



2022  
Lleida

27 · 1  
junio · juny  
juliol · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

## Análisis histórico del *Drought Code* en la Comunidad Valenciana para la obtención de niveles de riesgo de incendios forestales

QUÍLEZ-MORAGA, R<sup>1</sup>, VAN DEN BERG, H<sup>1</sup>, VINUÉ-VISÚS, D<sup>1</sup>, OLIVER-VILLANUEVA, J.V.<sup>1</sup>, COLL-ALIAGA, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto ITACA. Universitat Politècnica de València.

### Resumen

El índice de sequía “*Drought Code*” (en adelante, DC) estima la pérdida de humedad almacenada en la capa orgánica del suelo diariamente. Este indicador de los efectos estacionarios de la sequía sobre la materia orgánica presente en los suelos y en la biomasa forestal es uno de los factores que integran el índice *Fire Weather Index* (FWI) del servicio forestal canadiense (*Canadian Forest Service*). El FWI, desarrollado para zonas boreales, tiene sus limitaciones cuando se aplica directamente en zonas de clima mediterráneo por las claras diferencias entre ambos tipos de ecosistemas. No obstante, el DC por sí mismo permite cuantificar la sequía y esta cuantificación puede relacionarse con problemas de carácter medioambiental como es el caso de los incendios forestales. Por ello, se ha calculado el componente DC del FWI para toda España (excepto Canarias) durante el periodo 1976 – 2019.

Una vez calculado, en el caso de la *Comunitat Valenciana*, se ha relacionado este índice con los incendios forestales ocurridos entre los años 1978 a 2019, asociándoles su correspondiente índice de sequía. A través de un análisis de los resultados se han obtenido umbrales de riesgo de incendios forestales, encontrando claras relaciones entre este índice, la ocurrencia de incendios y su extensión en climas mediterráneos como el de la *Comunitat Valenciana* y se puede utilizar como indicador del riesgo de incendio.

### Palabras clave

Índice de sequía, superficie quemada, frecuencia de incendios, mediterráneo, riesgo.

### 1. Introducción

Los incendios forestales constituyen un grave problema en el área mediterránea y en especial la Comunidad Valenciana (CV), donde ocasionan recurrentemente graves daños en sus masas forestales (GVA, 2021). Según el Plan de Acción Territorial de la *Comunitat Valenciana* -PATFOR- (GVA, 2012), la CV tiene en total 1.296.573 hectáreas de superficie forestal lo que supone más del 50% de la superficie de toda la autonomía, superficie susceptible de sufrir incendios forestales.

Históricamente, los incendios se repiten todos los años, y su gravedad varía en función de la sequía presente en el territorio, pudiéndose relacionar con el índice de combustibilidad (QUÍLEZ, 2016; QUÍLEZ, 2020).

El régimen de incendios está íntimamente ligado con el régimen de lluvias, ya que guarda una relación directa con la humedad de los combustibles y especialmente del combustible vivo. El contenido de humedad de los combustibles vivos viene determinado por la disponibilidad de agua en el suelo, del régimen de temperaturas al que esté sujeto (que a su vez condiciona la evapotranspiración) y al estado de desarrollo fenológico de esa vegetación (QUÍLEZ, 2020).

La sequía estacional proporciona un contexto de gran importancia para la gestión de los incendios forestales (MILLER, 2020) ya que provoca estrés hídrico en los ecosistemas aumentando la

posibilidad de que se produzca y propague un incendio forestal. Por ello, cuantificar la sequía resulta imprescindible para prevenir los incendios forestales.

La sequía estacional de primavera es uno de los mayores aliados que tienen los incendios para propagarse: puesto que las especies vegetales necesitan el agua para su desarrollo fisiológico a la finalización de su parón vegetativo, si durante la primavera se producen anomalías de precipitación negativas y el agua disponible en el suelo escasea, los combustibles forestales llegarán a las primeras entradas de calor con un contenido muy bajo de humedad (QUÍLEZ, 2020).

El estado de sequía de una masa forestal se puede estimar usando el índice de sequía DC, incluido en el *Fire Weather Index* (en adelante, FWI) (VAN WAGNER, 1987). Desde su creación en Canadá en 1976, el FWI se ha usado ampliamente en un gran número de países sin tener en cuenta en muchas ocasiones que este sistema fue desarrollado para climas boreales y puede presentar limitaciones en su aplicación en climas mediterráneos.

El DC representa la humedad en las capas más profundas de la materia orgánica presente en el suelo, considerando la capa con un peso seco aproximado de 25 kg/m<sup>2</sup>) (VAN WAGNER, 1987). Se expresa en términos de capacidad de agua y velocidad de secado y considera que la vegetación pierde contenido de agua exponencialmente desde el último día de lluvia.

En el cálculo del DC se considera que el tiempo de secado completo es de 52 días por lo que su uso permite conocer el patrón del contenido de humedad en un ecosistema a largo plazo y estudiar los periodos sequía cada vez que no hay lluvias en más de 52 días.

Esto hace que el DC, aunque no está adaptado a ambientes mediterráneos, sí permita cuantificar la sequía y su valor se pueda relacionar con problemas de carácter medioambiental. En el caso de los incendios forestales se podría considerar que, a mayor valor de DC, o lo que es lo mismo, un mayor periodo de tiempo sin precipitaciones, este índice se podría aplicar para la obtención de niveles de riesgo de incendios forestales en climas mediterráneos si se consigue relacionar con la recurrencia y extensión de incendios en una serie histórica.

## 2. Objetivos

El objetivo principal de este estudio es el de relacionar los valores históricos del *Drought Code* con los incendios forestales que han tenido lugar en la Comunidad Valenciana para obtener umbrales de riesgo de incendios basados en este índice de sequía.

Como objetivos secundarios se han establecido:

- obtener los valores de evapotranspiración diaria para toda la serie temporal ente 1976 y 2019 en España.
- calcular el índice de sequía.
- contrastar la estadística de incendios forestales en la *Comunitat Valenciana* con los valores obtenidos del DC para la serie temporal en cada píxel.
- establecer la relación estadística que existe entre el índice de sequía y los incendios forestales en la Comunidad Valenciana.
- identificar los umbrales de riesgo de incendios forestales en función del DC.

## 3. Metodología

### 3.1. Bases de datos

- Serie de datos meteorológicos diarios en rejilla para fines climáticos distribuidos por la AEMET.

Se trata de un conjunto de datos meteorológicos para la Península Ibérica y las Islas Baleares en formato *netCDF* distribuidos por AEMET (AEMET, s.p.) distribuidos en una rejilla de puntos que se encuentran a una distancia de 5 km entre sí y geolocalizados usando el sistema de referencia WGS-84.

Cada punto de rejilla tiene asociado su correspondiente valor de precipitación acumulada en 24 horas, de temperatura máxima o de temperatura mínima (PERAL et al., 2017).

Se han descargado las rejillas:

- rejillas de precipitación (*versión 1*) para el periodo 1975 - 2010
- rejillas de precipitación (*versión 2*) para el periodo 2011 - 2019
- rejillas de temperatura máxima (*versión 1*) para el periodo 1975 - 2019

- Cartografía de incendios forestales

Se ha utilizado la cartografía del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) "*Incendis forestals 1993 - 2018 (i 2019 provisionals)*" en formato *shapefile* que contiene la delimitación de la superficie afectada por los incendios forestales que han tenido lugar desde 1993. Es una capa vectorial, de polígonos, a escala 1:5.000 cuyo sistema de referencia de coordenadas es el ETRS89 UTM 30N (N-E).

También se ha empleado la cartografía de incendios forestales ocurridos entre 1978 y 1992 para la provincia de Valencia, aportada por la dirección General de Prevención y Extinción de Incendios forestales de la Generalitat Valenciana en el año 2012.

- Cartografía base SIANE

Se ha utilizado la capa de delimitación de las provincias de la Península Ibérica e Islas Baleares.

### 3.2. Formulación del DC

Se ha desarrollado el cálculo aplicando la formulación original del DC desarrollado para el FWI. Como explica VAN WAGNER (1987), las variables de entrada necesarias para su cálculo son:

- temperatura a mediodía (16:00) (°C). Se han usado las temperaturas máximas diarias como alternativa ya que esta es la información más parecida y que se encuentra disponible para los 40 años de extensión del estudio.
- precipitación diaria (P), en mm
- mes del año. Necesario para determinar el valor de un factor de corrección sobre la duración del día en el cálculo de la evapotranspiración.

El DC del día anterior se guarda en una variable diferente,  $DC_{t-1}$ . En el caso de que sea el primer día del cálculo del índice,  $DC_{t-1}$  será igual a 15.

La precipitación se transforma en precipitación efectiva. Si P es menor o igual que 2,8 mm, la precipitación efectiva ( $P_d$ ) es igual a la precipitación acumulada (Ecuación 1). De esta forma, el nuevo DC se calculará usando directamente la variable  $DC_{t-1}$ , que contiene el valor del DC del día anterior, sin correcciones de humedad.

$$P_d = P \quad (\text{Ec. 1})$$

Si la precipitación (P) es mayor a 2,8 mm, se transforma en precipitación efectiva (Ecuación 2).

$$P_d = 0,83 * P - 1,27 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde P es la precipitación acumulada durante el día en mm y Pd es la precipitación efectiva.

A continuación, se calcula la humedad equivalente del día anterior,  $Q_{t-1}$  (Ecuación 3).

$$Q_{t-1} = 800 * e^{(-D_{ct-1}/400)} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde  $Q_{t-1}$  es la humedad equivalente del día anterior, 800 es una constante que representa la capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo,  $DC_{t-1}$  es el índice de sequía del día anterior y 400 una constante referente al máximo porcentaje de contenido de humedad gravimétrico en la materia orgánica compacta del suelo.

En base al valor obtenido de  $Q_{t-1}$ , se calcula la humedad equivalente tras la precipitación,  $Q_t$  (Ecuación 4).

$$Q_t = Q_{t-1} + 3,937 * P_d \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde  $Q_t$  es la humedad equivalente de hoy,  $Q_{t-1}$  es la humedad equivalente del día anterior, 3,937 es un factor de conversión y  $P_d$  la precipitación efectiva.

Esta humedad después de la precipitación,  $Q_t$ , se transforma en valores de DC después de la precipitación,  $DC_t$  (Ecuación 5), que sustituye al valor de  $DC_{t-1}$  que se ha guardado al principio del cálculo.

$$DC_t = 400 * \ln(800 / Q_t) \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde  $DC_t$  es el índice de sequía con correcciones de humedad, 400 una constante referente al máximo porcentaje de contenido de humedad gravimétrico en la materia orgánica compacta del suelo, 800 es una constante que representa la capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo y  $Q_t$  es la humedad equivalente de hoy.

Si el resultado de  $DC_t$ , es inferior a cero se iguala a cero ya que es una restricción aplicada en la formulación original.

El siguiente paso consiste en calcular la evapotranspiración potencial V (Ecuación 6). Para evitar valores negativos se debe aplicar una restricción a la temperatura con la que, si la temperatura es menor a -2,8°C este valor será igual a -2,8°C ya que es la temperatura mínima aceptada en el cálculo del índice.

$$V = 0,36 * (T_{12} + 2,8) + L_f; \text{ si } T_{12} < -2,8, \text{ entonces } T_{12} = -2,8 \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde V es la evapotranspiración, 0,36 es una constante referente a la evaporación potencial por cada °C de temperatura,  $T_{12}$  es la temperatura a mediodía, 2,8 una corrección sobre la temperatura y  $L_f$  es un factor de corrección con el que se aplica a la ecuación la influencia de la duración del día.

$L_f$  varía en función del mes del año (Tabla 1).

Tabla 1. Valores del factor de corrección sobre la evapotranspiración de las horas de sol diarias para cada mes del año (MILLER, 2020).

Mes	L <sub>f</sub>	Mes	L <sub>f</sub>
Enero	-0,406	Julio	1,63
Febrero	-0,406	Agosto	1,27
Marzo	-0,406	Septiembre	0,61
Abril	0,229	Octubre	0,102
Mayo	0,965	Noviembre	-0,406
Junio	1,470	Diciembre	-0,406

Puesto que la evapotranspiración potencial no puede dar como resultado valores negativos, si se da un valor inferior a cero se ajusta a cero de forma análoga los cálculos anteriores.

Finalmente, se calcula el nuevo DC, DC<sub>t</sub>. Si la precipitación del día es menor o igual que 2,8 mm entonces se usará la ecuación que emplea el valor del DC<sub>t-1</sub> sin transformaciones de humedad. En cambio, si la precipitación es superior a 2,8 mm entonces se deberá aplicar al valor original de DC<sub>t-1</sub> tras aplicar las ecuaciones de variación de la humedad.

$$DC_t = \begin{cases} DC_{t-1} + 0,5 \cdot V, & \text{si } P \leq 2,8 \\ DC_t + 0,5 \cdot V, & \text{si } P > 2,8 \end{cases} \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde DC<sub>t</sub> es el índice de sequía de hoy, DC<sub>t-1</sub> es el índice de sequía de ayer, 0,5 es una constante para la conversión de unidades a mm, V es la evapotranspiración y DC<sub>t</sub> el índice de sequía con correcciones de humedad.

- Calibración del índice. Día 1

Se ha usado la rejilla de datos de 1975 para calibrar los valores del índice de sequía y evitar que se produzcan errores a causa de empezar el cálculo con un valor de DC<sub>t-1</sub> incorrecto.

MILLER (2020) recomienda para iniciar el cálculo del DC aplicar un valor de 15 en primavera. Por ello, en este caso se ha tomado como inicio el día 21 de marzo de 1975 (día 80 del año) y se han aplicado las ecuaciones del DC durante el resto del año. Al arrastrar el cálculo a lo largo de todo el año 1975 se minimizan los errores, ya que los resultados se van recalculando con los valores diarios de precipitación y temperatura. A partir de 1976 los resultados obtenidos ya se han considerado como válidos y se han incluido en el análisis estadístico posterior.

- Cálculo del DC desde 1975 hasta 2019

El algoritmo para calcular el DC se ha construido en Matlab (Matlab, 2021) y con él, a partir de los archivos *netCDF*, se ha obtenido el DC para cada día del periodo analizado y para cada uno de los puntos incluidos en estos archivos.

- Cálculo de los percentiles

A pesar de contar con los valores del índice de sequía, no se puede trabajar directamente con ellos. Existen grandes diferencias climáticas, orográficas y de continentalidad que influyen marcadamente en la distribución de la precipitación y de las temperaturas a lo largo de la Península y, en consecuencia, de la respuesta de la vegetación a estas condiciones. Por esto, para poder tratar la información de forma uniforme, se han calculado los percentiles (del percentil 1 al percentil 100) del

conjunto de valores del índice de sequía (desde 1 de enero de 1976 al 31 de diciembre de 2019) para cada localización de la rejilla. De esta forma, todo el territorio pasa a ser comparable entre sí.

Por último, se ha combinado la información del DC y los percentiles con los incendios forestales que han tenido lugar en la Comunidad Valenciana desde 1975. De esta forma, se obtiene un conjunto de datos final en el que se incluye, para cada incendio forestal registrado en la autonomía, la superficie que afectó, y el valor absoluto del DC y su respectivo percentil que había en el lugar y fecha cuando ocurrió.

- Análisis estadístico

Para caracterizar cómo se distribuyen los incendios a lo largo del año y determinar los percentiles en los que aparecen la mayor parte de ellos, se han realizado una serie de cálculos y segmentaciones de los datos. El conjunto de datos para toda la CV se ha analizado agrupando los incendios en 9 categorías en función de su tamaño y de su dificultad operativa (Tabla 2):

*Tabla 2. Clases de incendios agrupados en función de la superficie.*

Clase	Superficie (ha)	Clase	Superficie (ha)
1	<1	6	100-500
2	1-10	7	500-1000
3	10-25	8	1000-5000
4	25-50	9	>5000
5	50-100		

Estas categorías se han incluido en una misma gráfica representando la distribución de los incendios en función de su tamaño y de sus percentiles.

Usando la clasificación de la tabla 2 se han segmentado los datos por provincia y, para cada provincia, se han segmentado los incendios usando la clasificación establecida por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: conatos (menos de 1 hectárea), incendios (entre 1 y 500 hectáreas) y grandes incendios (más de 500 hectáreas). Con los datos distribuidos de esta forma se han calculado para cada provincia las frecuencias relativas de los conatos, de los incendios y de los grandes incendios en cada intervalo de percentiles.

Las frecuencias relativas para cada intervalo de percentiles hacen referencia al recuento de los incendios para cada 10 unidades de percentil (frecuencia absoluta) respecto de los valores absolutos.

#### 4. Resultados y discusión

Los valores de DC obtenidos para la CV se encuentran entre 0,0447 y 360,8104 (Tabla 3). Por provincias, Castellón es la que tiene a lo largo del periodo estudiado los valores más bajos de DC, con el menor mínimo y el menor máximo de las tres provincias, así como la menor media y la menor desviación estándar. La provincia con mayor amplitud en sus valores es la de Alicante.

*Tabla 3. Mínimo, máximo, media y desviación estándar de los valores absolutos del DC para todo el año.*

Zona	DC mínimo	DC máximo	Media	Desviación estándar
Alicante	0,2718	360,8104	70,33	69,29
Valencia	0,3084	286,2827	57,79	56,44
Castellón	0,0447	242,2101	39,37	43,58
Comunidad Valenciana	0,0447	360,8104	56,58	58,45

En un examen preliminar se constata que, a mayor superficie afectada, menor es el DC máximo indicado (Tabla 4).



Tabla 4. Valor de DC mínimo, máximo, medio y su desviación estándar por provincia y tipo de incendio.

Provincia	Tipo incendio	DC mín	DC máx	Media	Desv.estándar
Alicante	Conato	0,2718	360,8104	68,8224	69,9104
	Incendio	0,4724	307,2497	73,6798	66,7782
	Gran incendio	7,8221	216,1776	128,1735	67,9355
Valencia	Conato	0,3084	286,2827	54,6782	55,8442
	Incendio	0,3175	280,77	64,2122	56,5317
	Gran incendio	6,7721	238,0763	97,5913	53,04
Castellón	Conato	0,0447	242,2101	36,1156	41,7673
	Incendio	0,5858	221,9081	47,663	46,903
	Gran incendio	11,0091	195,7306	83,4515	47,9218
Total	Conato	0,0447	360,8104	53,7580	58,026
	Incendio	0,3175	307,2497	63,0411	58,4899
	Gran incendio	6,7721	238,0763	97,2148	54,0804

Aunque se observan ciertas tendencias en los valores del DC presentados en las dos tablas anteriores, sobre todo al relacionarlo con la superficie quemada, no se pueden establecer unos niveles de riesgo concretos. Las desviaciones estándares son demasiado altas mostrando que existe demasiada dispersión respecto a la media y, por ende, hay demasiado solape entre valores como para establecer unos umbrales bien delimitados.

Los grandes incendios han ocurrido con valores mínimos del DC de 6,77 y con valores máximos de 238,07, por lo que usar el valor mínimo como umbral establecería un nivel de riesgo prácticamente constante en todo el territorio y usar el máximo dejaría bastantes escenarios de riesgo desatendidos. Usar la media sería una posible solución, pero para reducir al máximo la influencia de la geografía la mejor opción es trabajar con los percentiles del conjunto de datos.

Para visualizar mejor este problema se han representado el porcentaje de incendios que han tenido lugar para intervalos de 10 unidades de DC (Figura 1). La distribución de los incendios no parece seguir ninguna tendencia concreta, quedando bastante mezclados en todos los intervalos y apareciendo conatos hasta en valores muy elevados de DC y grandes incendios en valores muy bajos.

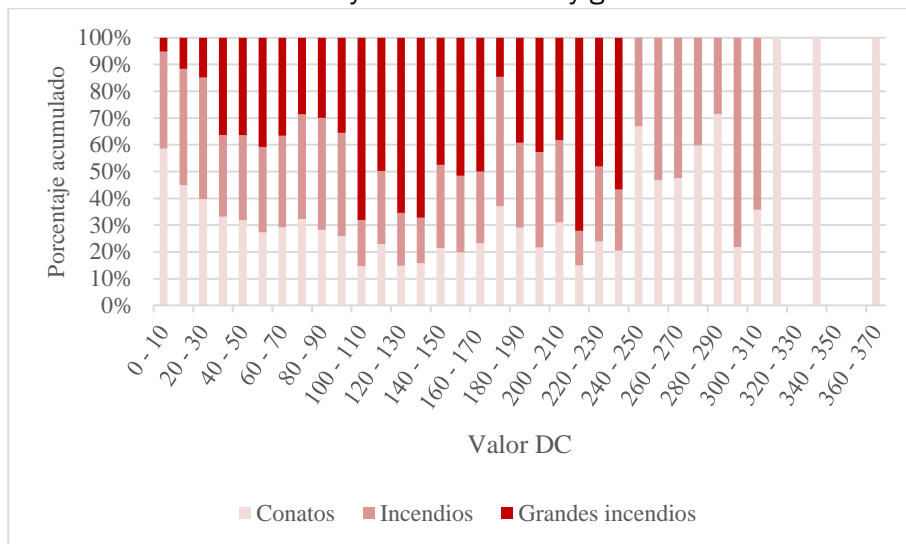


Figura 1. Distribución de frecuencias relativas de incendios en función de su tamaño y el valor de DC.

No obstante, si en lugar de representar los valores del índice se representan los percentiles en los que se encontraban estos valores (Figura 2) sí se observa que, a medida que aumenta el valor del



percentil aumenta el número de grandes incendios y decrece el de los conatos. De todos los puntos afectados por un incendio que tienen valores de percentil entre 90 y 100 el 60,68 % de los casos se vieron afectados por grandes incendios.

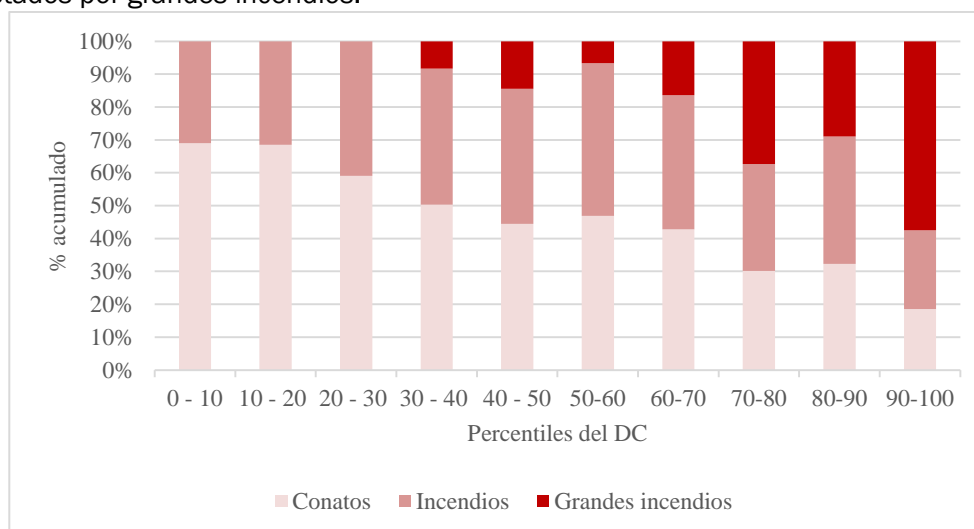


Figura 2. Distribución de las frecuencias relativas de los incendios en función de su tamaño y el percentil en el que se encuentra

Se han representado los incendios en función de la superficie afectada y su correspondiente percentil (figura 3), se observa que los grandes incendios (grupos 7 a 9) se concentran, en general, en los percentiles 60, 70, 80 y 90. Destaca el caso del grupo 9 (incendios de más de 5.000 hectáreas), en el que en todos los casos los incendios se encuentran por encima del percentil 75 por lo que este valor se considera como un umbral de riesgo de grandes incendios.

Los conatos (grupo 1) y los incendios entre 1 y 10 hectáreas (grupo 2) aparecen en cualquier percentil por lo que no se puede obtener ningún umbral de riesgo significativamente estadístico. En estos datos se constata que incluso en las peores condiciones de sequía los medios de extinción disponibles consiguen controlar incendios cuyo potencial de propagación en relación con la disponibilidad de combustible (asociado al percentil DC) es muy alto. El resto de los incendios también aparecen en la mayoría de los percentiles, pero se observa que, a medida que aumenta el tamaño de los incendios, disminuyen en los percentiles más pequeños y se concentran en los mayores.

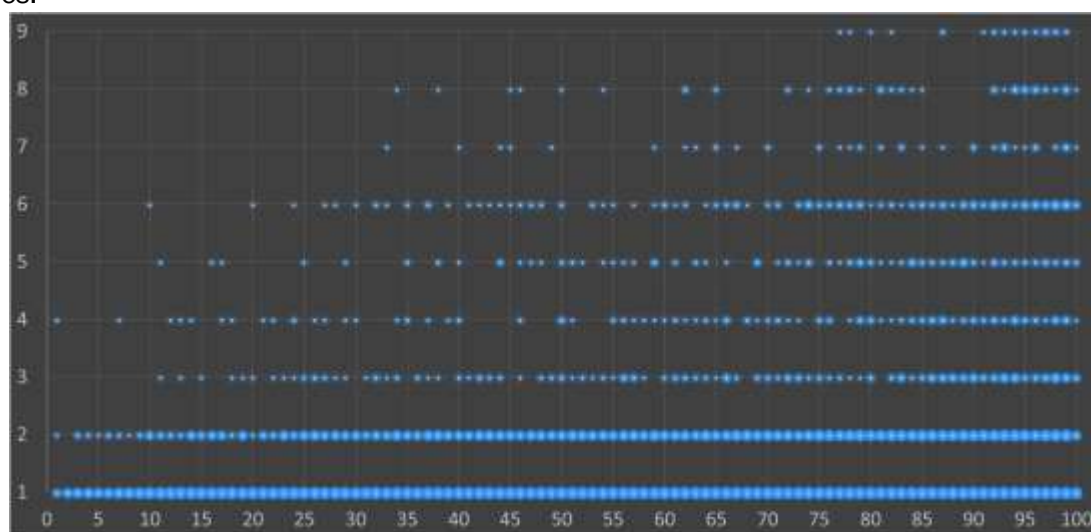


Figura 3. Percentiles por tamaño de incendio en la CV.

Usar el valor absoluto del DC no sólo es problemático para establecer niveles de riesgo, sino que también influye en la comparación entre distintas zonas. La distribución geográfica en términos absolutos de los valores de DC en el percentil 90 en Península Ibérica y las Islas Baleares indican que hay zonas con mayor recurrencia de éstos (Figura 4). Esto es debido a las grandes diferencias climáticas, orográficas y de continentalidad que influyen marcadamente en la distribución de la precipitación y de las temperaturas y, en consecuencia, en la respuesta de la vegetación a estas condiciones.

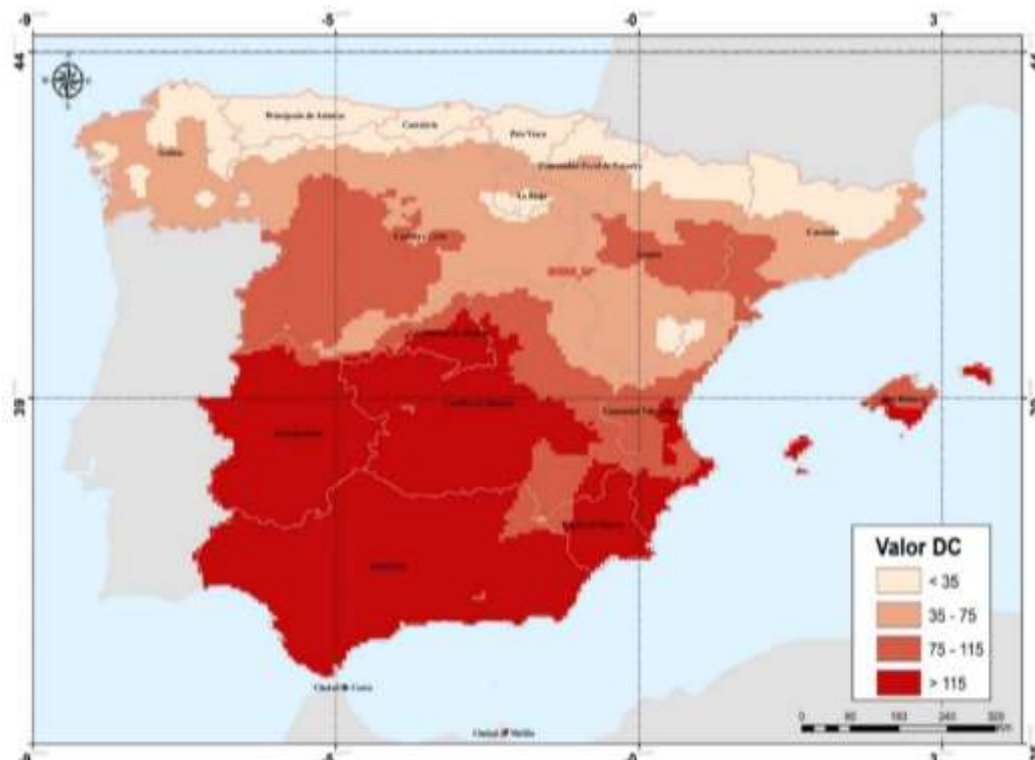


Figura 4. Distribución geográfica de la recurrencia de los valores de DC del percentil 90.

Sin embargo, existe una relación directa entre la cantidad de incendios que se producen y el percentil (Figura 5). Aplicando una regresión lineal esta correlación se confirman ajustes de la recta muy elevados (Alicante,  $R^2 = 0,9445$ ; Valencia,  $R^2 = 0,9322$ ), excepto en Castellón ( $R^2 = 0,6235$ ) donde hay un pico en la frecuencia de los incendios en los percentiles más bajos lo que puede estar asociado a incendios de invierno o a causas ajenas a la sequía.

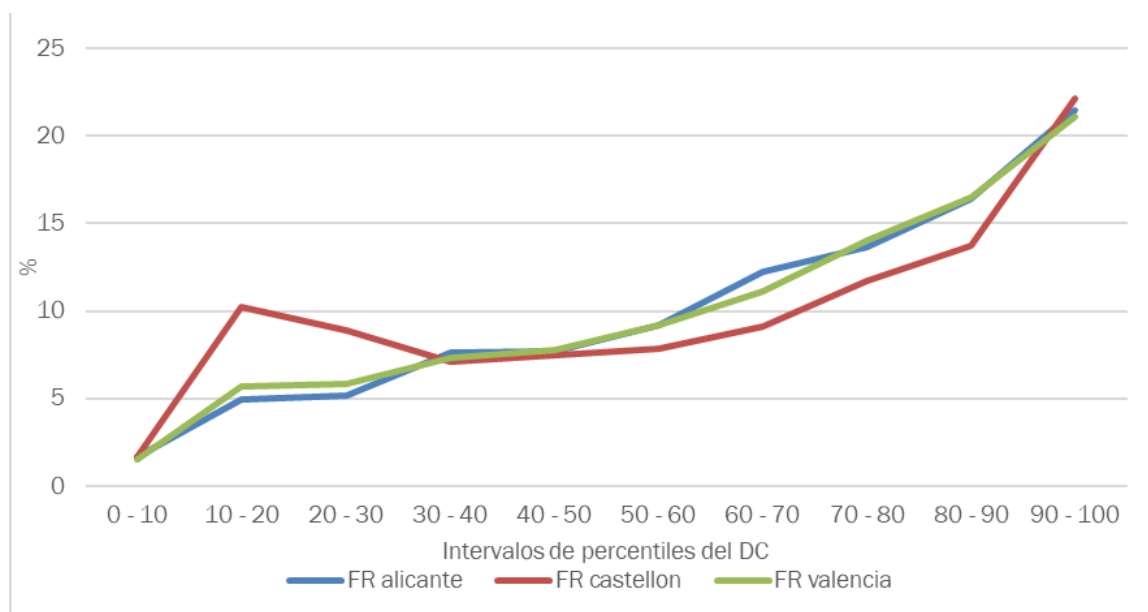


Figura 5. Frecuencia relativa de los incendios forestales en función del percentil.

Usando además la clasificación de los incendios forestales en conatos, incendios y grandes incendios, también se obtiene la regresión existente entre el percentil y la frecuencia relativa que tiene cada tipo de incendio forestal en dicho percentil. En el caso de los conatos (Figura 6) se obtienen unos resultados muy similares a lo obtenido para el total de los incendios forestales. La regresión lineal tiene un ajuste elevado para Alicante ( $R^2 = 0,9535$ ) y para Valencia ( $R^2 = 0,9390$ ). Sin embargo, para Castellón el ajuste de la regresión lineal se reduce a  $R^2 = 0,5433$  ya que la frecuencia relativa de los conatos en los percentiles más bajos se dispara.

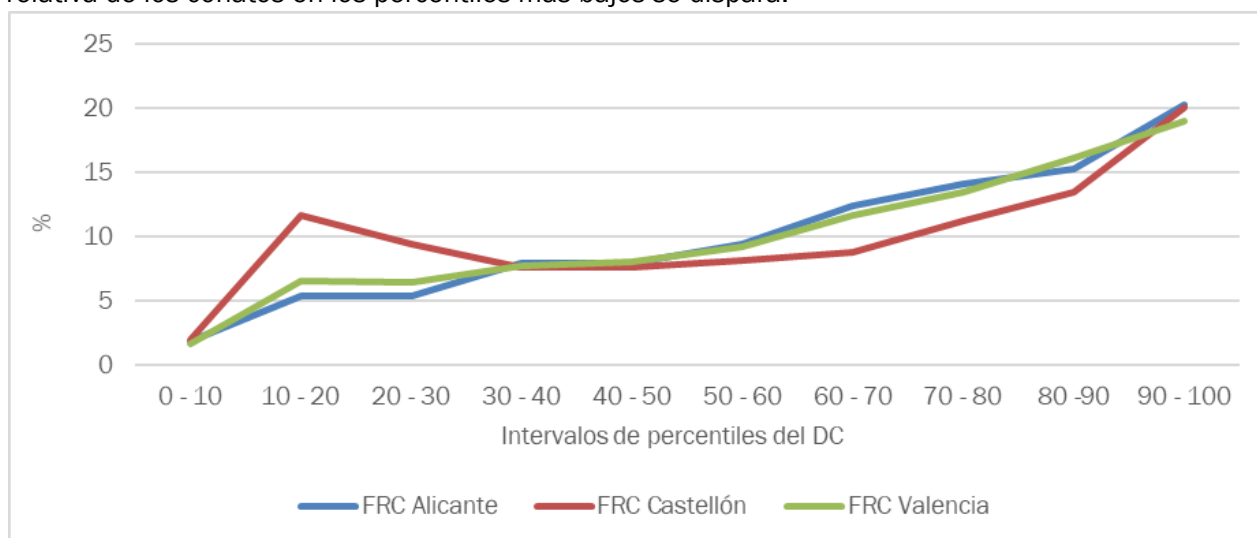


Figura 6. Frecuencia relativa de los conatos (FRC) en función del percentil.

Para los incendios (Figura 7) la regresión lineal ofrece un buen ajuste en todos los casos, mostrando una relación directa entre la frecuencia de los incendios y su percentil sin interrupciones como ocurría en el caso anterior con Castellón (Alicante,  $R^2 = 0,8958$ ; Castellón,  $R^2 = 0,7733$ ; Valencia,  $R^2 = 0,9299$ )

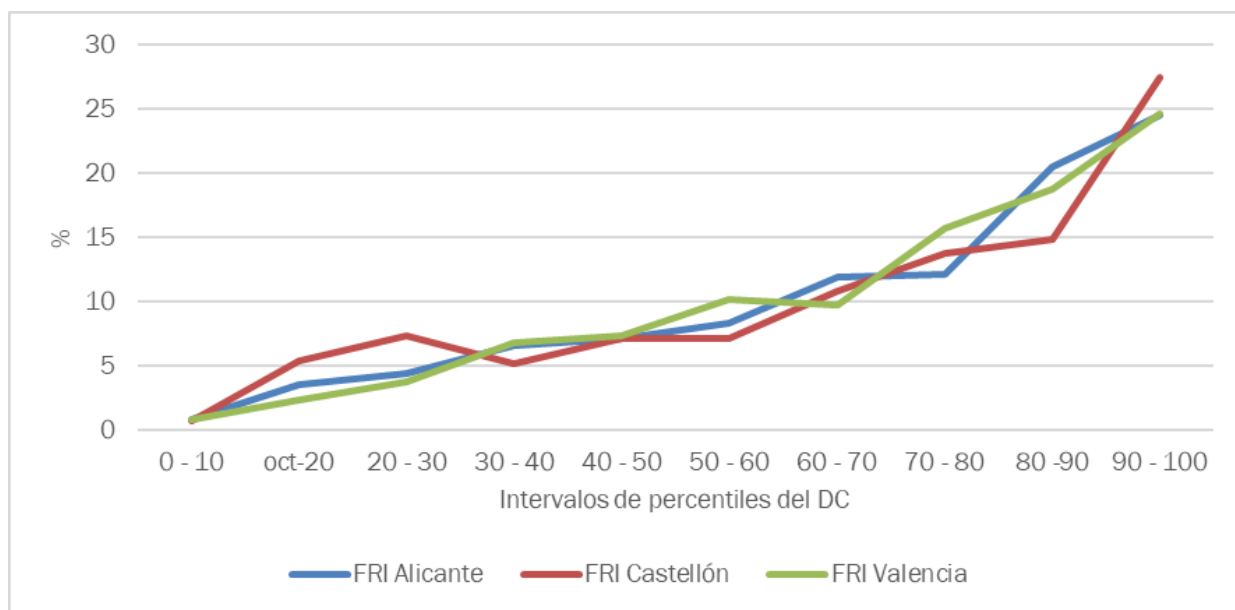


Figura 7. Frecuencia relativa de los incendios (FRI) en función del percentil.

Por último, en el caso de los grandes incendios (Figura 8) la relación entre ambas variables se concentra sobre todo en los percentiles más altos. Debido a que no ocurren grandes incendios por debajo del percentil 30 y a que en percentiles intermedios la frecuencia relativa es baja, se ha aplicado una regresión polinómica en lugar de una regresión lineal obteniendo como resultado unos ajustes bastante elevados (Alicante,  $R^2 = 0,6957$ ; Castellón,  $R^2 = 0,7722$ ; Valencia,  $R^2 = 0,8017$ ).

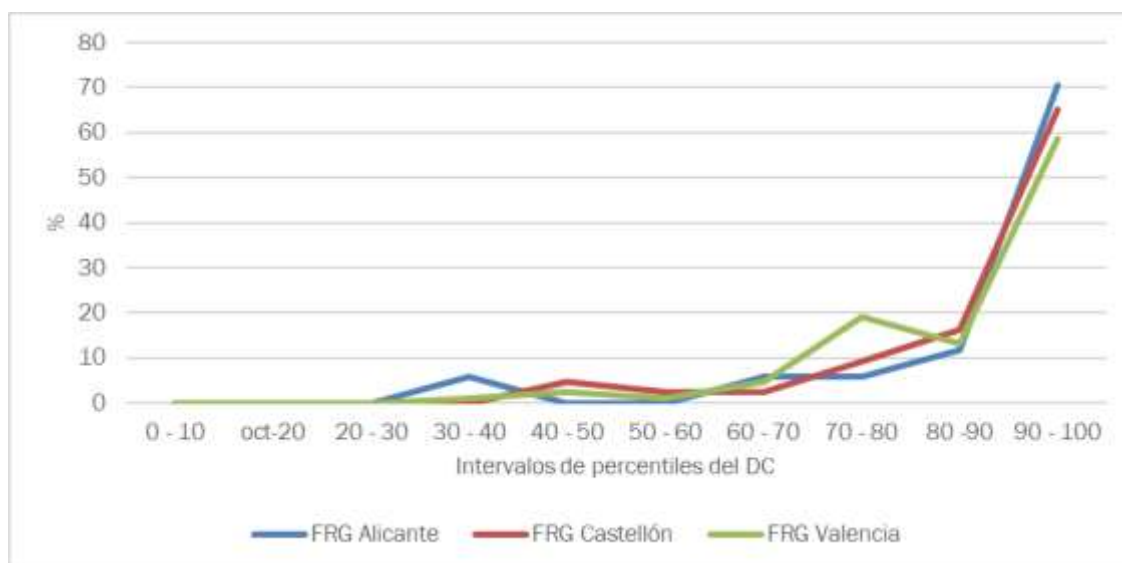


Figura 8. Frecuencia relativa de los grandes incendios (FRG) en función del percentil.

Se ha supuesto que los grandes incendios con percentiles intermedios están asociados a incendios de invierno con vendavales y bajas temperaturas. Cabe destacar también que los grandes incendios aumentan su frecuencia relativa considerablemente a partir del percentil 70, especialmente en los casos de grandes incendios superiores a las 5.000 hectáreas (Figura 3). De esta forma se demuestra que, sobre todo para este tipo de incendios, el valor del DC puede ser de gran utilidad para establecer niveles de riesgo de incendios forestales.

## 5. Conclusiones

- La sequía es un factor clave para comprender los incendios forestales y la superficie que pueden llegar a afectar, por lo que contar con las herramientas y el conocimiento suficiente para detectar situaciones de riesgo es imprescindible para poder controlar los incendios forestales, sobre todo los de mayor tamaño.
- Existe una relación de proporcionalidad directa entre el percentil de DC y la frecuencia relativa de los incendios.
- A partir del percentil 70 se producen aproximadamente el 50% de los incendios en todas las provincias de la *Comunitat Valenciana*.
- El percentil 70 es un claro umbral de riesgo ya que a partir de este valor se producen más incendios y de mayor extensión
- Los grandes incendios de más de 5.000 hectáreas se producen siempre por encima del percentil 75.
- El uso de DC para establecer un umbral de riesgo es aplicable a la Comunidad Valencia y la metodología es susceptible de ser replicada al resto de regiones climas mediterráneos.

## 6. Bibliografía

GVA; 2012. Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana

GVA; 2021. Plan especial frente al riesgo de incendios forestales. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana

MILLER, E.; 2020. A conceptual interpretation of the Drought Code of the Canadian Fire Weather Index System. *Fire* 2020 3(2): 23.

PERAL, C.; NAVASCUÉS, B.; RAMOS, P.; 2017. Serie de precipitación diaria en rejilla con fines climáticos. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología. 30. Madrid.

QUÍLEZ, R.; 2016. Prevención de megaincendios forestales mediante el diseño de planes de operaciones de extinción basados en nodos de propagación. Tesis doctoral. 265 pp. Universidad de León.

QUÍLEZ, R.; 2020. Incendios forestales. Análisis y operaciones para su combate. Fundación de ecología del fuego y gestión de incendios forestales Pau Costa. 316 pp. Tivissa.

VAN WAGNER, C.E.; 1987. Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. *Forestry Technical Report* 35 1 – 48.