



Grupo de Investigación  
GeoAmbiental

# Relevancia de la topografía como determinante de la dinámica temporal del arbolado en las dehesas. Implicaciones en la regeneración del sistema

Herguido Sevillano, E\*.; Lavado Contador, J. F.; Gómez Gutiérrez, A.; Schnabel, S. y Jariego García, A.  
Grupo de Investigación GeoAmbiental, Universidad de Extremadura, \*eherguidos@unex.es



## Introducción y objetivos

La encina (*Quercus rotundifolia*) y el alcornoque (*Quercus suber*) son especies clave para la correcta función y conservación de dehesas y montados, que son especialmente sensibles a los cambios en el manejo y uso del suelo. Los cambios socioculturales desde la postguerra civil promovieron prácticas de intensificación agraria en las dehesas y el posterior abandono las mismas, que están teniendo como consecuencia dos procesos opuestos en estos sistemas: la densificación del matorral y del arbolado por extensificación de los usos del suelo en algunas áreas, y la pérdida de árboles por envejecimiento y falta de regeneración asociados a procesos de intensificación del uso ganadero. La pérdida de ejemplares se acentúa localmente, además, debido a la seca.

En este estudio, investigamos la dinámica espacial y temporal de los árboles en tres dehesas extremeñas (Cuartos de Marín, Herruz de Abajo y Buitrera de Villavieja) con el objetivo de esclarecer el papel del relieve como determinante de la dinámica desaparición vs. regeneración del arbolado.

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia, en la que se pretende investigar sobre el papel que juega el ambiente físico vs. los factores antrópicos en la dinámica temporal del arbolado en las dehesas.

## Métodos y áreas de estudio

- ✓ Para localizar los árboles y georreferenciarlos en el espacio se usaron fotografías aéreas de 1956 (ortorrectificadas) y ortofotografías de 2009 presentes en cada finca. Los árboles desaparecidos y nuevos de cada finca se representaron de forma semiautomática usando diferentes operaciones de geoprocésamiento, supervisando el resultado final y corrigiendo los errores.
- ✓ Para generar un modelo que explique la regeneración y pérdida del arbolado en función de las variables topográficas seleccionadas (tabla 1), se empleó la técnica MARS (multivariate adaptive regression splines) (ecuación 1); un análisis no paramétrico para minero de datos. El 75% de los datos escogidos al azar se usaron para entrenar el modelo y el 25% restante como muestra de comprobación. La validación se basó en el área bajo la curva ROC (AUC) y en la validación cruzada generalizada (GCV) ecuación 2):

**Ecuación 1:**  $y$  es el valor predicho por la función ( $f(x)$ ) que está compuesta por una constante inicial ( $\beta_0$ ) y la suma de  $M$  términos, que incluye cada uno un coeficiente ( $\beta_m$ ) y una función básica  $h_m(x)$ , siendo la función básica una función definida a trozos (piecewise function) que incluye la información de los predictores.

$$y = f(x) = \beta_0 + \sum_{m=1}^M \beta_m h_m(x)$$

**Ecuación 2:**  $M$  es el número de términos,  $N$  es el número de casos,  $y$  es la variable dependiente,  $f_M(x_i)$  es el valor obtenido usando el modelo y  $C(M)$  es una función de coste para el modelo con  $M$  términos.

$$GCV(M) = \frac{1}{N} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - f_M(x_i))^2}{\left(1 - \frac{C(M)}{N}\right)^2}$$

- ✓ Se generó un mapa para cada finca con resolución espacial de 5 metros que organiza el espacio de las fincas en función de su susceptibilidad a mostrar regeneración o pérdida de árboles en relación con las características del relieve.

Tabla 1. Factores topográficos usados para general el modelo MARS.

Modelo digital de elevaciones (mde)
Modelo digital de pendientes (mdp)
Índice de posición topográfica estandarizado (tpi)
Curvatura general
Curvatura vertical
Curvatura horizontal
Índice topográfico de humedad
Rugosidad del terreno

## Resultados

- ✓ Herruz de Abajo y Buitrera de Villavieja mostraron un ligero incremento en el número de árboles y la fracción de cabida cubierta entre 1956 y 2009, mientras que en Cuartos de Marín descendieron (tabla 3, figura 3). El modelo MARS generado (figuras 1a, 1b y 1c) mostró la segregación espacial existente entre las zonas de presencia de nuevos árboles frente a aquellas donde la tendencia es a la desaparición.
- ✓ Las áreas con pérdida de árboles y con regeneración fueron correctamente predichas usando tan solo variables topográficas (figura 1a y 1b). El modelo generado tuvo un AUC de 0,914 y un GCV de 0,109 (tabla 2).
- ✓ Pendiente y elevación son los principales factores topográficos diferenciadores en los procesos de pérdida y regeneración de árboles (figura 2 y tabla 2).
- ✓ Aunque el número de árboles se incrementa en algunas dehesas (Tabla 3 y figuras 4 y 5), la segregación espacial entre las áreas con regeneración y con pérdida del arbolado revela que no existe reemplazo real del arbolado perdido en el contexto espacial de estas fincas.
- ✓ Se necesita un mayor estudio con otras variables (antrópicas) para explicar los procesos de desaparición del arbolado frente a la persistencia del mismo.

Figura 1. Modelo espacial MARS de las dehesas Cuartos de Marín (A), Herruz de Abajo (C), y Buitrera de Villavieja (D). Los valores de 0 (rojo) a 1 (verde), representan el gradiente entre las áreas más susceptibles de sufrir pérdida de árboles o regeneración respectivamente. (B) Localización de los árboles desaparecidos y los nuevos en la dehesa de los Cuartos de Marín.

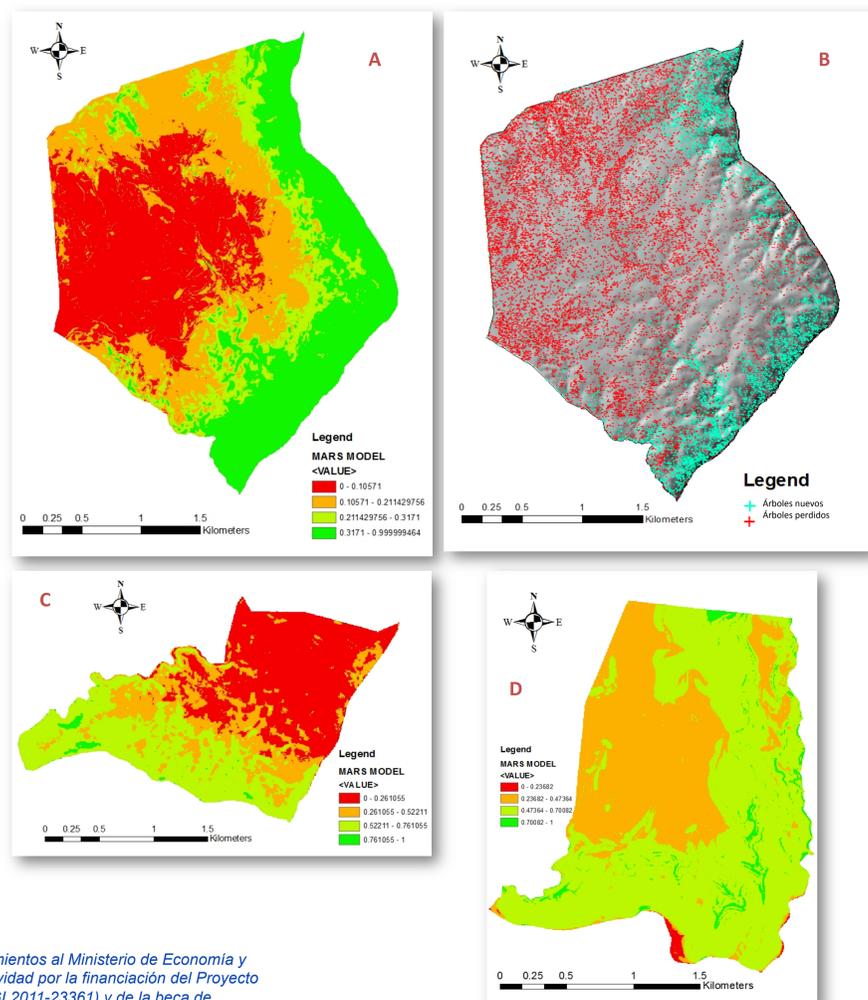


Tabla 2. Estadísticos referentes al ajuste del modelo final y de los generados una vez excluidas cada variable para estimar el peso de cada una en el resultado. El número en rojo expresa la importancia de cada variable en el análisis.

	AUC	GCV
Modelo con todas las variables	0,914	0,109
1 Modelo sin mde	0,828	0,145
2 Modelo sin mdp	0,850	0,118
3 Modelo sin tpi	0,906	0,112
5 Modelo sin curvatura general	0,913	0,109
6 Modelo sin curvatura horizontal	0,914	0,109
4 Modelo sin rugosidad del terreno	0,912	0,109

Figura 2. Curva ROC generada para el modelo MARS.

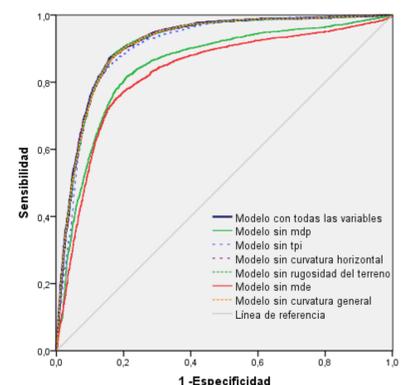


Tabla 3. Superficie y número de árboles por fecha y área de estudio.

	C. Marín	H. Abajo	B. Villavieja
Área (ha)	732,1	363,6	430,4
Nº árboles en 1956	27.408	11.520	7.173
Nº árboles en 2009	21.185	15.296	11.471

Figura 3. Número de árboles presentes en 1956 y 2009 (permanencia), solo en 1956 (desaparición) y solo en 2009 (regeneración).

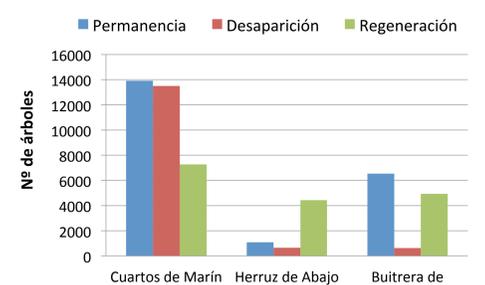


Figura 4. Cambios en la densidad arbórea en cada finca.

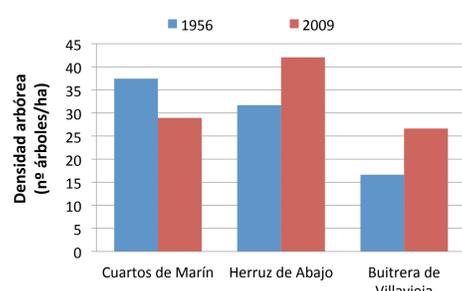


Figura 5. Cambios en la fracción de cabida cubierta (FCC) en porcentaje de la finca.

