



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

**6CFE01-309**

---

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

## **Incendios convectivos en España: Casos de estudio y recomendaciones en las estrategias de extinción**

QUÍLEZ MORAGA, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia. Técnico Jefe de Forestales y Voluntariado. Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural.

### **Resumen**

Las tipologías de incendios, en cuanto a su motor y propagación, son cada vez más conocidas por todos los dispositivos de extinción.

En la actualidad se está presentando de forma más habitual una tipología de incendio que se sale de la tan manida regla del 30, o de la percepción que todos los combatientes de incendios forestales tienen en relación con el viento como principal motor del incendio, estos son los incendios convectivos.

Los incendios convectivos presentan un comportamiento muy particular que puede suponer graves riesgos para el personal de extinción, por lo que se pretende es analizar su comportamiento para dar unas claves de dinámica de propagación que permitan a los medios de extinción identificarlos, comprender su comportamiento, y que este conocimiento les permita trabajar con un mayor margen de seguridad a la hora de aplicar diferentes tipos de ataque, y la rápida identificación de las oportunidades de extinción.

### **Palabras clave**

Extinción, predicción, seguridad, incendios convectivos.

### **1. Introducción**

Los incendios forestales están adquiriendo una complejidad de extinción en aumento, motivada fundamentalmente por la “paradoja de la extinción”, paradoja que está asentada sobre en tres pilares principales: potentes dispositivos de extinción, gestión del territorio y cambio climático.

Así, los dispositivos de extinción de incendios forestales cada vez están mejor dotados, los despachos de medios de extinción son cada vez más grandes en número de recursos enviados en respuesta a una alerta por incendio forestal, con lo que se consigue dejar la mayoría de incendios en fase de conato.

Por otro lado está la gestión del territorio, donde el aprovechamiento de la biomasa forestal ha sufrido un fuerte descenso durante las últimas décadas, acumulándose en el monte, a la vez que se ha producido un descenso en las actividades agrosilvopastorales, lo que ha puesto a merced de la colonización del monte muchos espacios que antes no estaban ocupados por vegetación forestal, lo que genera enormes cantidades de biomasa dentro de los montes, eliminando en gran parte del territorio las discontinuidades que existían en el pasado.

Como tercer pilar hay que citar el escenario de cambio climático, que según los modelos de predicción a medio o largo plazo, supondrá un incremento en la temperatura media, asociada a un aumento en el régimen de olas de calor procedentes del norte de África hacia la península, a la vez que se registrará una disminución en la humedad disponible en las capas bajas de la atmósfera (MORENO RODRIGUEZ, J. M. et al), lo que influirá en la humedad de los combustibles forestales, y en las capas medias de la atmósfera, lo que potenciará un incremento en la inestabilidad atmosférica.

Los incendios convectivos, denominados por la literatura norteamericana como incendios hambrientos, refiriéndose a la cantidad de combustible disponible, o como incendios dominados por columna, refiriéndose a la inestabilidad atmosférica en altura y grado de humedad en las capas superiores de la atmósfera a la zona donde se desarrolla el incendio, calculada mediante el índice de Haines, son en realidad una combinación de ambas definiciones, con algunos matices. El índice de Haines no se adapta bien a las alturas geopotenciales en capas bajas y altas en la zona del mediterráneo, funcionando muy bien en las capas medias.

En numerosas ocasiones tienden a confundirse conceptos como calor convectivo o incendio convectivo, cuestiones que no significan lo mismo. Según la RAE la convección es *“Transporte en un fluido de una magnitud física, como masa, electricidad o calor, por desplazamiento de sus moléculas debido a diferencias de densidad”*. El calor convectivo tiene que ver con los mecanismos de propagación del calor a través de las moléculas de una estructura, y en la atmósfera los procesos son adiabáticos, es decir las partículas de aire no intercambian calor con las partículas de aire adyacentes, sino que se expanden o contraen (DONALD AHRENS). El incendio convectivo, o “Plume dominated fire” de la literatura anglosajona, se refiere a los procesos mediante los cuales se produce la propagación principal del incendio, similar al desarrollo de nubes convectivas, mediante pérdida o ganancia de densidad. Por tanto la definición de calor convectivo tiene que ver con los procesos de transmisión de calor, y la denominación de incendio convectivo tiene que ver con el movimiento vertical de aire en altura, y la dinámica de circulación de vientos en el entorno del incendio.

Otra cuestión que causa mucha confusión es aquella que tiene que ver con la aparición de incendios convectivos en episodios anticiclónicos, lo cual es contradictorio en primera instancia, ya que un episodio anticiclónico es estable por definición. Sin embargo, en los procesos anticiclónicos, especialmente en verano, y sobre todo en aquellos asociados a la entrada de olas de calor procedentes del norte de África, se produce un fuerte calentamiento de la superficie terrestre, lo cual genera bajas relativas, que son zonas donde el gradiente de temperatura entre la superficie y las capas bajas de la atmósfera es superior al gradiente adiabático seco, por lo que la atmósfera se define como inestable.

En numerosas ocasiones se utilizan índices como el CAPE (convective available potential energy), que es una medida de inestabilidad atmosférica, y se suele utilizar para describir el potencial convectivo que tiene la atmósfera para generar tormentas. Esta medida puede ser utilizada para intuir el potencial de formación de incendios convectivos, además de episodios tormentosos que pudiesen generar incendios por rayo. Valores por encima de 600 de CAPE, dan una idea de que la atmósfera comienza a ser sensiblemente inestable y valores por encima de 1000 o 1200, significan que la atmósfera presenta un enorme potencial

convectivo, que puede desencadenar supercélulas tormentosas. No hay que olvidar que la definición presenta la palabra potencial, que significa lo que puede ser, pero no lo que es.

En la mayoría de los incendios convectivos, la atmosfera en las capas bajas puede definirse como inestable, aunque si el gradiente de temperatura del momento sigue la trayectoria del gradiente de temperatura de una atmosfera estable, el efecto sobre el gradiente de temperatura del calor desprendido por el incendio podría convertirla en inestable, favoreciendo el desarrollo de las columnas convectivas (DONALD AHRENS, C.).

Algunos incendios se desarrollan sobre estructuras atmosféricas condicionalmente inestables, lo que significa que el gradiente de temperatura del medio se encuentra por debajo del gradiente adiabático seco ( $10^{\circ}\text{C}$  por cada 1000m), pero por encima del gradiente adiabático húmedo ( $5^{\circ}\text{C}$  por 1000 m), lo que implica que el aire es estable en relación con la adiabática seca, pero inestable en relación con la adiabática saturada, por lo que al subir podría generar inestabilidad (DONALD AHRENS, C.), esto es lo que sucedió en el Ham Fire en Minnessota en mayo de 2007, el cual quemó 43.000 ha, cruzando la frontera con Canadá en Ontario (NWCG, METED UCAR).

En definitiva, el factor determinante en la propagación de los incendios convectivos es distinto al de los incendios clásicos de viento y temperatura, encontrándose valores significativos en la estructura atmosférica en altura, bien sea por gradiente de temperatura elevado, por gradiente de temperatura y sequedad ambiental en altura, o por gradiente de temperatura en superficie y por la estructura de la velocidad de viento en altura, que en ocasiones incluye la cizalladura.

## 2. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo se centran en analizar el mecanismo de evolución de los incendios convectivos, proponer una serie de medidas de predicción de potencialidad de que estos incendios se desarrollen, y en plantear una serie de recomendaciones operativas en relación con su control y con la seguridad del personal interviniente en su extinción.

## 3. Metodología

La metodología utilizada se centra en el estudio de incendios convectivos de los últimos años, analizando su propagación, la meteorología, la estructura de la atmósfera en altura, y las medidas de control y extinción empleadas.

La serie de incendios convectivos estudiados son Xátiva y Simat 2005, Ayora 2007, Ayora 2008, Tuejar 2012 en la provincia de Valencia, así como otros desarrollados en otras zonas de España como el incendio Castellnou del Vallés 2005, Zuera 2008, Nuñomoral 2009, o el de Castrocontrigo 2012. También se han analizado las fases convectivas de grandes incendios como Guadalajara 2005 y Barxeta 2010 (Valencia).

La reconstrucción meteorológica de estos incendios se realizado en base a los datos reales tomados en el lugar mediante estaciones meteorológicas portátiles, estudio de radiosondeos oficiales obtenidos a través del servidor de la Universidad de Wyoming, datos

meteorológicos de la red de estaciones meteorológicas de CEAM, y previsiones de radiosondeos y meteorológicas de NOAA.

En los incendios de la Comunidad Valenciana, además se ha contrastado la información con los planes de operaciones del incendio y del análisis post-incendio de cada uno de ellos.

En el estudio se ha incorporado el índice de Haines, desarrollado por Donald Haines en 1988, que da una idea de la inestabilidad atmosférica en la parte más baja de esta, para aplicarlo en el desarrollo de los incendios forestales. Este índice combina dos factores que pueden influir en el comportamiento del fuego: el gradiente vertical de temperatura (termino de temperatura A) y el grado de humedad en el aire (término de humedad B). La variación vertical de temperatura en la parte baja de la atmósfera, puede influir en el desarrollo de la columna de convección sobre el incendio. Los niveles del gradiente vertical de temperatura, indican inestabilidad, pudiendo incrementar el desarrollo de la convección sobre el fuego, así se incrementan las posibilidades de que se dé un comportamiento errático o extremo del incendio.

#### 4. Resultados

Del estudio de incendios convectivos se ha podido constatar que el viento o la topografía influyen en su propagación, pero no son su motor principal, ya que no son determinantes para que el incendio presente una velocidad de propagación tan elevada como la mostrada.



*Figura 1. Pirocúmulo incendio Tuejar 1 de junio de 2012.*



*Figura 2. Incendio convectivo de Ayora 15 agosto de 2008, con cizalladura en altura.*

En todos los incendios estudiados se ha analizado el índice de Haines, mostrando un valor alto (valor 5) o extremo (valor 6), que viene a ponderar el potencial de la atmósfera para

que se dé un crecimiento rápido y errático de un incendio, presentando un comportamiento extremo (BRIAN E. POTTER, DAN BORSUM, DON HAINES).

En los estudios de correlación del índice de Haines desarrollado por el CEAM, se pudo comprobar que para un periodo de estudio entre los años 1980 y 2008 en la Comunidad Valenciana, los registros con valores 5 ó 6 tienden a incrementarse a medida que se evoluciona en el tiempo, mostrando un incremento significativo en la década de 2000 en relación con la de los 80.

A su vez, en las elevaciones medias, se observa una gran incidencia de valores altos o extremos de este índice, asociados al término de estabilidad A, que está relacionado con el gradiente de temperatura, aunque la variación del término de humedad B, no presenta una variación tan clara, de lo que podemos extraer que el índice de Haines puede dar unos buenos resultados para elevaciones medias, pero muestra errores en relación con la valoración de las atmósferas convectivas en elevaciones bajas y altas para la zona de estudio.

El análisis sinóptico sugiere la existencia de una relación entre el incremento del índice de Haines y las atmósferas convectivas, y pone de manifiesto que el incremento del índice de Haines lleva asociado un incremento del número de incendios (BARBERÁ BISBAL, M. J)

Otro de los factores presentes en todos los incendios estudiados es la alta carga de combustible en superficie, y en algunos la naturaleza de las especies, como en el caso del incendio de Castrocontrigo o en las fases convectivas del incendio de Guadalajara, por desarrollarse ambos sobre pinares de *Pinus pinaster* resinado, el cual generó una enorme carga térmica, favoreciendo el desarrollo de la columna convectiva, incrementando el gradiente de temperatura en las capas bajas de la atmósfera (RODRIGUEZ RIVAS,A).

La elevada carga de combustible por sí misma no significa que el incendio pueda progresar, sino que necesita una alta disponibilidad. En los grandes incendios convectivos se ha podido constatar que la sequía estacional ha sido determinante para mostrar una disponibilidad no sólo del combustible muerto, sino también del vivo, al presentar unas condiciones de humedad muy bajas (figura 1).

En el incendio de Ayora del 15 de agosto de 2008 (figura 2), no fue necesaria esta sequía estacional, ya que la simple disponibilidad de los combustibles de 1h y 10 h, junto con la estructura atmosférica en altura propicia para su propagación, favorecieron la evolución rápida de incendio que afectó a 76 ha en 45 min, con un viento de 8 km/h del oeste, por tanto, una alta carga de combustibles muertos, y la no recuperación por la noche de la humedad de los combustibles de 10 h, en presencia de un gradiente elevado de temperatura, pueden ser condiciones suficientes para iniciar el desarrollo de este tipo de incendios.

Los ejes de propagación observados en estos incendios se centran en dos direcciones, la carrera principal sigue el eje del viento general o topográfico en superficie, pudiendo abrir la cabeza por los flancos una vez que llega a pendientes favorables para su alineación lateral, esto le permite, en ocasiones, realizar carreras perpendiculares a la del eje de propagación principal, abriendo la longitud de la cabeza (figura 3).



Figura 3. Carreras principales del incendio de Ayora agosto 2008.

Uno de los principales mecanismos de propagación del incendio se presenta en forma de saltos de fuego, los cuales puede realizar desde cualquier parte de la columna, mediante la caída de pavesas de gran tamaño por gravedad hacia la zona de incendio, incluyendo las zonas de cola, si el viento en altura no es muy intenso y la columna presenta una buena estructura vertical (figura 4). La mayor cantidad de saltos los genera en la zona hacia donde avanza el incendio, aunque también es capaz de generar numerosos saltos desde la columna en los flancos (figura 5), lo cual le permite crecer hacia los flacos, generando saltos de fuego a cortas distancias que luego atrae hacia el incendio principal, abriéndolos.

En algunos incendios descritos en Australia, debido a la capacidad que tiene la corteza del eucalipto, las pavesas son capaces de trasladarse a grandes distancias (mayores de 20 km), transportadas por corrientes potentes de viento en altura, que luego precipitan a superficie generando nuevos incendios forestales.



Figura 4. Saltos de fuego en cola de incendio de ayora 2007.



Figura 5. Saltos de fuego en flanco derecho del incendio de Guadalajara 2005.

En análisis de los diferentes incendios convectivos estudiados, se pueden distinguir las siguientes fases de evolución:

**Inicio:** Rápido desarrollo de la columna convectiva en las capas bajas, motivado por la existencia de una atmósfera inestable en relación con el gradiente de temperatura, y la alta disponibilidad de combustible, que propaga el incendio con gran facilidad, en muchas ocasiones mediante saltos de fuego a cortas distancias delante de la cabeza del incendio.

**Crecimiento:** A medida que el incendio se desarrolla, la columna de convección va creando una depresión en superficie que absorbe el viento a media llama, acelerando el proceso de la combustión, y generando un incremento exponencial de la actividad del incendio.

Una vez que la columna de convección está desarrollada, esta puede seguir creciendo hasta el momento en que el aire caliente junto con los productos de la combustión sean arrastrados por una corriente de aire en altura de mayor velocidad, que por efecto Venturi acelere la entrada de aire en superficie (figura 6), al evacuar la columna de forma rápida (cizalladura), o bien que esta columna comience a condensar al igualarse la temperatura de los gases de combustión con la del punto de rocío, lo cual formará un pirocúmulo. Cuando el peso de éste sea superior a la fuerza de las corrientes ascendentes, se desplomará sobre la superficie de la cabeza del incendio, aportando potentes corrientes de viento descendentes, que incrementarán en extremo la velocidad de propagación en superficie (figura 7), hasta que se vuelvan a equiparar las fuerzas.

**Sustentación:** La columna de convección y la disponibilidad del combustible mantienen la propagación del incendio mientras estas condiciones estén presentes en el desarrollo del incendio. Si el incendio entra en una zona de combustibles pesados, la cantidad de calor generado se incrementará y la actividad del incendio irá en aumento.

**Finalización:** Estos incendios disminuyen su velocidad de propagación cuando entran en zonas de combustibles ligeros o cuando se dan cambios en la estructura de la atmósfera en altura, como puede ser la aparición inversiones térmicas. Ambos mecanismos están relacionados con la disminución del calor evacuado, ya que si bien el primer factor tiene una influencia clara en este proceso, el segundo tiene una relación indirecta sobre el motor del incendio, al inhibirse la circulación de viento en altura.



Figura 6. Succión por Venturi de vientos en superficie por la columna de convección en incendio de Ayora agosto 2008.

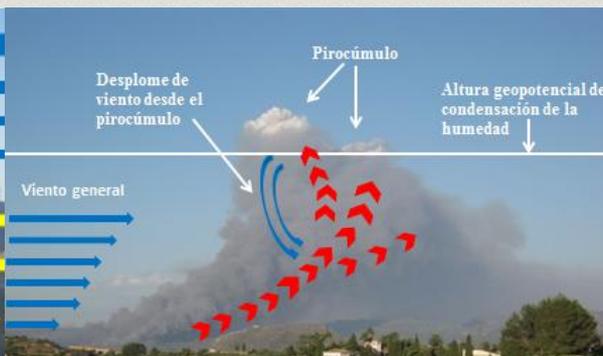


Figura 7. Mecanismo de retroalimentación de la columna, mediante desplome de vientos desde el pirocúmulo.

## 5. Discusión

La experiencia acumulada durante los últimos años con este tipo de incendios, muestra un patrón de comportamiento del incendio inicial similar, que se ve modificado por la evolución posterior de las condiciones atmosféricas.

Esta evolución viene condicionada por la existencia o no de inversión térmica en altura que limite el desarrollo de la columna de convección, el gradiente de temperatura de la atmósfera, la variación del contenido de humedad, y la estructura de la circulación de vientos en altura, que influirá en la intensidad de la combustión en superficie.

En caso de que exista capa de inversión, la evolución variará en función de la altura a la que esta se dé sobre el incendio, de cuál sea su espesor, de cómo sea la estructura atmosférica sobre el cinturón térmico en caso de rotura, (Torremanzanas agosto 2005), pero siempre se producirá un enorme crecimiento del incendio cuando la inversión rompa (Guadalajara 2005, Castrocontrigo 2012).

Si no existe capa de inversión, puede que las condiciones atmosféricas en altura se mantengan constantes (Ayora julio 2007), o por el contrario, que se desarrolle una célula convectiva sobre la zona de incendio, que pueda afectar a la zona durante la fase de maduración de la tormenta posterior (Xátiva junio 2005).

También podría darse el caso de que incendios dominados por viento puedan pasar a incendios convectivos, al decrecer la velocidad del viento en superficie, condicionando el desarrollo posterior del incendio (Guadalajara julio 2005). En este caso, el límite de cambio se encuentra alrededor de los 30 km/h, dependiendo de la intensidad de la combustión presente.

De forma general, se podría afirmar que todos estos incendios han mostrado un comportamiento similar, aunque es obvio que la intensidad de combustión mostrada por cada incendio fue distinta, siendo una consecuencia derivada de la variación de situaciones meteorológicas pasadas y presentes en la zona de cada incendio, la topografía, y especialmente los combustibles afectados.

La inestabilidad atmosférica acelera el proceso de evacuación de gases calientes, que son reemplazados por la entrada a nivel de superficie de aire frío rico en oxígeno, que alimenta el incendio y dispara la actividad de combustión del incendio. A medida que crece la aportación de calor a la columna de convección, se va acelerando la entrada de aire por superficie.

Esta retroalimentación se produce desde cualquier punto del perímetro, aunque es más importante desde la parte más baja del incendio, por donde entra aire rico en oxígeno, y se ve favorecida por la existencia de barrancos, que funcionan a modo de toberas de alimentación de aire.

En cuanto a la seguridad del personal interviniente, este tipo de incendios son muy peligrosos para el personal de extinción, ya que generan gran cantidad de saltos de fuego por precipitación de pavesas por gravedad desde la columna de convección. Principalmente se dan en la dirección de la columna de convección.

Los saltos de fuego cercanos al frente principal, son absorbidos por la circulación de viento en superficie (figura 8), que es favorecida por el desarrollo de la columna de convección, o por las corrientes descendentes de aire seco que puedan darse. Para abordar la extinción del incendio debe tenerse en cuenta esta particularidad. En ocasiones pueden producir torbellinos de fuego (figura 9), lo cual les dará un comportamiento totalmente errático en estas zonas.



Figura 8. Salto de fuego en la zona de cabeza del incendio de Simat 2005, que son atraídas hacia la cabeza de incendio.



Figura 9. Ambiente de fuego, formación de torbellinos de fuego en incendio de Castrocontrigo 2012. Fte.- JCyL

En caso de realizar un ataque directo, hay que anclarlo en zonas de seguridad o supervivencia, siendo la más apropiada la zona quemada, siempre que no exista en esta potencial de retorno.

En caso de realizar ataque indirecto, hay que apoyarlo fuera de la zona de influencia de la columna de convección, en puntos donde la caída de pavesas no pueda sorprender al personal con fuego a la espalda, especialmente en la zona de la cabeza, ya que el incendio volverá a absorber estos saltos hacia el foco principal si se dan a corta distancia, a 100 ó 200 metros.

## 6. Conclusiones

En los incendios convectivos se diferencian cuatro fases en su desarrollo, la fase de inicio, crecimiento, sustentación y finalización. El conocimiento de cada una de las fases en la que se encuentra el incendio en relación con su catalogación de cara a la seguridad del personal de extinción, su propagación, continuidad de combustibles, y las previsiones meteorológicas, debe marcar el plan de extinción del incendio.

Herramientas como el índice de Haines, las previsiones meteorológicas enfocadas a la disponibilidad de combustibles y la circulación de vientos, el análisis de radiosondeos, y el estudio de la humedad del combustible vivo, son datos que permiten prever la ocurrencia de este tipo de incendios.

La dinámica propia del incendio, puede dar una oportunidad magnífica de ataque mediante la supresión del flanco que más retroalimenta a la convección, pudiendo convertir este en un incendio dominado por viento de poca velocidad, mucho más previsible, menos peligroso y más fácil de extinguir.

Este ataque se puede realizar mediante el empleo masivo de medios aéreos, apoyado por unidades en tierra que consoliden estas posiciones, o bien mediante el uso de fuego técnico (quemadas de ensanche), aprovechando la retroalimentación del incendio en la parte baja, por donde se produce la entrada de aire limpio, siempre que se tenga precaución con la posible caída de pavesas a la espalda por gravedad desde la columna. Este tipo de ataque siempre se debe realizar con la máxima de asegurar los anclajes en todo momento, y desde la cola hacia la cabeza.

Los ataques a la zona de cabeza son muy peligrosos y poco efectivos en la mayoría de las ocasiones, y en caso de plantearlos, hay que realizarlos desde zonas sin combustible, ya que será una zona de caída masiva de pavesas, por lo que es de esperar que se produzcan saltos de fuego a la espalda, que pueden crecer en la dirección de avance del fuego, o en la contraria, si están lo suficientemente cerca de la cabeza, como para que se produzca succión por parte de la columna de convección. Además, en los incendios con columnas convectivas que giran sobre sí mismas, la dispersión de saltos de fuego en esta zona es mucho más errática que en los de columna bien formada, pudiendo propagar saltos hacia la zona de los flancos, lo cual provocará la apertura de la cabeza en esos puntos, generando nuevas carreras.

En definitiva, los incendios convectivos, tal y como se han descrito, y en base a las experiencias acumuladas y las previsiones climáticas, así como la disponibilidad de combustibles dentro de las estructuras forestales, son cada vez más frecuentes e intensos en el conjunto de España, por lo que es necesario formar a los dispositivos de extinción en su conocimiento para una pronta identificación que permita tomar las decisiones más adecuadas para la seguridad del personal y su combate.

## 7. Bibliografía

BARBERÁ BISBAL, M. J.; 2009. Climatología del índice de Haines y aplicación a los incendios forestales en la Comunidad Valenciana. Facultad de Física. Universidad de Valencia. Trabajo de investigación. Burjassot.

BRIAN E. POTTER, DAN BORSUM, DON HAINES.; 2002. Keeping Haines real—or really changing Haines? Fire Management Today. Vol 62. N° 3. Pag 41-46. USFS. Washington D.C.

DONALD AHRENS, C.; 2009. Thunderstorm and tornadoes. Meteorology Today. 370 - 490. Books/Cole. Belmont, CA.

DONALD HAINES, A.; 2004. Downbursts and wildland fires: a dangerous combination. Fire Management today, vol 64. N° I. 59 - 61. USFS. Washington D.C.

DONALD HAINES A., LYON JACK L.; 2003. Horizontal Roll Vortices in Complex Terrain. Fire Management Today, vol 63.No 4. 54 p. USFS. Washington D.C.

MORENO RODRIGUEZ, J M. DE CASTRO, M. MARTIN VIDE, J. ALONSO, S.; 2005. El clima del pasado, presente y futuro. Evaluación Preliminar en España de los efectos por cambio climático. 53 - 56. UCLM - MMA. Madrid.

NWCG; 2008. Unit 6 and Unit 11. S 290 Intermediate Wildland Fire Behaviour Course. Meted Ucar. [https://www.meted.ucar.edu/training\\_course\\_es.php?id=14](https://www.meted.ucar.edu/training_course_es.php?id=14)

QUÍLEZ MORAGA, R.; 2006. Descripción de la rotura de un cinturón térmico durante la extinción del incendio de Torremanzanas (Alicante) España, 17 de agosto de 2005. Revista Incendios Forestales nº 14.

QUÍLEZ MORAGA, R.; 2007. 2007. Influencia del índice de Haines en la evolución del incendio forestal ocurrido en Xátiva (Valencia) España, el 22 de junio de 2005. Wildfire.

RODRIGUEZ RIVAS,A.; 2009. Estudios de valoración energética de combustibles forestales para la prevención de incendios forestales en La Sierra de La Primavera (Jalisco, México) mediante calorimetría de combustión y ensayos de combustión. Facultad de Física. 19. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.