

Patrones espaciales del decaimiento de encinas y alcornoques en Extremadura, España.

CICMC (IPROCOR)
Gobierno de Extremadura
Calle Pamplona s/n. Apdo 437 - 06800 Mérida
enrique.cardillo@gobex.es

Enrique Cardillo, Angel Acedo y Celestina Perez
Centro de Investigación del Corcho, la Madera y el Carbón (IPROCOR)



Introducción



Cerca del 40% de la superficie de Extremadura (41,633 km²) está poblado por dehesas, sistemas agroforestales, de pastizales arbolados (*Quercus* spp). En un clima mediterráneo con inviernos húmedos y suaves y veranos calurosos y secos.

Actualmente una epidemia de *Phytophthora*, que causa la seca de estos árboles, representa una de las mayores amenazas que pesan sobre los bosques ibéricos. Esta enfermedad está poniendo en riesgo la riqueza ambiental, económica y cultural de estos ecosistemas. Con el fin de poder desarrollar estrategias racionales para prevenir y controlar esta enfermedad es necesario conocer la dinámica de la enfermedad en el espacio y en el tiempo.

Objetivos

Los objetivos de este estudio son: 1) conocer dónde y cuanto decaimiento hay en Extremadura, 2) establecer una línea base sobre la que medir los progresos en los esfuerzos de control 3) identificar los factores de riesgo.

Materiales and métodos

Un 10% de la superficie regional fue muestreada aleatoriamente mediante ortofotografías aéreas en infrarrojo (IR) tomadas alrededor de 2010. Las imágenes IR fueron fotointerpretadas por operadores entrenados para encontrar y delimitar focos de seca sintomáticos. Información auxiliar, tal como el registro histórico de aislamientos de *P. cinnamomi* y un inventario preliminar de focos de seca [2], fueron utilizados para comparar la distribución espacial y la evolución temporal. La densidad de focos y el patrón de distribución fueron estudiados mediante métodos de estadística espacial [1] con ArcMap y el módulo Spatstats de R [1][3]. Los factores de riesgo se evaluaron a escala de paisaje en una zona con alta densidad de seca mediante análisis de modelos loglineares.



Fig. 1 Ortofotografía aérea en infrarrojo de alta resolución mostrando un foco de seca en una dehesa mixta de encina y alcornoque. **a)** árbol con síntomas iniciales, **b)** árbol con decaimiento avanzado, **c)** árbol recién muerto y **d)** árbol muerto hace unos años. **W)** línea de agua, **P)** senderos de ganado y signos de pisoteo

Resultados

¿Cuanta seca hay?

Los resultados muestran que casi el 2% de los encinares y alcornocales de Extremadura muestran síntomas de seca. El número de focos se incrementó de 470 encontrados cerca del 2000 [1] a más de 5000 puntos con síntomas estimados en este trabajo, un incremento de 10 veces en 10 años.

	Inventario 2004	Inventario 2012
Población en riesgo	1,621,356 has	1,621,356 has
Número de focos	440	5,017
Densidad de focos	0.02 focos/km ²	0.24 focos/km ²
Superficie total focos	8,635 has	29,060 has
Sup. media del foco	19.6 has	5.7 has
Prevalencia	0.53 %	1.79 %
Incidencia		0.16 %

Dónde están los focos?

Como muestra el mapa de distribución (Fig.2), los focos están dispersos cubriendo todo el área forestal de la región.

El patrón geográfico del registro histórico de aislamientos de *Phytophthora cinnamomi*, aunque incompleto, es consistente con la distribución de focos de seca (Fig.3)

Fig. 3 Comparación de los mapas de densidad de focos sintomáticos (derecha) y focos con *P. cinnamomi* confirmado (izquierda) en Extremadura. Los colores muestran las densidades relativas, azules baja densidad y amarillos alta densidad

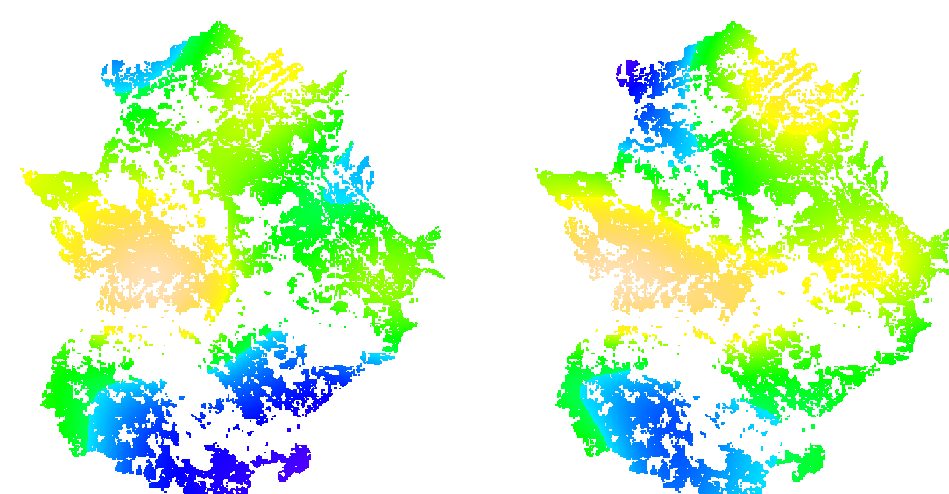
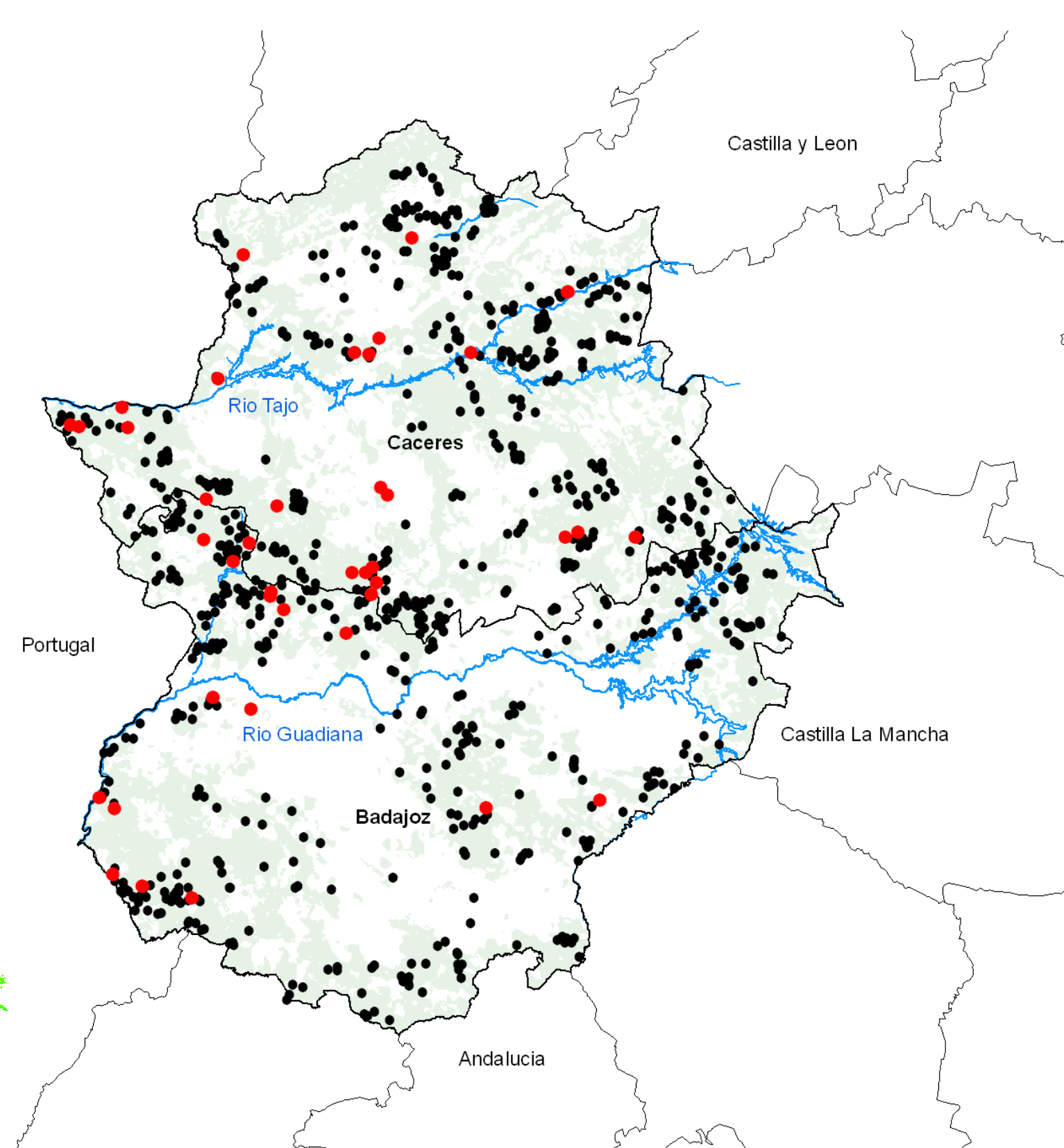


Fig. 2. Localización de los focos de decaimiento en Extremadura. Los puntos negros muestran los focos sintomáticos conocidos y los rojos los aislamientos de *P. cinnamomi*. Las áreas de alcornocales y encinares aparecen en verde



Mapa Kernel de densidad

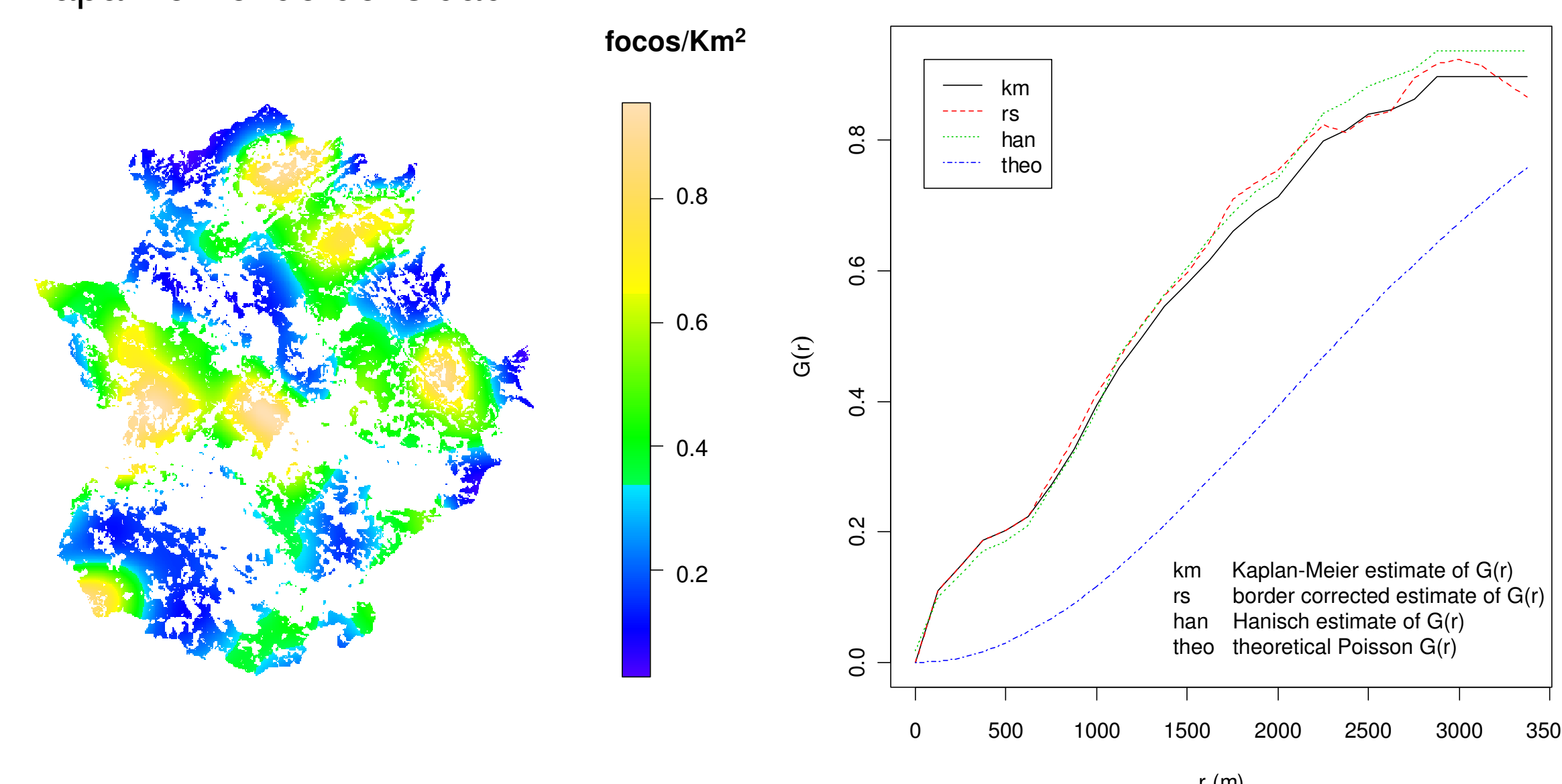


Fig. 3 Comparación de la función de distribución acumulada de la distancia al vecino más próximo - $G(r)$ - de los focos con respecto a una distribución teórica de Poisson. El gráfico sugiere un patrón de agregación. Las correcciones del efecto borde fueron tenidas en cuenta

Factores de riesgo

El análisis de efectos covariados reveló que las densidades de árboles sintomáticos fueron mayores en las localizaciones cercanas a las líneas de drenaje de agua (Fig 4). Un modelo loglineal fue ajustado por el método de máxima verosimilitud ($df=1$, dif. desviaciones= 32.164, p -valor < 0.001)

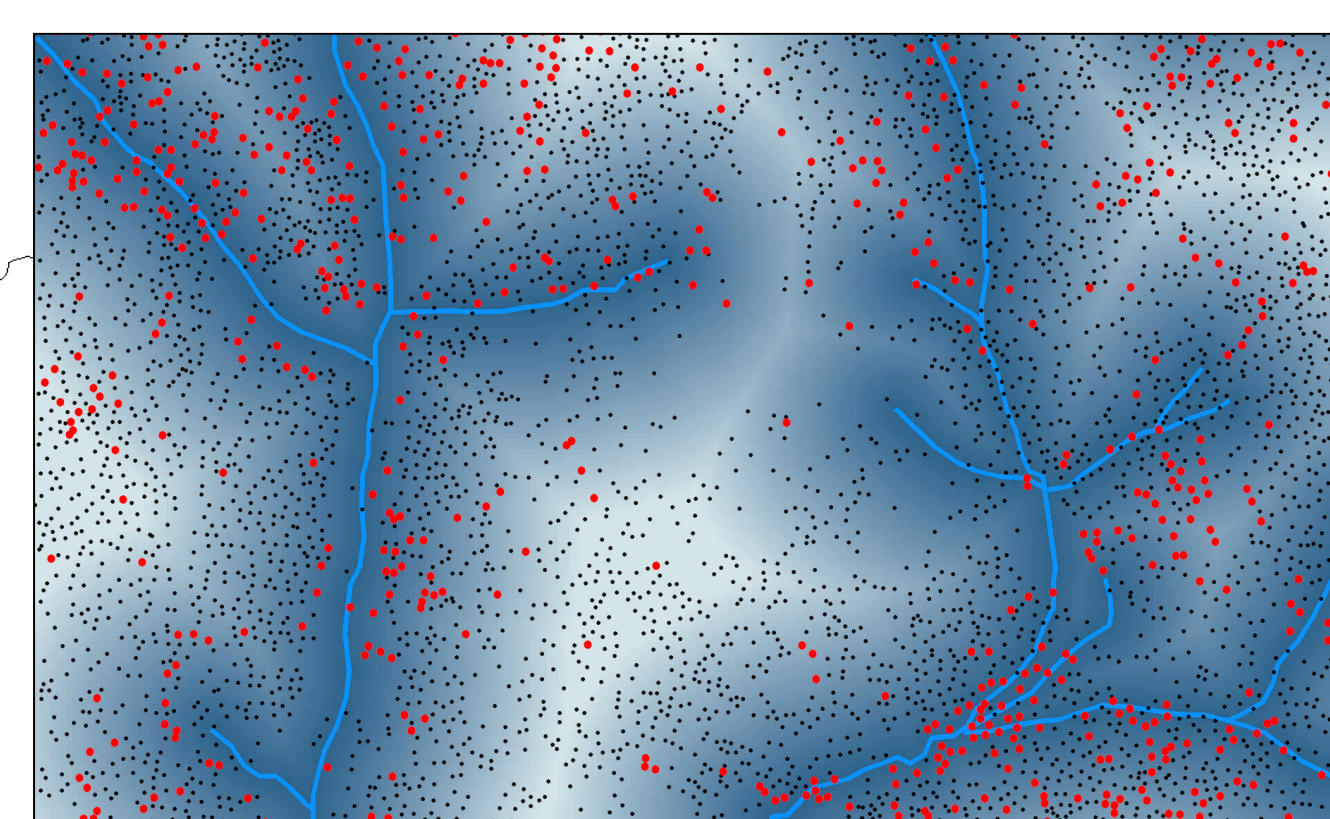


Fig. 4 Mapa de árboles de una dehesa afectada. Los árboles sintomáticos (puntos rojos) tienden a estar localizados más cerca de las líneas de drenaje (trazo azul) que el resto de los árboles (puntos negros). El gradiente de azules del fondo indica la distancia.

Conclusiones

El presente trabajo muestra que las imágenes IR son adecuadas para los estudios de seca en dehesas. Esta enfermedad está muy extendida en Extremadura aunque algunas áreas se encuentran más afectadas. El registro de aislamientos de *P. cinnamomi* y la distribución de focos sintomáticos coinciden en gran medida. La reducción del área media de los focos y el patrón de agregación sugieren la existencia de un proceso infecciones secundarias. El análisis de los factores de riesgo demostró que la distancia a las líneas de drenaje del agua es significativa.

Bibliografía

- [1] Baddeley A. 2008. Analysing spatial point patterns in R. Workshop Notes. <http://www.csiro.au/files/files/piph.pdf>
- [2] Del Pozo, J.L., 2006. Prospección de la seca en Extremadura. Análisis de los resultados. En: pp 131-143, Gestión Ambiental y Económica del Ecosistema Dehesa en la Península Ibérica (M. Espejo, M. Martín, C. Matos, S.J. Mesías, eds.), Junta de Extremadura, Mérida.
- [3] R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto CMC del Gobierno de Extremadura.

Las imágenes IR fueron proporcionadas por el Centro Cartográfico y de Información Territorial de Extremadura (DGOTU).

Los autores reconocen agradecidamente el apoyo de E. Trias y A. Alvarado.

GOBIERNO DE EXTREMADURA

Consejería de Empleo, Empresa e Innovación