



**6º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL**

6CFE01-339

Montes: Servicios y desarrollo rural
10-14 junio 2013
Vitoria-Gasteiz



Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013
ISBN: 978-84-937964-9-5
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Metodología para la validación de los diferentes índices meteorológicos de riesgo de incendio para Galicia

MAREY-PÉREZ, M.F.^{1,2}, RIOS-PENA, L.², FRANCO-VAZQUEZ, L.¹

¹ Instituto de Estudos e Desenvolvimento de Galicia (IDEGA).

² GI-1716 Proxectos e Planificación. Unidad de Referencia Competitiva de la Xunta de Galicia 2012-2015
Departamento de Enxeñería Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela. E.P.S. Campus Universitario de Lugo.
27002, e-mail: manuel.marey@usc.es

Resumen

Los índices de peligro meteorológico constituyen una herramienta importante para determinar el peligro de incendio a escala regional, independientemente del origen de los incendios forestales. Tras una revisión bibliográfica se seleccionan y clasifican los índices mediante técnicas de evaluación multicriterio. Se establecen los criterios objetivos a utilizar para su validación. Como material de trabajo se utilizan los datos de incendios forestales de Galicia para el período comprendido entre los años 1999 a 2008, con un total de 85134 registros y las condiciones meteorológicas existentes en el momento de ignición obtenidas a partir de los datos de las estaciones meteorológicas más cercanas mediante la utilización de programas GIS y Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD), en concreto PostgreSQL con la extensión espacial PostGIS, que a su vez se emplean para el reposicionamiento, recodificación y análisis. Como resultado final se concluye que el índice de Monte Alegre o Soares, seguido del índice de Telicyn, son los que mejor predicen el riesgo de ocurrencia de incendios en la región de estudio.

Palabras clave

Índice de peligro meteorológicos, análisis espacio-temporal, GIS y Post GIS, incendios en Galicia

1. Introducción

La lucha contra los incendios forestales es una labor compleja que incluye diferentes instrumentos y etapas. Entre las herramientas más habituales de la fase de prevención encontramos los Índices de Riesgo de Incendio. Estos índices tratan de predecir la ocurrencia de los fuegos con un margen aceptable de probabilidad, por lo que suelen estar basados en inferencias estadísticas (SALAS y COCERO, 2004). La información generada con ayuda de estos índices permite a los planificadores y gestores a establecer las épocas y zonas de peligro, así como a organizar los sistemas de defensa destinados a su extinción (VÉLEZ, 2003). La mayoría de estos índices se basan en el estudio de las condiciones en las que se inicia el fuego, los factores que favorecen su propagación y, por último, los datos que produce el incendio sobre el medio. El análisis de la ignición se centra en las condiciones de aparición del fuego. Teóricamente, un fuego puede iniciarse en cualquier punto del espacio en el que se tenga material combustible, aunque sólo tendrá lugar si un agente causante lo provoca, ya sea de forma natural (por rayos o erupciones volcánicas) o artificial (por el ser humano, directa o indirectamente). Por lo tanto, el riesgo de ignición hace referencia exclusivamente a la probabilidad de ocurrencia del incendio, estimada a partir del análisis de los factores causantes y de la disponibilidad e inflamabilidad de los combustibles.

La probabilidad de inicio de un incendio depende de dos factores complejos como son: 1) condiciones climáticas (ANDREWS, 1986; VAN WAGNER, 1987, DICKSON, et al., 2006) 2) tipo y estructura de la vegetación (MERMOZ, et al. 2005) que en algunos casos favorece y en otros casos parece frenar su avance (NUNES, et al. 2005) y que en las zonas como de referencia están totalmente relacionadas con las condiciones socioeconómicas (CHAS, 2007; MAREY-PÉREZ, et al. 2006; MAREY-PÉREZ & RODRÍGUEZ-VICENTE, 2008). La gran cantidad de datos de diferentes variables climáticas son conocidos, lo que significa que puede utilizarse en los modelos predictores. La existencia de correlaciones de estas variables climáticas con parámetros de sitio tales como longitud, latitud, altitud, pendiente y orientación implica que estos parámetros pueden integrarse con las variables climáticas en la elaboración de modelos.

En Galicia la Ley 3/2007 de prevención de incendios forestales de Galicia (DOG, 2007) establece restricciones al acceso y a la realización de determinadas actividades en el monte y su zona de influencia en función de los valores de un índice de riesgo diario de incendios. En el año 2007 el Servicio de Prevención y Defensa Contra Incendios Forestales de la Xunta de Galicia adoptó como IRDI la probabilidad de ignición más elevada del día, calculada siguiendo la metodología establecida en el documento de “A meteoroloxía e os incendios forestais” (XUNTA,1992). Las variables a considerar eran la humedad del combustible fino muerto y la temperatura máxima diaria.

2. Objetivos

Nuestro objetivo principal es comparar los distintos sistemas de evaluación de riesgo meteorológico de peligro de incendio llegando a conocer cuál de ellos se adapta mejor a la predicción de incendios forestales en Galicia. Para la consecución del objetivo general es necesario dar respuesta a una serie de objetivos específicos, como son la recopilación y clasificación de los diferentes índices meteorológicos y la selección de aquellos que a priori son más eficientes y su posterior validación con datos de incendios en Galicia para elaborar un ranking de los índices.

3. Metodología

En una primera etapa se revisó la literatura científica publicada hasta la fecha a partir de las búsquedas en el *ISI Web of Knowledge* que derivaron a páginas web de revistas y editoriales como las siguientes: *Scirus*, *Joint Research Center – JRC - European Commission*, *Sciencedirect*, *CSIRO Publishing - International Journal of Wildland Fire* entre otros. Se revisaron diferentes páginas web que ofrecen información sobre índices más específicos junto con otros complementos informativos en relación a los índices: www.xunta.es, www.meteogalicia.es, www.aemet.es, www.ibader.com, www.cmati.xunta.es, www.wikipedia.org, www.miliarium.com, www.biblioteca.universia.net, www.ambiente.gov.ar. Se seleccionaron estudios en inglés, francés, italiano, portugués, alemán y castellano, publicados en revistas forestales y científicas de calidad contrastada y rigor científico, y documentos publicados por sociedades profesionales (guías de práctica forestal, estándares, informes,...), agencias de evaluación de tecnología forestal, agencias gubernamentales y otras entidades científicas. En esta etapa fueron revisadas un total de 362 referencias.

En la figura 1 se muestra esquemáticamente la metodología general del trabajo llevada a cabo en las siguientes fases.

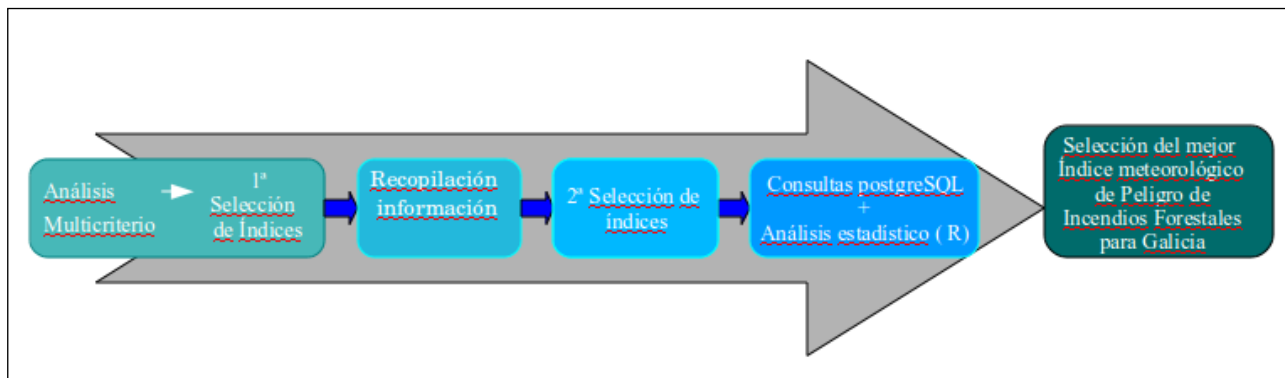


Figura 1. Metodología empleada en el cálculo y elección de índices para Galicia.

El análisis multicriterio de selección y clasificación de los índices se utilizaron cinco criterios distintos: 1) Posibilidad de disponer de los datos, 2) capacidad de sistematizar la información, 3) capacidad de programar las operaciones matemáticas necesarias para el cálculo del índice, 4) el coste computacional entendido como el tiempo necesario para la resolución del algoritmo y 5) el tipo del valor de salida del índice. La escala de clasificación empleada iba de 0 a 10, siendo 0 la peor de las situaciones y 10 la mejor. De los 18 índices estudiados se seleccionaron los siguientes por haber superado la puntuación mínima establecida en 25 puntos sobre los 50 posibles:

Un único índice: Telicyn, Monte Alegre, Angstron, Rodríguez y Moretti.
 Sistemas compuestos por varios índices: Canadiense, ICONA, del Levante Español, Portugués, Italiano, de Chile y el IRDI para Galicia. En la figura 2 se muestra el esquema metodológico que da respuesta al siguiente apartado de la metodología. Se optó por seleccionar PostgreSQL por considerar el volumen de datos utilizados, ya que el presente estudio alberga todo el territorio gallego, con un total de 85.134 incendios forestales con 114 variables por incendio, recopilados a través de la base de datos de la Xunta de Galicia, desde 04/01/1999 hasta el 31/12/2008, por lo tanto, un periodo consecutivo de 10 años.

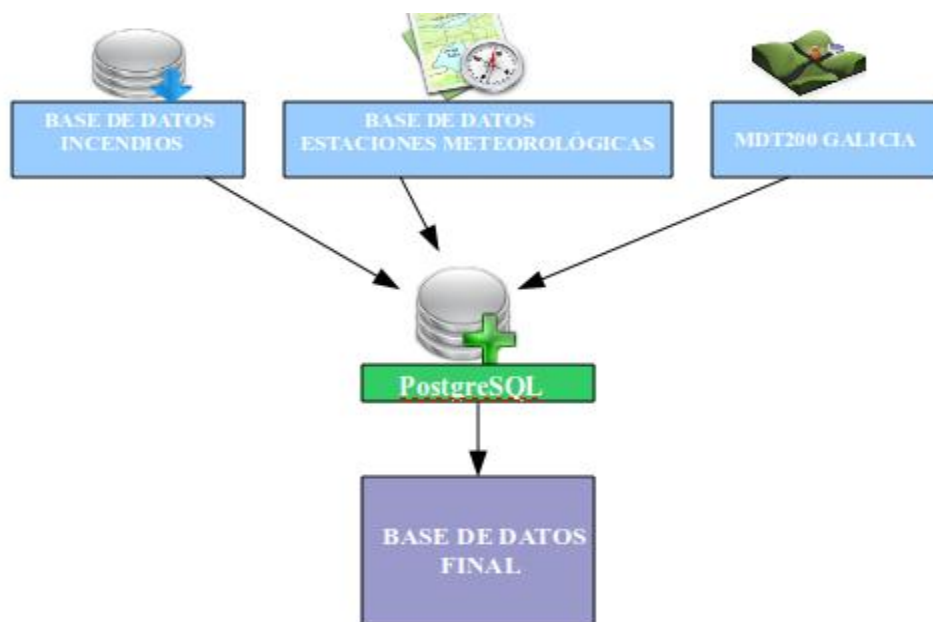


Figura 2. Proceso metodológico de caracterización de las base de datos.

La figura 3 muestra la distribución de los incendios utilizados para el trabajo. Cada punto equivale a un dato de incendio georreferenciado.

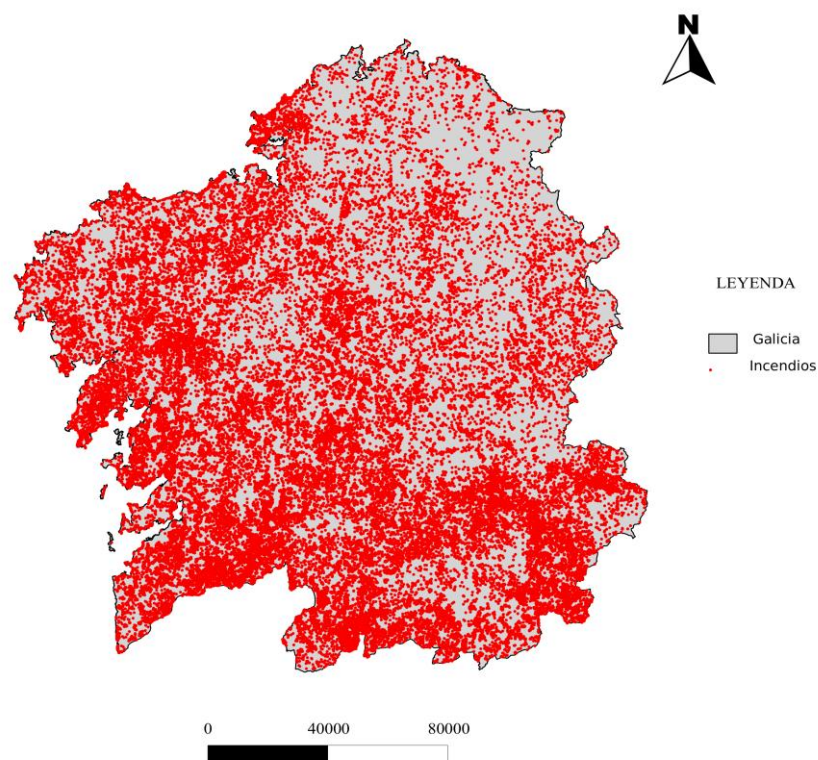


Figura 3: Localización de los incendios registrados en Galicia (1999-2008)

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la base de datos de las estaciones de meteorología. Comprende un total de 137 estaciones para las mismas fechas de los incendios, con las siguientes variables: 1) Lluvia, 2) Humedad relativa media, 3) Humedad relativa máxima, 4) Humedad relativa mínima, 5) Velocidad del viento, 6) Dirección del viento predominante, 7) Temperatura máxima del aire, 8) Temperatura mínima del aire. En conjunto se introdujeron en el análisis más de 2 millones de datos meteorológicos. En la figura 4 se muestra las estaciones meteorológicas automáticas georreferenciadas utilizadas.

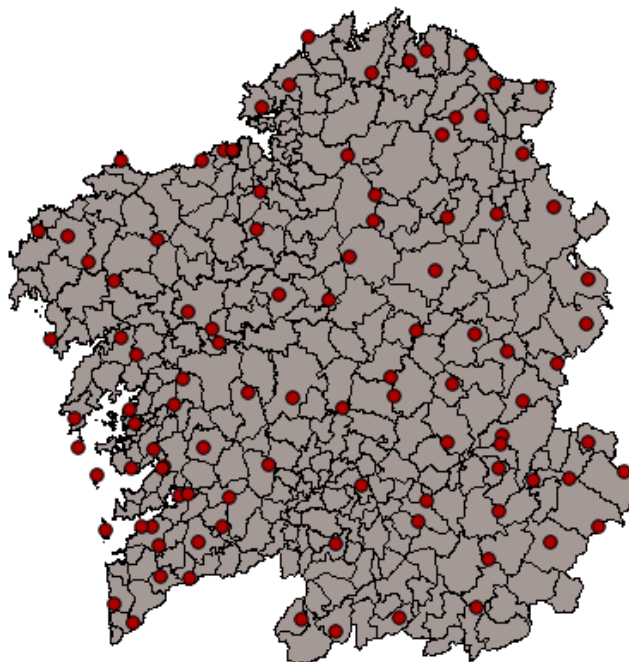


Figura 4: Localización de las estaciones automáticas de Galicia (1999-2008)

El MDT200 se ha obtenido por interpolación de modelos digitales con 200 m. de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). El modelo digital del terreno con paso de malla de 200 m, se distribuye por provincias (rectángulo envolvente de cada provincia). Su sistema geodésico de referencia es el ETRS89 y la proyección UTM 29. El resultado se muestra en la figura 5.

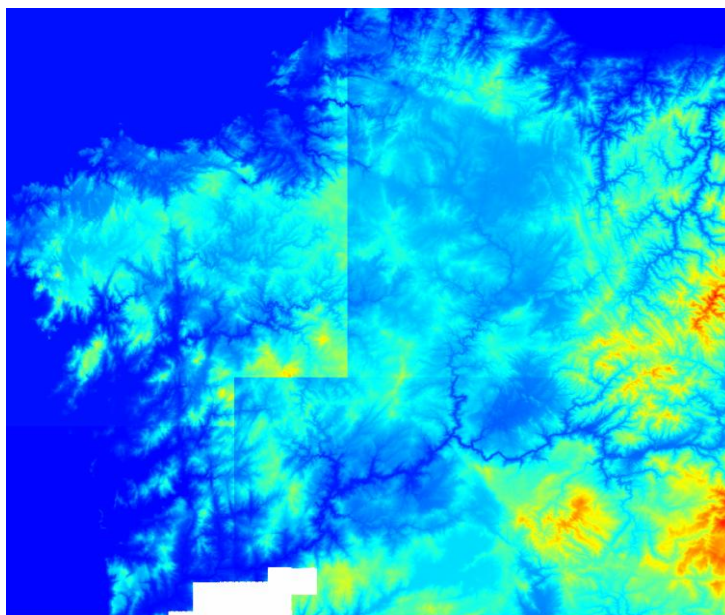


Figura 5: MDT200 de Galicia

Para manejar la gran cantidad de datos espaciales y realizar las consultas necesarias para la aplicación de los índices se combinaron PostgreSQL (The PostgreSQL Global Development Group, 2007) para el desarrollo de las consultas en la base de datos y el módulo Postgis (Ove and Hsu, 2011) para las consultas espaciales.

Finalmente se empleó el programa R (R development core team, 2008) para los análisis estadísticos de clasificación de índices. Los resultados de la clasificación de los índices de peligro de incendios se ajustaron a la siguiente escala.

- Escala 1 (Muy bajo): Generalmente no existe peligro de incendio. Pueden ser originados por rayo, pero su propagación es prácticamente nula.
- Escala 2 (Bajo): Los incendios pueden originarse por hogueras u otras fuentes caloríficas de alguna importancia. Se propagan lentamente y son de fácil extinción.
- Escala 3 (Moderado): Los incendios pueden originarse y tienden a propagarse. No existen dificultades en su extinción si se actúa con rapidez.
- Escala 4 (Alto): Los incendios se inician y se propagan rápidamente y son de difícil extinción.
- Escala 5 (Extremo): Los incendios pueden producirse por pequeñas chispas que arden con intensidad propagando el fuego que arden con gran violencia. Su extinción es extraordinariamente difícil.

La metodología de clasificación de la bondad de los índices se fundamenta en que un índice óptimo sería aquel que, primero, es capaz de discriminar la presencia o no de incendios y, segundo, en el caso de existencia de incendio efectivo, haya sido capaz de alertar de su presencia. En la tabla 1 se muestra el criterio de clasificación de los índices como consecuencia de su validez para la predicción de incendios.

Tabla 1. Criterios de clasificación de la calidad de los índices

Casos	Grado de aceptación del índice	Escala de peligro	% incendio	Descripción
1°	Muy bueno	5	> 80	Más 80% de los incendios están comprendidos en la escala 5 de peligrosidad.
2°	Bueno	4 y 5	> 60	Más 60% de los incendios están comprendidos en las escalas 4 y 5 de peligrosidad.
3°	Regular	3, 4 y 5	> 40	Más 40% de los incendios están comprendidos en las escalas 3, 4 y 5 de peligrosidad.
4°	Malo	2, 3, 4 y 5	> 20	Más 20% de los incendios están comprendidos en las escalas 2, 3, 4 y 5 de peligrosidad.
5°	Muy malo	2, 3, 4 y 5	< 20	Menos 20% de los incendios están comprendidos en las escalas 2, 3, 4 y 5 de peligrosidad.

4. Resultados

Presentamos los resultados obtenidos para el cálculo de los índices seleccionados que superaron la primera fase indicada en la metodología. A efectos de simplificar los resultados

la tabla 2 muestra las variables utilizadas, la ecuación y el tipo de cálculo llevado a cabo para la obtención de los índices que se muestran en los resultados.

Tabla 2. Índices y variables necesarias para el cálculo

Índices	Variables	Ecuación	Cálculo
Angstrom	- H ^a relativa - T ^a	$B = 0,05H + 0,1(27 - T)$	Directo
Rodríguez y Moretti	- H ^a relativa - T ^a - Velocidad del viento - Días consecutivos de sequía	Tablas específicas del índice	Directo
Telicyn	- T ^a - td= punto de rocío (°C) - Precipitación ≥ 2.5 mm	$T = \sum \log (t-td)$	Indirecto
Monte Alegre	- Humedad relativa máxima - precipitación ≥ 13 mm	$FMA = 100 \sum 1/H$	Indirecto
ICONA	- H ^a relativa - T ^a - Nubosidad - H ^a combustible fino	Tablas específicas del índice	Directo
Portugués	- T ^a - T ^a del punto de rocío - Velocidad del viento - Pprecipitación	1) $I(i) = T(i) [T(i) - Td(i)]$ 2) $B(i-1) = r * \sum I(k)$ 3) $Ifa(i) = I(i) + B(i-1)$	Indirecto

4.1. Índice de Angstrom

Del total de los 85.134 incendios contenidos en la base de datos, se pudo calcular este índice en 76.254 incendios. El número de incendios registrado en la escala 1 es de 24.136, en la 2 es de 24.890, en la 3 es de 11.872, en la 4 es de 9.866 y en la 5 es de 14.370. Por lo tanto, y como se observa en el histograma representado en la figura 6, las escalas 1 y 2 son las que contienen el mayor porcentaje de incendios.

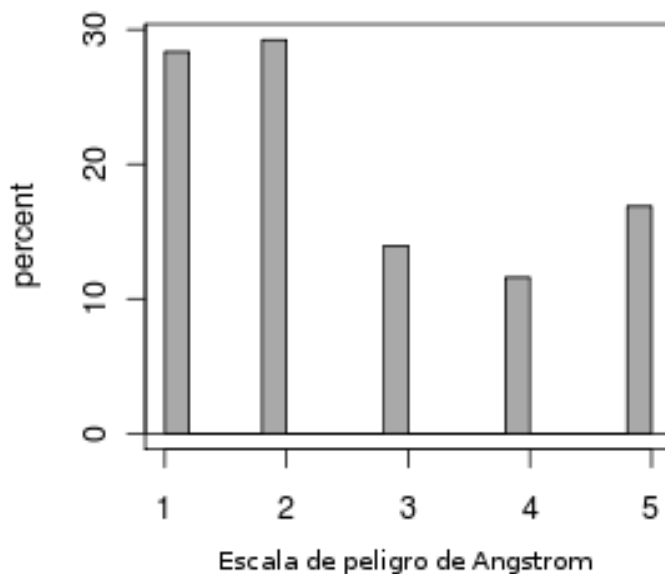


Figura 6. Bondad de clasificación del índice de Angstrom.

Atendiendo a la clasificación del índice en función del número de aciertos para el día de los incendios, el caso 1º y 2º no cumplen, pero sí el caso 3º, donde más del 40% de los incendios están comprendidos entre estas 3 escalas, por lo tanto el índice de Angstrom se corresponde con una clasificación de Regular.

4.2. Índice de Rodríguez y Moretti

El número total de incendios para el que se pudo calcular este índice es de 73.515. El número de incendios que representan la escala de peligro 1 son de 1809, en la 2 hay 19982, para la 3 existen 37783, para la 4, 13804 y en la escala 5, 973 incendios. La figura 7 muestra los resultados obtenidos para este índice.

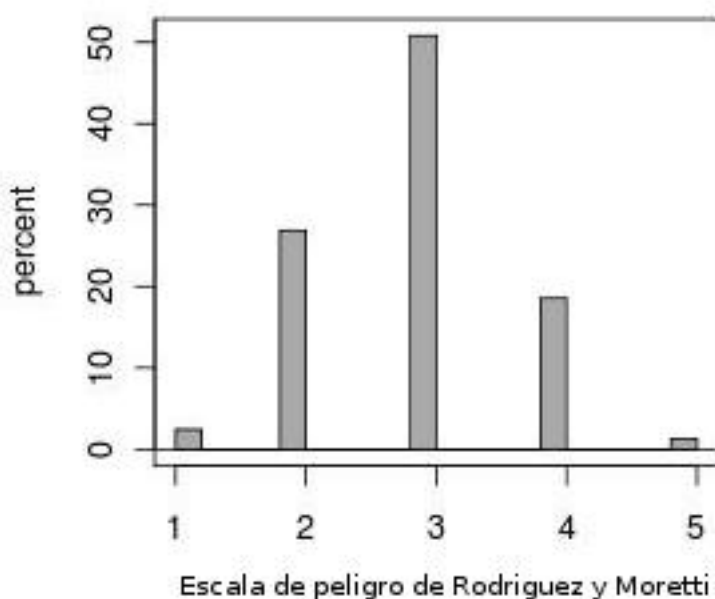


Figura 7. Bondad de clasificación del índice de Rodríguez y Moretti

Al igual que en el caso anterior se considera que este índice debe estar dentro del grupo de los regulares. El mayor porcentaje de incendios se produjeron cuando el índice establecía un peligro moderado de ignición, y el resto de los incendios se van repartiendo más o menos proporcionalmente entre las escalas de bajo y alto riesgo de ignición, por lo que este índice tampoco predice de forma acertada el riesgo de incendio diario en Galicia.

4.3. Índice de Telicyn

El número total de incendios para los que se pudo calcular el peligro de incendios para este índice fueron de 56054, los cuales se reparten en el siguiente histograma con 4038 incendios en la escala 1, 5158 para la escala 2, 5670 para la escala 3, 9014 para la escala 4 y por último 32174 para la escala 5. La figura 8 muestra el histograma resultado.

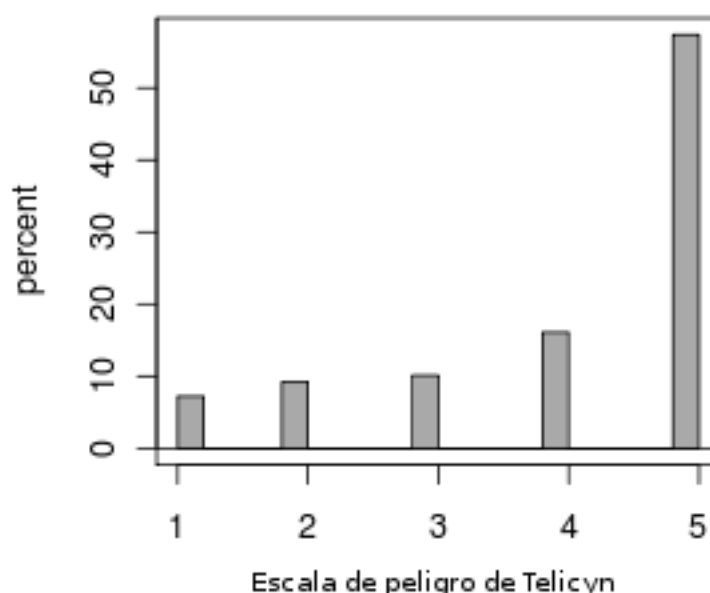


Figura 8. Bondad de clasificación del índice de Telicyn

La clasificación del índice en función del número de aciertos para los datos de incendios, muestra que se cumple el segundo supuesto, donde el 60% de los incendios están comprendidos dentro de las escalas 4 y 5 de peligro de incendio forestal. Por lo tanto el índice de Telicyn se corresponde con un grado de aceptación de “Bueno”.

4.4. Índice de Monte Alegre

Para el índice de Monte Alegre, el número total de incendios sobre los que se pudo calcular el riesgo existente para el mismo día fueron 41498. Partiendo de que el número total de incendios en el periodo de estudio es de 85134, la reducción del número sobre los que se calculó el riesgo se debe a que este índice en su cálculo requiere el valor de precipitación y humedad relativa de la estación más cercana al incendio para todos los días del periodo de estudio, y esto es difícil de conseguir, ya que en ocasiones no se consigna el dato, o incluso

este dato está mal. A pesar de ello, el número de incendios sobre los que se pudo calcular este índice sigue siendo elevado, siendo de un 48,75 % de incendios sobre el total obtenido.

El número de incendios de cada clase de peligro durante el período de estudio fue de 0 para la clase uno, 205 en la clase dos, 2320 en la clase tres, un 9031 en alto y 29942 en extremo. Por lo tanto, estadísticamente se representa con un 0% para la clase uno, un 0.5% para la clase dos, un 5.6% en la clase tres, un 21.8% para la clase alta, y finalmente un 72.2% para la clase extrema. Figura 9.

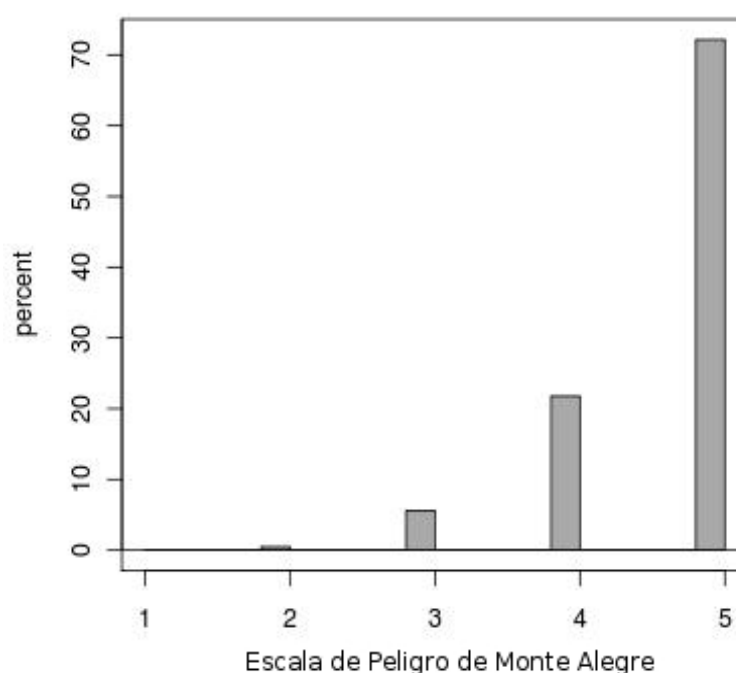


Figura 9. Bondad de clasificación del índice de Monte Alegre

Este índice se clasifica, en función de los aciertos para los días de incendios, dentro del segundo caso ya que existe más del 60 % de los incendios comprendidos dentro de los riesgos de alto y extremo, pero a su vez muy cerca del primer caso, ya que entre la escala de peligro 4 y 5 hay un 93.92% de los incendios. Finalmente, este índice se consigna como “Bueno”.

4.5. Índice Español o del ICONA

Se pudo calcular para un total de 85129 incendios, por lo que las 5 escalas representadas en el histograma correspondiente quedan repartidas de la siguiente forma, 3196 incendios para la escala 1, 14758 para la escala 2, 26707 para la escala 3, 20675 para la escala 4 y 19793 para la escala 5. Por lo tanto, estadísticamente se representa con un 3.8% para la clase uno, un 17.3% para la clase dos, un 31.4% en la clase tres, un 24.3% para la clase alta, y finalmente un 23.25% para la clase extrema. Figura 10.

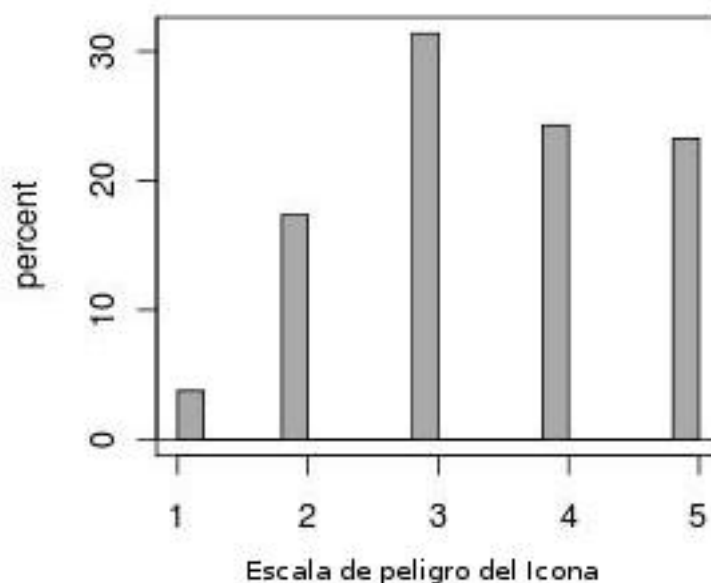


Figura 10. Bondad de clasificación del índice del ICONA

Más de un 40% de incendios pertenecen a las escalas 3, 4 y 5, por lo que se puede considerar un índice de ignición “Regular”.

4.6. Índice de Ignición Portugués

Del total de los 85134 incendios, solo se pudo aplicar este índice a 33858 casos. Después de valorar los resultados para el cálculo de la primera ecuación del índice, se observa que los primeros valores obtenidos antes de conocer el resultado final del índice son valores excesivamente elevados, lo que significaría que para conseguir valores bajos el punto de rocío tendría que ser mayor que la temperatura alcanzada al mediodía y eso en pocas ocasiones ocurre. Esto es la causa fundamental de que el índice recaiga exclusivamente en el intervalo de riesgo máximo. Consecuentemente no se considera útil por su escasa capacidad de segmentación para la zona de estudio.

4.7. Índice del Riesgo Diario de Incendios (IRDI)

Del total de los 85134 incendios que incorpora la base de datos de la Xunta de Galicia entre el periodo de estudio (1999 – 2008), el IRDI no ha sido calculado por el grupo de investigación, los datos fueron proporcionados para el periodo comprendido entre 2002 y 2007. El número de incendios para este periodo es de 50354. Se ha realizado la distribución del número de incendios en las diferentes escalas del histograma, obteniendo como resultado 14.089 incendios para la escala 1, 26.443 para la escala 2, 6.386 para la escala 3, 3.308 para la escala 4 y 128 para la escala 5. En la figura 11 se muestran los resultados. Como se observa el grado de acierto del índice, teniendo en cuenta los datos anteriores, se corresponde con el 4º caso, por lo tanto, existe algo más de un 20% de incendios que pertenecen a las escalas 2, 3, 4 y 5 por lo que se puede considerar un índice de ignición “Malo”. Este índice es el oficial de Galicia para la prevención de incendios.

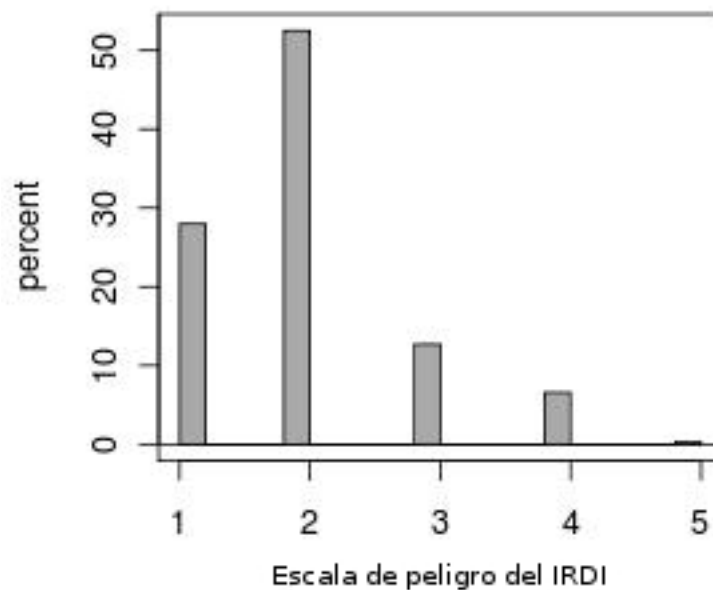


Figura 11. Bondad de clasificación del IRDI

5. Conclusiones

El problema de los incendios forestales tiene cada vez más importancia por las consecuencias ambientales, sociales y económicas debido al despoblamiento rural y la dinámica de cambio climático, que previsiblemente se incrementarán en el futuro, generando incendios más grandes y violentos. Todos aquellos desarrollos que permitan a las administraciones encargadas de su control y gestión poder predecir la posibilidad de ignición en un momento determinado, van a ser esenciales en un futuro donde los recursos destinados a extinción de incendios van a ser cada vez más escasos y por lo tanto, ser capaz de predecir el riesgo y asignar medios en espacios y tiempos más efectivos, redundará en la resolución del problema y reducción de costes.

La revisión bibliográfica de los índices meteorológicos de peligro de incendios forestales dio como resultado la existencia de 18 índices que podían ser utilizados a nivel regional y cuyo cálculo sería factible a partir de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) de manera gratuita y automática. El análisis multicriterio realizado permitió seleccionar los 11 mejores índices meteorológicos.

La aplicación de los mismos parámetros o criterios de medición de fiabilidad permiten comparar los resultados obtenidos por los distintos índices en las mismas condiciones. El índice de Monte Alegre en primer lugar y el de Telicyn en segundo lugar se destacan como más eficientes en la detección de incendios de acuerdo a la metodología seguida. En sentido contrario, el IRDI destaca como el de menor eficiencia. Los resultados de este índice ponen de manifiesto que no se justifica su utilización como principal evaluador del riesgo diario para Galicia.

La metodología desarrollada en este trabajo, que después de hacer la revisión bibliográfica presenta un carácter novedoso, demostró que la utilización de consultas de bases de datos (postgreSQL) y programas estadísticos (R) conjuntamente con unos datos de la

suficiente calidad y un trabajo de organización, clasificación y análisis permite obtener resultados y dar respuesta a objetivos que hasta el momento no disponían de ella.

Tenemos la esperanza de que este trabajo estimule adicionales investigación sobre evaluación integrada del riesgo y toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, y en última instancia, mejora nuestra capacidad para gestionar incendios forestales con información imperfecta.

6. Bibliografía

ANDREWS P.L. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system-BURN subsystem, Part 1, Gen. Tech. Rep. INT-194. Ogden, UT: US *Department of Agriculture, Forest Service*, Intermountain Research Station, 130 p.

CHAS, M. 2007. Forest fires in Galicia (Spain): Threats and challenges for the future. *Journal of Forest Economics* 13: 1–5.

DICKSON, B.G, JOHN W. PRATHER, J.W. YAGUANG X, HAYDEE M. HAMPTON, H.M, AUMACK, E.N., SISK, T.D. 2006. Mapping the probability of large fire occurrence in northern Arizona, USA. *Landscape Ecology* 21:747– 761.

D.O.G., 2007. Ley 3/2007, de 9 de abril, de prevención y defensa contra los incendios forestales de Galicia. DOG 74, 6115.

MAREY PÉREZ, M.F., RODRÍGUEZ VICENTE, V. AND CRECENTE MASEDA, R. 2006. Using GIS to measure changes in the temporal and spatial dynamics of forestland: experiences from north-west Spain. *Forestry* Vol. 79, 409-423.

MAREY PÉREZ, M.F. AND RODRÍGUEZ VICENTE, V. 2008. Forest transition in Northern Spain: Local responses on large-scale programmes of field-afforestation. *Land Use Policy* 26, 139-156.

MERMOZ, M., KITZBERGER, T., VEBLEN, T.T. 2005. Landscape influences on occurrence and spread of wildfires in Patagonian forests and shrublands. *Ecology* 86: 2705-2715.

NUNES M.C.S. VASCONCELOS, M.J. PEREIRA, J.M.C., DASGUPTA, N., ALLDREDGE, R.J., REGO, F.C. 2005. Land cover type and fire in Portugal: do fires burn land cover selectively?. *Landscape Ecology* 20: 661-673.

OVE, R.O., HSU, L.S. 2011. Postgis in Action. Managing publications C.o. Boston.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Http://www.R-project.org](http://www.R-project.org).

SALAS, J.; COCERO, D. 2004. El concepto de peligro de incendio. Sistemas actuales de estimación del peligro, en Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales, pp. 23-32, *Colección de Estudios Ambientales y Socioeconómicos (CSIC)*, Madrid.

THE POSTGRESQL DEVELOPMENT GROUP. 2007. The PostgreSQL Reference Manual Volume 1: SQL Language Reference. Network Theory Ltd. London.

VAN WAGNER C.E. (1987). Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. *Canadian Forest Service*, Ottawa, Ontario Forestry Technical Report nº 35.

VÉLEZ, R. 2003. La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. *McGraw-Hill/Interamericana de España*. Madrid.

XUNTA DE GALICIA. 1992. A meteoroloxía e os incendios forestais. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela.

