

ESTIMACIÓN DOS CUSTOS DAS OPERACIÓNS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTAIS: ESTUDO DE CASO NO DISTRITO FORESTAL DA LIMIA

MARÍA CRISTINA VÁZQUEZ VÁZQUEZ* / MARÍA LUÍSA CHAS AMIL* / JULIA MARÍA TOUZA**1

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

RECIBIDO: 16 de maio de 2012 / ACEPTADO: 20 de decembro de 2012

Resumo: Os incendios forestais producidos en Galicia, na meirande parte dos casos intencionadamente, arrasaron miles de hectáreas de superficie forestal cada ano. Neste traballo realizamos un estudo descritivo dos incendios rexistrados durante o período 1999-2008 no Distrito XV-A Limia, así como unha estimación económica dos custos derivados das operacións de extinción. Para isto empregamos os datos de incendio dos 6.383 incendios forestais ocorridos neste distrito, e deseñamos dous escenarios de valoración para a estimación do valor dos medios humanos e materiais empregados nos lumes do distrito. As nosas estimacións amosan un custo anual medio de extinción por hectárea de superficie forestal que varía entre os 5,3 euros e os 6,4 euros.

Palabras clave: Incendios forestais / Operacións de extinción / Custos de extinción.

Estimation of Fire Suppression Costs: A Case Study for a Limia Forest District

Abstract: In Galicia, wildfires destroy thousands of hectares of forest each year, and most of them are set intentionally. This paper develops a descriptive study of the fires during the period 1999-2008 in the District XV-A Limia, and estimates the economic costs of extinction operations. Data is derived from wildfire reports corresponding to the 6.383 fires that occurred in this district during the studied period. Two assessment scenarios were designed to estimate the value of human and materials resources to fight against fires. Our estimates show an average annual cost of extinction per hectare of forest land ranging between € 5.3 and € 6.4.

Keywords: Forest fires / Fire-suppression activities / Costs of fire-suppression.

1. INTRODUCCIÓN

Os incendios forestais constitúen un problema grave en Galicia tanto polo seu número como pola superficie danada. Segundo os datos do MARM (2011), no período 1989-2010 producíronse no territorio español un total de 397.712 incendios, dos cales preto da metade se rexistraron en Galicia. Desde o ano 1989, a me-

1 María Cristina Vázquez Vázquez e María Luísa Chas Amil agradecen as suxestións dos membros do tribunal de avaliación do traballo de fin de máster de Organización Industrial e Mercados Financieiros defendido no ano 2011. Así mesmo, agradecemos o financiamento do proxecto da Xunta de Galicia (09SEC011201PR). O noso recoñecemento tamén para o persoal do Distrito XV-A Limia, en especial a Raquel Vázquez, xefa do Distrito, e ao axente forestal José Antonio Quintas, por toda a información facilitada e pola atención prestada. Por suposto, os resultados e conclusións expostos son unicamente responsabilidade das autoras.

dia de incendios anuais supera os 8.000, sendo os anos máis críticos 1995 e 1997 cuns 15.000. Obsérvase unha evolución diferente en relación coa superficie queimada, posto que os anos de maior afectación do período (1989 e 2006) non son os que rexistran o maior número de incendios. No ano 1989 arderon 198.998 ha, e desde esta data obsérvase unha tendencia decrecente no número de hectáreas queimadas coa excepción do ano 2006, no que os ecosistemas forestais foron gravemente danados polo lume (96.000 ha).

Balsa (2012) fai unha análise detallada dos incendios no ano 2006 en comparación coa situación normalizada do período 2001-2005, onde se ve que o impacto no territorio desta problemática é desigual (Chas Amil, Touza e Prestemon, 2010; Prestemon *et al.*, 2012). Así, Ourense é a provincia onde se rexistran un maior número de incendios, cunha porcentaxe media do 34% do total fronte ao 29% de Pontevedra, o 23% da Coruña e o 14% de Lugo dos incendios ocorridos no período 1989-2010.

Os incendios forestais causan severos impactos na paisaxe, na biodiversidade, na calidade das augas, nas actividades de lecer, no turismo ou na explotación madeireira e supoñen, ademais, un risco elevado sobre as propiedades e as vidas dos individuos (Mercer *et al.*, 2005). Por isto actualmente destínanse grandes cantidades de diñeiro aos labores de extinción de incendios.

Porén, existe un problema na planificación das medidas e dos orzamentos dedicados á extinción derivado da irregularidade e variabilidade dos incendios, o que dificulta e mesmo imposibilita unha asignación orzamentaria permanente, coa conseguinte flutuación dos fondos dispoñibles para este fin (Rodríguez y Silva, 2009). Isto fai que as Administracións, naquelas ocasións excepcionais nas que se produce unha maior incidencia de incendios, elaboren unha contabilidade adicional que permita compensar os gastos imprevistos en forma de gastos extraordinarios.

O maior problema na determinación actual dos orzamentos dedicados á extinción radica en que as decisións son tomadas sen avaliar a eficiencia económica dos programas de extinción, e sen establecer unha relación dos custos de extinción co valor dos recursos forestais e coa súa posterior depreciación tras os incendios (Rodríguez y Silva, 2009).

Por outra banda, é preciso salientar que no Estado español a política de loita contra incendios forestais establece que todos os incendios deben atacarse e ser controlados. Isto significa que todos os recursos dispoñibles para a loita contra incendios serán empregados, de ser preciso, para minimizar os danos, independentemente do custo asociado (Vélez, 2009).

No caso de Galicia, as partidas orzamentadas nos últimos anos para a prevención e defensa contra incendios forestais supoñen un elevado importe do orzamento total dispoñible da Xunta de Galicia (o 57% dos orzamentos da Dirección Xeral de Montes e o 1% da Administración Xeral da Xunta de Galicia)².

² <<http://www.conselleriadefacenda.es/web/portal/orzamentos-xerais-2008#e15>>.

Se analizamos as cifras no período 2002-2012, vemos que o orzamento destinado á prevención e defensa contra incendios forestais de Galicia foi de aproximadamente 950 millóns de euros, cunha media de 86 millóns de euros anuais. As cifras aumentaron no período 2002-2007, resultando especialmente significativo o aumento experimentado a partir do episodio incendiario do ano 2006, no que os orzamentos case se duplicaron. De feito, no ano 2007 xorde unha partida extraordinaria de prevención e extinción de incendios e de rexeneración forestal que só conta con orzamento nese ano. Desde o ano 2008 os orzamentos diminúen cunha media anual do 5%.

Existe unha crecente literatura sobre a análise dos custos de extinción de incendios forestais, fundamentalmente en Estados Unidos, orientada a analizar a eficiencia económica no desenvolvemento das políticas e programas de loita contra incendios (Bellinger, Kaiser e Harrison, 1983; Mills e Bratten, 1988; Steele e Stier, 1998; Donovan e Rideout, 2003; Mercer *et al.*, 2007).

Outro tema de interese é determinar os factores que inflúen nos custos de extinción para realizar predicións de gastos como o número de incendios, a extensión queimada e a intensidade do lume (Gebert e Schuster, 1999; Gebert, Calkin e Yoder, 2007); as variables climáticas (Prestemon, Abt e Gebert, 2008; Abt, Prestemon e Gebert, 2009); a vexetación existente e as características topográficas (Preisler *et al.*, 2011); a interface urbano-forestal (Donovan, Noordijk e Radeloff, 2004; Gebert, Calkin e Yoder, 2007; Liang *et al.*, 2008); o réxime de propiedade da terra (Liang *et al.*, 2008); o uso de instrumentos xeoespaciais (Hesseln, Amacher e Deskins, 2010); ou a presión política e a cobertura mediática (Donovan, Prestemon e Gebert, 2010).

Porén, non existen en España estudos sobre a asignación eficiente de recursos de extinción ante diferentes tamaños de incendios, ou sobre a análise dos factores que inflúen nas decisións de loita contra o lume. A falta de información detallada sobre os custos de extinción empregados dificulta a modelización dos factores claves que determinan a eficiencia económica das operacións de extinción en canto á asignación e despregamento dos medios materiais e humanos de loita contra o lume. Así, as bases de datos de incendios recollen unicamente o número de recursos usados nas categorías de persoal, unidades aéreas ou terrestres, pero non incorporan información sobre os custos ou os tempos de uso deses recursos na extinción³.

Nesta liña cómpre destacar no caso español o traballo de Rodríguez y Silva e González Cabán (2010) no que presentan un prototipo do modelo SINAMI (Siste-

3 O tempo de actuación dos medios nas operacións de extinción recolleuse nos últimos anos nunha aplicación referida no PLADIGA (Xunta de Galicia, 2011), XeoCode (Xestión de Lumes en Distritos). Trátase dunha aplicación informática cliente/servidor baseada nun Sistema de Información Xeográfica (SIX) que permite a xestión de alarmas e lumes en tempo real a nivel de distrito (Dorrego e Álvarez, 2009). A imposibilidade de acceder a estes datos que, aínda que son moi recentes, permitirían ter unha referencia fiable das horas de actuación dos medios, fai que sexa necesario establecer hipóteses sobre os tempos empregados que permitan o cálculo aproximado dos custos materiais e humanos das operacións de extinción.

ma Nacional para el Manejo de Incendios Forestales) para a provincia de Huelva que determinaría o programa de medidas de extinción e o nivel de orzamento máis eficientes para a loita contra os lumes nas épocas de maior risco. Con todo, destacan que a súa aplicación xeneralizada resulta complicada, posto que require moita información non dispoñible aínda para o caso español. Pola súa parte, Campos, Oviedo e Caparrós (2005) propoñen un sistema de contas para analizar a contribución do gasto público na mitigación do lume nos valores ambientais e comerciais do *Parque Natural de los Alcornocales* (Andalucía).

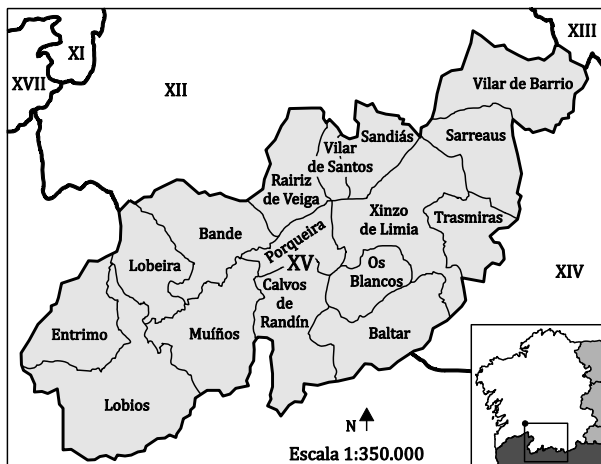
O obxectivo deste traballo é estimar os custos das operacións de extinción a través dun estudo de caso: o Distrito Forestal XV-A Limia, situado no sur da provincia de Ourense. Para isto realízase unha valoración económica dos medios materiais e humanos presentes en cada un dos incendios forestais ocorridos durante o período 1999-2008 coa finalidade de obter unha aproximación aos custos do funcionamento operacional da extinción.

Este artigo estrutúrase como segue. En primeiro lugar, preséntanse os materiais e a metodoloxía empregados para a realización da avaliación económica. En segundo lugar, realízase unha análise descritiva dos incendios forestais que tiveron lugar durante o período 1999-2008 polo que respecta ao número de incendios e ás hectáreas queimadas para, posteriormente, analizar os medios de extinción empregados e estimar os custos de extinción por hectárea queimada. Finalmente, presentamos as principais conclusións da investigación.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA OBXECTO DE ESTUDO

Mapa 1.- Localización do Distrito Forestal XV-A Limia e municipios que o conforman



FONTE: Elaboración propia.

O Distrito Forestal XV-A Limia, como se pode ver no mapa 1 da páxina anterior, está constituído polas comarcas da Limia e da Baixa Limia, e comprende 16 municipios. Segundo o Terceiro Inventario Forestal, conta cunha superficie de 133.147 ha, das cales aproximadamente o 73% teñen uso forestal (46% superficie arborada e 54% rasa), seguido do uso agrícola (23%). O réxime de propiedade da superficie forestal neste distrito é similar á do resto de Galicia, cun peso moi importante da propiedade privada (98%) no que destaca a maior participación da propiedade comunal, acadando o 52% do terreo forestal no distrito fronte ao 33% de media do total galego.

2.2. MATERIAIS

Para levar a cabo este traballo empregáronse os partes de incendios forestais do Distrito XV-A Limia, proporcionados pola Consellería do Medio Rural da Xunta de Galicia, correspondentes aos 6.383 incendios ocorridos desde o 1 de xaneiro de 1999 ata o 31 de decembro de 2008. Os partes de incendios forestais rexistran información sobre todos os incendios que tiveron lugar, incluíndo os datos xerais do incendio e do monte afectado. Para este estudo só se analizaron os apartados de superficie afectada, tempos, causas, tipo de ataque, medios e técnicas de extinción.

Para o proceso de valoración económica empregamos información relativa aos medios que interviñeron na extinción, diferenciando entre persoal terrestre ou doutro tipo, medios terrestres e medios aéreos participantes nas operacións de extinción. Para a asignación de valores económicos, utilizouse a táboa de custos horarios dos medios de extinción no ano 2010 (euros/hora) proporcionada pola Consellería de Medio Rural da Xunta de Galicia. Con base na opinión experta dos técnicos do Distrito XV decidíronse as correspondencias da táboa de custos horarios cos medios recollidos nos partes de incendios (táboa 1). Cómpre destacar que, ao dispor tan só dos custos horarios da Consellería de Medio Rural, este traballo non ten en conta os custos da participación nas tarefas de extinción doutras Administracións (bombeiros, exército, garda civil e policía), do voluntariado organizado ou doutro persoal civil.

Táboa 1.- Custos horarios dos gastos de extinción, 2010

Parte de incendio forestal	Táboa de custos horarios	Prezo unitario (euros/hora)
Técnico	Técnico incluído vehículo e EPI	28,84
Axente	Axente forestal incluído vehículo e EPI	24,72
Combatentes	Brigada de extinción (capataz + peón condutor + 3 peóns) incluído vehículo e EPI	91,40
Motobombas	Motobomba incluído condutor	29,98
Bulldózer	Bulldózer incluído maquinista	67,80
Tractores	Cisterna tractor agrícola incluído condutor	42,00

Táboa 1 (continuación).- Custos horarios dos gastos de extinción, 2010

Parte de incendio forestal	Táboa de custos horarios	Prezo unitario (euros/hora)
Avións anfibios	Foca	4.208,61
Avións de carga en terra	Avión Drómader	855,55
Helicópteros de extinción	Helicóptero Sokol	1.096,88
Helicóptero para o transporte de brigadas	Helicóptero Sokol	1.096,88
Aeronaves de coordinación	Helicóptero B3 de coordinación	1.585,26

NOTA: EPI (Equipos de protección individual: mono, casco, botas e luvas).

FONTE: Elaboración propia con base na táboa de custos horarios dos gastos de extinción da Consellería do Medio Rural da Xunta de Galicia e nas entrevistas mantidas cos técnicos do Distrito Forestal XV-A Limia.

2.3. MÉTODOS

O cálculo do custo unitario por incendio precisa do coñecemento do tempo de traballo de cada un dos medios. Para a estimación dos tempos de actuación do persoal e dos medios aéreos ou terrestres utilizouse a información dos partes de incendio, onde se rexistra a data e a hora de detección, de control e de extinción do incendio. Ademais, os partes recollen a hora na que se produce a chegada dos primeiros medios terrestres e aéreos, así como a chegada da primeira brigada helitransportada. A partir desta información pódese facer un cálculo do tempo de resposta dos medios desde que se rexistra o inicio do incendio ata a chegada daqueles ao lugar do lume. Así mesmo, pódese calcular a duración total do incendio (desde que se inicia ata que queda completamente extinguido) e o tempo no que puido ser controlado pola actuación dos medios (desde que se rexistra a chegada dos primeiros medios ata que foi controlado).

Non obstante, sería incorrecto considerar toda esta franxa horaria como tempo global de actuación de cada un dos medios, porque poderíamos incorrer nunha sobrevaloración dos custos, aínda considerando que estes se xeran desde que se mobilizan os medios. Por este motivo é preciso establecer escenarios para estimar os custos das operacións de extinción, que foron elaborados baseándonos nos protocolos de actuación dos medios na extinción recollidos no PLADIGA 2011 (Plan de extinción de lumes de nivel 0 e lumes de nivel 1 e 2) e nas entrevistas con técnicos do Distrito XV.

De acordo co anteriormente sinalado, propoñemos dous escenarios de valoración de custos (táboa 2) que nos permiten analizar os resultados dentro dun rango de valores:

- O escenario 1 establécese baixo supostos conservadores (mínimos) sobre o tempo de actuación dos medios terrestres e aéreos.
- O escenario 2 baséase nas hipóteses do escenario 1, pero con supostos sobre o tempo de actuación dos medios menos conservadores, polo que se correspondería cos custos máximos.

Escenario 1

- *Suposto 1.* Para o cálculo das horas de actuación dos medios terrestres (técnicos, axentes forestais, combatentes, motobombas, bulldózer e tractores) tómase a franxa horaria que vai desde que se produce a chegada dos medios terrestres ata que o incendio queda totalmente extinguido, do seguinte xeito: o 80% do tempo calculado para os lumes cunha duración igual ou inferior ás doce horas, e o 50% do tempo calculado para os lumes cunha duración superior ás doce horas. Estas porcentaxes baséanse en dúas premisas. En primeiro lugar, unha vez que se ten coñecemento dun lume no *Centro de Coordinación de Distrito*, sempre se mobiliza, como mínimo, unha unidade de intervención operativa de terra, co cal resulta lóxico pensar que cando menos estes medios actuarán durante máis da metade da duración do incendio. No caso de que o incendio dure máis de doce horas reláxase a hipótese, xa que os medios non poden actuar máis de doce horas sen descanso. E en segundo lugar, segundo os técnicos do distrito, a experiencia indica que son os medios terrestres os que adoitan estar máis ao pé do lume, de aí que se considere a finalización do incendio como o último tramo horario de actuación dos medios.
- *Suposto 2.* Para o cálculo das horas de actuación dos medios aéreos (avións anfibios, avións de carga en terra, helicópteros de extinción, helicópteros para o transporte de brigadas e aeronaves de coordinación) tómase a franxa horaria que vai desde que se produce a chegada dos medios aéreos ata que o incendio é controlado. Compútase tan só o 50% do tempo calculado para todos os incendios con intervención destes medios, con independencia da súa duración total, cun máximo de seis horas de actuación por incendio. Esta porcentaxe baséase no feito de que os medios aéreos se mobilizan, na maior parte dos casos, dependendo do comportamento inicial do lume e da súa previsible evolución, e sempre despois de haber, como mínimo, unha unidade de intervención operativa de terra que é mobilizada unha vez que se ten coñecemento do lume.
Ademais, no caso dos helicópteros, á limitación de non poder voar máis de seis horas ao día hai que engadirlle o feito de que cada dúas horas de actuación teñen que parar un tempo aproximado de corenta minutos (máis o tempo que tarden en chegar desde o lugar do incendio á base máis próxima para recargar), e que soamente poden actuar desde as 9:00 horas ata a posta do sol, con independencia de que o incendio finalizara ou non.

Escenario 2

- *Suposto 1.* Os medios terrestres actúan o 80% do tempo que transcorre desde que se produce a súa chegada ao incendio ata que queda totalmente extinguido, con independencia da duración do lume.
- *Suposto 2.* Os medios aéreos actúan o 75% do tempo que transcorre desde que se produce a súa chegada ao incendio ata que é controlado, cun máximo de seis horas de actuación por lume.

Táboa 2.- Escenarios para a estimación dos custos das operacións de extinción

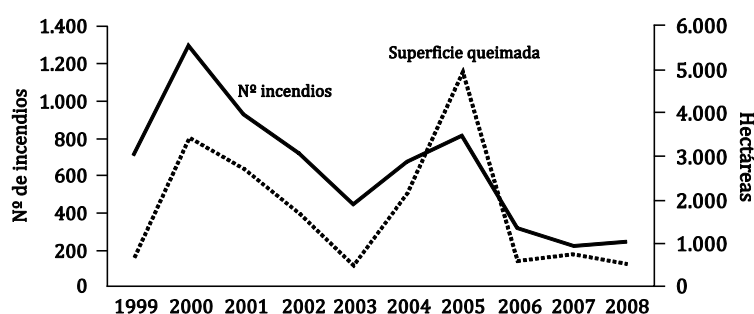
	Medios terrestres		Medios aéreos
	Incendio >12 h	Incendio ≤12 h	
Escenario 1	50% (Finalización-chegada)	80% (Finalización-chegada)	50% (Control-chegada) Máximo seis horas
Escenario 2	80% (Finalización-chegada)		75% (Control-chegada) Máximo seis horas

FONTE: Elaboración propia.

3. RESULTADOS

3.1. NÚMERO DE INCENDIOS E SUPERFICIE QUEIMADA

Da análise dos partes dos incendios do distrito durante o período 1999-2008, observamos unha tendencia decrecente no número de incendios (gráfica 1), sendo o ano 2000 o máis crítico con 1.297 incendios, que supoñen o 25% dos rexistrados na provincia de Ourense nese ano. No resto do período as cifras mantivéronse por baixo dos 1.000 incendios anuais. No período estudado víronse afectadas 18.300 ha de superficie forestal, correspondendo máis do 70% a superficie rasa e o resto a superficie arborada. Con respecto ao ano 2006, con case 96.000 ha queimadas no conxunto de Galicia, no Distrito XV só se viron afectadas 631 ha (0,65% do total), das que tan só 75 ha eran de superficie arborada. Por concellos, Muíños presenta o maior número de incendios co 22% do total do distrito, seguido de Calvos de Randín cun 10% e Baltar cun 9%; os concellos menos afectados son Vilar de Santos e Sarreaus, ambos os dous con só o 1% do total.

Gráfica 1.- Número de incendios e superficie forestal queimada. Distrito XV, 1999-2008

FONTE: Elaboración propia.

No caso deste distrito, máis da metade dos incendios do período foron detectados por vixilantes fixos; o 31% a través de avisos ao 112 e a chamadas de

particulares, mentres que unha porcentaxe moi baixa foi detectada por aeronaves e vixilantes móbiles. Polo que respecta ao lugar de inicio do incendio, máis do 50% iníciáanse en pistas forestais e en sendas, representando un 73% se se considera tamén nesta categoría a opción “outros lugares do monte”. A meirande parte destes incendios (54%) teñen lugar en días laborables vésperas de festivos, e nun 94,2% dos casos trátase de incendios intencionados, mentres que os accidentes e as negligencias supoñen tan só o 2%. Aínda que no 40% dos incendios intencionados non se recolle motivación ningunha, os partes indican que o 27% están motivados por actividades levadas a cabo por agricultores para eliminar matogueiras, e o 17% ás accións dos gandeiros co fin de rexenerar pasto para o gando.

3.2. MEDIOS E TEMPOS DE EXTINCIÓN DOS INCENDIOS

No período analizado a meirande parte do transporte de persoal terrestre efectuouse mediante vehículos terrestres, unha media anual de 632 vehículos empregados fronte a 45 helicópteros. A distancia media que tiveron que percorrer a pé as brigadas transportadas para efectuar os labores de extinción foi de aproximadamente 253 metros, sen diferenciarse se o transporte previo foi efectuado en vehículos terrestres ou en helicópteros. Polo que respecta ao persoal terrestre que participou no operativo de extinción, os combatentes son o colectivo máis numeroso en todo o período de estudo, cunha media anual de 5.157 combatentes, seguido dunha media anual de 602 axentes forestais e de 63 técnicos. Despois do persoal do distrito pertencente aos medios de terra, é o voluntariado organizado e outro persoal civil o que ten maior presenza durante a extinción, por riba dos bombeiros profesionais ou da garda civil e da policía.

Os medios pesados configuran o resto de medios terrestres do operativo de extinción, sendo as motobombas o único medio empregado na maioría de incendios, mentres que bulldózer, tractores agrícolas e outros medios pesados actúan só en casos nos que a evolución do incendio converte en insuficientes os medios mobilizados inicialmente. Finalmente, os medios aéreos son moito menos empregados que os terrestres, o que é consistente cos altos custos de contratación, adquisición e operatividade (Mérida *et al.*, 2004). Considerando os avións anfibios e as aeronaves de coordinación, cuxas actuacións están dirixidas polo *Centro de Coordinación Central*, e os avións de carga en terra e os helicópteros dirixidos polo *Centro de Coordinación Provincial*, son estes últimos os máis empregados en cada un dos anos estudados.

Na meirande parte dos incendios a técnica de extinción levada a cabo é a de ataque directo fronte á alternativa do ataque indirecto. No ataque directo trátase de acabar coas fronteiras do lume que sexan máis activas (mediante auga e/ou retardantes), mentres que no ataque indirecto os medios de extinción tratan de adiantarse ao avance do lume. Dentro deste ataque indirecto a técnica máis empregada con diferenza é a do contraincendios, aínda que en ocasións se emprega conxuntamente coa apertura de liñas de defensa.

A duración media dos incendios, entendida como o tempo que transcorre entre que se inicia e se extingue totalmente (finalización), mantense relativamente constante ao longo do período analizado, oscilando ao redor das dúas horas (agás nos anos 2000 e 2001, nos que se superan de media as 2,5 h). No tocante ao tempo medio no que se consegue controlar os lumes, é bastante irregular ao longo do período, oscilando entre 45 minutos e 1,5 h. Outro dato importante é o tempo de resposta dos medios desde a confirmación do incendio ata a súa chegada ata o lume. Dado que os medios terrestres soen ser os primeiros en mobilizarse, o tempo que transcorre entre o inicio do incendio e a chegada a este é inferior ao tempo que tardan en facelo os medios aéreos, oscilando entre 12 e 60 minutos fronte ao rango de entre 36 e 71 minutos dos medios aéreos.

3.3. ESTIMACIÓN DOS CUSTOS DAS OPERACIÓNS DE EXTINCIÓN

A táboa 3 presenta a estimación dos custos anuais dos medios terrestres e aéreos. Segundo os supostos do escenario 1, a maior contribución no conxunto do período dos custos derivados das operacións de extinción dos medios terrestres correspóndese cos salarios dos combatentes (65%). Seguidamente destaca o custo derivado do emprego de motobombas, cunha porcentaxe do 16,5%. O 12,5% corresponde aos salarios dos axentes forestais e o 4,4% aos dos técnicos. Finalmente, os custos derivados do traballo de bulldózers e tractores é moi reducido no conxunto do período (1,3%).

Se analizamos as partidas que compoñen os custos das actuacións dos medios aéreos durante a extinción, observamos que os avións anfibios supoñen o 60% dos custos totais dos medios aéreos. Aínda que é relevante destacar que durante os dez anos do período estudado se empreguen moitos máis avións de carga en terra que avións anfibios, o custo superior destes últimos fai que pese máis a súa actuación á hora de computar gastos (o custo por hora dun avión anfibio, neste caso dun Foca, quintuplica o custo do Drómader, o avión de carga en terra considerado para esta análise). A utilización dos helicópteros de carga en terra supón un 26,1% dos custos, e o resto da porcentaxe repártese de forma homoxénea entre os helicópteros de extinción e de transporte de brigadas (5,2 e 3,6%, respectivamente) e as aeronaves de coordinación (5,1%).

Os custos anuais medios e o seu erro estándar (ES) para o período de estudo das operacións terrestres é de 243.977 ± 71.972 (ES) euros, e para as operacións aéreas é de 191.364 ± 50.267 (ES) euros. Os custos dos medios terrestres non están correlacionados cos custos dos medios aéreos, polo que naqueles anos onde se gasta máis en operacións terrestres non se detectan maiores gastos en operacións aéreas (Spearman $R = 0,33$ p -valor $> 0,10$). Baixo os supostos do escenario 2, obtemos uns valores medios anuais superiores dos custos das operacións de extinción de 250.892 ± 79.938 (ES) euros e de 354.478 ± 102.339 (ES) euros para os medios terrestres e aéreos, respectivamente, xa que tamén se supuxo unha maior porcentaxe para o cálculo das horas de actividade dos medios (táboa 3).

Táboa 3.- Estimación do custo das operacións de extinción de incendios no Distrito XV (en euros)

Anos	Escenario 1		Escenario 2	
	Medios terrestres	Medios aéreos	Medios terrestres	Medios aéreos
1999	105.921	45.272	106.575	67.908
2000	750.559	475.345	796.997	667.362
2001	133.565	867.440	143.692	1.058.234
2002	88.511	151.923	92.370	180.744
2003	62.022	165.561	65.557	237.342
2004	267.708	277.314	297.753	366.072
2005	524.333	454.855	576.681	597.846
2006	131.887	100.229	133.102	140.454
2007	80.459	105.823	84.526	152.947
2008	294.807	50.582	294.807	75.872
TOTAL	2.439.773	2.694.343	2.592.060	3.544.781

FONTE: Elaboración propia.

A táboa 4 presenta o custo unitario dos medios terrestres e aéreos por hectárea de superficie forestal afectada no distrito. Os resultados amosan que os anos de maior número de incendios non son necesariamente os que rexistran os maiores custos de extinción. Os custos de extinción por hectárea e o número de incendios non están correlacionados (Spearman $R = -0,30$ p -valor $> 0,10$) De feito, no ano 2008 prodúcese tan só 250 incendios, pero os custos de extinción por hectárea forestal queimada son os máis elevados do período analizado. Os custos medios de extinción por hectárea de superficie forestal queimada foron durante o período analizado de 318 ± 42 (ES) euros para o escenario 1 e de 375 ± 48 (ES) euros para o escenario 2.

Táboa 4.- Custos anuais aproximados das operacións de extinción por superficie forestal queimada no Distrito XV (en euros/ha)

Anos	Escenario 1	Escenario 2
1999	241,61	247,67
2000	353,06	421,73
2001	365,79	439,22
2002	140,98	160,14
2003	421,82	561,41
2004	250,38	304,96
2005	196,64	235,87
2006	367,85	433,52
2007	238,47	304,00
2008	602,11	646,20

FONTE: Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN E CONCLUSIÓNS

O elevado número de lumes e a superficie forestal queimada converten os incendios forestais nun dos problemas ambientais máis graves aos que se vén enfrontando Galicia desde hai décadas.

Neste traballo empregamos os partes dos 6.383 incendios forestais ocorridos entre os anos 1999 e 2008 no Distrito Forestal XV-A Limia, localizado no sur da provincia de Ourense, un dos máis castigados polos incendios forestais durante o período analizado, para facer unha análise dos lumes rexistrados tanto desde o punto de vista descritivo como desde o punto de vista dos custos humanos e materiais asociados ás operacións de extinción.

A análise descritiva permítenos afirmar que aproximadamente o 20% do elevado número de incendios que se producen na provincia rexístranse no Distrito XV, supoñendo unha perda de superficie forestal total de 18.300 ha durante o decenio estudado. Estes incendios, na súa maioría detectados por vixilantes fixos e iniciados nas inmediacións de pistas forestais, sendas ou estradas, teñen a particularidade de que en máis do 94% dos casos foron intencionados, sinalándose como principal motivación a actuación de agricultores e gandeiros (Chas Amil, Touza e Prestemon, 2010). Confírmase nesta zona, pois, unha cultura que emprega o lume como instrumento para manexar o monte (Molano, Rodríguez e Ponte, 2007). Esta importancia das motivacións relacionadas coas actividades agrogandeiras pode entenderse con base nas raíces históricas das prácticas agrarias e do manexo do monte (Balboa, 1990).

Neste traballo deseñáronse dous escenarios, baseados en hipóteses distintas, que permitiron achegarnos aos custos reais dos medios humanos e materiais do Distrito XV participantes nas operacións directas de extinción dos incendios acaecidos durante o período considerado. O custo anual medio de extinción por hectárea de superficie forestal do distrito oscilou entre os 5,3 e os 6,4 euros por hectárea.

Se tomamos estes custos directos dedicados aos medios de extinción de incendios do Distrito XV como representativos de toda Galicia, podemos calcular a porcentaxe que representan con respecto ás partidas orzamentarias totais dedicadas á prevención e extinción de incendios. Así, a nivel estatal Rodríguez y Silva (2007) afirma que o orzamento dispoñible para a extinción de incendios para o período 2002-2006 por hectárea forestal sitúase en 19,2 euros/ha, oscilando para as distintas comunidades autónomas entre os 10 e os 25 euros/ha.

Isto é consistente cos datos de Galicia se tomamos como base as partidas orzamentarias da Xunta de Galicia do período 2002-2008 destinadas á prevención e defensa contra incendios forestais. Baseándonos nestas partidas orzamentarias, o investimento anual por hectárea forestal foi de 39 euros/ha para o mencionado período. Asumindo, como sinala Rodríguez y Silva (2007), que as partidas xerais relativas unicamente á extinción representan o 60% do orzamento total, entón o orzamento dispoñible para a extinción en Galicia foi de 23,33 euros/ha. Dados os nosos resultados, poderíase daquela afirmar que os custos directos de extinción

supoñen só entre un 13% e un 16% do orzamento total por hectárea, e entre un 23% e un 27% dos orzamentos de extinción en Galicia. Hai que destacar que estas porcentaxes están baseadas en estimacións conservadoras dos custos directos de extinción pero, aínda podendo tomar valores máis altos na realidade, indican a baixa participación que os custos directos teñen nos orzamentos totais dedicados á extinción.

Os resultados tamén amosan que os custos anuais medios por hectárea forestal e o número anual de incendios non están relacionados e, polo tanto, os anos nos que ocorre o maior número de incendios non son os que presentan maiores custos de recursos directos dedicados á extinción. Esta falta de relación entre custos en medios terrestres e aéreos de extinción e o número de incendios pode ser debida a multitude de factores que afectan á gravidade do incendio, á vulnerabilidade de zonas habitadas ou á accesibilidade ás zonas queimadas. Amósase necesario, polo tanto, desenvolver investigacións futuras que analicen a influencia dos factores naturais e socioeconómicos na determinación dos custos en extinción e na eficiencia económica das medidas de mitigación dos incendios forestais.

BIBLIOGRAFÍA

- ABT, K.; PRESTEMON, J.P.; GEBERT, K.P. (2009): "Wildfire Suppression Cost Forecast for the US Forest Service", *Journal of Forestry*, 107 (4), pp. 173-178.
- BALBOA, X. (1990): *O monte en Galicia*. Vigo: Xerais.
- BALSA BARREIRO, J. (2012): "La magnitud de la crisis incendiaria de 2006 en Galicia", *Revista Montes*, 109, pp. 39-44
- BELLINGER, M.D.; KAISER, H.F.; HARRISON, H.A. (1983): "Economic Efficiency of Fire Management on Nonfederal Forest Range Lands", *Journal of Forestry*, 81 (6), pp. 373-378.
- CAMPOS PALACÍN, P.; OVIEDO PRO, J.L.; CAPARRÓS GASS, A. (2005): "Un sistema de cuentas para la valoración de los efectos comerciales y ambientales del gasto público en la mitigación del fuego en un bosque mediterráneo", *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales*, 14 (1), pp. 110-121.
- CHAS AMIL, M.L.; TOUZA, J.; PRESTEMON, J.P. (2010): "Spatial Distribution of Human-Caused Forest Fires in Galicia (NW Spain)", en G. Perona e C. A. Brebbia [ed.]: *Modelling, Monitoring and Management of Forest Fires*, pp. 247-258. Southampton: WIT Press.
- DONOVAN, G.H.; NOORDIJK, P.; RADELOFF, V. (2004): "Estimating the Impact of Proximity of Houses on Wildfire Suppression Costs in Oregon and Washington", *2nd Symposium on Fire Economics, Planning and Policy: A Global View*. Córdoba.
- DONOVAN, G.H.; PRESTEMON, J.P.; GEBERT, K. (2011): "The Effect of Newspaper Coverage and Political Pressure on Wildfire Suppression Costs", *Society and Natural Resources*, 24 (8), pp. 785-798.
- DONOVAN, G.H.; RIDEOUT, D.B. (2003): "A Reformulation of the Cost Plus Net Value Change (C+NVC) Model of Wildfire Economics", *Forest Science*, 49 (2), pp. 318-323.
- DONOVAN, G.H.; RIDEOUT, D.B.; OMI, P.N. (1999): *The Economic Efficiency of the National Fire Management Analysis System and FIREPRO*. (General Technical Report. PSW-GTR-173). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.

- DORREGO, X.; ÁLVAREZ, G. (2009): "Teledetección y SIG en la gestión de los incendios forestales en Galicia", *XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible*. Calatayud.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RURAL Y MARINO (2011): *Los incendios forestales en España 2010*. Madrid: MARM.
- GALICIA. XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL (2011): *PLADIGA 2011(Plan de prevención e defensa contra os incendios forestais en Galicia)*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural. <http://www.medio_ruralemar.xunta.es/file_admin/arquivos/forestal/pladiga/2011/1_MEMORIA_Pladiga_2011.pdf>.
- GEBERT, K.; SCHUSTER, E. (1999): "Predicting National Fire Suppression Expenditures", en A. González-Cabán e P.N. Omi [ed.]: *Proceedings of Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Bottom Lines*, pp. 21-30. (General Technical Report, PSW-GTR-173). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- GEBERT, K.M.; CALKIN, D.E.; YODER, J. (2007): "Estimating the Suppression Expenditures for Individual Large Wildland Fires", *Western Journal of Applied Forestry*, 22 (3), pp. 188-196.
- HESSELN, H.; AMACHER, G.S.; DESKINS, A. (2010): "Economic Analysis of Geospatial Technologies for Wildfire Suppression", *International Journal of Wildland Fire*, 19 (4), pp. 468-477.
- LIANG, J.; CALKIN, D.E.; GEBERT, K.M.; VENN, T.J.; SILVERSTEIN, R.P. (2008): "Spatial Factors Influencing Large Wildland Fire Suppression Expenditures", *International Journal of Wildland Fire*, 17 (5), pp. 650-659.
- MERCER, D.E.; PRESTEMON, J.P.; BUTRY, D.T.; PYE, J.M. (2007): "Evaluating Alternative Prescribed Burning Policies to Reduce Net Economic Damages from Wildfires", *American Journal of Agriculture Economics*, 89 (1), pp. 63-77.
- MERCER, D.E.; PYE, J.M.; PRESTEMON, J.P.; BUTRY, D.T.; HOLMES, T.P. (2005): *Economic Effects of Catastrophic Wildfires: Assessing the Effectiveness of Fuel Reduction Programs for Reducing the Economic Impacts of Catastrophic Forest Fire Events: Final Report*. <<http://www.srs.fs.usda.gov/econ/pubs/misc/fl-fire-report2000-lores.pdf>>.
- MÉRIDA, J.C.; GALLAR, J.J.; GARCÍA, E.; PRIMO, E. (2004): "Evaluación técnico-económica de la actuación de medios aéreos en la defensa contra incendios forestales", *Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección contra los Incendios Forestales: Una Visión Global*. Córdoba.
- MILLS, T.J.; BRATTEN, F.W. (1988): *Economic Efficiency and Risk Character of Fire Management Programs, Northern Rocky Mountains*. (Res. Pap. PSW-RP-192). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- MOLANO, F.J.; RODRÍGUEZ, C.; PONTE, J.M. (2007): *Informe sobre investigación de incendios forestales en Galicia: verano 2006*. (Monografías de la Academia de Oficiales de la Guardia Civil). A Coruña: Deputación Provincial da Coruña.
- PREISLER, H.K.; WESTERLING, A.L.; GEBERT, K.M.; MUÑOZ-ARRIOLA, F.; HOLMES, T.P. (2011): "Spatially Explicit Forecast of Large Wildland Fire Probability and Suppression Cost for California", *International Journal of Wildland Fire*, 20 (4), pp. 508-517.
- PRESTEMON, J.P.; ABT, K.L.; GEBERT, K.M. (2008): "Suppression Cost Forecast in Advance of Wildfire Seasons", *Forest Science*, 54 (4), pp. 381-396.
- PRESTEMON, J.P.; CHAS AMIL, M.L.; TOUZA, J.; GOODRICK, S.J. (2012): "Forecasting Intentional Wildfires Using Temporal and Spatio-Temporal Autocorrelations", *International Journal of Wildland Fire*, 21, pp. 743-754.

- RODRÍGUEZ Y SILVA, F. (2007): "Coste y eficiencia en las operaciones de extinción de incendios forestales, fundamentos y herramientas para su estudio y análisis", *4th International Wildland Fire Conference*. Sevilla.
- RODRÍGUEZ Y SILVA, F. (2009): "La eficiencia económica en la extinción de incendios forestales: una aproximación metodológica desde el diagnóstico del peligro y el registro de la experiencia", *Jornadas Técnicas del Cuerpo de Bomberos: Capacidad de Gestión de los Incendios Forestales*. Girona.
- RODRÍGUEZ Y SILVA, F.; GONZÁLEZ CABÁN, A. (2010): "SINAMI: A Tool for the Economic Evaluation of Forest Fire Management Programs in Mediterranean Ecosystems", *International Journal of Wildland Fire*, 19, pp. 927-936.
- STEELE, T.W.; STIER, J.C. (1998): "An Economic Evaluation of Public and Organized Wildfire Detection in Wisconsin", *International Journal of Wildland Fire*, 8 (4), pp. 205-215.
- VÉLEZ, R. (2009): "Forest Fires in the Mediterranean Basin", *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*. (General Technical Report PSW-GTR-227). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.