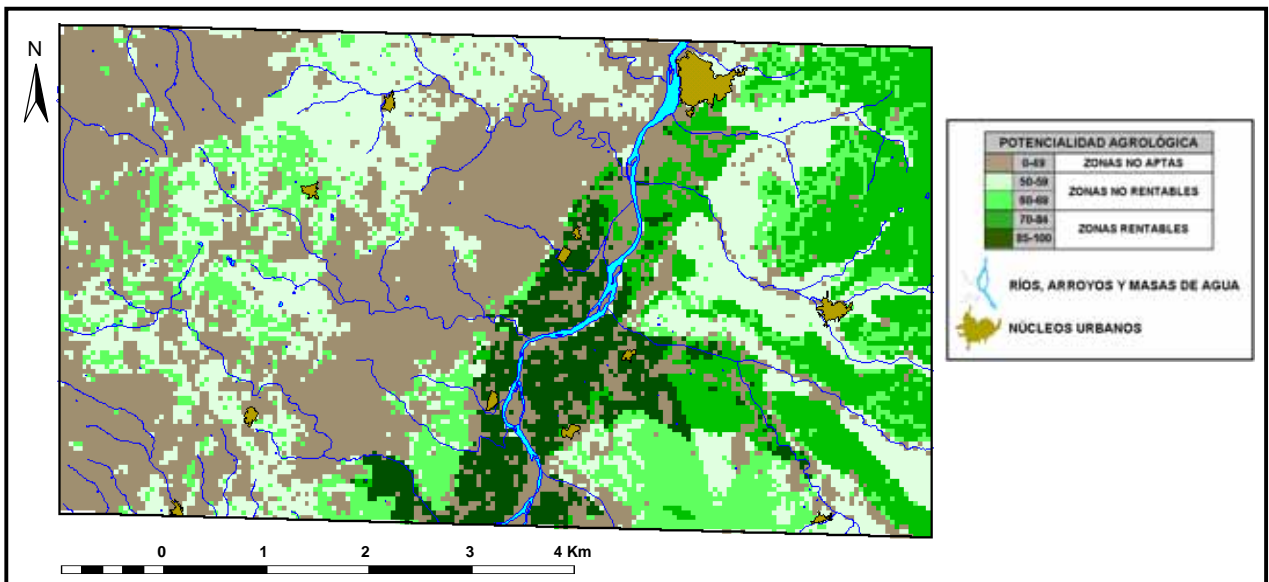


Figura 14. Resultado para la alfalfa en regadío y seco