

# Valoración de la humedad en el seguimiento del estado de la fracción fina viva de la vegetación con relación al riesgo de incendio forestal.

**F Xavier Castro, Eva Gabriel de Francisco, Esther Serrano, David Montserrat, Antoni Tudela i Esteve Canyameres**

**Servicio de Prevención de incendios forestales. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.**

## Resumen

El seguimiento del estado de la vegetación es fundamental en la valoración del riesgo diario de incendio forestal. Normalmente, este seguimiento se realiza mediante fórmulas más o menos empíricas que tienen como variables datos meteorológicos o bien con datos procedentes de distintos satélites. Si bien este enfoque es necesario, también es necesario tener un conocimiento del estado real de la vegetación. Durante el 2006, y en tres localidades diferentes, se ha realizado un seguimiento quincenal de la humedad de las plantas de tres especies de matorral mediterráneo (*Cistus monspeliensis*, *Rosmarinus officinalis* y *Quercus coccifera*) y de una especie arbórea (*Pinus halepensis*). Paralelamente se ha realizado un inventario para poder estimar la cantidad de agua total que mueven las fracciones vivas y muertas de las especies muestreadas. Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto GRINFOMED+MEDIFIRE del programa Interreg 3B medocc

## 1. INTRODUCCION

La humedad de la vegetación es uno de los factores principales en el inicio y desarrollo de los incendios forestales. La bibliografía documenta profusamente la evolución de la humedad del combustible fino muerto pero existen pocos datos sobre el combustible fino vivo. Esto es así debido a que la generalización del cálculo de la humedad del combustible fino muerto a través de variables meteorológicas obtiene buenos resultados. En el caso de la humedad de la vegetación viva, la humedad es mucho más dependiente de la especie, de su ciclo fenológico o de las lluvias no recientes. Esto hace que el cálculo de su humedad sea más difícil de generalizar y que se encuentren generalizaciones poco ajustadas a la realidad. Teniendo en cuenta que la vegetación viva representa, generalmente, entre el 70 y el 90 por ciento de la vegetación, es necesario un conocimiento más detallado de la evolución de su humedad y comportamiento.

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Descripción y localización de las parcelas

El muestreo se realizó en tres parcelas en zonas de matorral mediterráneo, dos en el litoral y una de ellas en el interior de Cataluña. Las características más relevantes de estas parcelas están recogidas en la tabla 1.

**Tabla 1-Localización de las parcelas de muestreo**

Parcela	Altitud (m)	Superficie (ha)	Coordenadas	Especies muestreadas
Camarasa (Lleida)	650	6	309028, 4655878	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Quercus coccifera</i>
Begues (Barcelona)	330	3.9	410196, 4574077	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Quercus coccifera</i>
Port de la Selva (Girona)	160	2.1	519068, 4687918	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Pinus halepensis</i>

## 2.2 Trabajo de campo

En cada una de las parcelas, al medio día solar y cada quince días, se procedió a la recogida de 20 porciones de fino vivo (diámetro < 6mm) cogidas en el tercio superior, expulsando las hojas o ramillos muertos si las había, de cada una de las especies. Las 20 plantas muestreadas fueron elegidas aleatoriamente entre 1000 individuos etiquetados y numerados de cada una de las especies muestreadas. Estas 20 muestras se colocaron en botes herméticos. Además de las muestras de vegetación se tomaron datos de humedad relativa, temperatura y estado fenológico de las plantas.

## 2.3 Trabajo de laboratorio

Una vez en laboratorio se pesó cada muestra para tener el peso fresco y a continuación proceder a su secado a 100 °C durante 48 horas para obtener el peso seco.

## 2.4 Cálculo del volumen de agua

Para el cálculo del volumen de agua ha sido necesaria la estimación de las cargas de cada una de las parcelas de muestreo. Esta estimación se realizó en el verano del 2006 (de la Mata, 2006). Así, con los datos de humedad del combustible fino vivo, obtenidos en los muestreos quincenales de campo, y la carga de esta fracción para las especies muestreadas, se ha calculado el volumen de agua que mueve la fracción de fino vivo de estas especies. Por otro lado, con la carga de la fracción fina muerta para las especie muestreadas y la humedad del combustible fino muerto, calculada sobre la base de los datos de humedad relativa y temperatura tomados durante el muestreo de campo y las tablas de elaboradas por el Rocky Mountain Research Station, se ha calculado el volumen de agua que mueve la fracción de fino muerto de las especies muestreadas.

La formula para el cálculo de volumen de agua es:

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{/ha)} = [\text{humedad (\%)} \times \text{carga (tn/ha)}] / 100$$

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Evolución de la humedad

Una de las formas de gestionar la agresividad del medio (falta de agua tanto ambiental como en el suelo) que tienen las plantas es mantener un nivel hídrico adecuado en cada momento. Este nivel hídrico, ligado también a la fenología, es un indicador del estado de la planta y su susceptibilidad al fuego. Los resultados de humedad presentan un alto grado de normalidad pero, en general, no son homocedásticos. La tabla 2 y la figura 1 muestran los resultados para el muestreo de *Rosmarinus officinalis* en la localidad de Camarasa. La tabla 3 y la figura 2

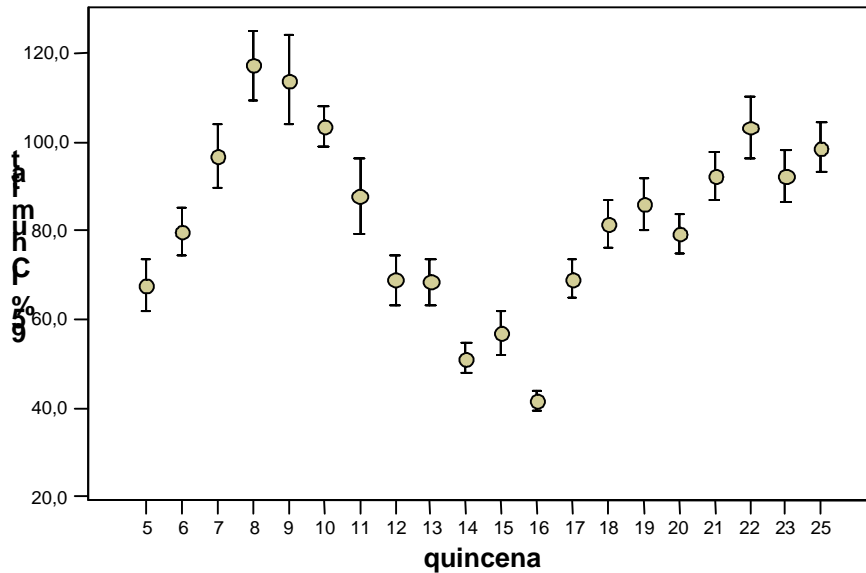
muestran los resultados para el muestreo de *Quercus coccifera* en la localidad de Begues. La tabla 4 y la figura 3 muestran los resultados para el muestreo de *Pinus halepensis* en la localidad de Port de la Selva. La tabla 5 y la figura 4 muestran los resultados para el muestreo de *Cistus monspeliensis* en la localidad de Port de la Selva.

**Tabla 2-** Pruebas de los efectos inter-sujetos. *Rosmarinus officinalis*. Camarasa

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	155970.812(a)	19	8208.990	52.047	.000
Intersección	2686835.742	1	2686835.742	17035.337	.000
quincena	155970.812	19	8208.990	52.047	.000
Error	58830.051	373	157.721		
Total	2899356.193	393			
Total corregida	214800.863	392			

Variable dependiente: humedad

(a) R cuadrado = .726 (R cuadrado corregida = .712)



**Figura 1-** Evolución del contenido de humedad. *Rosmarinus officinalis*. Camarasa

**Tabla 3-** Pruebas de los efectos inter-sujetos. *Quercus coccifera*. Begues

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	25484.864(a)	18	1415.826	11.855	.000
Intersección	1780922.540	1	1780922.540	14912.208	.000
quincena	25484.864	18	1415.826	11.855	.000
Error	42396.639	355	119.427		
Total	1844684.926	374			
Total corregida	67881.503	373			

Variable dependiente: humedad

(a) R cuadrado = .375 (R cuadrado corregida = .344)

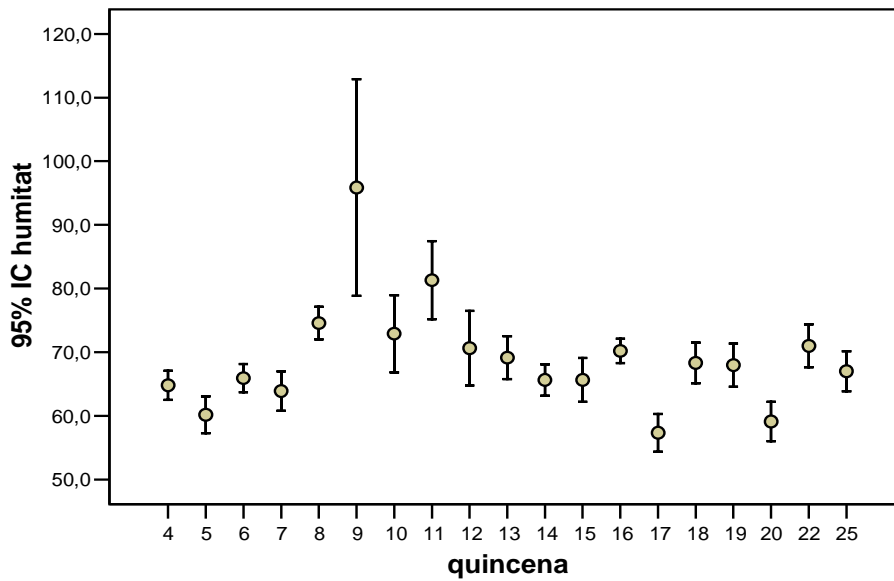


Figura 2 - Evolución del contenido de humedad. *Quercus coccifera*. Begues

Tabla 4- Pruebas de los efectos inter-sujetos. *Pinus halepensis*. Port de la Selva

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	7514.063(a)	9	834.896	11.462	.000
Intersección	2570153.471	1	2570153.471	35284.131	.000
quincena	7514.063	9	834.896	11.462	.000
Error	13767.067	189	72.842		
Total	2591845.870	199			
Total corregida	21281.130	198			

Variable dependiente: humedad

(a) R cuadrado = .353 (R cuadrado corregida = .322)

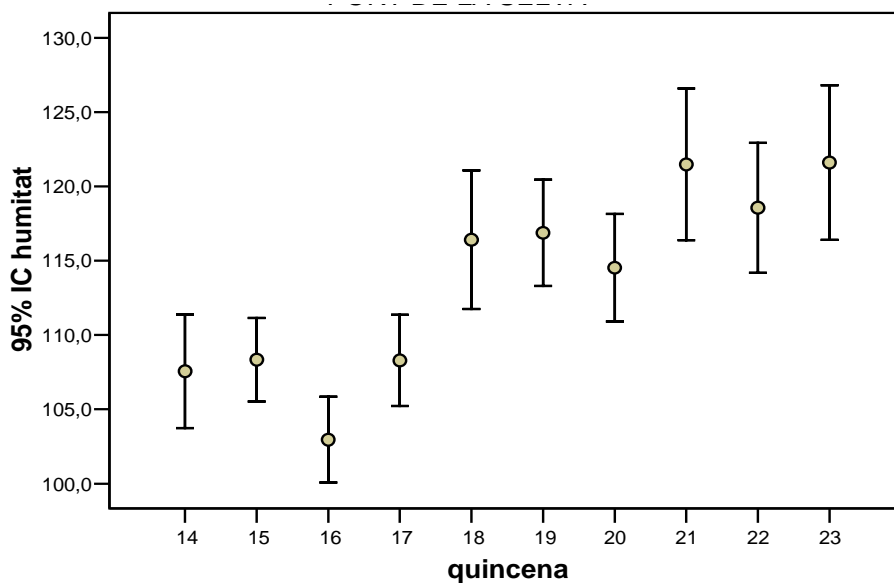


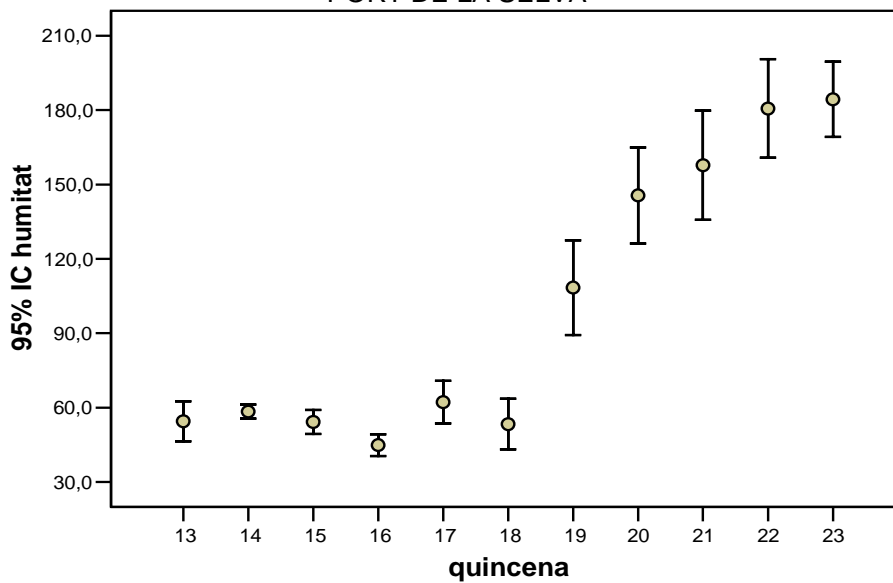
Figura 3 - Evolución del contenido de humedad. *Pinus halepensis*. Port de la Selva

**Tabla 5.** Pruebas de los efectos inter-sujetos. *Cistus monspeliensis*. Port de la Selva

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	574143.736(a)	10	57414.374	65.194	.000
Intersección	1942156.247	1	1942156.247	2205.323	.000
quincena	574143.736	10	57414.374	65.194	.000
Error	163804.148	186	880.667		
Total	2868166.260	197			
Total corregida	737947.884	196			

Variable dependiente: humedad

(a) R cuadrado = .778 (R cuadrado corregida = .766)



**Figura 4-** Evolución del contenido de humedad. *Cistus monspeliensis*. Port de la Selva

### 3.2 Evolución del volumen de agua

La humedad de la vegetación es una medida relativa del movimiento de agua que tienen las plantas a lo largo del año. Se ha querido tener los datos absolutos de este movimiento de agua para la parcela de Port de la Selva. Con los datos del inventario detallado de las cargas (tablas 6 y 7) y las humedades de las plantas se han obtenido los gráficos de evolución del volumen de agua que mueve cada una de las facciones para *Cistus monspeliensis* y *Pinus halepensis* (figuras 5 y 6).

**Tabla 6 -** Distribución de las cargas en la parcela de Port de la Selva

		Tn/ha	%
Vivo	<0.6 cm	6.33	25
	0.6-2.5 cm	3.23	13
	>2.5 cm	0.73	3
Muerto	<0.6 cm	2.80	11
	0.6-2.5 cm	1.33	5
Total		24.87	100

**Tabla 7-** Distribución de las cargas finas en Port de la Selva las parcelas de muestreo

	vivo < 0.6	%	muerto < 0.6	%
Rosmarinus officinalis	2.12	33	0.75	27
Cistus monspeliensis	0.83	13	0.32	12
Pinus halepensis	0.77	12	0.34	12
Suma tres especies	3.72	59	1.41	50
Total parcela	6.33	100	2.80	100

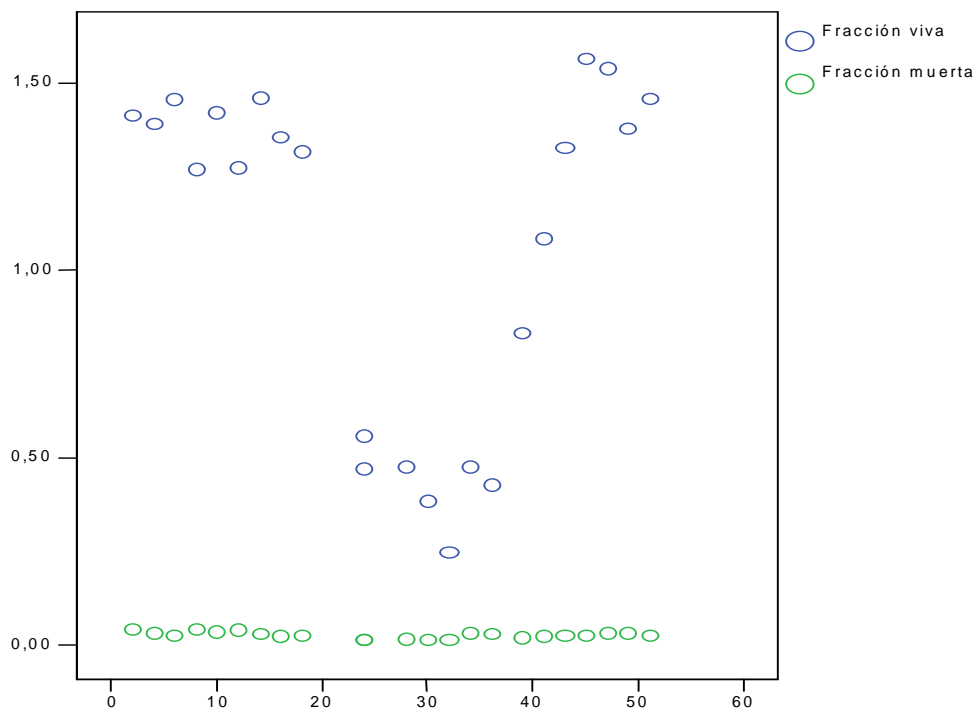


Figura 5. Evolución del contenido de agua. (m3/ha) *Cistus monspeliensis*. Port de la Selva

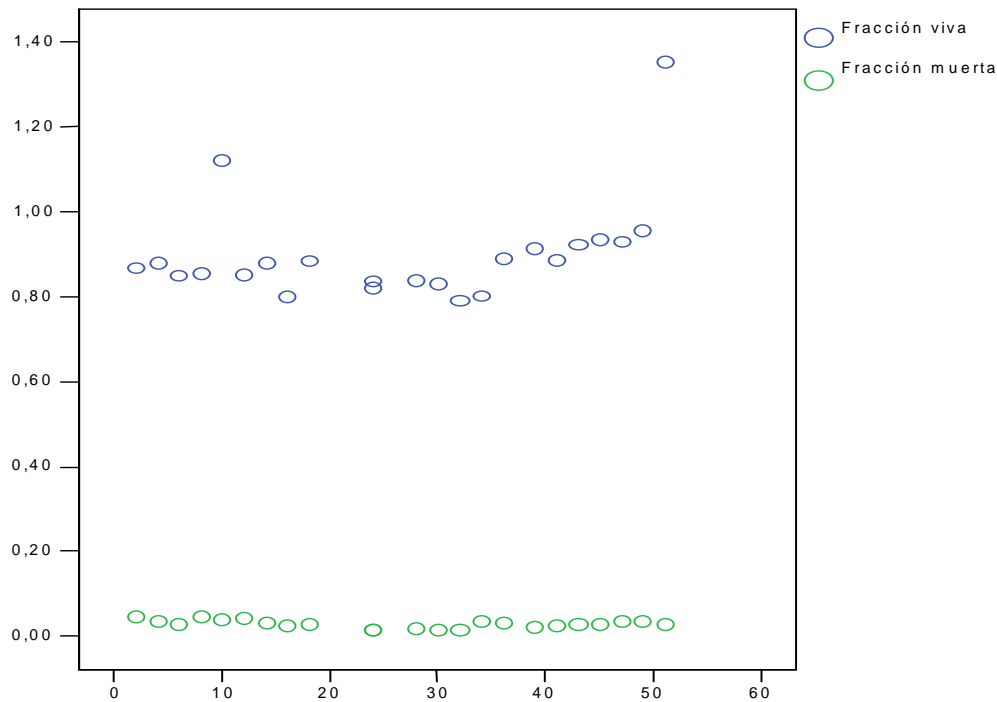


Figura 6-Evolución del contenido de agua. (m3/ha) *Pinus halepensis*. Port de la Selva

## 4. DISCUSION

- El incendio forestal se rige por la evolución de muchas y diversas variables. Una de las más importantes es la relación entre materia seca de los vegetales y contenido de agua de los mismos. Para una cantidad de materia seca dada, humedades altas implican un mayor volumen de agua y una mayor dificultad al avance del fuego.
- Las variaciones de humedad de aprecian de mayor a menor: *Rosmarinus officinalis*, *Quercus coccifera* y *Pinus halepensis*.
- La dispersión dentro de las muestras de una quincena es mayor en primavera y en otoño (donde las plantas muestran más actividad) que en verano y en invierno.
- Los gráficos de evolución de agua en superficie muestran el movimiento en volumen de agua de la vegetación. En ella se puede ver la diferencia de cantidad de agua que mueve el combustible fino vivo y el fino muerto.
- Los movimientos de agua mayores se encuentran en el *Rosmarinus officinalis*, mientras que los menores en el *Pinus halepensis*.

## 5. CONCLUSIONES

- Hay un movimiento de agua característico de cada especie lo que dificulta en gran medida dar un dato único de humedad de la vegetación para un lugar dado.
- En los gráficos de cantidad de agua por especie se evidencia la importancia que tiene el agua atrapada en la vegetación viva y la diferencia respecto al muerto.
- Este movimiento de agua se ha de valorar en conjunto y para ello son precisos detallados inventarios de las parcelas.
- Este movimiento de agua en superficie, junto con el peso seco y la estructura espacial de la vegetación, han de ser los valores de referencia para el conocimiento del peligro de incendio forestal.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Castro, F.X., Tudela, A. Sebastià, M.T. Modelling moisture content in shrubs to predict fire risk in Catalonia (Spain). *Agricultural and Forest Meteorology*. 116 (2003) 49-59. Elsevier Science. ISSN 0168-1923. DOI: 10.1016/S0168

Castro, F.X., Tudela y otros 2006. Evolution of live fuel moisture in mediterranean forest. IV International Conference on Forest Fire Research. Figueira da Foz.

Castro, F.X., Tudela 2002. Live fine fuel moisture evolution and death fine fuel production in *Rosmarinus officinalis*. IV International Conference on Forest Fire Research. Coimbra.

Larcher, W. 1977. *Vegetal Ecophysiology* Ed Omega. 305 p

Peña, Daniel. 1993 'Estadística. Modelos y métodos'. Ed. Alianza Universidad

Pla, E., Rodà, F. 1999. Successional fuel dynamics in a Mediterranean shrubland. *Orsis review* N 14 Ppg 79-103.

Rothermel, R.C. 1983. How to Predict the Spread Rate and Intensity of Forest and Range Fires. USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report INT-143.

Rothermel, R.C., Wilson, R.A., Morris, G.A. & Sackett, S.S. 1986. Modeling moisture content of fine dead wildlands fuels: Inputs to the BEHAVE fire prediction system. USDA Forest Service. Intermountain Research Station. Research Paper. INT-359.

Ruiz A.D.; Maseda C.M., Lourido, C. Possibilities of dead fine fuels moisture prediction in *Pinus pinaster* Ait. stands at "Cordal de Ferreiros" (Lugo, north-western of Spain). *Forest fire research & wildland fire safety*. Millpress.

Tudela, A., Castro, F.X. I. Serra & M.T. Sebastià 2002. Patterns of variation of *Rosmarinus officinalis* live fine fuel moisture. *Forest fire research & wildland fire safety*. Millpress.