

ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS INCENDIOS EN GALICIA: UNA PERSPECTIVA SOCIOECONÓMICA

JESÚS BARREAL PERNAS* / MARÍA LOUREIRO GARCÍA* / JUAN PICOS MARTÍN**¹

*Universidad de Santiago de Compostela / **Universidad de Vigo

Recibido: 1 de junio de 2011

Aceptado: 14 de julio de 2011

Resumen: Muchos trabajos relacionan la acción del fuego con las aptitudes físicas o meteorológicas de la zona, pero no inciden en aquellos condicionantes de tipo socioeconómicos que afectan a la ocurrencia de incendios. A raíz de este hueco en la literatura, este trabajo analiza el impacto de variables socioeconómicas que afectan a la propagación de los incendios como son, por ejemplo, la estructura poblacional o los usos agrícolas y ganaderos. Para ello, se emplea una regresión lineal a partir de datos municipales, corrigiendo los errores estándar de los coeficientes por la heterogeneidad de cada municipio en Galicia, junto con una regresión Poisson. Entre los resultados obtenidos más relevantes destaca la importancia del papel de la densidad poblacional, junto con los diferentes usos agrarios y ganaderos de la tierra, así como la importancia de la efectividad de la organización geográfica de las medidas contra los incendios, así como las dotaciones económicas destinadas a los servicios preventivos.

Palabras clave: Causalidad / Incendios / Galicia.

STUDY CAUSATION OF FIRES IN GALICIA: A SOCIOECONOMIC PERSPECTIVE

Abstract: Many research papers analyze forest fires with respect to physical or meteorological characteristics of the burned areas, although not many pay attention to the socio-economic factors that affect the occurrence of forest fires. To fill in this gap in the literature, this work analyzes the impact of socio-economic variables that affect fires occurrence. In order to do so, we employ a baseline linear regression model correcting for heterogeneity across municipalities in Galicia and a Poisson regression. The most remarkable results show the importance of demographic variables, such as population dispersion, as well as the different agricultural land uses. In addition, we show the importance of the geographical component and organization of extinction activities, as well as the economic resources employed in prevention.

Keywords: Cause-effect / Wildfires / Galicia.

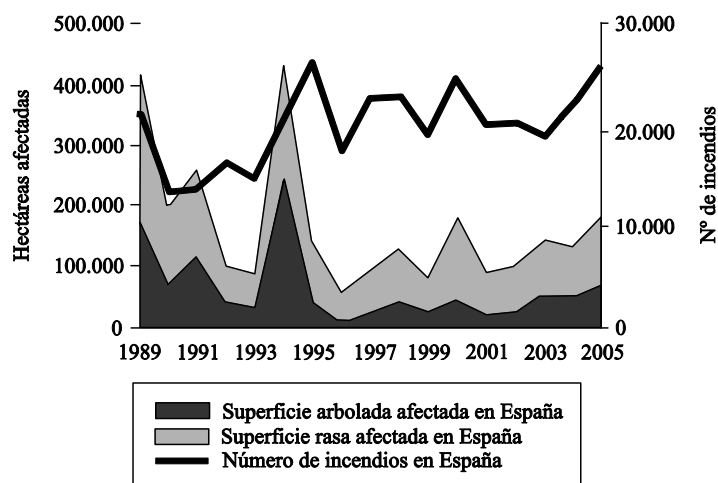
1. INTRODUCCIÓN

En el territorio español la superficie forestal abarcaba en el año 2007 un total de 2.037.414 hectáreas, de las cuales el 63,31% era superficie arbolada, mientras que el resto eran pastos y dehesas (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008). Esa superficie presenta importantes problemas de gestión, siendo los incendios forestales uno de los problemas más graves y recurrentes durante las últimas décadas. Por lo que respecta a la ocurrencia de los incendios, como se puede observar en el gráfico 1, la cantidad media de incendios en España muestra tendencias alcistas entre mediados de los años ochenta y principios de los noventa, para estabilizarse posteriormente. Por otra parte, la superficie afectada presenta varia-

¹ Jesús Barreal y María Loureiro agradecen las sugerencias de los miembros del tribunal de evaluación de la tesis del Master de Organización Industrial y Mercados Financieros defendida en el año 2010. Asimismo, los autores agradecen la financiación del proyecto de Euroinvestigación BIODIVERSA-FIREMAN, *Gestión de incendios para el mantenimiento de la biodiversidad* (2008/PE052).

ciones acentuadas positivamente en determinados períodos, pese a que la tendencia en el conjunto es claramente descendente. Esto se puede observar con más detalle en el gráfico 1, en el que se muestra que la superficie afectada disminuyó pero no el número de incendios, siendo más castigadas las zonas desarboladas que las superficies arbóreas.

Gráfico 1.- Número y superficie de los incendios en España (1989-2005)



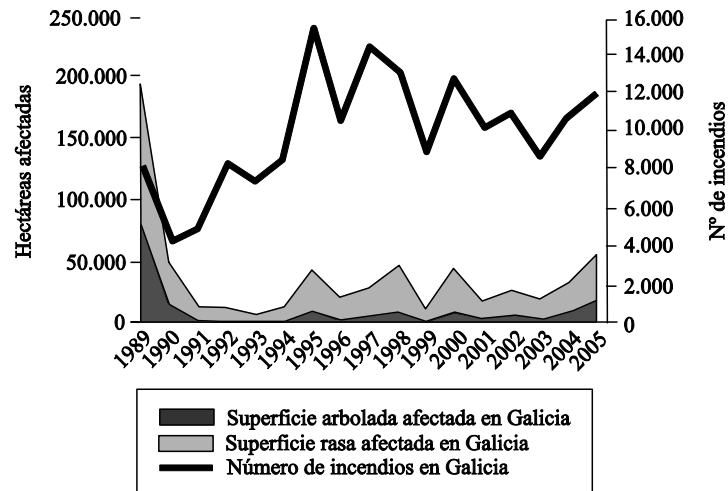
FUENTES: Instituto Nacional de Estadística (INE) y Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

Por lo que respecta a la superficie, Galicia representa el 5,86% de la superficie total de España. Dentro de su territorio, los bosques, que ocupan un 64%, se caracterizan por presentar una gran variedad forestal, entre las que predominan distintos tipos de eucalipto y pinos. Con estos datos se hace especial hincapié en la importancia que tienen los bosques tanto para la riqueza económica como para la ambiental.

Para entender la evolución de los incendios en nuestra Comunidad, en el gráfico 2 se puede ver que la superficie afectada se mantiene estable en la década de los años noventa, rompiéndose la tendencia en el año 2003 y registrándose desde ese momento un crecimiento paulatino. La superficie afectada por los incendios se caracteriza por presentar un descenso con el paso de los años, afectando más a las zonas no arboladas que a aquellas donde existe vegetación arbórea, dato que se ve influenciado por la orientación de los efectivos contra incendios de proteger más las zonas arboladas que las rasas. En relación con el número de incendios, se presenta una primera etapa de incremento continuado hasta el año 1995, a partir del cual el número de siniestros se reduce paulatinamente entre fuertes oscilaciones. Esta reducción verá su fin en el año 2003, año en el que comienza otra fase de crecimen-

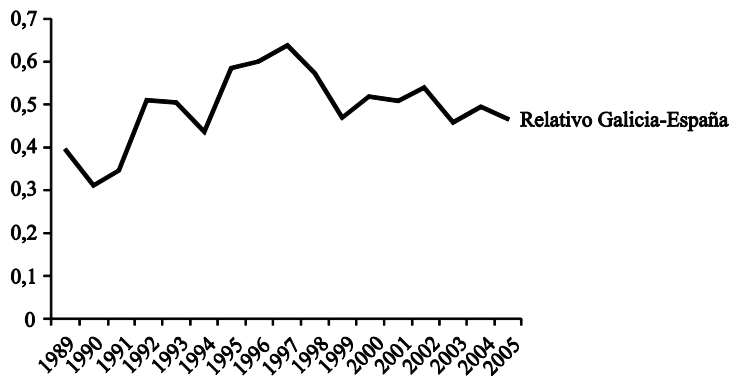
to. En el gráfico 3 se puede ver que, dentro de los incendios totales de España, el peso medio de Galicia en el período 1989-2005 es del 40%, llegando en algunos años a superar el 60%.

Gráfico 2.- Número y superficie de los incendios en Galicia (1989-2005)



FUENTES: Instituto Galego de Estatística (IGE) y Consellería do Medio Rural.

Gráfico 3.- Incendios de Galicia en relación con el total de España (1989-2005)



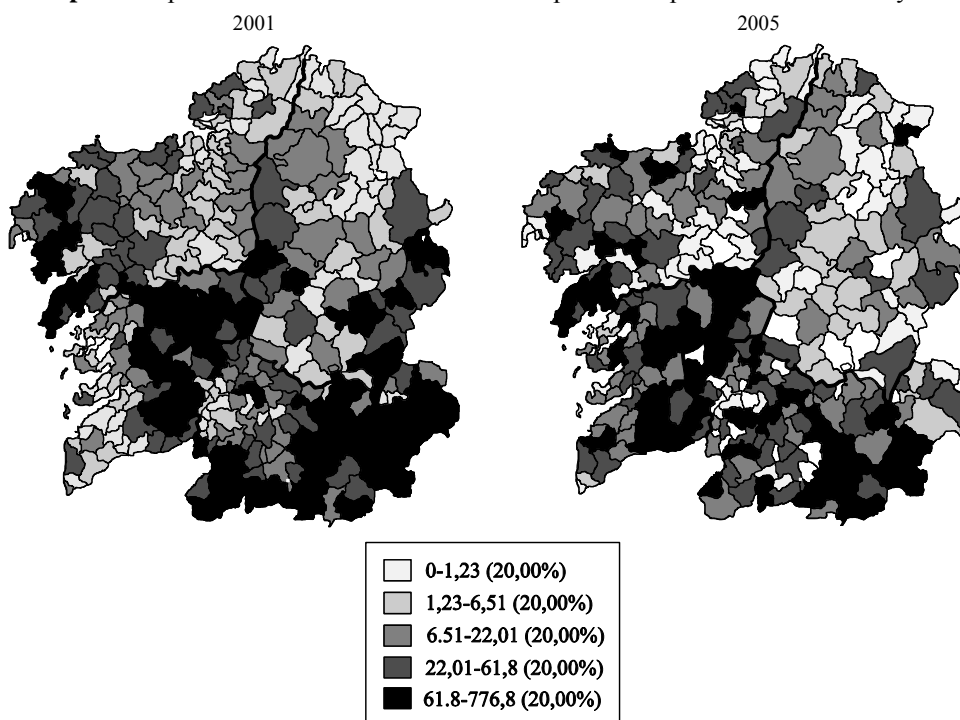
FUENTES: IGE y Consellería do Medio Rural.

Si descomponemos por provincias el número de incendios, las provincias del sur de Galicia son las que más incendios sufren –Ourense y Pontevedra–, seguidas a mucha distancia por las del norte –A Coruña y Lugo–. Como es lógico, no todas las comarcas se han visto afectadas de la misma forma; por ejemplo, el número de

siniestros en la *marriña* lucense es muy reducido en contraposición con los de O Salnés o Caldas².

Como muestran estos datos, el comportamiento de los incendios en cada municipio gallego es muy distinto (mapa 1). Así, por ejemplo, en zonas con un alto índice de impacto, los valores de superficie afectada pueden ser relativamente bajos, como en los casos de Vilagarcía de Arousa (Pontevedra) en el año 2001 o de Petín (Ourense) en el año 2005; pero también se pueden observar municipios que experimentan el fenómeno opuesto y que, estando en zonas de pocos incendios, pueden llegar a recoger valores elevados de superficie afectada, como pueden ser los casos de Neda (A Coruña) en el año 2001 o de Trabada (Lugo) en el año 2005.

Mapa 1.- Superficie forestal afectada en Galicia por municipio en los años 2001 y 2005



FUENTE: IGE.

Con lo visto hasta el momento se puede identificar que la ocurrencia de incendios es bastante dispar a través de los municipios. Por ello, y dada la existencia de datos a nivel municipal, este estudio delimitará el área de análisis al ámbito municipal, por ser estos los primeros que crean mecanismos para evitar que el fuego se

² Para tener una información más detallada puede consultarse Consello Económico e Social de Galicia (2005), donde, desagregando los distritos forestales, se puede ver que estas zonas son las que menos y más incendios sufren, respectivamente.

propague. Para entender los incendios en Galicia hay que comprender el impacto de muchas variables socioeconómicas.

Por lo que respecta a las causas que rodean la ocurrencia de incendios, cabe señalar que estas son muy diversas. Según las fuerzas y cuerpos del Estado³, los incendios se pueden clasificar en *inevitables* –propiciados siempre por la caída de rayos– y *evitables* –que, a su vez, se pueden dividir en intencionados, negligentes o desconocidos–. Las estadísticas presentadas por Molano *et al.* (2007) resaltan que los incendios intencionados son los más representativos, aunque no se llegue a identificar sus causas⁴; los incendios causados por negligencias o accidentes y aquellos otros que se deben a causas desconocidas tienen una representación relativamente baja, pues cada una de ellas representa cerca del 7%; y por último, las causas evitables no llegan a representar el punto porcentual.

De acuerdo con la tabla 1, se pueden distinguir diversas causas o motivaciones tanto para los incendios intencionados como para los negligentes. Para los primeros, las causas pueden deberse a motivaciones económicas, a la regeneración de pastos o a conflictos vecinales, aunque la causa más representativa –e identificable– es la quema extensiva de restos forestales, pastizales o matorral⁵. Por su parte, las negligencias proceden de quemas de residuos agroforestales, de las reproducciones de incendios o por chispas de diversas procedencias, no constatándose la predominancia de una causa en concreto⁶.

Tabla 1.- Procedencia de los incendios evitables en Galicia según su intencionalidad

INTENCIONADOS	IMPRUDENCIAS O NEGLIGENCIAS	CAUSAS DESCONOCIDAS
Motivaciones económicas:	Quema de residuos agrícolas o forestales	
- Modificación de uso del suelo	Reproducciones de incendios	
- Intereses del sector maderero	Lanzamientos pirotécnicos	
- Relativos a la extinción de los propios incendios	Consumo de tabaco	
Limpieza de montes o zonas agrícolas	Chispas de motores y maquinarias	
Ahuyentar animales salvajes	Líneas del ferrocarril	
Regeneración de pastos	Líneas eléctricas	
Conflictos cinegéticos	Quema de basuras	
Venganzas e rencillas entre vecinos o conflictos de índole administrativa		
Inadaptaciones sociales		
Patologías psiquiátricas (pirómanos)		

FUENTE: Elaboración propia.

Por ello, para comprender mejor esta causalidad múltiple debemos estudiar en profundidad los condicionantes que contribuyen a que se produzcan los incendios.

³ Según Pérez y Delgado (1995), en dos tercios de los partes de incendios que cubren los agentes, los incendios están mal clasificados, ya que suelen calificar muchos incendios como intencionados o desconocidos cuando, en realidad, hay motivaciones específicas tanto por intención como por negligencias o descuidos.

⁴ Dependiendo de la fuente, y en relación con los incendios intencionados, en un porcentaje de entre un 35% y un 45% no se conoce la motivación por la que se produjeron.

⁵ En algunos años representa cerca del 70% de los incendios intencionados identificables.

⁶ Aunque en determinados años los incendios por reproducción suelen tener una incidencia significativa.

En este sentido, cabe destacar que la inmensa mayoría de los propietarios forestales son privados (98%), dejando una escasa participación a las entidades públicas (2%). En la propiedad privada se distingue entre propiedad particular y monte vecinal (Marey *et al.*, 2007). Estos últimos predominan en Ourense y Pontevedra, caracterizándose por tener una organización centrada en una junta gestora que se encarga de gestionar las tierras, así como de su limpieza. En general, de esas acciones suele ocuparse gente de avanzada edad⁷, lo que dificulta las labores organizativas o las dinámicas de uso de los montes (Rigueiro y Mosquera, 2006). Aun así, el 67% del mapa forestal gallego está gestionado por empresas o asociaciones privadas, que en muchos casos son propietarios y en otros poseen contratos con la propiedad para su administración (Dans, 2006). Esto se debe a que los propietarios transmiten la gestión del terreno a terceras partes, transfiriendo a los nuevos gestores las labores preventivas de silvicultura o de planificación infraestructuras.

Ante lo expuesto, también hay que tener en cuenta las características de los habitantes del rural gallego, que actualmente presenta una población envejecida, muy dispersa geográficamente y que emplea recursos agrícolas y ganaderos como sustento. Esta situación social se ve agravada por la progresiva pérdida experimentada por sector agrario en la economía gallega (Sineiro, 2006), provocando un abandono paulatino en la limpieza del monte y del aprovechamiento forestal que se destinaba a recursos productivos agropecuarios⁸.

Por lo que respecta a los autores de los incendios, estos suelen ser con frecuencia españoles sin antecedentes penales, que actúan a solas y en lugares próximos a su residencia (Molano *et al.*, 2007). La época con mayor presencia de incendios es, según Picos (2006), la primavera y el verano, pero dentro de este período se detecta⁹ un intervalo de dos semanas en las que los incendios son abultadamente mayores que en el resto del año.

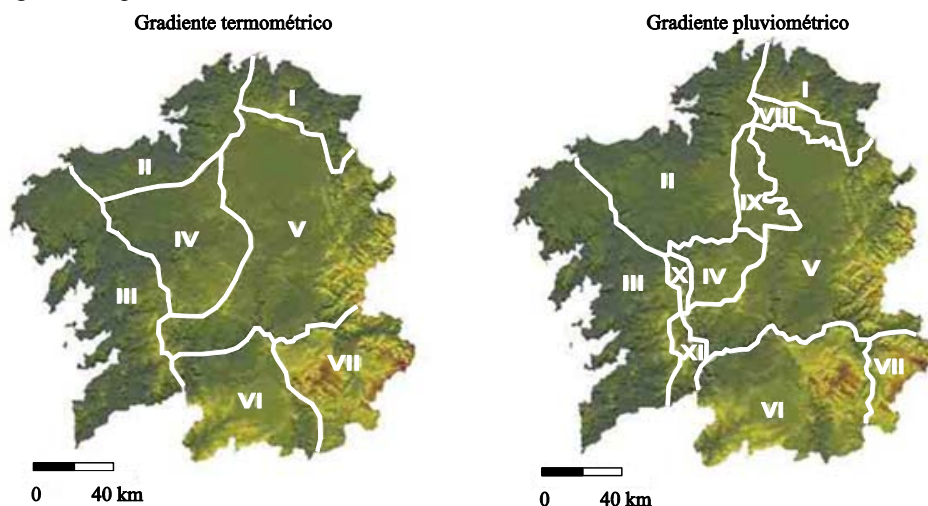
Un factor externo, pero condicionante, del nivel destructivo de los incendios es la meteorología, debido a que es uno de los principales agentes que influye en la producción forestal (Ambrosio *et al.*, 2002), puesto que crea combustible vegetal de fácil ignición en los períodos estivales; asimismo, también condiciona el desarrollo de los incendios propiciando una difícil extinción ante determinados niveles meteorológicos¹⁰. Dado que en Galicia predominan diferentes microclimas (mapa 2), el fenómeno climático provocará que las probabilidades de riesgo de incendio dependan de la zona a la que pertenezca, lo que, a su vez, condicionará las políticas de prevención y extinción de los incendios forestales.

⁷ Debido al nivel de envejecimiento de los vecinos que componen la comuna.

⁸ Algunos ejemplos de estas prácticas son la reducción del uso de matorral para la elaboración de estiércol, la recogida de madera caída para utilizar en las cocinas de los hogares o la limpieza de caminos para el paso del ganado.

⁹ Según Molano *et al.* (2007), se suelen producir en los meses de agosto y septiembre.

¹⁰ La meteorología, unida a una zona con unas determinadas características geográficas, condiciona la operatividad de los medios de extinción al poder poner en riesgo la vida de las cuadrillas. (Cheney *et al.*, 2001).

Mapa 2.- Sectores de comportamiento homogéneo del gradiente termométrico y del gradiente pluviométricoFUENTE: Martínez *et al.* (1999).

Las políticas forestales llevadas a cabo por la Administración autonómica también son factores que hay que tener en cuenta dentro de esta casuística. Esta se inicia con la aprobación del Plan Forestal de Galicia y del Plan de Prevención de Incendios Forestales de Galicia (INFOGA). Este plan tenía como objetivos principales la implantación de campañas sobre educación ambiental, unas medidas legales que regularan las quemas y que establecieran sanciones administrativas, la mejora de las infraestructuras defensivas y una ordenación del combustible (Carballas, 2006). La puesta en práctica de estas medidas tuvo como consecuencia una reducción de los incendios, así como de su daño¹¹. Sin embargo, en la elaboración de estos planes de prevención no se tienen comúnmente en cuenta factores de tipo socioeconómico (Grandas *et al.*, 2009), factores en los que se centrará este texto.

Por ello, el objetivo primordial de este trabajo radica en conocer cuáles son los factores que determinan la superficie afectada por los incendios forestales de los municipios gallegos. Como muchos organismos hacen un análisis desde el punto de vista climatológico, biológico o delictivo, en este estudio se buscará el análisis de los condicionantes socioeconómicos que muestren la incidencia de la sociedad en los incendios. Para ello, se estimará un modelo en el que se tengan en cuenta variables socioeconómicas y climáticas con las que se extraerán una serie de conclusiones. Se espera que esas conclusiones puedan contribuir a hacer recomendaciones orientativas de las políticas forestales, teniendo como principales objetivos lograr una reducción de los incendios y minimizar el daño causado.

¹¹ Ver en el gráfico 2 los primeros años noventa.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La toma de decisiones en un contexto medioambiental se caracteriza por la presencia de factores de riesgo dinámico, por lo que este se puede analizar en contextos de incertidumbre (Rogalski, 1999), lo que lleva a localizar dos factores: uno que es totalmente incierto, y otro en el que –mediante acciones orientadas– es posible hacer frente a las eventuales consecuencias. De esta manera, el riesgo dinámico en un contexto forestal está muy ligado a las variables socioeconómicas y a las consecuencias que estas tienen en la afectación de los incendios al monte. Así, es necesario conocer los factores que contribuyen a ese riesgo dinámico, con el objeto de orientar las políticas preventivas encaminadas a reducir los factores de dicho riesgo. Para ello, se debe elaborar un modelo simple, estructurado y fácil de estandarizar, que permita utilizar sin esfuerzo datos actualizados (King y MacGregor, 2000). Esta descripción encaja adecuadamente en el contexto que se trata de analizar a continuación, dado que, aunque estos modelos de riesgo dinámico fueron diseñados principalmente para catástrofes en general, se pueden aplicar a los incendios forestales de forma concreta, por tratarse de episodios que pueden causar situaciones de gran emergencia.

Los enfoques utilizados hasta el momento para analizar la ocurrencia de incendios son diversos y muy variados. Algunos estudios se centran en comprobar por qué unas zonas se ven más afectadas que otras, para lo que relacionan diversos factores de aquellas (Lavorel *et al.*, 2005); otros estudios analizan los incendios desde un punto de vista puramente descriptivo (Badia *et al.*, 2002) o con aproximaciones estadísticas (Castedo Dorado *et al.*, 2007).

El empleo de técnicas propias de los “sistemas de información geográfica” (SIG) también es común, utilizándose modelos de probabilidad de riesgo y variables relacionadas con el entorno forestal. Esas aplicaciones difieren en la metodología, pues algunos estudios se apoyan en modelos que emplean la regresión logística (Vilar *et al.*, 2008; Chuvieco *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2009), y otros utilizan índices de riesgo (Cabrera, 1989) o modelos espaciales con variables independientes (Romero Calcerrada, 2010).

Dentro de la línea de estudios más relacionada con el presente, existen análisis que tratan de explicar la probabilidad de ocurrencia de incendio en una zona mediante el uso de variables humanas (Butry, 2009), mientras que otros se centran en las variables meteorológicas (Aguado *et al.*, 2007). Para este tipo de trabajos suelen emplearse regresiones lineales estimadas por el método de mínimos cuadrados ordinarios, aunque los incendios también pueden ser analizados utilizando métodos multivariantes en los que se pueden aplicar dos análisis –el clúster o el discriminante– (Martínez y Chuvieco, 2003).

Con este artículo pretendemos ampliar las consideraciones de Pérez y Delgado (1995) con datos actuales. Para ello, siguiendo el análisis de Martínez *et al.* (2009), destacamos que el patrón de comportamiento agrario es uno de los factores socioe-

conómicos que definen en mayor medida el riesgo de incendio. Por otra parte, seguiremos a Bustry (2009) para considerar la heterogeneidad espacial, incluyendo los distritos forestales en el modelo.

En resumen, esperamos proporcionar un modelo econométrico sencillo que ayude a predecir el impacto en superficie y el número de incendios a través de variables socioeconómicas como las anteriormente mencionadas, a las que se unirán las inversiones públicas en programas de prevención y extinción de incendios, así como la ordenación de los medios, junto con otros factores externos y climatológicos como, por ejemplo, las temperaturas medias de las zonas afectadas.

3. METODOLOGÍA

Para analizar la relación causal de los incendios en Galicia se emplea como modelo base una regresión lineal estimada por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), controlando los errores estándar de los coeficientes mediante la heterogeneidad de cada municipio. Para ello, dispondremos de datos de todos los municipios gallegos, siendo la variable dependiente el número de km² incendiados por demarcación territorial; como variables independientes se incluirán datos de las situaciones agroforestales, climatológicos, de ordenación del territorio, poblacionales o del gasto presupuestario anual que le supone a la Xunta de Galicia dotar de recursos el plan de prevención y defensa contra incendios. El modelo a estimar seguirá la siguiente expresión:

$$\text{Superficie afectada} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

donde X_1, \dots, X_n representan una serie de factores socioeconómicos y climáticos que se describirán con posterioridad.

En primer lugar, y con el fin de seleccionar la forma funcional que vamos a estimar (Seack y Layson, 1983), empleamos el test Box-Cox. De este modo, intentamos lograr un mayor ajuste del modelo a los efectos de la realidad actual en los incendios forestales.

Dentro de las premisas de partida se tendrán en cuenta una serie de hipótesis que relacionan la superficie quemada con las variables independientes. Este es el caso de la meteorología, que se considera un factor influyente porque condiciona, entre otros, la capacidad de generar biomasa en los montes; además, determina las condiciones de humedad en la que se encuentra la maleza muerta (Aguado *et al.*, 2007). Esto es, si un año hay una determinada casuística climática que propicia el nacimiento abundante de rastrojo, implicará que en el período estival existirá mucho material combustible que podría arder, por lo que, si se produce un incendio, este será más difícil de sofocar. Asimismo, si el material muerto del monte alcanza unos determinados niveles de sequedad puede acarrear un gran peli-

gro de ignición en el bosque, así como arduas tareas de extinción para neutralizarlo.

También haremos referencia a la densidad de población municipal, dado que en algunos estudios, como en el de Mercer y Prestemon (2005), se resalta la relación positiva entre ese factor y la superficie afectada. Otras variables demográficas que debemos tener en cuenta se refieren tanto a la estructura poblacional como al nivel de estudios, que son variables que condicionarán la cantidad de superficie afectada (Molano *et al.*, 2007). Es decir, ante una mayor concentración de población de avanzada edad, será más difícil actuar con rapidez ante imprevistos con el fuego; y, además, se espera que la educación de la población incida en la consecución de menores índices de superficie quemada debido a una mayor concienciación por el medio ambiente y a una mejor selección de prácticas agrícolas y de gestión del fuego.

Las explotaciones agrícolas también son un factor que hay que tener en cuenta porque modifican el entorno para proporcionar a los animales alimento y lechos a base de material agroforestal. Además, es preciso tener presente que ciertos animales se sueltan en el monte para pastar, por lo que su presencia favorece que se retiren malezas y que se limpie el suelo forestal (Bachelet *et al.*, 2000). Asimismo, la superficie de la que disponen las explotaciones para labrar las tierras actúa como zona preventiva (Nelson *et al.*, 2002), puesto que la separación que producen estas tierras entre las explotaciones y las superficies forestales evita que los posibles incendios se propaguen, favoreciendo también que puedan ser sofocados por los propietarios sin necesidad de que intervengan los agentes contraincendios.

La evolución temporal del estudio se registrará en una variable ficticia que recogerá los años a los que pertenecen los datos, con el objeto de comprobar si existe una tendencia en la afectación de carácter cíclico en la superficie quemada.

Por último, cabe señalar que la gestión de las Administraciones también puede influir en la dinámica incendiaria. Por ello, se espera que las inversiones en labores de extinción y prevención de incendios influyan de forma negativa en la superficie afectada, es decir, cuanto más gasto se destine a esas labores, menor se espera sea la superficie afectada. En consonancia con lo anterior, será relevante no suponer una efectividad homogénea de las políticas de prevención y extinción de incendios. Esta heterogeneidad se refleja en las variables que indican los distintos distritos forestales a los que pertenece cada uno de los municipios.

4. DATOS

El horizonte temporal de este estudio es el período 2001-2005 –siendo los únicos existentes a nivel municipal en el momento de redacción de este estudio–, y la

unidad espacial es el término municipal. La obtención de datos desagregados a nivel municipal entraña una gran dificultad, por lo que la disponibilidad de datos en muchos casos fue muy reducida, motivo por el cual diversas variables tuvieron que ser transformadas con anterioridad para poder ser introducidas en el modelo. También se unificó como unidad de medida de superficie el km^2 , adaptándose todas las variables a una misma unidad métrica.

Las variables se pueden clasificar en seis grandes grupos, tal y como se muestra en la tabla 2, en la que se recogen variables poblacionales, meteorológicas, presupuestarias, agroforestales, territoriales, relativas a incendios, además de las ficticias. Como muchas de las variables de algunos grupos presentaban una alta correlación entre sí, se calculó el factor de inflación de varianza –*variance inflation factor* (VIF)– para analizar la multicolinealidad de las variables elegidas, obteniendo un valor de 2,65 para el conjunto, mientras que individualmente no mostraban valores altos. Este valor constata que no existen problemas de multicolinealidad en el modelo.

Tabla 2.- Variables: definición y estadísticas básicas

VARIABLE	DEFINICIÓN	FUENTE	MEDIA	DV	MÍN	MAX
POBLACIONALES						
<i>Estudios universitarios</i>	El logaritmo de la suma de los anteriores colectivos	EP	-2,98	0,51	-4,49	-1,46
INSTITUCIONALES						
<i>log orzxunta</i>	El logaritmo de la relación entre el gasto presupuestario del Gobierno autonómico en el plan contraincendios y la superficie forestal de los municipios	XG	10,30	1,68	6,19	17,52
METEOROLÓGICAS						
<i>log tmed</i>	El logaritmo de la media anual de la temperatura media de cada mes	MG	2,88	0,05	2,78	2,99
AGROFORESTALES						
<i>log superferraslalabradentresup</i>	El logaritmo de la proporción que representan las tierras de labradío en relación con la superficie del municipio	EP	1,74	0,91	-0,98	3,89
<i>log ugequinosentreug</i>	El logaritmo de la proporción de unidades ganaderas que representan los equinos con respecto al total	EP	-3,44	1,35	-6,81	0,00
TERRITORIALES						
<i>log densidad65</i>	El logaritmo del número de personas mayores de 65 años que habitan en cada municipio por km^2	IGE	4,03	1,20	1,16	8,78
<i>log valorcatastrportit</i>	El logaritmo del valor catastral en euros de las parcelas rústicas entre el número de titulares rústicos	EP	6,65	0,63	5,19	7,88
INCENDIO						
<i>incendio</i>	El número de incendios al año	IGE	32,95	34,52	0,00	342,00
<i>km2afect</i>	La superficie afectada en km^2	IGE	0,99	2,10	0,00	29,36
<i>log km2afect</i>	El logaritmo de la superficie afectada en km^2 en cada municipio	EP	-1,48	2,04	-9,21	3,38

Tabla 2 (continuación).- Variables: definición y estadísticas básicas

VARIABLE	DEFINICIÓN	FUENTE	MEDIA	DV	MÍN	MAX
<i>DUMMY</i>						
<i>distr1</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 1	CMR	0,06	0,24	0,00	1,00
<i>distr2</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 2	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
<i>distr3</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 3	CMR	0,07	0,25	0,00	1,00
<i>distr4</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 4	CMR	0,04	0,20	0,00	1,00
<i>distr5</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 5	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr7</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 7	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr8</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 8	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr9</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 9	CMR	0,06	0,23	0,00	1,00
<i>distr10</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 10	CMR	0,04	0,20	0,00	1,00
<i>distr11</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 11	CMR	0,06	0,24	0,00	1,00
<i>distr12</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 12	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
<i>distr13</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 13	CMR	0,05	0,23	0,00	1,00
<i>distr14</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 14	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr15</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 15	CMR	0,05	0,22	0,00	1,00
<i>distr16</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 16	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr17</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 17	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr18</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 18	CMR	0,05	0,22	0,00	1,00
<i>distr19</i>	Representan los municipios que pertenecen al distrito forestal 19	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
<i>dummyano2002</i>	Representa el año 2002	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2003</i>	Representa el año 2003	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2004</i>	Representa el año 2004	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2005</i>	Representa el año 2005	EP	0,20	0,40	0,00	1,00

NOTAS: DV: Desviación estándar; EP: Elaboración propia; XG: Xunta de Galicia; MG: Meteogalicia; IGE: Instituto Galego de Estatística; CMR: Consellería do Medio Rural.

FUENTE: Elaboración propia.

Para la transformación de los datos se establecieron varios criterios. El primer criterio consideró que se seguiría la distribución del año anterior en aquellos años en los que no se dispusiera de datos para determinados ayuntamiento o para todos ellos. Este es el caso de los niveles educativos, ya que se disponía de datos de un solo padrón, por lo que se extrapolaron a todo el período y, posteriormente, se agruparon aquellos niveles educativos superiores en una sola variable. Un caso semejante sucede con los gastos presupuestarios utilizados para la extinción de los incendios.

El segundo criterio afectó exclusivamente a las variables climáticas. Como no se disponía de estaciones meteorológicas en cada municipio y por ser un factor difícil de homogeneizar, se optó por distribuir los valores en función de los sectores de comportamiento homogéneo del gradiente termométrico. Una vez determinadas las áreas climáticas de Galicia, se localizaron las estaciones de cada área, se calculó la media de los datos que presentaba cada una de ellas y, por último, se desagregó homogéneamente el dato de cada área entre los municipios pertenecientes a ella.

Para obtener los datos de índole poblacional se acudió al Instituto Galego de Estadística (IGE), extrayendo la densidad de población y creándose, además, una variable que reflejase la proporción de población mayor de 65 años con respecto a la superficie municipal.

En el caso de las variables educacionales se estableció, de entre los distintos indicadores, que la relación de personas con estudios universitarios¹² sobre el total sería la variable a considerar.

Para reflejar lo que se gastaba en planes de prevención y extinción de incendios¹³, así como para conocer la ordenación de los distritos forestales, se obtuvo información de la Administración autonómica. Para identificar esos distritos forestales se creó una variable dicotómica identificativa, suprimiendo del modelo la variable que identificaba el distrito 6, ya que esta zona es una de las que menos incendios registra y en la que más recursos económicos se aprovechan del monte.

Para obtener información meteorológica se consultó con Meteogalicia, estableciéndose como variable referente la temperatura media registrada en cada zona.

Los datos relativos a la variable sobre los kilómetros afectados por los incendios se obtuvieron del IGE, utilizando como variable dependiente la agregación de la superficie rasa y arbolada afectada en km². Por otra parte, se calcularon los incendios en función de la población presente, esto es, el número de incendios se dividió entre la población.

Por último, en las variables de tipo agropecuario, se seleccionó el porcentaje de unidades ganaderas equinas sobre el total. Estos datos proceden de animales censados por la Administración y no recogen las cabezas de ganado que puedan estar dispersas por el monte sin identificación de su propietario. Asimismo, los comportamientos agrarios de la zona se recogen mediante la proporción de superficie destinada a labores de labranza sobre la superficie municipal.

Para estimar el modelo que presentamos a continuación se empleó el programa estadístico Stata 10.1.

¹² Las variables que lo conforman es la suma de las personas que lograron acabar con éxito los estudios de diplomatura, licenciatura o doctorado, extendiéndose la agregación a aquellos títulos análogos a los anteriores.

¹³ Ante la ausencia de datos para el año 2001, se utilizaron los del año 2002.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

La forma funcional seleccionada para explicar la incidencia de la superficie quemada en Galicia es la siguiente:

$$\begin{aligned} \log km2afect_{jt} = & \beta_0 + \beta_1distr1_{jt} + \beta_2distr2_{jt} + \beta_3distr3_{jt} + \beta_4distr4_{jt} + \beta_5distr5_{jt} + \\ & + \beta_6distr7_{jt} + \beta_7distr8_{jt} + \beta_8distr9_{jt} + \beta_9distr10_{jt} + \beta_{10}distr11_{jt} + \\ & + \beta_{11}distr12_{jt} + \beta_{12}distr13_{jt} + \beta_{13}distr14_{jt} + \beta_{14}distr15_{jt} + \\ & + \beta_{15}distr16_{jt} + \beta_{16}distr17_{jt} + \beta_{17}distr18_{jt} + \beta_{18}distr19_{jt} + \\ & + \beta_{19}dummyano2005_{jt} + \beta_{20}dummyano2004_{jt} + \\ & + \beta_{21}dummyano2003_{jt} + \beta_{22}dummyano2002_{jt} + \\ & + \beta_{23} \log orzxunta_{jt} + \beta_{24} \log tmed_{jt} + \\ & + \beta_{25} \log relativoestudiosuni_{jt} + \\ & + \beta_{26} \log superferraslabradentresup_{jt} + \\ & + \beta_{27} \log ugequinosentreug_{jt} + \beta_{28} \log valorcatastrportit_{jt} + \\ & + \beta_{29} \log densidade65_{jt} + \varepsilon_{jt} \end{aligned} \quad (2)$$

donde las variables empleadas aparecen descritas en la tabla 2, y siendo j el término municipal al que pertenece la observación, y t el período de tiempo al que hace referencia.

Los resultados obtenidos de esta estimación aparecen representados en la tabla 3, logrando una capacidad predictiva del 46,65% de los casos. Por otra parte, y con respecto a la significatividad conjunta de los parámetros del modelo, se podrá rechazar la hipótesis nula de que los parámetros estimados son iguales a cero. Esto se pone de manifiesto con el test de significatividad F, que tiene un valor estadístico de 31,89, muy superior a cualquier valor crítico de uso frecuente. Individualmente, también casi todos los parámetros estimados son significativos al rechazarse en esos casos la hipótesis nula, con la salvedad del parámetro asociado a la variable que representa el porcentaje de personas con estudios universitarios en el total de cada municipio.

Tabla 3.- Resultados empíricos del modelo

	MCO				POISSON		
	Log (hectáreas afectadas)		Log (número de incendios)		Número de incendios		IRR(1)
	Coef.	P>t	Coef.	P>t	Coef.	P>t	Coef.
<i>distr1</i>	1,781051 (0,445844)	0,000	0,928769 (0,223181)	0,000	1,140068 (0,238434)	0,000	3,500614 (1,401073)
<i>distr2</i>	2,527996 (0,379440)	0,000	1,600760 (0,168234)	0,000	1,561116 (0,183341)	0,000	3,857012 (1,418386)
<i>distr3</i>	2,762659 (0,405806)	0,000	1,833677 (0,208249)	0,000	1,738649 (0,217743)	0,000	4,547888 (1,697069)
<i>distr4</i>	3,195622 (0,394287)	0,000	2,006335 (0,228835)	0,000	2,078125 (0,230341)	0,000	7,924058 (3,007718)
<i>distr5</i>	2,661155 (0,410397)	0,000	1,674700 (0,247099)	0,000	1,793264 (0,246610)	0,000	6,182651 (2,425924)
<i>distr7</i>	2,943283 (0,415367)	0,000	1,389705 (0,185574)	0,000	1,113386 (0,198807)	0,000	7,714343 (2,987801)

Tabla 3 (continuación).- Resultados empíricos del modelo

	MCO				POISSON		
	Log (hectáreas afectad.)		Log (número de incendios)		Número de incendios		IRR(1)
	Coef.	P>t	Coef.	P>t	Coef.	P>t	Coef.
distr8	2,520320 (0,430015)	0,000	1,574172 (0,214704)	0,000	1,409413 (0,225168)	0,000	8,061261 (3,363102)
distr9	3,013131 (0,420760)	0,000	1,623737 (0,204524)	0,000	1,311261 (0,216287)	0,000	8,991530 (3,438627)
distr10	1,745176 (0,458961)	0,000	1,035265 (0,237439)	0,000	1,131134 (0,273012)	0,000	3,352679 (1,365658)
distr11	3,038744 (0,483021)	0,000	1,978897 (0,260226)	0,000	2,016591 (0,257136)	0,000	10,846340 (4,151242)
distr12	3,290941 (0,412725)	0,000	1,987150 (0,231859)	0,000	1,932341 (0,243175)	0,000	7,551055 (2,698566)
distr13	3,523485 (0,394909)	0,000	2,354837 (0,238169)	0,000	2,345449 (0,225704)	0,000	8,097783 (2,917965)
distr14	3,971071 (0,406966)	0,000	2,610632 (0,230765)	0,000	2,384492 (0,235687)	0,000	14,674580 (5,401684)
distr15	3,678511 (0,393052)	0,000	2,403290 (0,234868)	0,000	2,346031 (0,293312)	0,000	10,066760 (3,696656)
distr16	3,697296 (0,459312)	0,000	2,345474 (0,252720)	0,000	2,109786 (0,254820)	0,000	13,526640 (5,229520)
distr17	3,741348 (0,435098)	0,000	3,087805 (0,229172)	0,000	2,958424 (0,229048)	0,000	10,359590 (3,730259)
distr18	2,276972 (0,404714)	0,000	2,286318 (0,221214)	0,000	2,258396 (0,215795)	0,000	6,796446 (3,703216)
distr19	2,384019 (0,403848)	0,000	2,127070 (0,202810)	0,000	2,027102 (0,205072)	0,000	4,190279 (1,696229)
dummyano2005	0,596615 (0,175645)	0,001	0,093054 (0,082694)	0,261	0,063122 (0,082318)	0,443	2,683941 (0,478573)
dummyano2004	0,536862 (0,152727)	0,001	0,030848 (0,068225)	0,651	0,000375 (0,067049)	0,996	1,704384 (0,228059)
dummyano2003	-0,381852 (0,236295)	0,107	-0,253220 (0,122290)	0,039	-0,357715 (0,115043)	0,002	0,819743 (0,165038)
dummyano2002	0,484476 (0,101962)	0,000	0,094336 (0,040597)	0,021	0,044115 (0,044051)	0,317	1,406505 (0,158777)
log orzxunta	-0,620828 (0,045721)	0,000	-0,469951 (0,028281)	0,000	-0,401256 (0,029528)	0,000	0,999560 (0,000081)
log tmed	4,897199 (2,012148)	0,015	1,918033 (1,080099)	0,077	1,765484 (0,985635)	0,073	5,844399 (5,760442)
log relativoestadosuni	-0,283773 (0,152329)	0,063	-0,207875 (0,096973)	0,033	-0,179079 (0,091518)	0,050	0,836040 (0,076513)
log superferraslbradentresup	-0,244734 (0,074643)	0,001	-0,004295 (0,048345)	0,929	0,025094 (0,049486)	0,612	1,025412 (0,050744)
log ugequinosentreg	-0,126453 (0,049217)	0,011	-0,036777 (0,032448)	0,258	-0,038292 (0,033489)	0,253	0,976029 (0,009767)
log valorcastrportit	-0,273260 (0,127293)	0,033	0,009214 (0,090949)	0,919	0,059682 (0,089809)	0,506	1,061499 (0,095332)
log densidade65	0,324163 (0,128744)	0,012	0,529801 (0,074718)	0,000	0,383709 (0,064589)	0,000	1,467719 (0,094798)
_cons	-16,429260 (5,940865)	0,006	-5,005689 (3,229282)	0,122	-4,338110 (2,927836)	0,138	
Número de observaciones	1,575		1,575		1,575		
F (29, 314)	31,89		32,28				
Prob > F	0,000		0,000				
R ²	0,4665		0,5844				

NOTAS: Entre paréntesis aparece el error estándar asociado a la estimación. (1): Incidence Rate Ratio (IRR).

FUENTE: Elaboración propia.

Como ya hemos mencionado, con el fin de determinar la forma funcional correcta del modelo, se llevó a cabo un test Box-Cox, obteniendo un valor de 2.609,71, mientras que la chi-cuadrado de valor crítico (con un nivel de significación del 10% y para 30 grados de libertad) es de 40,26. Este dato apoya la selección de un modelo en el que la variable dependiente debe expresarse en forma logarítmica.

Dentro del papel que desempeñan las variables socioeconómicas en la superficie quemada por municipio, destaca la importancia de la gestión de la Administración autonómica en los planes de prevención y extinción de incendios. Esto es, la inversión que la Administración realice en los planes determinará en cierta medida que se reduzca la superficie afectada, pero sin olvidar que la organización de las áreas de actuación también son determinantes a la hora de valorar la eficacia de los planes.

Por otra parte, entre las variables poblacionales cabe señalar que la presencia de una población más envejecida implica que la superficie afectada sea mayor. Además, y como cabía esperar, si a lo anterior añadimos una densidad de población mayor, esto también hará que la superficie quemada sea mayor. El efecto conjunto de ambas variables indica que donde se registren densidades altas de población de personas próximas a la jubilación aumentará la superficie quemada por la acción del fuego.

Por otro lado, los usos agrarios tendrán una incidencia significativa en la reducción del fuego con la presencia de especies equinas y con el uso de tierras destinadas a labranza, lo que lleva a resaltar la importancia de que los bosques estén limpios. Todo lo anterior implica la necesidad de conocer los usos y transformaciones que los individuos llevan a cabo en las zonas de transición entre el monte y los núcleos poblacionales. El hecho de que los equinos reduzcan el riesgo de incendio ya fue estudiado por Rigueiro *et al.* (2002), pero desde un punto de vista biológico del medio forestal. La superficie labrada hace que se produzca una separación entre el monte y las zonas rurales. Estudios como el de Syphard *et al.* (2007) o Collins (2005) trataron la proximidad de las casas al monte para analizar el riesgo de incendio, pero no se incidió en la ventaja que suponía la presencia específica de tierras de labranza alrededor de las casas. Para el caso gallego, se puede constatar que influye positivamente la existencia de tierras de labradío, con lo que, si se sigue perdiendo peso agrícola en esas zonas, se incrementará la afección de incendios.

Dentro de las variables presentadas, la temperatura media de cada zona se comporta según lo esperado, con una relación positiva, lo que implica que a mayor temperatura media, mayor superficie afectada.

Como el número de incendios es una variable de tipo recuento, para profundizar en el estudio de su causalidad se estimó un modelo de regresión de Poisson (MRP) con las variables explicativas anteriores y con la media de los incendios. Este modelo complementa los resultados ofrecidos por la regresión lineal que se presentan en la tabla 3. La especificación del MRP se recoge en la ecuación 3, donde:

$$\text{Número incendios}_{jt} = e^{\left(\begin{aligned} &\beta_0 + \beta_1 \text{distr}1_{jt} + \beta_2 \text{distr}2_{jt} + \beta_3 \text{distr}3_{jt} + \beta_4 \text{distr}4_{jt} + \beta_5 \text{distr}5_{jt} + \\ &+ \beta_6 \text{distr}7_{jt} + \beta_7 \text{distr}8_{jt} + \beta_8 \text{distr}9_{jt} + \beta_9 \text{distr}10_{jt} + \beta_{10} \text{distr}11_{jt} + \\ &+ \beta_{11} \text{distr}12_{jt} + \beta_{12} \text{distr}13_{jt} + \beta_{13} \text{distr}14_{jt} + \beta_{14} \text{distr}15_{jt} + \beta_{15} \text{distr}16_{jt} + \\ &+ \beta_{16} \text{distr}17_{jt} + \beta_{17} \text{distr}18_{jt} + \beta_{18} \text{distr}19_{jt} + \beta_{19} \text{dummyano } 2005_{jt} + \\ &+ \beta_{20} \text{dummyano } 2004_{jt} + \beta_{21} \text{dummyano } 2003_{jt} + \beta_{22} \text{dummyano } 2002_{jt} + \\ &+ \beta_{23} \log \text{orzxunta}_{jt} + \beta_{24} \log \text{tmed}_{jt} + \beta_{25} \log \text{relativoestudosuni}_{jt} + \\ &+ \beta_{26} \log \text{superferraslabradentresup}_{jt} + \beta_{27} \log \text{ugequinosentreug}_{jt} + \\ &+ \beta_{28} \log \text{valorcatastrportit}_{jt} + \beta_{29} \log \text{densidade } 65_{jt} + \varepsilon_{jt} \end{aligned} \right)} \quad (3)$$

Con este modelo se obtienen los resultados presentados en las últimas columnas de la tabla 3, mostrándose comparables con los presentados en el modelo de regresión lineal. Esto se debe a que se mantienen los signos de aquellos coeficientes significativos, lo que hace que los resultados obtenidos anteriormente se vean reafirmados con esta especificación no lineal. Esto es, la importancia de los presupuestos autonómicos en materia de prevención y extinción de incendios reduce el número de siniestros, así como la presencia de universitarios. Por otra parte, cuanto más aumente la población jubilada o se registren valores térmicos más elevados, mayor serán el número de incendios.

Por lo que respecta a los coeficientes calculados por *incidente rate ratio* (IRR) a partir del MRP, estos aparecen en la última columna de la tabla 3. Esos resultados muestran que los distritos se comportan como en el modelo anterior, pues todos tienen efectos positivos y significativos, mientras que con los años tampoco se llega a una conclusión clara.

Por lo que se refiere a las variables que afectan al riesgo endógeno de incendio, los resultados más destacados apuntan que, si se aumenta el apoyo financiero por parte de las Administraciones públicas en un punto, se espera que se reduzca el número de incendios en un 1,46, mientras que si ese aumento se produce en la presencia de jubilados, entonces se espera que la variable dependiente aumente en un 0,99. Por último, si se ve aumentada la variable temperatura en otro punto, se producirá un aumento en el número de siniestros del 5,84; en todos estos casos manteniendo las demás variables *ceteris paribus*.

6. CONCLUSIONES

Este estudio nos permitió acercarnos al análisis de los incendios forestales en Galicia, constatando el papel crucial que desempeñan las variables sociodemográficas y poblacionales gallegas. Por otra parte, también es relevante el papel de las acciones preventivas encaminadas a reducir el impacto de esos incendios.

Con el modelo lineal presentado en este estudio se logra explicar el 46,63% de la variabilidad de los factores que inciden en la superficie quemada en Galicia. La

implicación de esas variables es evidente, por lo que si se quisiera operar sobre esos factores condicionantes de la superficie afectada por los incendios, se deberían controlar más de cerca los usos agrarios y forestales, junto con el incentivo de las políticas preventivas.

Por otra parte, vemos que también sería deseable incidir sobre la estructura poblacional, regenerando la pirámide de población en el mundo rural. Esto podría llevarse a cabo como un objetivo a medio plazo con el diseño de políticas de re-entrada de jóvenes en el mundo rural.

Debemos concluir que, a pesar de la laboriosidad de la colección de datos utilizados, estos resultados que se ofrecen son iniciales; sin embargo, a pesar de ello, presentan conclusiones que esperamos que sean corroboradas en otros estudios futuros que superen algunas de las limitaciones de este análisis. En particular, se espera que modelos que incluyan variables que determinen una propia definición de la cobertura terrestre y fundamentalmente de los cultivos agrarios y de las superficies boscosas nos ayuden a perfeccionar estos resultados.

Los resultados que presentamos en este estudio se pueden comparar directamente con algunas de las conclusiones proporcionadas por Molano *et al.* (2007). De esta manera, se constata que los resultados muestran una incidencia del peso poblacional en edad de jubilación, mientras que dichos autores no localizan una edad determinada para describir a las personas causantes de incendios. Por otro lado, asocian a esas personas con trabajos de baja cualificación –dato que sí parece estar relacionado con los resultados de nuestro estudio–, lo que demuestran la importancia de la variable educacional para reducir incendios forestales. Además del importante papel que desempeñan los factores económicos, sociales y físicos analizados, no podemos olvidar la importancia de la sensibilización social hacia los aspectos ambientales en la ocurrencia y prevención de incendios. Confiamos en que estas y otras conclusiones sean constatadas por estudios futuros y con series más largas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUADO, I.; CHUVIECO, E.; BORÉN R.; NIETO, H. (2007): “Estimation of Dead Fuel Moisture Content from Meteorological Data in Mediterranean Areas. Applications in Fire Danger Assessment”, *International Journal of Wildland Fire*, 16, pp. 390-397.
- AMBROSIO, Y.; PICOS, J.; VALERO, E. (2002): *Condicionantes para los aprovechamientos forestales en Galicia*. Universidade de Vigo. (<http://webs.uvigo.es/jpicos/condicionantes%20para%20parovechamientos%20forestales%20en%20galicia.PDF>).
- BACHELET, D.; LENIHAN, J.M.; DALY, C.; NEILSON, R.P. (2000): “Interactions between Fire, Grazing and Climate Change at Wind Cave National Park”, *Ecological Modelling*, 134, pp. 229-244.
- BADIA, A.; SAURÍ, D.; CERDÁN, R.; LLURDÉS, J.C. (2002): “Causality and Management of Forest Fires in Mediterranean Environments: An Example from Catalonia”, *Environmental Hazards*, 4, pp. 23-32.

- BUTRY, D.T. (2009): "Fighting Fire with Fire: Estimating the Efficacy of Wildfire Mitigation Programs Using Propensity Scores", *Environ Ecol Stat*, 16, pp. 291-319.
- CABRERA, A.D. (1989): "Metodología de estudio de los incendios forestales: el caso de la provincia de Córdoba", *ERIA*, pp. 139-146.
- CARBALLAS, T. (2006): "A rexeneración dos ecosistemas", en F. Díaz-Fierros y P. Baamonde [ed.]: *Os incendios forestais en Galicia*, pp. 189-204. Consello da Cultura Galega.
- CASTEDO DORADO, F.; JUÁREZ, I.; RAMÍREZ, J.; RUÍZ, I.; RODRÍGUEZ, C.; VÉLEZ, L. (2007): "Utilidad del análisis de la estadística de incendios en las estrategias de prevención y extinción. Un caso de estudio", *4th International Wildland Fire Conference*. Sevilla.
- CHENEY, N.P.; GOULD, J.S.; MCCAW, W.L. (2001): "The Dead-Man Zone – A Neglected Area of Firefighter Safety", *Australian Forestry*, 64 (1), pp. 45-50.
- CHUVIECO, E.; AGUADO, I.; YEBRA, M.; NIETO, H.; SALAS, J.; MARTÍNA, M.P.; VILAR, L.; MARTÍNEZ, J.; MARTÍN, S.; IBARRA, P.; DE LA RIVA, J.; BAEZA, J.; RODRÍGUEZ, F.; MOLINA, J.R.; HERRERA, M.A.; ZAMORA, R. (2009): "Development of a Framework for Fire Risk Assessment Using Remote Sensing and Geographic Information System Technologies", *Ecological Modelling*, 221, pp. 46-58.
- COLLINS, T.W. (2005): "Households, Forests, and Fire Hazard Vulnerability in the American West: A Case Study of a California Community", *Environmental Hazards*, 6, pp. 23-37.
- DANS, F. (2006): "Efectos dos lumes sobre as explotacións forestais", en F. Díaz-Fierros y P. Baamonde [ed.]: *Os incendios forestais en Galicia*, pp. 49-57. Consello da Cultura Galega.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2008): *Anuario de estadística forestal 2007*.
- GRANDAS, J.A.; SILVA, R.; BARREDO, H. (2009): "La planificación de la prevención y defensa contra los incendios forestales en Galicia. Los planes de distrito", *XIII World Forestry Congress*. Buenos Aires.
- KING, D.; MACGREGOR, C. (2000): "Using Social Indicators to Measure Community Vulnerability to Natural Hazards", *The Australian Journal of Emergency Management*, 15 (3), pp. 52-57.
- LAVOREL, S.; FLANNIGAN, M.; LAMBIN, E.; SCHOLE, M. (2007): "Vulnerability of Land System to Fire: Interactions among Humans, Climate, the Atmosphere, and Ecosystems", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12 (1), pp. 33-53.
- MAREY, M.F.; RODRÍGUEZ, V.; CRECENTE, R. (2007): "Perfil do propietario forestal individual en Galicia: obxectivos e prácticas de xestión no noroeste da Comunidade", *Revista Galega de Economía*, 16 (1), pp.1-24.
- MARTÍNEZ, A.; CASTILLO, F.; PÉREZ, A.; VACÁRCEL, M.; BLANCO, R. (1999): *Atlas climático de Galicia*. Xunta de Galicia.
- MARTÍNEZ, J.; CHUVIECO, E. (2003): "Tipologías de incidencia y causalidad de incendios forestales basadas en análisis multivariante", *Ecología*, 17, pp. 47-63.
- MARTÍNEZ, J.; VEGA GARCÍA, C.; CHUVIECO, E. (2009): "Human-Caused Wildfire Risk Rating for Prevention Planning in Spain", *Journal of Environmental Management*, 90, pp. 1241-1252.
- MERCER, D.E.; PRESTEMON, J.E. (2005): "Comparing Production Function Models for Wildfire Risk Analysis in the Wildland-Urban Interface", *Forest Policy and Economics*, 7, pp. 782-795

- MOLANO, F.; RODRÍGUEZ, C.; PONTE, J.M. (2007): *Informe sobre investigación de incendios en Galicia. Verano 2006*. Deputación da Coruña.
- NELSON, K.C.; JOHNSON, J.F.; MONROE, M.; BOWERS, A. (2002): "Public Perceptions of Defensible Space and Landscape Values in Minnesota and Florida", en: *Homeowners, Communities, and Wildfire; Science Findings from the National Fire Plan. Proceedings of the Ninth International Symposium on Society and Resource Management*, pp. 55-621. Bloomington, IN/St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station.
- PÉREZ, J.; DELGADO, J.L. (1995): "Análisis del riesgo de incendio forestal en Galicia", *Revista Agricultura y Sociedad*, 77, pp. 109-124.
- PICOS, J. (2006): *Los seguros contra incendios forestales y su aplicación en Galicia*. Instituto de Ciencias del Seguro / Fundación MAPFRE.
- RIGUEIRO, A.; MOSQUERA, M.R. (2005): "Outra política forestal en Galicia", en F. Díaz-Fierros y P. Baamonde [ed.]: *Os incendios forestais en Galicia*, pp. 175-188. Consello da Cultura Galega.
- RIGUEIRO, A.; MOSQUERA, M.R.; LÓPEZ, L.; PASTOR, J.C.; GONZÁLEZ, M.P.; ROMERO, R.; VILLARINO, J.J. (2002): "Reducción del riesgo de incendios forestales mediante el pastoreo del caballo gallego de monte", *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencia Forestal*, 14, pp. 115-118.
- ROGALSKI, J. (1999): "Decision Making and Management of Dynamic Risk", *Cognition, Technology & Work*, 1 (4), pp. 247-256.
- ROMERO CALCERRADA, R.; BARRIO PARRA, F.; MILLINGTON, J.D.A.; NOVILLO, C.J. (2010): "Spatial Modelling of Socioeconomic Data to Understand Patterns of Human-Caused Wildfire Ignition Risk in the SW of Madrid (Central Spain)", *Ecological Modelling*, 221, pp. 34-45.
- SEAKS, T.G.; LAYSON, S.K. (1983): "Box-Cox Estimation with Standard Econometric Problems", *Review of Economics and Statistics*, 65, pp. 160-164.
- SINEIRO, F. (2006): "As causas estruturais dos incendios forestais en Galicia", en F. Díaz-Fierros y P. Baamonde [ed.]: *Os incendios forestais en Galicia*, pp. 77-92. Consello da Cultura Galega.
- SYPHARD, A.D.; RADELOFF, V.C.; KEELEY, J.E.; HAWBAKER, T.J.; CLAYTON, M.K.; STEWART, S. I.; HAMMER, R. B. (2007): "Human Influence on California Fire Regimes", *Ecological Applications*, 17, pp. 1388-1402.
- VILAR, L.; MARTÍN, M.P.; MARTÍNEZ, J. (2008): "Empleo de técnicas de regresión logística para la obtención de modelos de riesgo humano de incendio forestal a escala regional", *Boletín de la AGE*, 47 pp. 5-29.