



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-423

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Análisis de las masas de *Pinus pinaster* en Galicia y su relación con los incendios forestales

GINZO-VILLAMAYOR, M.J.¹, IGLESIAS-ALLONES, J.L.², GONZÁLEZ-MANTEIGA, W.¹, MAREY-PÉREZ, M.F.^{3, 4}

¹ Grupo de Investigación MODESTYA GI- 1914, Universidad de Santiago de Compostela.

² Departamento de Electrónica y Computación, Universidad de Santiago de Compostela.

³ Instituto de Estudos e Desenvolvimento de Galicia.

⁴ GI-1716 PROEPLA, Proxectos e Planificación. Universidade de Santiago de Compostela. manuel.marey@usc.es

Resumen

Los incendios forestales son el principal freno para la actividad forestal en el Sur de Europa. Dentro del territorio español, Galicia sobresale por dos aspectos: concentrar aproximadamente la mitad de producción de madera y sufrir la misma proporción de los incendios forestales. La especie *Pinus pinaster* es muy característica en el territorio gallego, está muy castigada por los incendios y al mismo tiempo es responsable de gran parte de la producción de madera gallega. Con el presente estudio se pretende analizar si las variables dasométricas ayudan a explicar el riesgo de incendio en parcelas dominadas por la especie *Pinus pinaster* en esta región. Mediante consultas espaciales y utilizando la ubicación de los incendios, ocurridos en Galicia entre los años 2000 y 2005, se particionaron las parcelas del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) en dos grupos: parcelas afectadas o próximas a incendios y parcelas no afectadas por incendios. Se aplicó un modelo de regresión logística para estudiar las variables dasométricas en los dos grupos de parcelas apreciándose que algunas variables pueden ayudar a explicar un mayor riesgo de incendio.

Palabras clave

Dasometría, regresión logística.

1. Introducción

La especie *Pinus pinaster*, conocida como pino del país, pino marítimo o incluso pino gallego, representa aproximadamente las dos terceras partes de las masas de coníferas de Galicia con una superficie aproximada de 620.000 ha. A mediados de la década anterior suponía la principal especie productora de madera comercializable con unas existencias del 50 millones de m³ (Xunta de Galicia, 2001; DGCONA, 2000), un crecimiento corriente anual de 3.300.000 m³/año y un nivel medio de cortas anuales de 2.500.000 m³/año. Su madera ha sido tradicionalmente empleada para abastecer la industria del aserrado y de la desintegración. La mayor parte de las masas de *Pinus pinaster* han sido creadas por medio de repoblaciones, aunque la especie presenta una enorme capacidad de regeneración que le permite establecer masas naturales (RODRIGUEZ-SOALLEIRO, 1995).

En la primera década del siglo XXI los incendios forestales han sido el principal problema ambiental que ha afectado a Galicia. De hecho, es la comunidad autónoma donde se han producido más incendios: un 41% del total de España. La mayoría fueron intencionados, hasta un 81%. El territorio gallego sólo representa el 5,8% del total de la superficie del Estado (GARCIA REY et al., 2016). Cabe destacar que entre los 100 municipios con más fuegos entre los años 2001 y 2012, 74 de ellos eran gallegos (ELOSUA et al., 2013).

2. Objetivos

El objetivo del presente estudio es analizar las variables dasométricas, obtenidas del IFN3, como posibles variables regresoras del riesgo de incendios en parcelas de *Pinus pinaster* de Galicia.

3. Metodología

Para el estudio se utilizó el siguiente material:

- Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3): se seleccionaron las parcelas ubicadas en Galicia y sus correspondientes variables dasométricas (variables explicativas de la regresión). Se presenta su localización (Figura 1).
- Mapa Forestal Español (MFE2): se recopiló las teselas (masas homogéneas de arbolado) de Galicia, con sus localizaciones y características en las que aparecía la especie dominante *Pinus pinaster* representadas a través de los campos que indican la especie forestal y su ocupación. En el mapa siguiente (Figura 1) se indican las teselas del MFE en las que el *Pinus pinaster* es la especie principal.
- Una base de datos de incendios extraída de informes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Para el estudio se seleccionaron todos los incendios de Galicia en el periodo 2000-2005, lo que supone un total de 64.149 incendios.

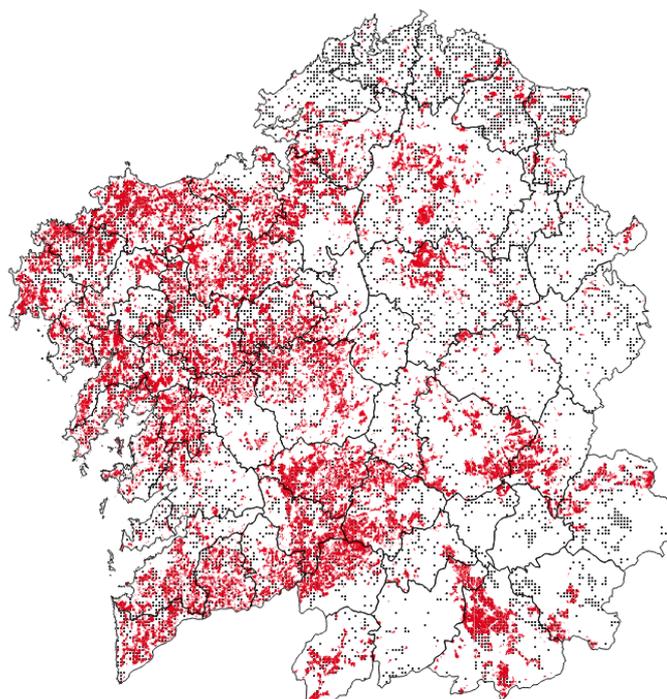


Figura 1 - Localización en Galicia de aquellas teselas con especie dominante *Pinus pinaster* en el MFE2 y localización de las parcelas el IFN3.

La metodología empleada comprende las cuatro fases siguientes bien diferenciadas y estructuradas:

F[1]: Con la ayuda del sistema de información geográfico QGIS, <http://www.qgis.org/es/site/>, se realizó una selección y un particionado de las parcelas del IFN3 en dos grupos: parcelas afectadas o próximas a incendios y parcelas no afectadas por incendios.

F[2]: Particionado de parcelas. División de las parcelas en dos grupos: parcelas afectadas o próximas a incendios y no afectadas por incendios.

F[3]: Se aplicó un modelo de regresión logística para estudiar el efecto de las variables dasométricas en dichos grupos y analizar las posibles diferencias.

F[4]: Se ha empleado el lenguaje R, <https://cran.r-project.org/>, y la técnica *Backward Stepwise Regression* para seleccionar las variables del modelo de *regresión logística* y ANOVA para comparar los diferentes modelos.

4. Resultados

Los resultados obtenidos del análisis son los siguientes:

R[1]: Selección de parcelas dominadas por la especie *Pinus pinaster*: Se obtuvieron 1.604 parcelas del IFN3 ubicadas dentro de dichas teselas.

R[2]: Particionado de parcelas. Se obtienen 548 parcelas afectadas por incendio, representados como puntos amarillos en la figura inferior (Figura 2) y 1.056 parcelas no afectadas por incendio representadas en puntos azules (Figura 2).

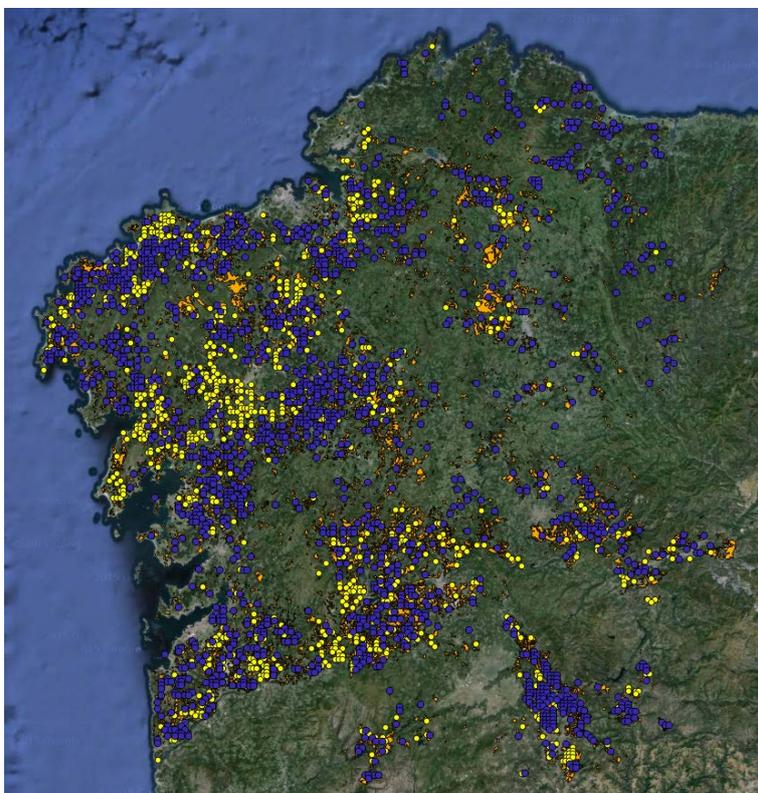


Figura 2: Localización de las parcelas del IFN3 con especie dominante *Pinus Pinaster* utilizadas en el análisis. En amarillo se representan parcelas afectadas por incendio, en azul las no afectadas.

R[3]: Obtención del modelo de Regresión Logística - Como variable dependiente del modelo está la presencia o ausencia de algún incendio en las parcelas seleccionadas. Como variables explicativas se tomaron, fundamentalmente, características dasométricas de las parcelas. A continuación se muestra una lista con las variables utilizadas en el estudio junto una pequeña descripción de las mismas:

-PROVINCIA	provincia donde está ubicada la parcela
-N	número de pies totales en la parcela
-prop_pinus_pinas	proporción de pies <i>Pinus Pinaster</i> (Pinus P) sobre total de pies en la parcela
-Dm, Dm_26	diámetro medio de todos los pies de la parcela, y de la especie Pinus P
-Dvar, Dvar_26	varianza del diámetro de todos los pies de la parcela y de la especie Pinus P
-Htvar, Htvar_26	varianza de la altura de todos los pies de la parcela y los de la especie Pinus P
-Gm, Gm_26	área basimétrica media (superficie del tronco cortado a 30 cm del suelo) y de la especie Pinus P en la parcela
-Gvar, Gvar_26	varianza del área basimétrica de todos los pies de la parcela y los de la especie Pinus P
-VCCm, VCCm_26	volumen con corteza media de los pies de la parcela y de la especie Pinus P
-VCCvar, VCCvar_26	varianza del volumen con corteza de todos los pies de la parcela y de la especie Pinus P
-VSCm, VSCm_26	volumen sin corteza media de los pies de la parcela y de la especie Pinus P
-VSCvar, VSCvar_26	varianza del volumen sin corteza de todos los pies de la parcela y de la especie Pinus P

El Modelo logístico para Galicia resultante sería:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(1.164 - 1.308 \text{ prov}_{27} - 0.094 \text{ prov}_{32} - 0.638 \text{ prov}_{36} + 0.443 \text{ prop_pinus_pinas} - 0.009 \text{ Dm} + 0.1 \text{ Htm} + 0.011 \text{ Htvar}_{26} + 32,230 \text{ Gm} - 0.002 \text{ VCCm})}}$$

Donde prov27, prov32 y prov36, representan las provincias de Lugo, Ourense y Pontevedra, respectivamente. La parte de Coruña va incluida en la constante (intercepto). El resto de variables están explicadas en la descripción previa. Se presentan a continuación los coeficientes del modelo obtenidos (Tabla 1).

Tabla 1: Coeficientes de las variables utilizadas en el modelo

	Coef. estimado	Error estándar	z valor	Pr(> z)	
(Intercepto)	-1,164	0,533	-2,182	0,029	*
PROVINCIA27	-1,308	0,234	-5,589	0,000	***
PROVINCIA32	-0,094	0,142	-0,659	0,510	
PROVINCIA36	-0,635	0,143	-4,455	0,000	***
prop_pinus_pinas	0,443	0,331	1,337	0,181	
Dm	-0,009	0,006	-1,578	0,115	
Htm	0,100	0,041	2,456	0,014	*
Htvar_26	0,011	0,005	2,195	0,028	*
Gm	32,230	16,320	1,974	0,048	*
VCCm	-0,002	0,001	-2,062	0,039	*
VCCvar	0,000	0,000	2,023	0,043	*
VSCvar	0,000	0,000	-1,974	0,048	*
VSCvar_26	0,000	0,000	-2,641	0,008	**

Los resultados obtenidos (Tabla 1) muestran que la probabilidad de ocurrencia de incendio crece al aumentar las dasométricas Htm y Gm y por el contrario disminuye al aumentar VCCm. En cuanto a la estimación del modelo se obtiene una tasa de acierto de un 65,71% de las veces.

También se realizó un contraste de igualdad entre las medias de todas las variables explicativas de los dos grupos de parcelas (quemadas y no quemadas). En la tabla siguiente (Tabla 2) se muestran los valores medios de las variables en las que se rechaza la igualdad de medias ($\alpha=0,05$) junto con el p-valor obtenido.

Tabla 2: Valores mínimos, máximos y medios de las variables en las que se rechaza la igualdad de medias y p-valor obtenido. Tot. Representa el total para Galicia, No Q teselas no quemadas y Q teselas quemadas.

	Mínimo			Máximo			Media			p-valor
	Tot.	No Q	Q	Tot.	No Q	Q	Tot.	No Q	Q	
Dm	75,75	76,00	75,75	528,82	528,82	492,77	272,07	267,06	281,72	0,001
Dm_26	75,75	76,00	75,75	637,25	593,60	637,25	277,39	272,75	286,34	0,004
Dvar	0,00	0,00	0,50	68820,50	68820,50	61581,06	10501,10	9877,49	11702,79	0,000
Dvar_26	0,00	0,00	0,50	68820,50	68820,50	66795,13	8329,03	7945,51	9068,09	0,007
Htm	3,50	3,50	3,75	29,50	29,50	29,32	15,16	14,82	15,82	0,000
Htm_26	3,50	3,50	3,75	31,77	31,77	27,30	15,24	14,92	15,86	0,000
Htvar	0,00	0,00	0,00	219,17	146,64	219,17	18,21	17,07	20,40	0,003
Htvar_26	0,00	0,00	0,00	210,13	91,00	210,13	11,92	11,15	13,40	0,003
Gm	0,01	0,01	0,01	0,23	0,23	0,21	0,07	0,07	0,08	0,001
Gm_26	0,01	0,01	0,01	0,33	0,28	0,33	0,07	0,07	0,08	0,008
Gvar	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,005
VCCm	10,29	10,29	10,57	2629,09	2629,09	2230,59	534,51	510,99	579,85	0,001
VCCvar	0,02	0,03	0,02	6507375,79	6507375,79	6212527,34	296060,46	273192,83	340126,55	0,035
VSCm	6,66	6,66	6,81	3872172,86	3872172,86	3434283,05	398,69	380,32	434,09	0,001
VSCm_26	6,66	6,66	6,81	2099,84	2099,84	1844,76	402,35	387,09	431,74	0,008

5. Conclusiones

La metodología utilizada ha sido suficientemente contrastada por otros autores para determinar que variables pueden explicar el mayor o menor riesgo de incendios en las masas arboladas.

Los resultados en Galicia muestran que no existe gran diferencia, en términos dasométricos, entre las parcelas que han experimentado y no incendios. La explicación a estos resultados podría estar en que se trata de incendios provocados que cuando se producen en zonas forestales arboladas no parecen seguir un patrón de variables relativas al tipo de arbolado diferenciado.

Este trabajo forma parte de la línea de investigación que se está llevando desde este grupo y en el futuro está previsto profundizar en el detalle del análisis especialmente en diferenciar el efecto de la reincidencia de incendios en una zona y su relación con el tipo de arbolado.

6. Agradecimientos

Los investigadores M^a José Ginzo Villamayor y José Luis Iglesias Allones agradecen el apoyo del proyecto Misiones críticas de emergencias con medios aéreos tripulados y no tripulados en vuelo cooperativo (ENJAMBRE) del CDTI, además M^a José Ginzo a los proyectos Consolidación e estructuración de unidades de investigación (2013-PG064) de la Consellería de Educación e Ordenación Universitaria, al Inferencia no paramétrica: modelización, estimación, contrastes y aplicaciones (MTM2013-41383-P) del Ministerio de Economía y Competitividad y a la Red IAP P7/06 de Belgian Science Policy.

7. Bibliografía

DGCONA, 2000. Tercer Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid

ELOSUA, J., GARCIA REY, M., GARRIDO, H., 2013 <http://espanaenllamas.es/top100-municipios/> visitada 12/2016

GARCIA REY, M., GARRIDO, H. ELOSUA, J., 2016 <http://espanaenllamas.es/incendios-forestales-de-2012-los-mas-devastadores-del-siglo-xxi/> visitada 12/2016

RODRIGUEZ-SOALLEIRO R., 1995. Crecimiento y producción de masas forestales regulares de Pinus pinaster Ait en Galicia: alternativas silvícolas posibles. Tesis doctoral, ETSI Montes, UPM, Madrid.

XUNTA DE GALICIA, 2001. O bosque galego en cifras. 226 pp. Santiago de Compostela