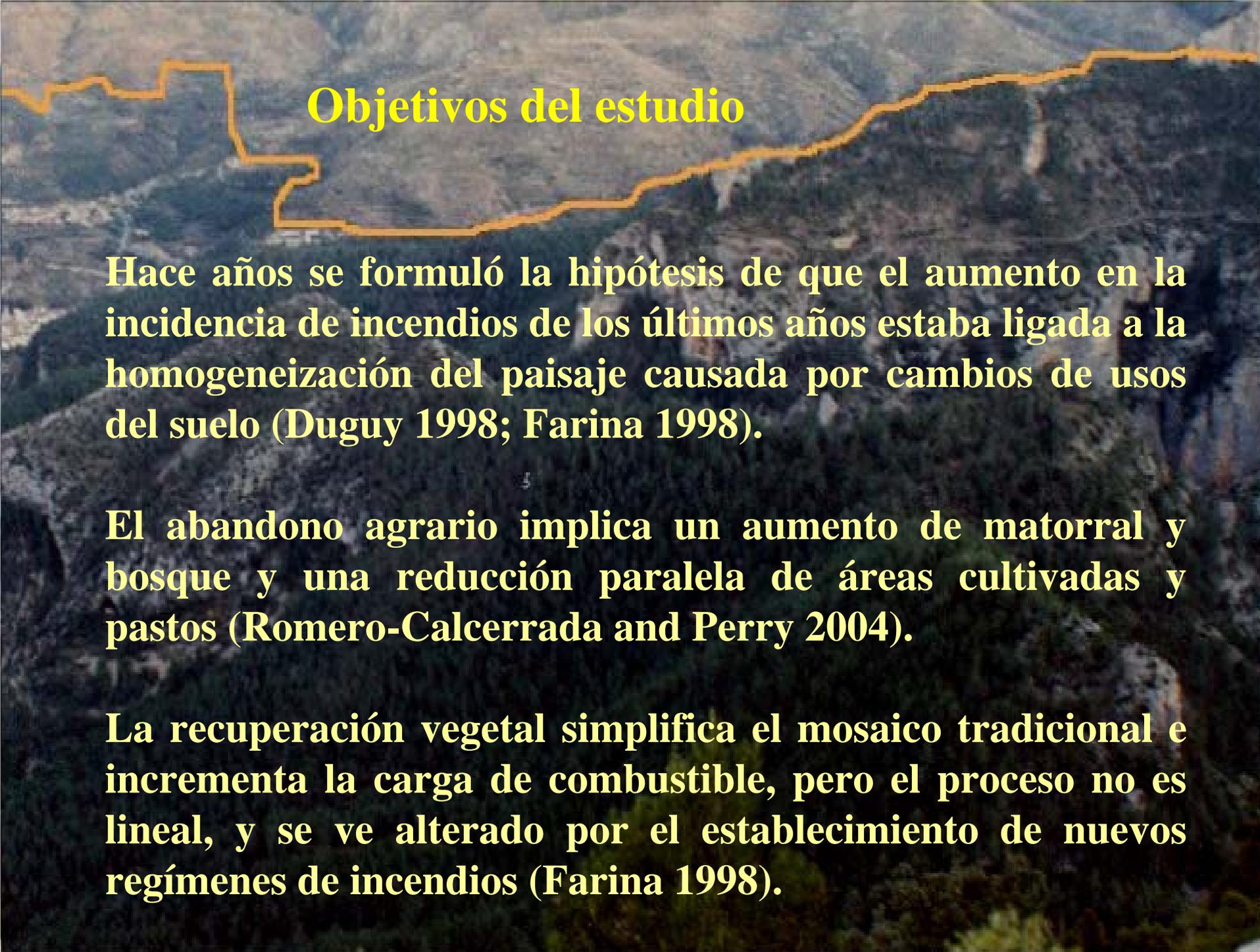


**Aplicación de medidas de textura para la  
caracterización de la homogeneidad del  
combustible y la evaluación del riesgo asociado**

**C.Vega-García, J. Tatay, R. Blanco y E. Chuvieco**

**Jornada Técnica “Teledetección e Incendios”  
Zaragoza 17 de marzo de 2010**

An aerial photograph of a landscape, possibly a mountainous region, with a yellow outline tracing a path or boundary across the terrain. The text is overlaid on the image.

## Objetivos del estudio

Hace años se formuló la hipótesis de que el aumento en la incidencia de incendios de los últimos años estaba ligada a la homogeneización del paisaje causada por cambios de usos del suelo (Duguy 1998; Farina 1998).

El abandono agrario implica un aumento de matorral y bosque y una reducción paralela de áreas cultivadas y pastos (Romero-Calcerrada and Perry 2004).

La recuperación vegetal simplifica el mosaico tradicional e incrementa la carga de combustible, pero el proceso no es lineal, y se ve alterado por el establecimiento de nuevos regímenes de incendios (Farina 1998).

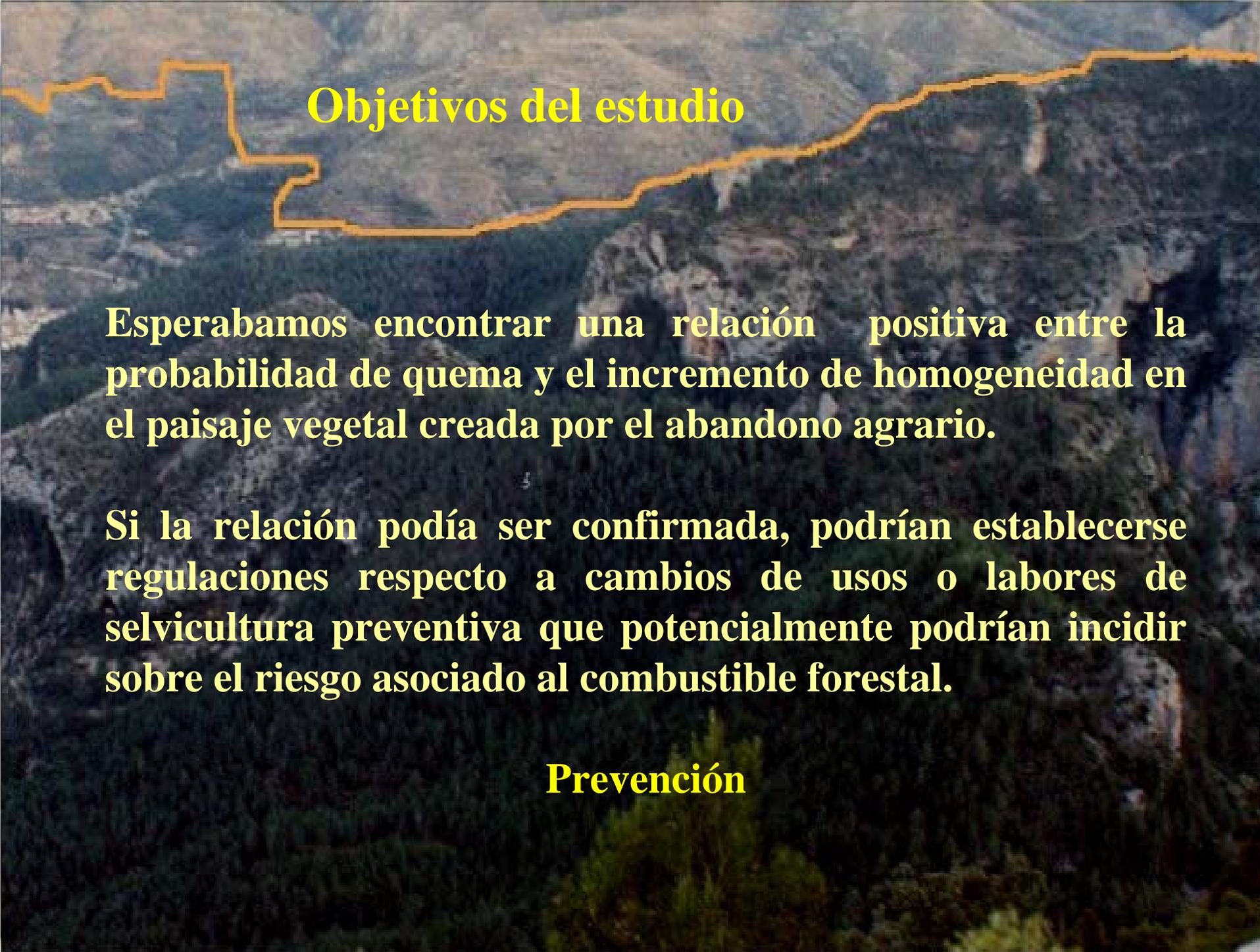


## Objetivos del estudio

No había muchos estudios previos centrados en las relaciones estructura del paisaje –incendios en entornos mediterráneos.

Seleccionamos un área rural representativa, que había experimentado abandono agrario, sucesión secundaria e incendios.

Para (1) desarrollar relaciones matemáticas entre la heterogeneidad local y el riesgo asociado al combustible e (2) investigar los efectos del patrón espacial en la ocurrencia de incendios.

An aerial photograph of a forested landscape, likely a mountainous region. A yellow line is drawn across the top of the image, possibly indicating a boundary or a specific area of interest. The text is overlaid on the image.

## Objetivos del estudio

**Esperabamos encontrar una relación positiva entre la probabilidad de quema y el incremento de homogeneidad en el paisaje vegetal creada por el abandono agrario.**

**Si la relación podía ser confirmada, podrían establecerse regulaciones respecto a cambios de usos o labores de silvicultura preventiva que potencialmente podrían incidir sobre el riesgo asociado al combustible forestal.**

**Prevención**

## Materiales y Métodos

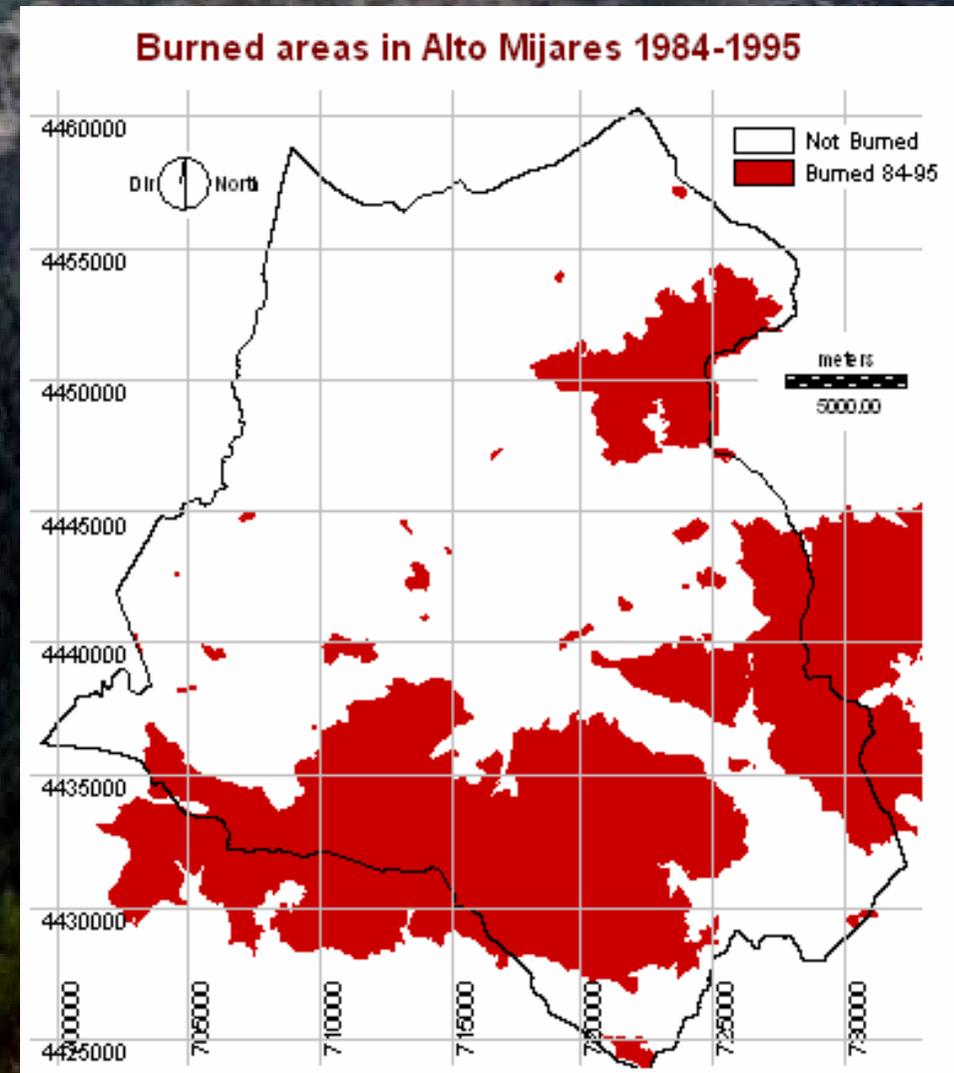
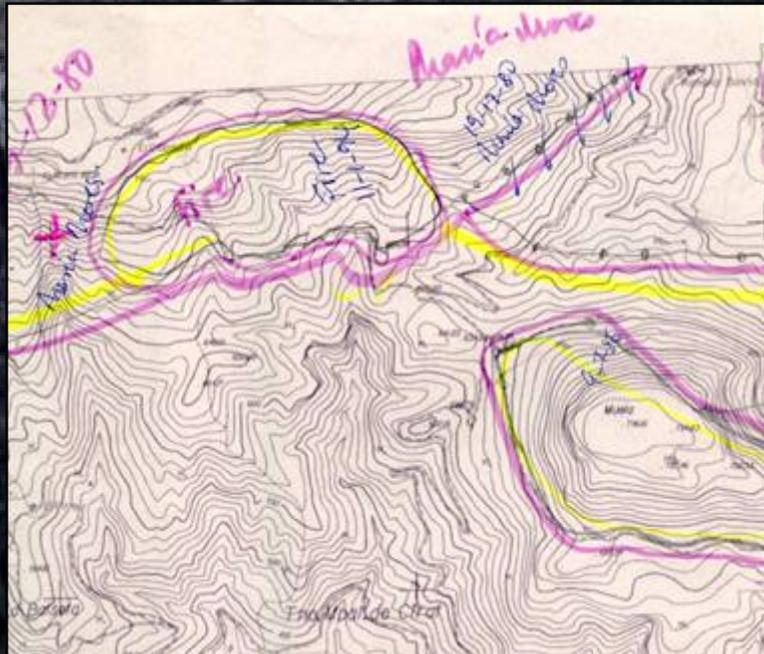
- 1.- Determinación del área de estudio: Alto Mijares
- 2.- Determinación de la escala del análisis, resolución y fuentes de datos: LandsatTM
- 3.- Aplicación de métodos cuantitativos de estimación de la heterogeneidad local: Textura
- 4.- Creación de la base de datos de análisis y desarrollo de diferentes modelos estadísticos y de red neuronal
- 5.- Validación y selección de modelos



Ejemplo incendio 1993

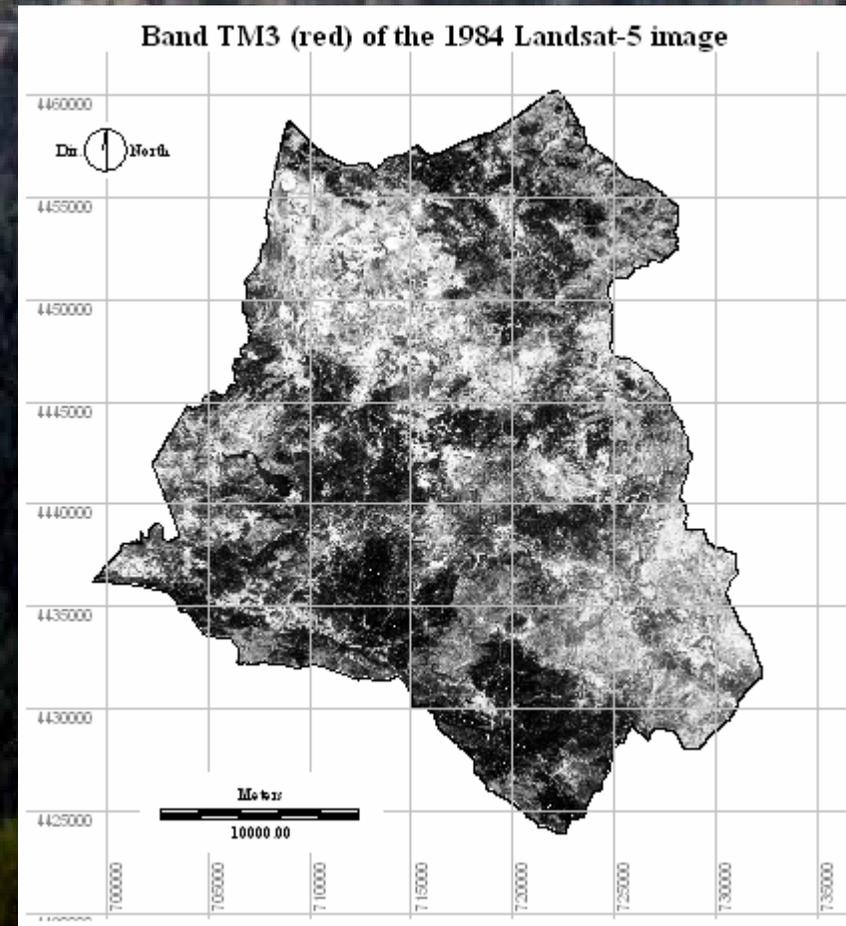
## Área de Estudio

Se investigaron 42 incendios entre 1984 y 1998



## Fuentes de datos

**Incendios mayores de 5 ha  
4 Imágenes LandsatTM:  
1984, 1991, 1995, 1998  
Corrección geométrica con  
puntos de control,  
conversión a radiancia, DO  
algoritmo para corrección  
efectos atmosféricos, c-cor  
para sombras.**



# Medida de la heterogeneidad local

## Primera fase:

Banda 4 y kernel  $25 \times 25$

8 medidas de textura

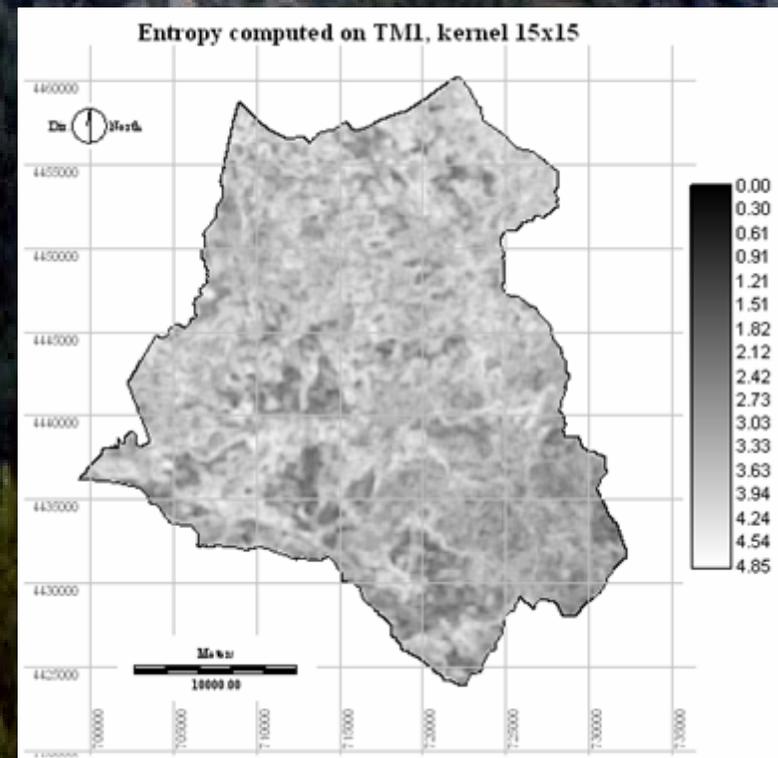
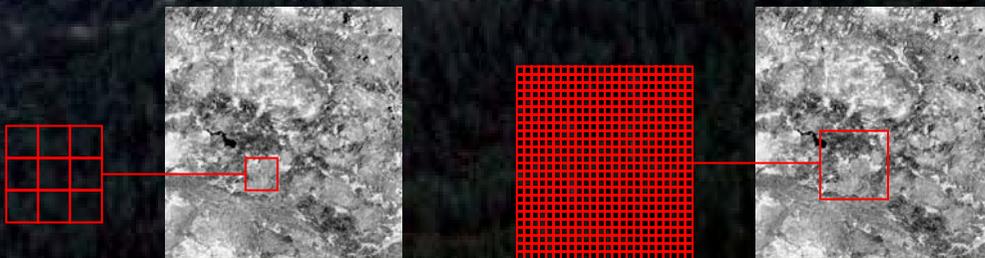
## Segunda fase:

Bandas 1,2,3,4

8 medidas de textura

4 tamaños de kernel:

$5 \times 5$ ,  $15 \times 15$ ,  $25 \times 25$ ,  $35 \times 35$



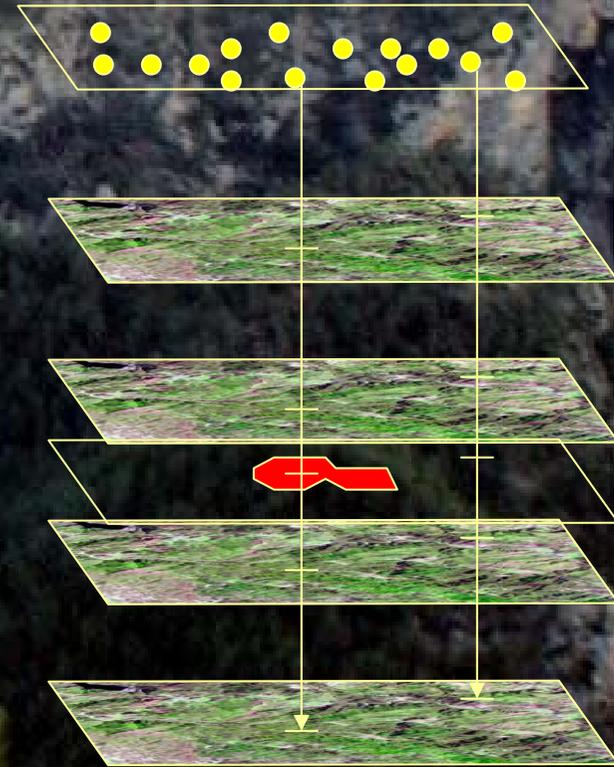
## Medida de la heterogeneidad local

Variable	Descripción
Homogeneity*	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)/(1+(i-j)**2))$
Contrast	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)*(i-j)**2)$
Dissimilarity	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)* i-j )$
Mean	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(i*P(i,j))$
Standard Deviation	$\text{SQRT}(\text{Var}_i)$ , where $\text{Var}_i = \text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)*(i - \text{Mean}_i)**2)$
Entropy	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(-P(i,j) * \text{LOGe}(P(i,j)))$ , assuming that $0 * \text{LOGe}(0) = 0$
Angular Second Moment*	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)**2)$
Correlation*	$\text{SUM}_{(i,j=0,N-1)}(P(i,j)*(i-\text{Mean}_i)*(j-\text{Mean}_j))/\text{SQRT}(\text{Var}_i * \text{Var}_j)$

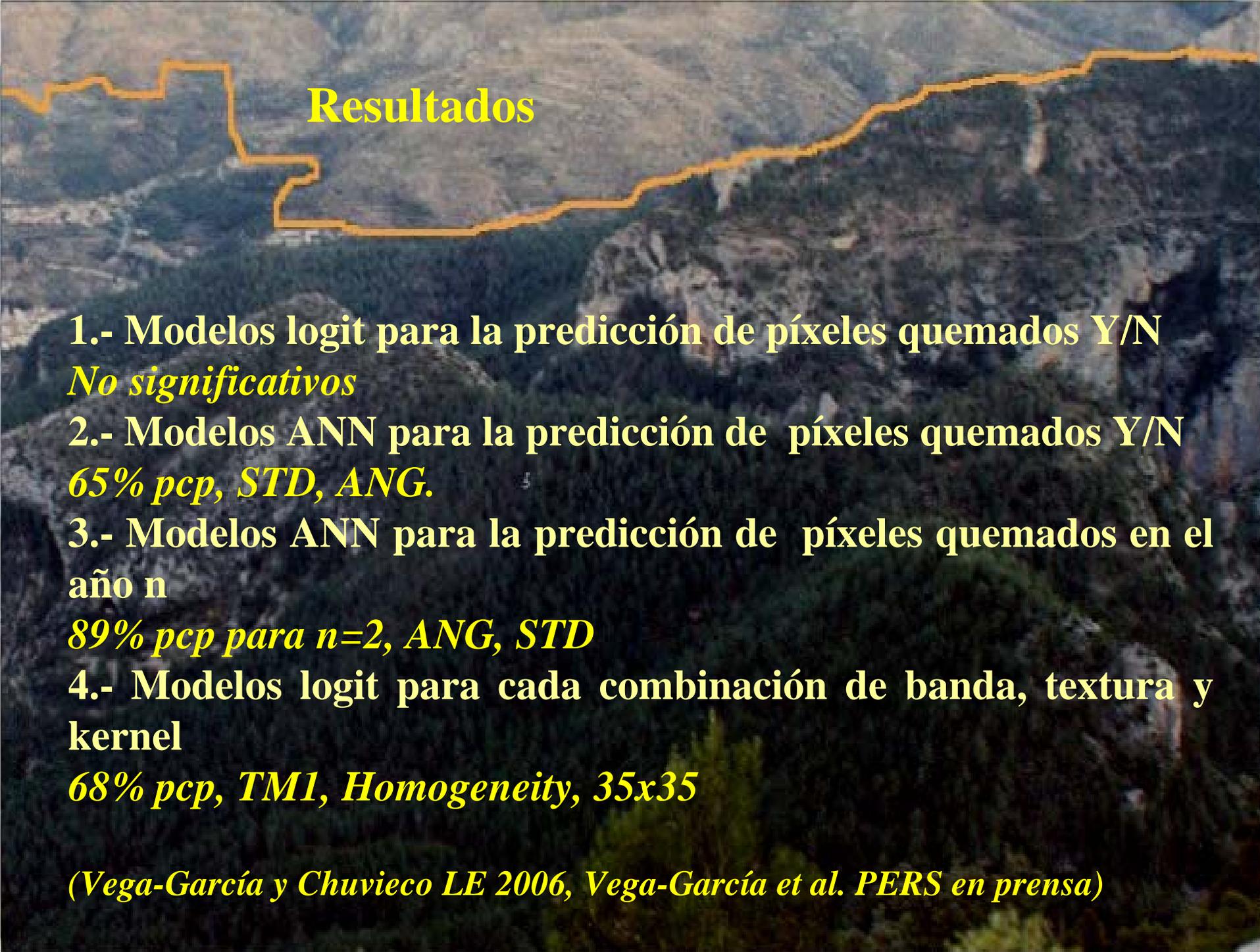
\*Los valores de estas variables aumentan con la homogeneidad en la ventana local

## Análisis y Modelos

- 1.- Modelos logit para la predicción de píxeles quemados Y/N
- 2.- Modelos ANN para la predicción de píxeles quemados Y/N
- 3.- Modelos ANN para la predicción de píxeles quemados en el año n
- 4.- Modelos logit para cada combinación de banda, textura y kernel para la predicción de píxeles quemados Y/N



Ejemplo incendio 1993

An aerial photograph of a forested landscape, likely a mountainous region. A yellow line is drawn across the image, possibly representing a boundary or a specific area of interest. The text 'Resultados' is overlaid on the image in yellow.

## Resultados

1.- Modelos logit para la predicción de píxeles quemados Y/N  
*No significativos*

2.- Modelos ANN para la predicción de píxeles quemados Y/N  
*65% pcp, STD, ANG.*

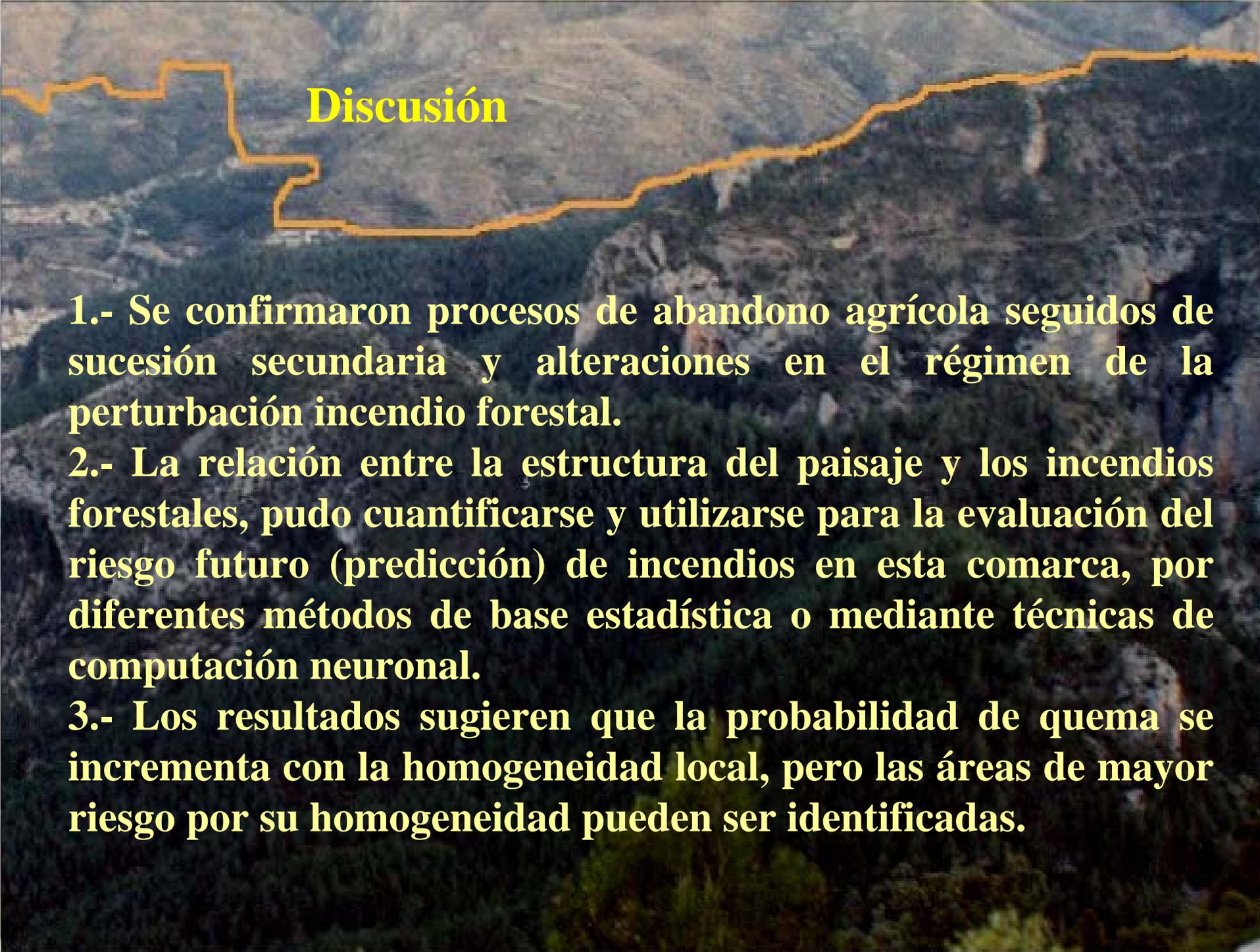
3.- Modelos ANN para la predicción de píxeles quemados en el  
año  $n$

*89% pcp para  $n=2$ , ANG, STD*

4.- Modelos logit para cada combinación de banda, textura y  
kernel

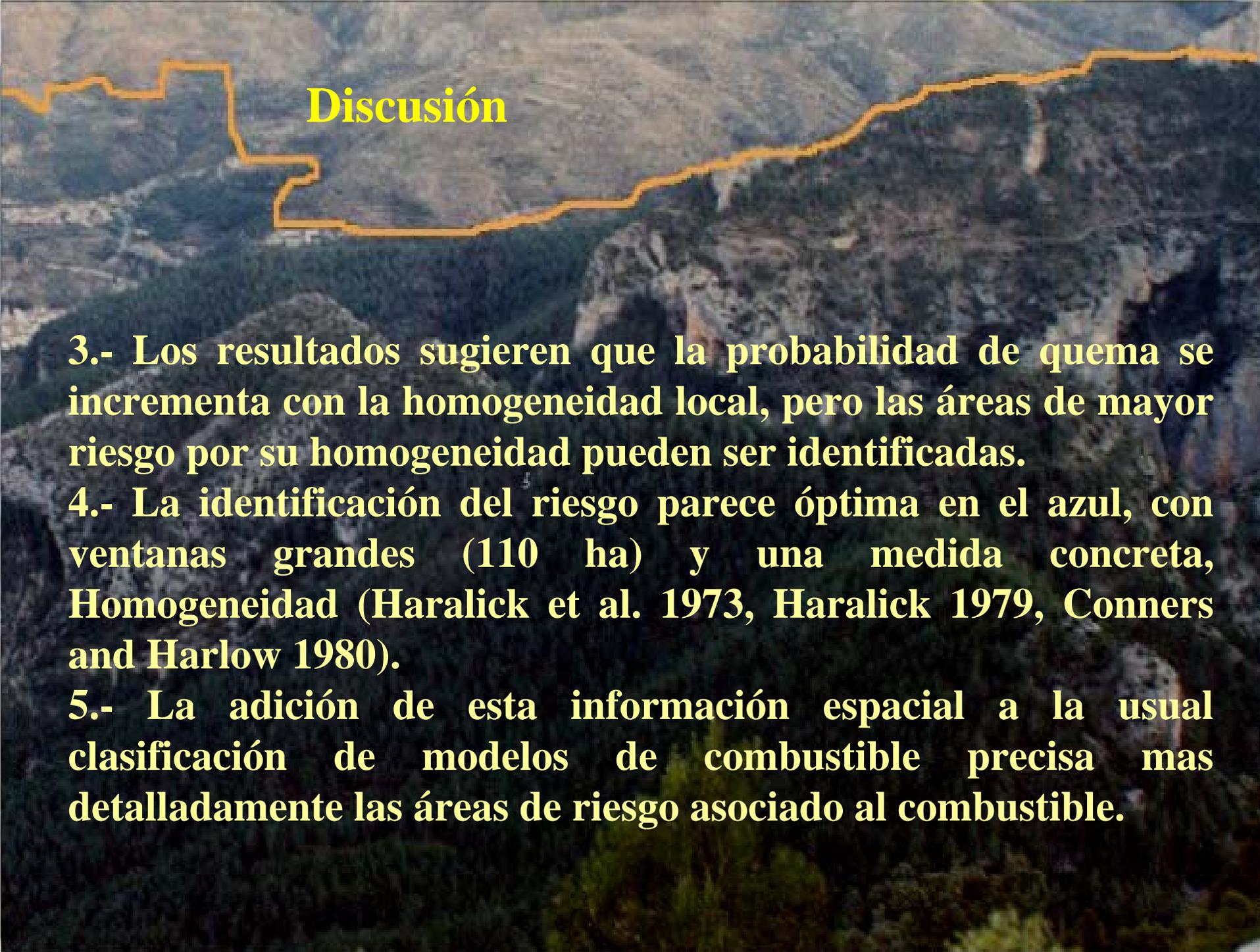
*68% pcp, TM1, Homogeneity, 35x35*

*(Vega-García y Chuvieco LE 2006, Vega-García et al. PERS en prensa)*



## Discusión

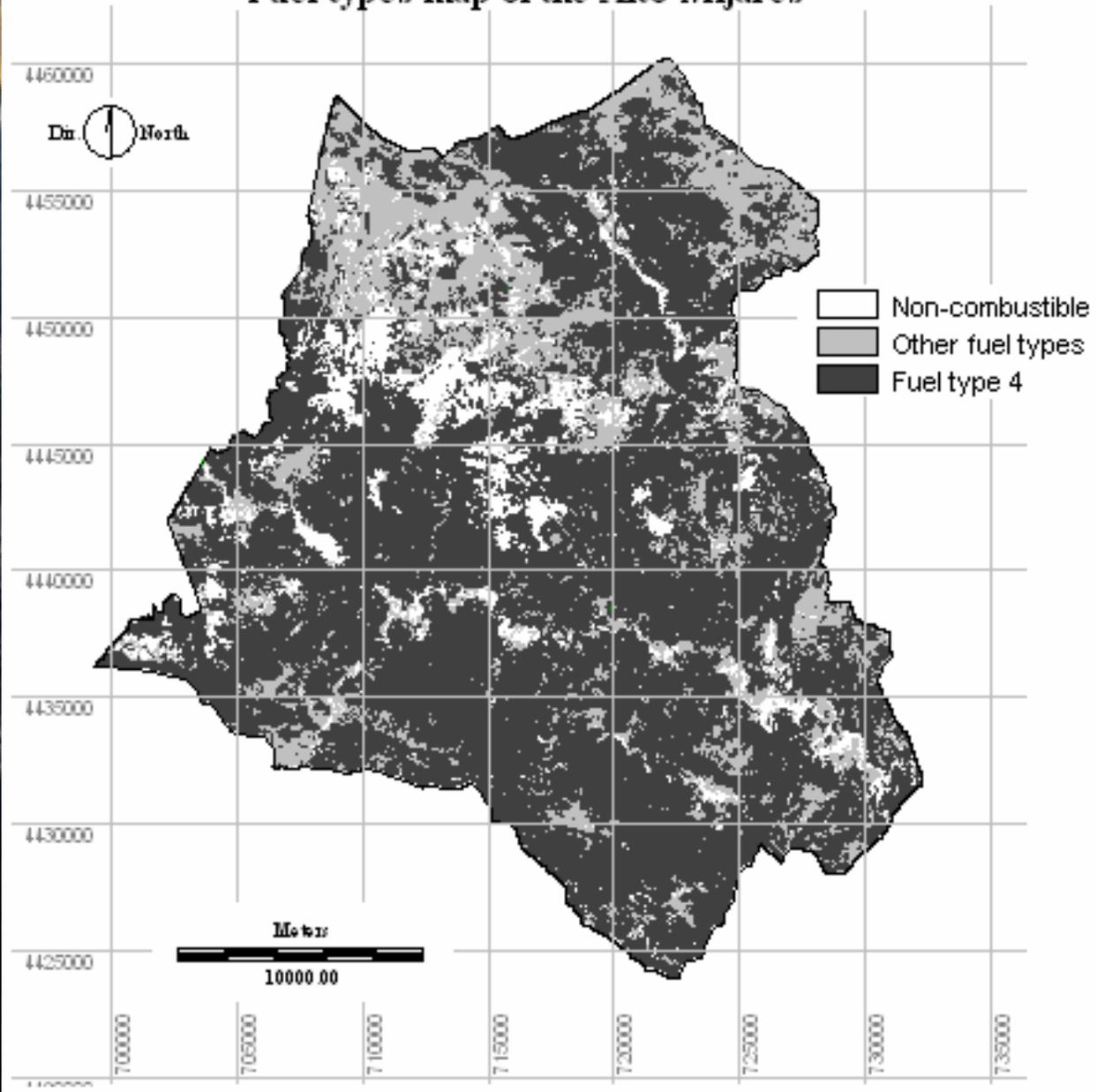
- 1.- Se confirmaron procesos de abandono agrícola seguidos de sucesión secundaria y alteraciones en el régimen de la perturbación incendio forestal.
- 2.- La relación entre la estructura del paisaje y los incendios forestales, pudo cuantificarse y utilizarse para la evaluación del riesgo futuro (predicción) de incendios en esta comarca, por diferentes métodos de base estadística o mediante técnicas de computación neuronal.
- 3.- Los resultados sugieren que la probabilidad de quema se incrementa con la homogeneidad local, pero las áreas de mayor riesgo por su homogeneidad pueden ser identificadas.



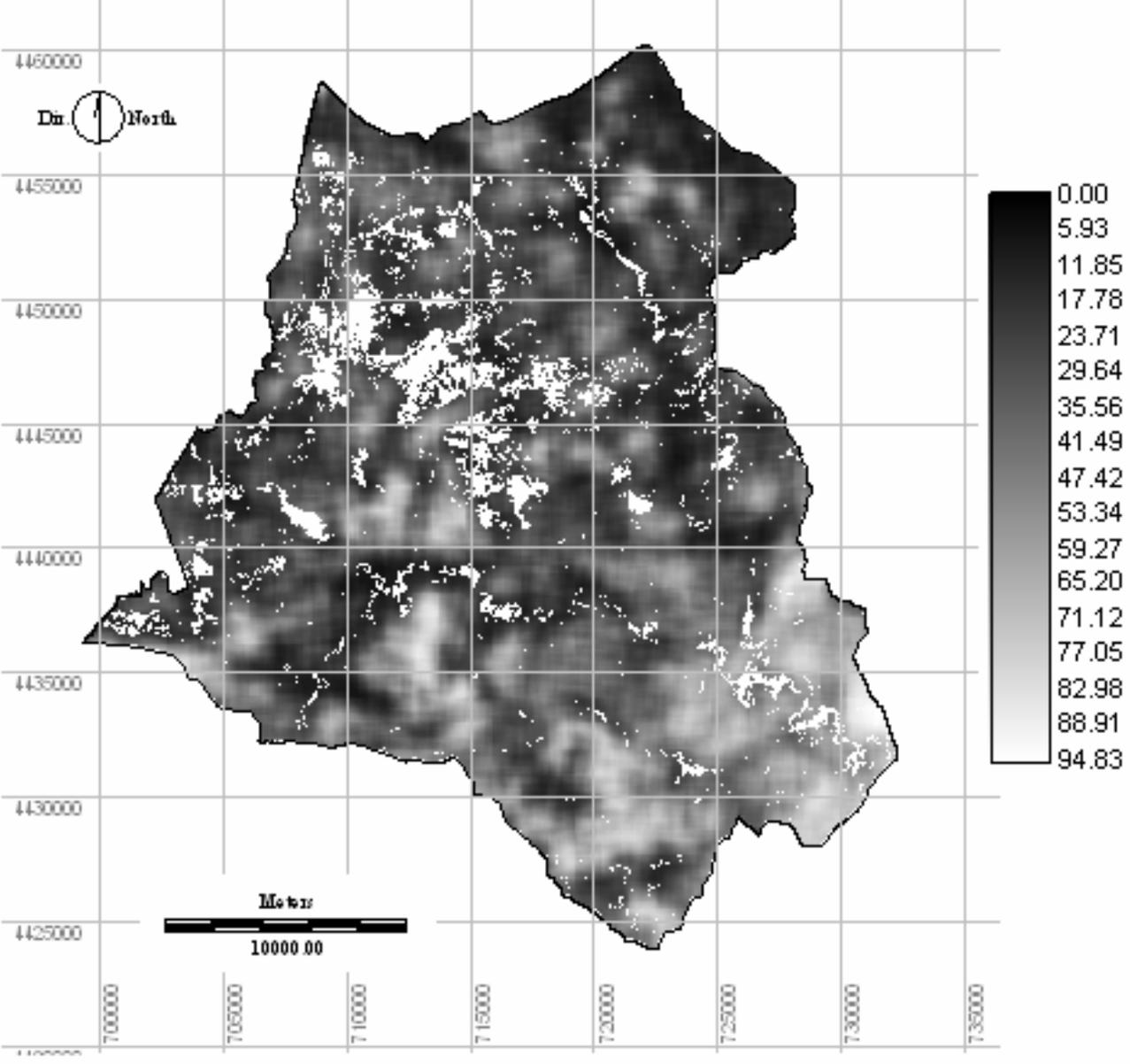
## Discusión

- 3.- Los resultados sugieren que la probabilidad de quema se incrementa con la homogeneidad local, pero las áreas de mayor riesgo por su homogeneidad pueden ser identificadas.
- 4.- La identificación del riesgo parece óptima en el azul, con ventanas grandes (110 ha) y una medida concreta, Homogeneidad (Haralick et al. 1973, Haralick 1979, Connors and Harlow 1980).
- 5.- La adición de esta información espacial a la usual clasificación de modelos de combustible precisa más detalladamente las áreas de riesgo asociado al combustible.

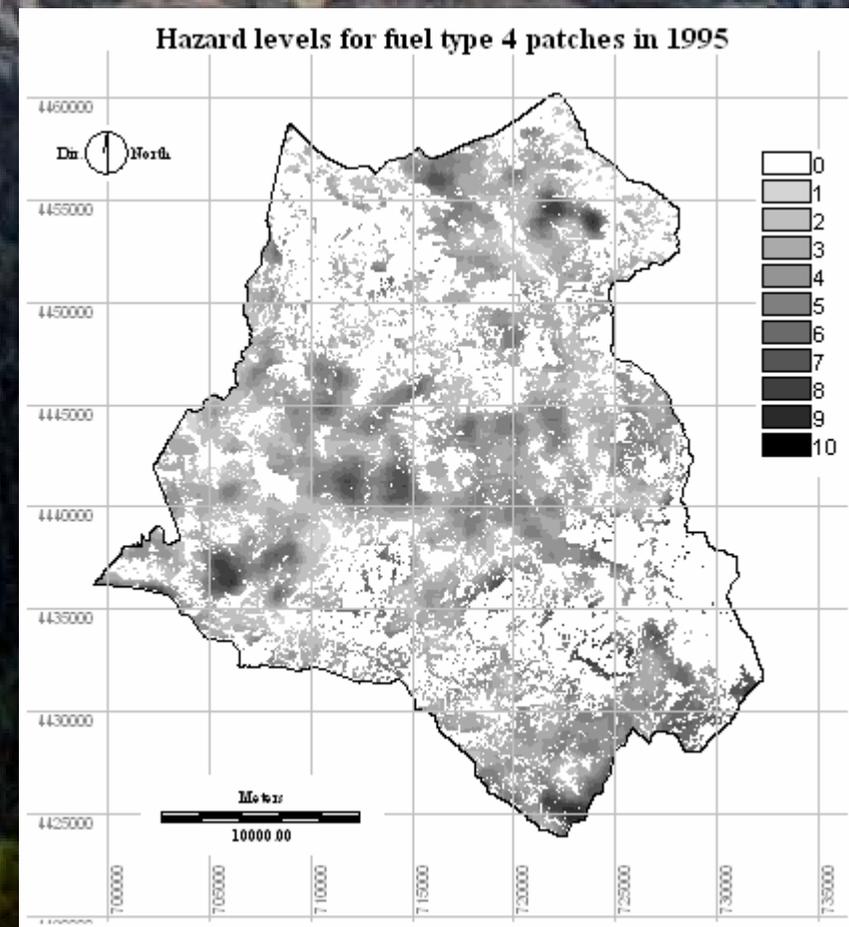
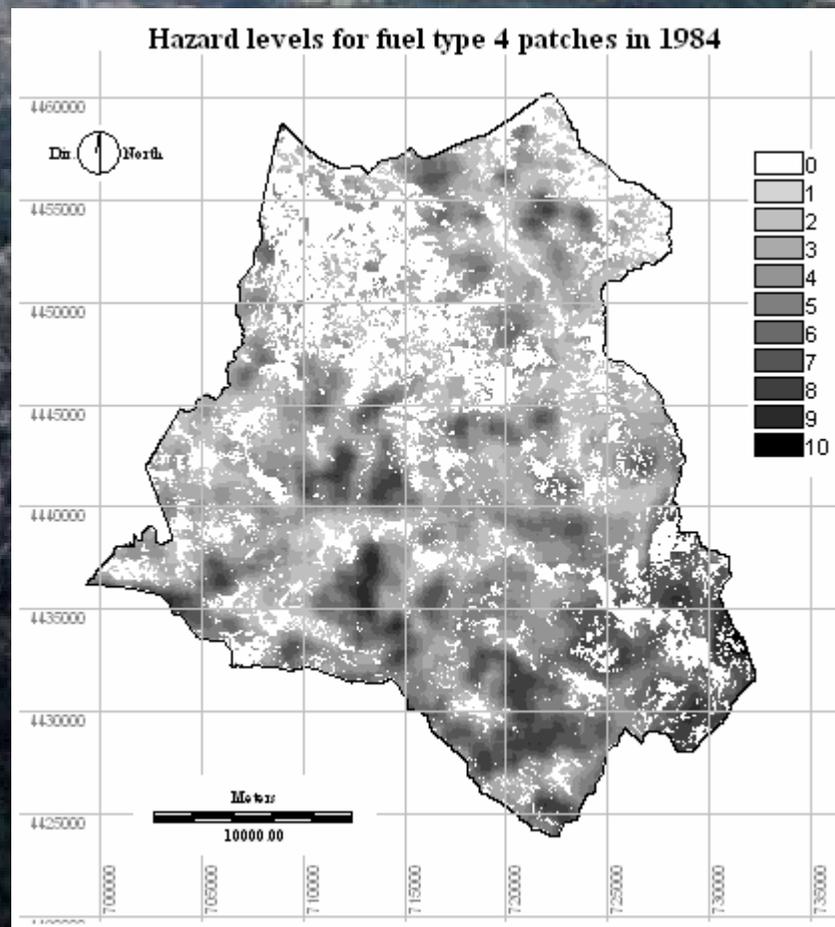
### Fuel types map of the Alto Mijares



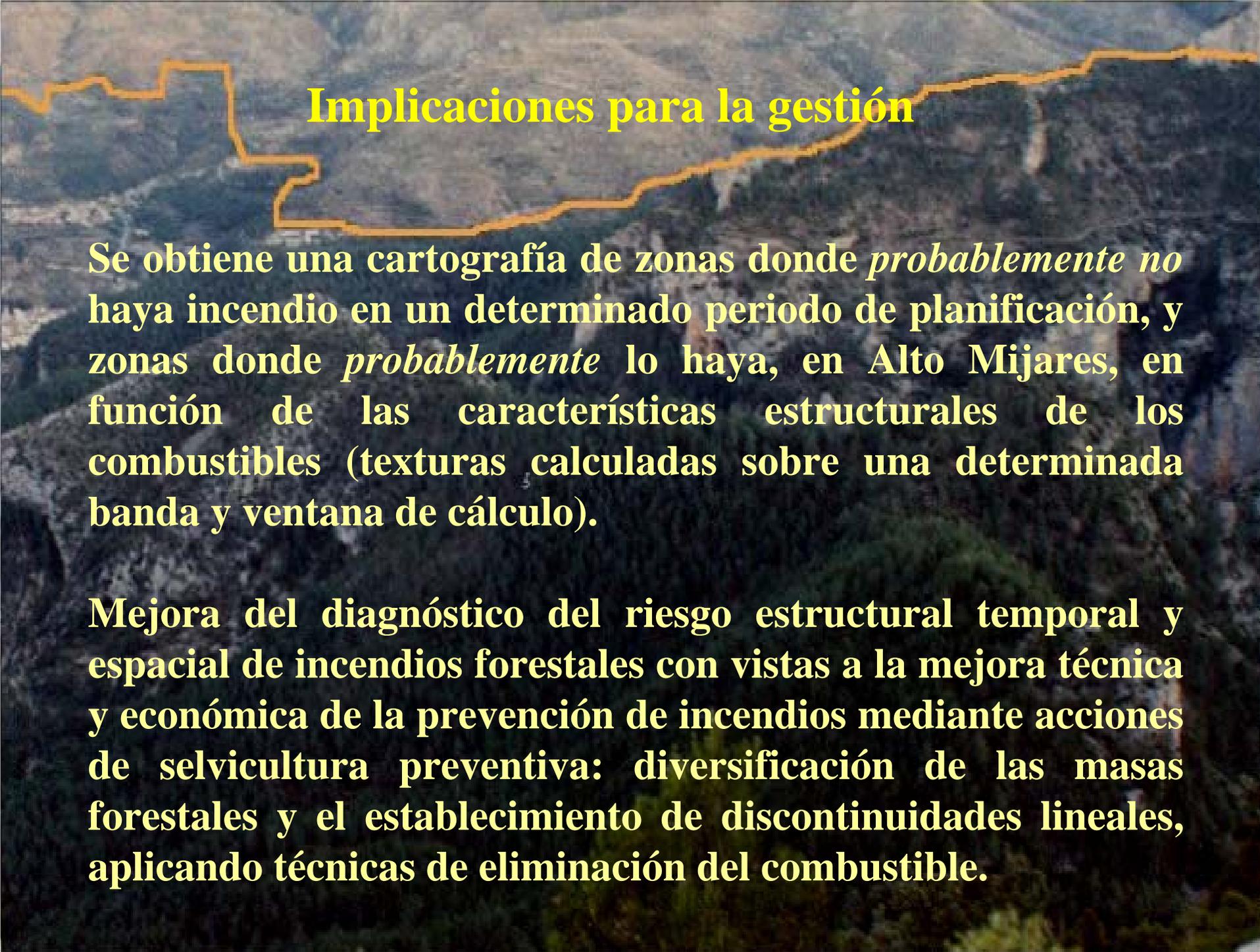
### Probability of wildfire occurrence in 1984-1995 (%)



# Implicaciones para la gestión



**Plan de selvicultura preventiva 1996**



## Implicaciones para la gestión

Se obtiene una cartografía de zonas donde *probablemente no* haya incendio en un determinado periodo de planificación, y zonas donde *probablemente* lo haya, en Alto Mijares, en función de las características estructurales de los combustibles (texturas calculadas sobre una determinada banda y ventana de cálculo).

Mejora del diagnóstico del riesgo estructural temporal y espacial de incendios forestales con vistas a la mejora técnica y económica de la prevención de incendios mediante acciones de silvicultura preventiva: diversificación de las masas forestales y el establecimiento de discontinuidades lineales, aplicando técnicas de eliminación del combustible.



## Conclusiones

**Las condiciones de homogeneidad local de los combustibles forestales influyen en la incidencia de incendios.**

**La cartografía de dicha homogeneidad con variables de textura sobre imágenes no clasificadas puede complementar la usual cartografía de modelos de combustible y precisar espacialmente áreas de tratamiento prioritario.**

**Gracias**

*Incendio de Espadilla  
Alto Mijares y Peñagolosa*

