

ESTUDO DA INCIDENCIA DOS INCENDIOS EN GALICIA: UNHA PERSPECTIVA SOCIOECONÓMICA

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

*Universidade de Santiago de Compostela / **Universidade de Vigo

Recibido: 1 de xuño de 2011

Aceptado: 14 de xullo de 2011

Resumo: Moitos traballos relacionan a acción do lume coas aptitudes físicas ou meteorolóxicas da zona, pero non inciden naqueles condicionantes de tipo socioeconómico que afectan á ocorrencia de incendios. A raíz deste oco na literatura, este traballo analiza o impacto de variables socioeconómicas que afectan á propagación dos incendios como son, por exemplo, a estrutura poboacional ou os usos agrícolas e gandeiros. Para isto, emprégase unha regresión lineal a partir de datos municipais, corrixindo os erros estándar dos coeficientes pola heteroxeneidade de cada municipio en Galicia, xunto cunha regresión Poisson. Entre os resultados obtidos máis relevantes destaca a importancia do papel da densidade poboacional, xunto cos diferentes usos agrarios e gandeiros da terra, así como a importancia da efectividade da organización xeográfica das medidas contra os lumes forestais, así como as dotacións económicas destinadas aos servizos preventivos.

Palabras clave: Causalidade / 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.

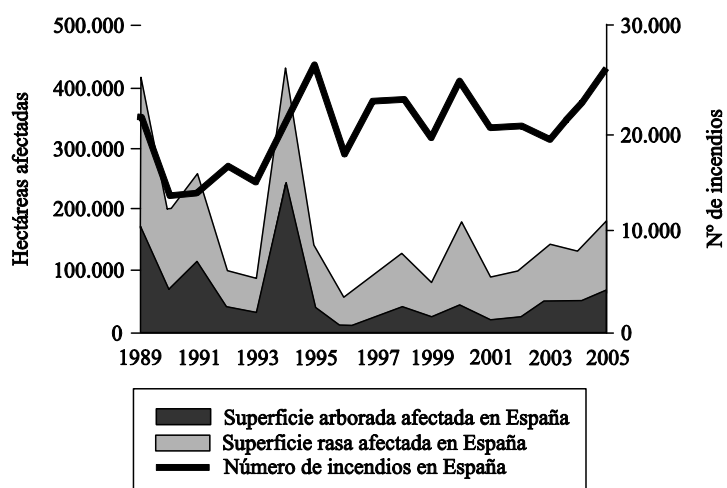
1. INTRODUCCIÓN

No territorio español a superficie forestal abarcaba no ano 2007 un total de 2.037.414 hectáreas, das cales un 63,31% era superficie arborada, mentres que o resto eran pastos e devesas (Ministerio de Medio Ambiente e Medio Rural e Marino, 2008). Esa superficie presenta importantes problemas de xestión, sendo os incendios forestais un dos problemas máis graves e recorrentes durante as últimas décadas. Polo que respecta á ocorrencia dos incendios, como se pode observar na gráfica 1, a cantidade media de lumes en España mostra tendencias alcistas entre mediados dos anos oitenta e principios dos noventa, para estabilizarse posteriormente. Por outra parte, a superficie afectada presenta variacións acentuadas positi-

¹ Jesús Barreal e María Loureiro agradecen as suxestións dos membros do tribunal de avaliación da tese do Master de Organización Industrial e Mercados Financeiros defendida no ano 2010. Así mesmo, os autores agradecen o financiamento do proxecto de Euroinvestigación BIODIVERSA-FIREMAN, *Gestión de incendios para el mantenimiento de la biodiversidad* (2008/PE052).

vamente en determinados períodos, malia que a tendencia no conxunto é claramente descendente. Isto pode observarse máis polo miúdo na gráfica 1, na que se mostra que a superficie afectada diminuíu pero non o número de incendios, sendo máis castigadas as zonas desarboradas cás superficies arbóreas.

Gráfica 1.- Número e superficie dos incendios en España (1989-2005)



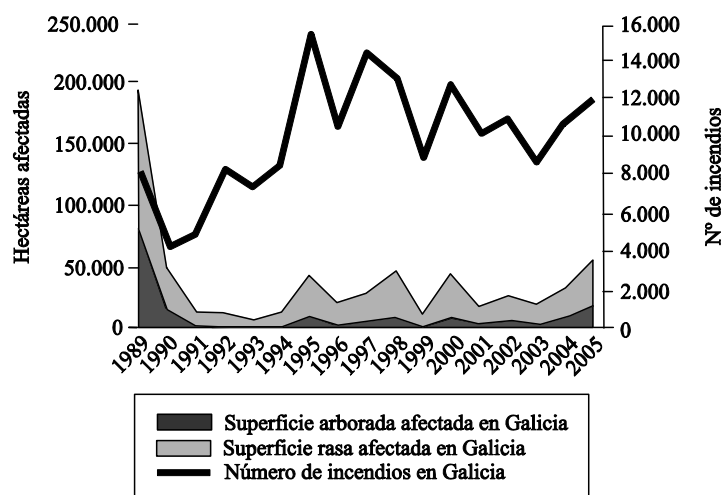
FONTES: Instituto Nacional de Estadística (INE) e Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

Polo que respecta á superficie, Galicia representa o 5,86% da superficie total de España. Dentro do seu territorio, os bosques, que ocupan un 64%, caracterízanse por presentar unha gran variedade forestal, entre as que predominan distintos tipos de eucalipto e piñeiros. Con estes datos faise un especial fincapé na importancia que teñen os bosques tanto para a riqueza económica como para a ambiental.

Para entender a evolución dos lumes forestais na nosa Comunidade, na gráfica 2 pode verse que a superficie afectada se mantén estable na década dos anos noventa, rompéndose a tendencia no ano 2003 e rexistrándose desde ese momento un crecemento paulatino. A superficie afectada polos incendios caracterízase por presentar un descenso co paso dos anos, afectando máis ás zonas non arboradas que a aquelas onde existe vexetación arbórea, dato que se ve influenciado pola orientación dos efectivos contraincendios de protexer máis as zonas arboradas que as rasas. En relación co número de lumes, preséntase unha primeira etapa de incremento continuado ata o ano 1995, a partir do cal o número de sinistros redúcese paulatinamente entre fortes oscilacións. Esta redución verá a súa fin no ano 2003, ano no que comeza outra fase de crecemento. Na gráfica 3 pódese ver que, dentro dos in-

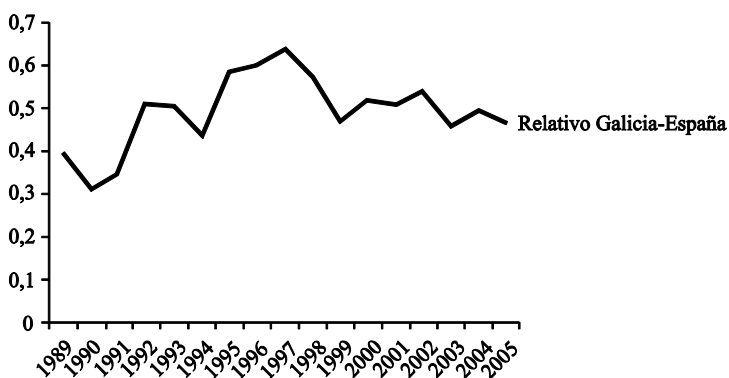
cendios totais de España, o peso medio de Galicia no período 1989-2005 é do 40%, chegando nalgúns anos a superar o 60%.

Gráfica 2.- Número e superficie dos incendios en Galicia (1989-2005)



FONTES: Instituto Galego de Estatística (IGE) e Consellería do Medio Rural.

Gráfica 3.- Incendios de Galicia en relación co total de España (1989-2005)



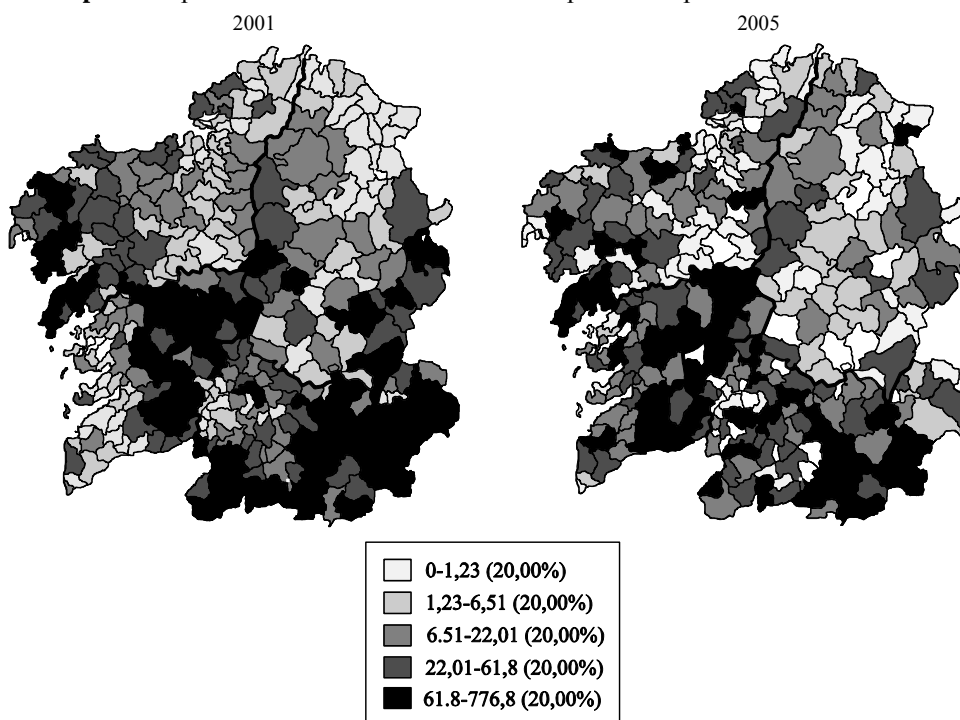
FONTES: IGE e Consellería do Medio Rural.

De descompoñermos por provincias o número de incendios, as provincias do sur de Galicia son as que máis incendios sofren –Ourense e Pontevedra–, seguidas a moita distancia polas do norte –A Coruña e Lugo–. Como é lóxico, non todas as comarcas se viron afectadas da mesma forma; por exemplo, o número de sinistros

na mariña lucense é moi reducido en contraposición cos do Salnés ou cos de Caldas².

Como mostran estes datos, o comportamento dos incendios en cada municipio galego é moi distinto (mapa 1). Así, por exemplo, en zonas cun alto índice de impacto, os valores de superficie afectada poden ser relativamente baixos, como nos casos de Vilagarcía de Arousa (Pontevedra) no ano 2001 ou de Petín (Ourense) no 2005; pero tamén poden observarse municipios que experimentan o fenómeno oposto e que, estando en zonas de poucos incendios, poden chegar a recoller valores elevados de superficie afectada, como poden ser os casos de Neda (A Coruña) no ano 2001 ou de Trabada (Lugo) no ano 2005.

Mapa 1.- Superficie forestal afectada en Galicia por municipio nos anos 2001 e 2005



FONTE: IGE.

Co visto ata o momento pode identificarse que a ocorrencia de incendios é bastante dispar a través dos municipios. Por isto, e dada a existencia de datos a nivel municipal, este estudo delimitará a área de análise ao ámbito municipal, por ser estes os primeiros que crean mecanismos para evitar que os lumes se propaguen. Para

² Para ter unha información máis detallada pode consultarse Consello Económico e Social de Galicia (2005), onde, desagregando os distritos forestais, se pode ver que estas zonas son as que menos e máis incendios sofren, respectivamente.

entender os incendios en Galicia hai que comprender o impacto de moitas variables socioeconómicas.

Polo que respecta ás causas que rodean a ocorrencia dos lumes, cómpre sinalar que estas son moi diversas. Segundo as forzas e corpos do Estado³, os incendios poden clasificarse en *inevitables* –propiciados sempre pola caída de raios– e *evitables* –que, á súa vez, poden dividirse en intencionados, negligentes ou descoñecidos–. As estatísticas presentadas por Molano *et al.* (2007) salientan que os incendios intencionados son os máis representativos, aínda que non se chegue a identificar as súas causas⁴; os incendios causados por negligencias ou por accidentes e aqueloutros que se deben a causas descoñecidas teñen unha representación relativamente baixa, pois cada unha delas representa preto do 7%; e por último, as causas evitables non chegan a representar o punto porcentual.

De acordo coa táboa 1, poden distinguirse diversas causas ou motivacións tanto para os incendios intencionados como para os negligentes. Para os primeiros, as causas poden deberse a motivacións económicas, á rexeneración de pastos ou a conflitos veciñais, aínda que a causa máis representativa –e identificable– é a queima extensiva de restos forestais, pasteiros ou matogueira⁵. Pola súa parte, as negligencias proceden das queimas de residuos agroforestais, das reproducións de incendios ou por chispas de diversas procedencias, non constatándose a predominancia dunha causa en concreto⁶.

Táboa 1.- Procedencia dos incendios evitables en Galicia segundo a súa intencionalidade

INTENCIONADOS	IMPRUDENCIAS OU NEGLIXENCIAS	CAUSAS DESCOÑECIDAS
Motivacións económicas:	Queima de residuos agrícolas ou forestais	
- Modificación de uso do solo	Reproducións de incendios	
- Intereses do sector madeireiro	Lanzamentos pirotécnicos	
- Relativos á extinción dos propios incendios	Consumo de tabaco	
Limpeza de montes ou zonas agrícolas	Chispas de motores e maquinarias	
Escorrenar animais salvaxes	Liñas do ferrocarril	
Rexeneración de pastos	Liñas eléctricas	
Conflitos cinxéticos	Queima de lixos	
Vinganzas e rifas entre veciños ou conflitos de índole administrativa		
Inadaptacións sociais		
Patoloxías psiquiátricas (pirómanos)		

FONTE: Elaboración propia.

³ Segundo Pérez e Delgado (1995), en dous terzos dos partes de incendios que cobren os axentes, os incendios están mal clasificados, xa que adoitan cualificar moitos incendios como intencionados ou descoñecidos cando, en realidade, hai motivacións específicas tanto por intención como por negligencias ou descoidos.

⁴ Dependendo da fonte, e en relación cos incendios intencionados, nunha porcentaxe de entre un 35% e un 45% non se coñece a motivación pola que se produciron.

⁵ Nalgúns anos representa preto do 70% dos incendios intencionados identificables.

⁶ Aínda que en determinados anos os incendios por reprodución adoitan ter unha incidencia significativa.

Por isto, para comprender mellor esta causalidade múltiple debemos estudar en profundidade os condicionantes que contribúen a que se produzan os incendios. Neste sentido, cómpre destacar que a inmensa maioría dos propietarios forestais son privados (98%), deixándolles unha escasa participación ás entidades públicas (2%). Na propiedade privada distínguese entre propiedade particular e monte veciñal (Marey *et al.*, 2007). Estes últimos predominan en Ourense e en Pontevedra, caracterizándose por ter unha organización centrada nunha xunta xestora que se encarga de xestionar as terras, así como da súa limpeza. En xeral, desas accións soe ocuparse xente de avanzada idade⁷, o que dificulta os labores organizativos ou as dinámicas de uso dos montes (Rigueiro e Mosquera, 2006). Aínda así, o 67% do mapa forestal galego está xestionado por empresas ou por asociacións privadas, que en moitos casos son propietarios e noutros posúen contratos coa propiedade para a súa administración (Dans, 2006). Isto débese a que os propietarios lles transmiten a xestión do terreo a terceiras partes, transferíndolles aos novos xestores os labores preventivos de silvicultura ou de planificación de infraestruturas.

Ante o exposto, tamén cómpre ter en conta as características dos habitantes do rural galego, que actualmente presenta unha poboación avellentada, moi dispersa xeograficamente e que emprega recursos agrícolas e gandeiros como sustento. Esta situación social vese agravada pola progresiva perda experimentada polo sector agrario na economía galega (Sineiro, 2006), provocando un abandono paulatino na limpeza do monte e do aproveitamento forestal que se destinaba a recursos produtivos agropecuarios⁸.

Polo que respecta aos autores dos incendios, estes soen ser con frecuencia españois sen antecedentes penais, que actúan a soas e en lugares próximos á súa residencia (Molano *et al.*, 2007). A época cunha maior presenza de lumes é, segundo Picos (2006), a primavera e o verán, pero dentro dese período détéctase⁹ un intervalo de dúas semanas nas que os incendios son avultadamente maiores ca no resto do ano.

Un factor externo, pero condicionante, do nivel destrutivo dos incendios é a meteoroloxía, debido a que é un dos principais axentes que inflúe na produción forestal (Ambrosio *et al.*, 2002), posto que crea combustible vexetal de fácil ignición nos períodos estivais; así mesmo, tamén condiciona o desenvolvemento dos incendios propiciando unha difícil extinción ante determinados niveis meteorolóxicos¹⁰. Dado que en Galicia predominan diferentes microclimas (mapa 2), o fenómeno climático provocará que as probabilidades de risco de incendio dependan da zona á

⁷ Debido ao nivel de avellentamento dos veciños que compoñen a comuna.

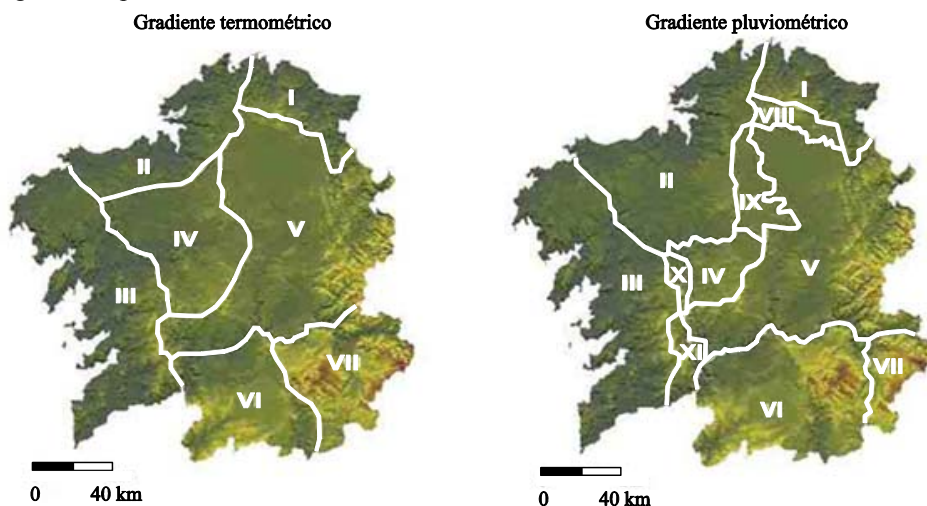
⁸ Algúns exemplos destas prácticas son a redución do uso de matogueira para a elaboración de esterco, a recollida de madeira caída para utilizar nas cociñas dos fogares ou a limpeza de camiños para o paso do gando.

⁹ Segundo Molano *et al.* (2007), soen producirse nos meses de agosto e setembro.

¹⁰ A meteoroloxía, unida a unha zona cunhas determinadas características xeográficas, condiciona a operatividade dos medios de extinción ao poder poñer en risco a vida das cuadrillas (Cheney *et al.*, 2001).

que pertenza, o que, á súa vez, condicionará as políticas de prevención e de extinción dos lumes forestais.

Mapa 2.- Sectores de comportamento homoxéneo do gradiente termométrico e do gradiente pluviométrico



FONTE: Martínez *et al.* (1999).

As políticas forestais levadas a cabo pola Administración autonómica tamén son factores que cómpre ter en conta dentro desta casuística. Esta iníciase coa aprobación do Plan Forestal de Galicia e do Plan de Prevención de Incendios Forestais de Galicia (INFOGA). Este plan tiña como obxectivos principais a implantación de campañas sobre educación ambiental, unhas medidas legais que regularan as queimas e que estableceran sancións administrativas, a mellora das infraestruturas defensivas e unha ordenación do combustible (Carballas, 2006). A posta en práctica destas medidas tivo como consecuencia unha redución dos incendios, así como do seu dano¹¹. Porén, na elaboración destes plans de prevención non se teñen comunmente en conta factores de tipo socioeconómico (Grandas *et al.*, 2009), factores nos que se centrará este texto.

Por isto, o obxectivo primordial deste traballo radica en coñecer cales son os factores que determinan a superficie afectada polos incendios forestais dos municipios galegos. Como moitos organismos fan unha análise desde o punto de vista climatolóxico, biolóxico ou delituoso, neste estudo buscarase a análise dos condicionantes socioeconómicos que mostren a incidencia da sociedade nos incendios. Para isto, estimarase un modelo no que se teñan en conta variables socioeconómicas e climáticas coas que se extraerán unha serie de conclusións. Espérase que esas

¹¹ Ver na gráfica 2 os primeiros anos noventa.

conclusións poidan contribuír a facer unhas recomendacións orientadoras das políticas forestais, tendo como principais obxectivos lograr unha redución dos lumes e minimizar o dano causado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A toma de decisións nun contexto ambiental caracterízase pola presenza de factores de risco dinámico, polo que este pode analizarse en contextos de incerteza (Rogalski, 1999), o que leva a localizar dous factores: un que é totalmente incerto, e outro no que –mediante accións orientadas– é posible facerlles fronte ás eventuais consecuencias. Desta maneira, o risco dinámico nun contexto forestal está moi ligado ás variables socioeconómicas e ás consecuencias que estas teñen na afectación dos incendios ao monte. Así, cómpre coñecer os factores que contribúen a ese risco dinámico, co obxecto de orientar políticas preventivas encamiñadas a reducir os factores do dito risco. Para iso, debe elaborarse un modelo simple, estruturado e fácil de estandarizar, que permita utilizar sen esforzo datos actualizados (King e MacGregor, 2000). Esta descrición encaixa adecuadamente no contexto que se trata de analizar a continuación, dado que, aínda que estes modelos de risco dinámico foron deseñados principalmente para catástrofes en xeral, poden aplicarse aos incendios forestais de forma concreta, por tratarse de episodios que poden causar situacións dunha grande emerxencia.

Os enfoques utilizados ata o momento para analizar a ocorrencia de incendios son diversos e moi variados. Algúns estudos céntranse en comprobar por que unhas zonas se ven máis afectadas ca outras, para o que relacionan diversos factores daquelas (Lavorel *et al.*, 2005); outros estudos analizan os lumes desde un punto de vista puramente descritivo (Badia *et al.*, 2002) ou con aproximacións estatísticas (Castedo Dorado *et al.*, 2007).

O emprego de técnicas propias dos “*sistemas de información xeográfica*” (SIX) tamén é común, utilizándose modelos de probabilidade de risco e variables relacionadas coa contorna forestal. Esas aplicacións difiren na metodoloxía, pois uns estudos apóianse en modelos que empregan a regresión loxística (Vilar *et al.*, 2008; Chuvieco *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2009), e outros utilizan índices de risco (Cabrera, 1989) ou modelos espaciais con variables independentes (Romero Calcerrada, 2010).

Dentro da liña de estudos máis relacionada co presente, existen análises que tratan de explicar a probabilidade de ocorrencia de incendio nunha zona mediante o uso de variables humanas (Butry, 2009), mentres que outras se centran nas variables meteorolóxicas (Aguado *et al.*, 2007). Para este tipo de traballos adoitan empregarse regresións lineais estimadas polo método de mínimos cadrados ordinarios, aínda que os incendios tamén poden ser analizados utilizando métodos multivariantes nos que se poden aplicar dúas análises –a clúster ou a discriminante– (Martínez e Chuvieco, 2003).

Con este artigo pretendemos ampliar as consideracións de Pérez e Delgado (1995) con datos actuais. Para iso, seguindo a análise de Martínez *et al.* (2009), destacamos que o patrón de comportamento agrario é un dos factores socioeconómicos que definen en maior medida o risco de incendio. Por outra parte, seguiremos a Bustry (2009) para considerar a heteroxeneidade espacial, incluíndo os distritos forestais no modelo.

En resumo, esperamos proporcionar un modelo econométrico sinxelo que axude a predicir o impacto en superficie e o número de incendios a través de variables socioeconómicas como as anteriormente mencionadas, ás que se lles unirán os investimentos públicos en programas de prevención e extinción de incendios, así como a ordenación dos medios, xunto con outros factores externos e climatolóxicos como, por exemplo, as temperaturas medias das zonas afectadas.

3. METODOLOXÍA

Para analizar a relación causal dos incendios en Galicia emprégase como modelo base unha regresión lineal estimada polo método de mínimos cadrados ordinario (MCO), controlando os erros estándares dos coeficientes mediante a heteroxeneidade de cada municipio. Para iso, dispoñemos de datos de todos os municipios galegos, sendo a variable dependente o número de km² incendiados por demarcación territorial; como variables independentes inclúiranse datos das situacións agroforestais, climatolóxicos, de ordenación do territorio, poboacionais ou do gasto orzamentario anual que lle supón á Xunta de Galicia dotar de recursos o plan de prevención e defensa contra incendios. O modelo por estimar seguirá a seguinte expresión:

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

onde $X_1, \dots, X_n$ representan unha serie de factores socioeconómicos e climáticos que se describirán con posterioridade.

En primeiro lugar, e co fin de seleccionar a forma funcional que cómpre estimar (Seack e Layson, 1983), empregamos o test Box-Cox. Deste modo, intentamos lograr un maior axuste do modelo para os efectos da realidade actual nos lumes forestais.

Dentro das premisas de partida teranse en conta unha serie de hipóteses que relacionan a superficie queimada coas variables independentes. Este é o caso da meteoroloxía, que se considera un factor influente porque condiciona, entre outros, a capacidade de xerar biomasa nos montes; ademais, determina as condicións de humidade nas que se atopa a maleza morta (Aguado *et al.*, 2007). Isto é, se un ano hai unha determinada casuística climática que propicia o nacemento abundante de restrollo, implicará que no período estival existirá moito material combustible que

podería arder, polo que, se se produce un incendio, este será máis difícil de sufocar. Así mesmo, se o material morto do monte alcanza uns determinados niveis de sequidade pode carrexar un gran perigo de ignición no bosque, así como arduas tarefas de extinción para neutralizalo.

Tamén faremos referencia á densidade de poboación municipal, dado que nalgúns estudos como, por exemplo, o de Mercer e Prestemon (2005), se resalta a relación positiva entre ese factor e a superficie afectada. Outras variables demográficas que cómpre ter en conta refírense tanto á estrutura poboacional como ao nivel de estudos, que son variables que condicionarán a cantidade de superficie afectada (Molano *et al.*, 2007). É dicir, ante unha maior concentración de poboación de avanzada idade, será máis difícil actuar con rapidez ante imprevistos co lume; e, a maiores, espérase que a educación da poboación incida na consecución de menores índices de superficie queimada debido a unha maior concienciación polo medio e a unha mellor selección de prácticas agrícolas e de xestión do lume.

As explotacións agrícolas tamén son un factor que hai que ter en conta porque modifican a contorna para proporcionarlles aos animais alimento e leitos de material agroforestal. Ademais, cómpre ter presente que certos animais se soltan no monte para pastar, polo que a súa presenza favorece que se retiren malezas e que se limpe o solo forestal (Bachelet *et al.*, 2000). Así mesmo, a superficie da que dispoñen as explotacións para labrar as terras actúa como zona preventiva (Nelson *et al.*, 2002), posto que a separación que producen estas terras entre as explotacións e as superficies forestais evita que os posibles incendios se propaguen, favorecendo tamén que poidan ser sufocados polos propietarios sen necesidade de que interveñan os axentes contraincendios.

A evolución temporal do estudo rexistrárase nunha variable ficticia que recolleirá os anos aos que pertencen os datos, co obxecto de comprobar se existe unha tendencia na afectación de carácter cíclico na superficie queimada.

Por último, cómpre sinalar que a xestión das Administracións tamén pode influír na dinámica incendiaria. Por isto, espérase que os investimentos en labores de extinción e prevención de incendios influan de forma negativa na superficie afectada, é dicir, canto máis gasto se destine a eses labores, menor se espera que sexa a superficie afectada. En consonancia co anterior, será relevante non supoñer unha efectividade homoxénea das políticas de prevención e de extinción de incendios. Esta heteroxeneidade reflíctese nas variables que indican os distintos distritos forestais aos que pertence cada un dos municipios.

4. DATOS

O horizonte temporal deste estudo é o período 2001-2005 –sendo os únicos existentes a nivel municipal no momento de redacción deste estudo–, e a unidade espacial é o termo municipal. A obtención de datos desagregados a nivel municipal

entraña unha gran dificultade, polo que a dispoñibilidade de datos en moitos casos foi moi reducida, motivo polo cal diversas variables tiveron que ser transformadas con anterioridade para poder ser introducidas no modelo. Tamén se unificou como unidade de medida de superficie o km^2 , adaptándose todas as variables a unha mesma unidade métrica.

As variables poden clasificarse en seis grandes grupos, tal e como se mostra na táboa 2, na que se recollen variables poboacionais, meteorolóxicas, orzamentarias, agroforestais, territoriais, relativas a incendios, ademais das ficticias. Como moitas das variables dalgúns grupos presentaban unha alta correlación entre si, calculouse o factor de inflación de varianza –*variance inflation factor* (VIF)– para analizar a multicolinealidade das variables elixidas, obtendo un valor de 2,65 para o conxunto, mentres que individualmente non mostraban valores altos. Este valor constata que non existen problemas de multicolinealidade no modelo.

Táboa 2.- Variables: definición e estatísticas básicas

VARIABLE	DEFINICIÓN	FONTE	MEDIA	DV	MÍN	MAX
POBOACIONAIS						
Estudos universitarios	O logaritmo da suma dos anteriores colectivos	EP	-2,98	0,51	-4,49	-1,46
INSTITUCIONAIS						
log orzxunta	O logaritmo da relación entre o gasto orzamentario do Goberno autonómico no plan contraincendios e a superficie forestal dos concellos	XG	10,30	1,68	6,19	17,52
METEOROLÓXICAS						
log tmed	O logaritmo da media anual da temperatura media de cada mes	MG	2,88	0,05	2,78	2,99
AGROFORESTAIS						
log superferraslalabradentresup	O logaritmo da proporción que representan as terras de labradío en relación coa superficie do municipio	EP	1,74	0,91	-0,98	3,89
log ugequinosentreug	O logaritmo da proporción de unidades gandeiras que representan os equinos con respecto ao total	EP	-3,44	1,35	-6,81	0,00
TERRITORIAIS						
log densidad65	O logaritmo do número de persoas maiores de 65 anos que habitan en cada municipio por km^2	IGE	4,03	1,20	1,16	8,78
log valorcatastrportit	O logaritmo do valor catastral en euros das parcelas rústicas entre o número de titulares rústicos	EP	6,65	0,63	5,19	7,88
INCENDIO						
incendio	O número de incendios ao ano	IGE	32,95	34,52	0,00	342,00
km2afect	A superficie afectada en km^2	IGE	0,99	2,10	0,00	29,36
log km2afect	O logaritmo da superficie afectada en km^2 en cada municipio	EP	-1,48	2,04	-9,21	3,38
DUMMY						
distr1	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 1	CMR	0,06	0,24	0,00	1,00
distr2	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 2	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
distr3	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 3	CMR	0,07	0,25	0,00	1,00
distr4	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 4	CMR	0,04	0,20	0,00	1,00

Táboa 2.- Variables: definición e estatísticas básicas

VARIABLE	DEFINICIÓN	FONTE	MEDIA	DV	MIN	MAX
<i>DUMMY</i>						
<i>distr5</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 5	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr7</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 7	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr8</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 8	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr9</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 9	CMR	0,06	0,23	0,00	1,00
<i>distr10</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 10	CMR	0,04	0,20	0,00	1,00
<i>distr11</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 11	CMR	0,06	0,24	0,00	1,00
<i>distr12</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 12	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
<i>distr13</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 13	CMR	0,05	0,23	0,00	1,00
<i>distr14</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 14	CMR	0,04	0,19	0,00	1,00
<i>distr15</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 15	CMR	0,05	0,22	0,00	1,00
<i>distr16</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 16	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr17</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 17	CMR	0,03	0,17	0,00	1,00
<i>distr18</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 18	CMR	0,05	0,22	0,00	1,00
<i>distr19</i>	Representan os municipios que pertencen ao distrito forestal 19	CMR	0,09	0,28	0,00	1,00
<i>dummyano2002</i>	Representa o ano 2002	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2003</i>	Representa o ano 2003	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2004</i>	Representa o ano 2004	EP	0,20	0,40	0,00	1,00
<i>dummyano2005</i>	Representa o ano 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.						

FONTE: Elaboración propia.

Para a transformación dos datos establecéronse varios criterios. O primeiro criterio considerou que se seguiría a distribución do ano anterior naqueles anos nos que non se dispuxera de datos para determinados concellos ou para todos eles. Este é o caso dos niveis educativos, xa que se dispoñía de datos dun só padrón, polo que se extrapolaron a todo o período e, posteriormente, se agruparon aqueles niveis educativos superiores nunha soa variable. Un caso semellante sucede cos gastos orzamentarios utilizados para a extinción dos lumes.

O segundo criterio afectou exclusivamente ás variables climáticas. Como non se dispoñía de estacións meteorolóxicas en cada municipio e por ser un factor difícil

de homoxeneizar, optouse por distribuír os valores en función dos sectores de comportamento homoxéneo do gradiente termométrico. Unha vez determinadas as áreas climáticas de Galicia, localizáronse as estacións de cada área, calculouse a media dos datos que presentaba cada unha delas e, por último, desagregouse homoxeneamente o dato de cada área entre os municipios pertencentes a ela.

Para obter os datos de índole poboacional acudiuse ao Instituto Galego de Estatística (IGE), extraendo a densidade de poboación e creándose, ademais, unha variable que reflectise a proporción de poboación maior de 65 anos con respecto á superficie municipal.

No caso das variables educacionais estableceuse, de entre os distintos indicadores, que a relación de persoas con estudos universitarios¹² sobre o total sería a variable que considerar.

Para reflectir o que se gastaba en plans de prevención e de extinción de incendios¹³, así como para coñecer a ordenación dos distritos forestais, obtívose información da Administración autonómica. Para identificar eses distritos creouse unha variable dicotómica identificativa, suprimindo do modelo a variable que identificaba o distrito 6, xa que esta zona é unha das que menos incendios rexistra e na que máis recursos económicos se aproveitan do monte.

Para obter información meteorolóxica consultouse con Meteogalicia, establecéndose como variable referente a temperatura media rexistrada en cada zona.

Os datos relativos á variable sobre os quilómetros afectados polos incendios obtivéronse do IGE, utilizando como variable dependente a agregación da superficie rasa e arborada afectada en km². Por outra parte, calculáronse os incendios en función da poboación presente, isto é, o número de incendios dividiuse entre a poboación.

Por último, nas variables de tipo agropecuario, seleccionouse a porcentaxe de unidades gandeiras equinas sobre o total. Estes datos proceden de animais censados pola Administración e non recollen as cabezas de gando que poidan estar dispersas polo monte sen identificación do seu propietario. Así mesmo, os comportamentos agrarios da zona recóllense mediante a proporción de superficie destinada a labores de labranza sobre a superficie municipal.

Para estimar o modelo que presentamos deseguido empregouse o programa estatístico Stata 10.1.

5. RESULTADOS OBTIDOS

A forma funcional seleccionada para explicar a incidencia da superficie queimada en Galicia é a seguinte:

¹² As variables que o conforman é a suma das persoas que lograron acabar con éxito os estudos de diplomatura, licenciatura ou doutoramento, estendéndose a agregación a aqueles títulos análogos aos anteriores.

¹³ Ante a ausencia de datos para o ano 2001, utilizáronse os do ano 2002.

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

onde as variables empregadas aparecen descritas na táboa 2, e sendo j o termo municipal ao que pertence a observación, e t o período de tempo ao que fai referencia.

Os resultados obtidos desa estimación aparecen representados na táboa 3, logrando unha capacidade predictiva do 46,65% dos casos. Por outra parte, e con respecto á significatividade conxunta dos parámetros do modelo, poderá rexeitarse a hipótese nula de que os parámetros estimados son iguais a cero. Isto ponse de manifesto co test de significatividade F, que ten un valor estatístico de 31,89, moi superior a calquera valor crítico de uso frecuente. Individualmente, tamén case todos os parámetros estimados son significativos ao rexeitarse neses casos a hipótese nula, coa salvidade do parámetro asociado á variable que representa a porcentaxe de persoas con estudos universitarios no total de cada municipio.

Táboa 3.- Resultados empíricos do 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.
distr1	1,781051 (0,445844)	0,000	0,928769 (0,223181)	0,000	1,140068 (0,238434)	0,000	3,500614 (1,401073)
distr2	2,527996 (0,379440)	0,000	1,600760 (0,168234)	0,000	1,561116 (0,183341)	0,000	3,857012 (1,418386)
distr3	2,762659 (0,405806)	0,000	1,833677 (0,208249)	0,000	1,738649 (0,217743)	0,000	4,547888 (1,697069)
distr4	3,195622 (0,394287)	0,000	2,006335 (0,228835)	0,000	2,078125 (0,230341)	0,000	7,924058 (3,007718)
distr5	2,661155 (0,410397)	0,000	1,674700 (0,247099)	0,000	1,793264 (0,246610)	0,000	6,182651 (2,425924)
distr7	2,943283 (0,415367)	0,000	1,389705 (0,185574)	0,000	1,113386 (0,198807)	0,000	7,714343 (2,987801)
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)

Táboa 3 (continuación).- Resultados empíricos do 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.
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 relativoestudosuni	-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 ugequinosentreug	-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 observacións	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 o erro estándar asociado á estimación. (1): Incidence Rate Ratio (IRR).

FONTE: Elaboración propia.

Como xa mencionamos, co fin de determinar a forma funcional correcta do modelo levouse a cabo un test Box-Cox, obtendo un valor de 2.609,71, mentres que a chi-cadrado de valor crítico (cun nivel de significación do 10% e para 30 graos de liberdade) é de 40,26. Este dato apoia a selección dun modelo no que a variable dependente debe expresarse en forma logarítmica.

Dentro do papel que desenvolven as variables socioeconómicas na superficie queimada por municipio, destaca a importancia da xestión da Administración autonómica nos plans de prevención e de extinción de incendios. Isto é, o investimento que a Administración realice nos plans determinará en certa medida que se reduza a superficie afectada, pero sen esquecer que a organización das áreas de actuación tamén son determinantes á hora de valorar a eficacia dos plans.

Por outra parte, entre as variables poboacionais cómpre sinalar que a presenza dunha poboación máis avellentada implica que a superficie afectada sexa maior. Ademais, e como cabía esperar, se ao anterior lle engadimos unha densidade de poboación maior, isto tamén fará que a superficie queimada sexa maior. O efecto conxunto de ambas as dúas variables indica que onde se rexistren densidades altas de poboación de persoas próximas á xubilación aumentará a superficie queimada pola acción do lume.

Por outro lado, os usos agrarios terán unha incidencia significativa na redución do lume coa presenza de especies equinas e co uso de terras destinadas á labranza, o que leva a resaltar a importancia de que os bosques estean limpos. Todo o anterior implica a necesidade de coñecer os usos e as transformacións que os individuos levan a cabo nas zonas de transición entre o monte e os núcleos poboacionais. O feito de que os equinos reduzan o risco de incendio xa foi estudado por Rigueiro *et al.* (2002), pero desde un punto de vista biolóxico do medio forestal. A superficie labrada fai que se produza unha separación entre o monte e as zonas rurais. Estudos como os de Syphard *et al.* (2007) ou Collins (2005) trataron a proximidade das casas ao monte para analizar o risco de incendio, pero non se incidiu na vantaxe que supoñía a presenza específica de terras de labranza ao redor das casas. Para o caso galego, pode constatarase que inflúe positivamente a existencia de terras de labradío, co que, se se segue perdendo peso agrícola nesas zonas, se incrementará a afección de incendios.

Dentro das variables presentadas, a temperatura media de cada zona compórtase segundo o esperado, cunha relación positiva, o que implica que a maior temperatura media, maior superficie afectada.

Como o número de incendios é unha variable de tipo recuento, para profundizar no estudo da súa causalidade estimouse un modelo de regresión de Poisson (MRP) coas variables explicativas anteriores e coa media dos incendios. Este modelo complementa os resultados ofrecidos pola regresión lineal que se presentan na táboa 3. A especificación do MRP recóllese na ecuación 3, onde:

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

Con este modelo obtéñense os resultados presentados nas últimas columnas da táboa 3, mostrándose comparables cos presentados no modelo de regresión lineal. Isto débese a que se manteñen os signos daqueles coeficientes significativos, o que fai que os resultados obtidos anteriormente se vexan reafirmados con esta especificación non lineal. Isto é, a importancia dos orzamentos autonómicos en materia de prevención e de extinción de incendios reduce o número de sinistros, así como a presenza de universitarios. Por outra parte, canto máis aumente a poboación xubilada ou se rexistren valores térmicos máis elevados, maior será o número de incendios.

Polo que respecta aos coeficientes calculados polo *incidente rate ratio* (IRR) a partir do MRP, estes aparecen na última columna da táboa 3. Eses resultados mostran que os distritos se comportan como no modelo anterior, pois todos teñen efectos positivos e significativos, mentres que cos anos tampouco se chega a unha conclusión clara.

Polo que se refire ás variables que afectan ao risco endógeno de incendio, os resultados máis destacados apuntan que, se se aumenta o apoio financeiro por parte das Administracións públicas nun punto, se espera que se reduza o número de incendios nun 0,99, mentres que se ese aumento se produce na presenza de xubilados, daquela se espera que a variable dependente aumente nun 1,46. Por último, se se ve aumentada a variable temperatura noutro punto, producirase un aumento no número de sinistros do 5,84; en todos estes casos mantendo as demais variables *ceteris paribus*.

6. CONCLUSIÓN

Este estudo permitiunos achegarnos á análise dos incendios forestais en Galicia, constatando o papel crucial que desenvolven as variables sociodemográficas e poboacionais galegas. Por outra parte, tamén é relevante o papel das accións preventivas encamiñadas a reducir o impacto deses lumes.

Co modelo lineal presentado neste estudo lógrase explicar o 46,65% da variabilidade dos factores que inciden na superficie queimada en Galicia. A implicación

desas variables é evidente, polo que se se quixera operar sobre eses factores condicionantes da superficie afectada polos incendios, deberían controlarse máis de cerca os usos agrarios e forestais, xunto co incentivo das políticas preventivas.

Por outra parte, vemos que tamén sería desexable incidir sobre a estrutura poboacional, rexenerando a pirámide de poboación no mundo rural. Isto podería levarse a cabo como un obxectivo no medio prazo co deseño de políticas de re-entrada de mozos no mundo rural.

Debemos concluír que, malia a laboriosidade da colección de datos utilizados, estes resultados que se ofrecen son iniciais; porén, malia iso, presentan conclusións que esperamos que sexan corroboradas noutros estudos futuros que superen algunhas das limitacións desta análise. En particular, espérase que modelos que inclúan variables que determinen unha propia definición da cobertura terrestre e fundamentalmente dos cultivos agrarios e das superficies boscosas nos axuden a perfeccionar estes resultados.

Os resultados que achegamos neste estudo poden compararse directamente con algunhas das conclusións proporcionadas por Molano *et al.* (2007). Desta maneira, conséntase que os resultados mostran unha incidencia do peso poboacional en idade de xubilación, mentres que os ditos autores non localizan unha idade determinada para describir as persoas causantes dos incendios. Por outro lado, asocian esas persoas con traballos de baixa cualificación –dato que si parece estar relacionado cos resultados do noso estudo–, o que demostra a importancia da variable educacional para reducir incendios forestais. Ademais do importante papel que desenvolven os factores económicos, sociais e físicos analizados, non podemos esquecer a importancia da sensibilización social cara aos aspectos ambientais na ocorrencia e prevención de incendios. Confiamos en que estas e outras conclusións sexan constataadas por estudos futuros e con series temporais máis longas.

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 e 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 e P. Baamonde [ed.]: *Os incendios forestais en Galicia*, pp. 49-57. Consello da Cultura Galega.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE E MEDIO RURAL E MARIÑO (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.; SCHOLES, 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.; VACÁRCCEL, 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. 55-62l. 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 e 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 e 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.