

Jose Luis Soriano Sancho<sup>1</sup>

Raúl Quílez Moraga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad Técnica de Análisis de Incendios Forestales. VAERSA, Valenciana de Aprovechamiento Energético de Residuos. [lsoriano@vaersa.org](mailto:lsoriano@vaersa.org)

<sup>2</sup> Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia. [raulkillerm@hotmail.com](mailto:raulkillerm@hotmail.com)



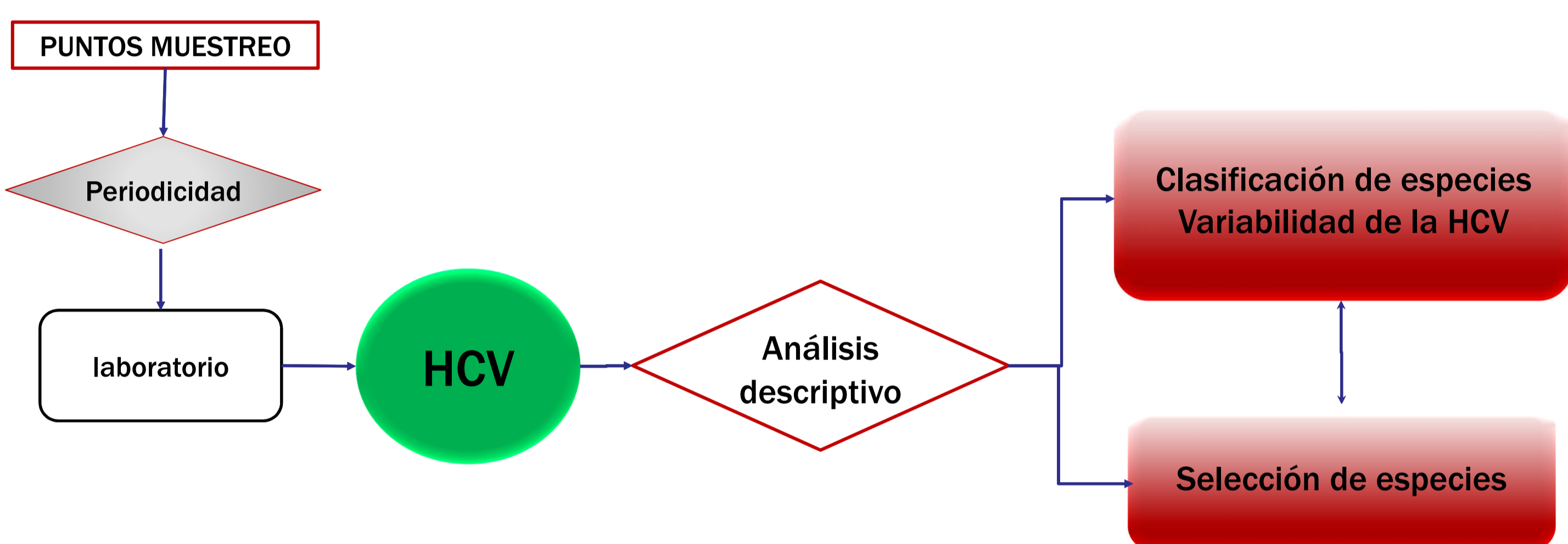
Prevenció d'Incendis Forestals



## CLAVES

- El contenido de humedad del combustible constituye uno de los factores principales en el comportamiento del fuego y en el desarrollo de los incendios forestales (TRABAUD, 1976; VAN WAGNER, 1977; VIEGAS et al., 2001; CASTRO et al., 2007; PELLIZZARO et al., 2007b; QUÍLEZ, 2015).
- El contenido de humedad del combustible vivo depende fundamentalmente de la especie, de su estado fenológico, la meteorología, el relieve y el suelo (CASTRO et al., 2003).
- Rothermel (ROTHERMEL, 1983) propone una clasificación de humedad del combustible vivo que se usa de forma generalizada.
- Ventana fenológica (QUÍLEZ, 2015): contenido de humedad de la vegetación viva que presenta un modelo de combustible, como combinación del contenido de humedad de todos sus estratos, de manera que cuando el fuego propaga a través de él, el efecto provocado en la estructura depende del paso del fuego a través de cada estrato. Este concepto se asimila a la disponibilidad del combustible.

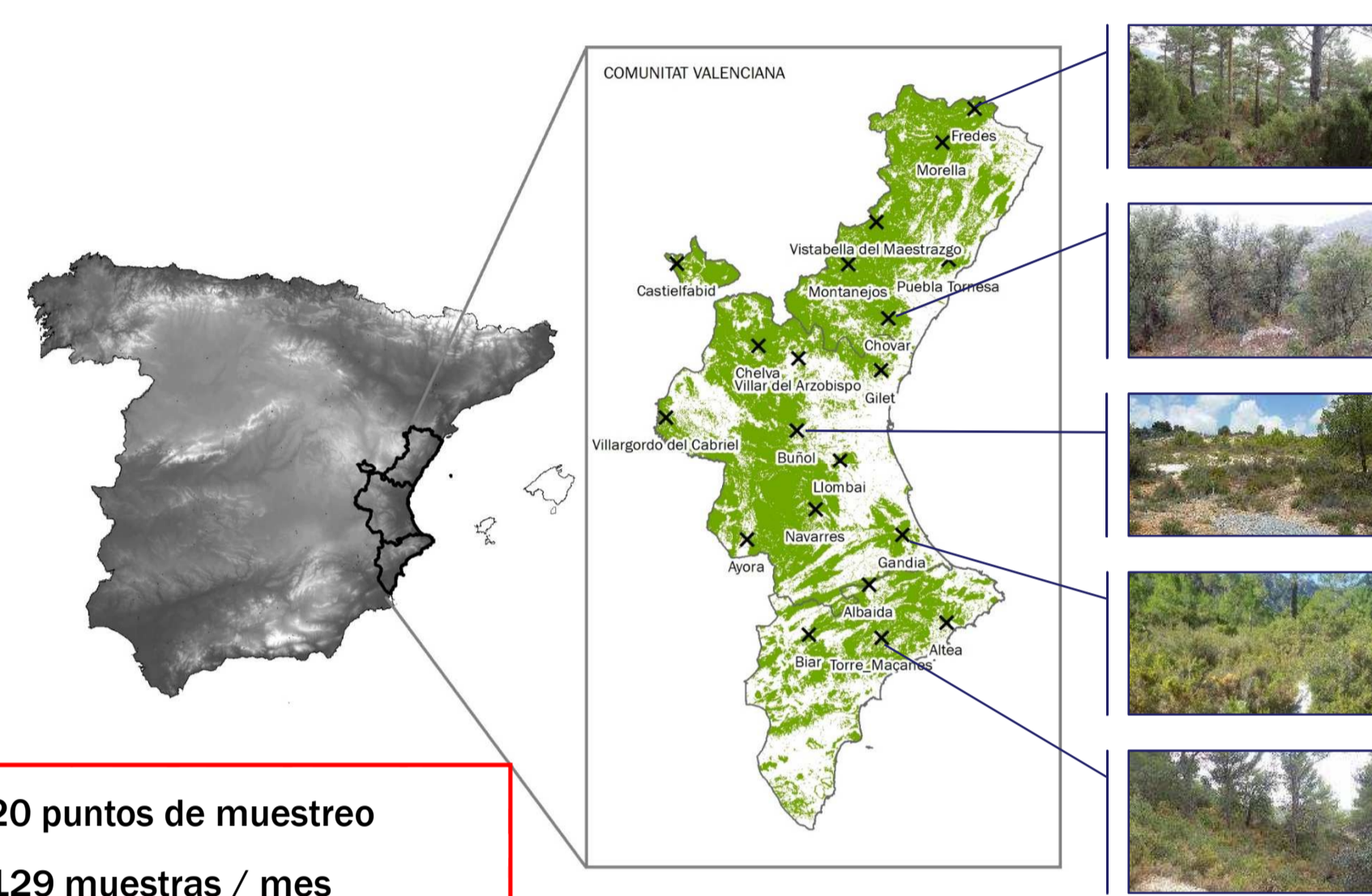
## METODOLOGÍA



## OBJETIVOS

Conocer el valor real y la variación estacional de la Humedad del Combustible Vivo (HCV) de las especies más representativas de las masas forestales de la Comunitat Valenciana.

- relacionar la variabilidad de la humedad del combustible vivo con el estado fenológico de cada especie
- e y su estacionalidad
- determinar cuáles de estas especies son las más influyentes en la disponibilidad total del combustible, es decir, en la ventana fenológica y por tanto en el comportamiento del fuego



- 20 puntos de muestreo
- 129 muestras / mes
- 22 meses de estudio
- 24 especies forestales
- 2174 muestras analizadas

Figura 1. Localización de las parcelas de muestreo. Se localizan a lo largo de todo el territorio de la Comunitat Valenciana. El período de estudio comprende desde abril-2014 a enero-2016.



Figura 2. Toma de muestras y análisis en el laboratorio. El cálculo de la Humedad del Combustible Vivo se realiza según la fórmula siguiente, tras secado a 100°C durante 24h, siendo el  $PesoVerde = PesoTotal - PesoBote$ .

$$HCV = \frac{PesoVerde - PesoSeco}{PesoSeco} * 100$$

## RESULTADOS

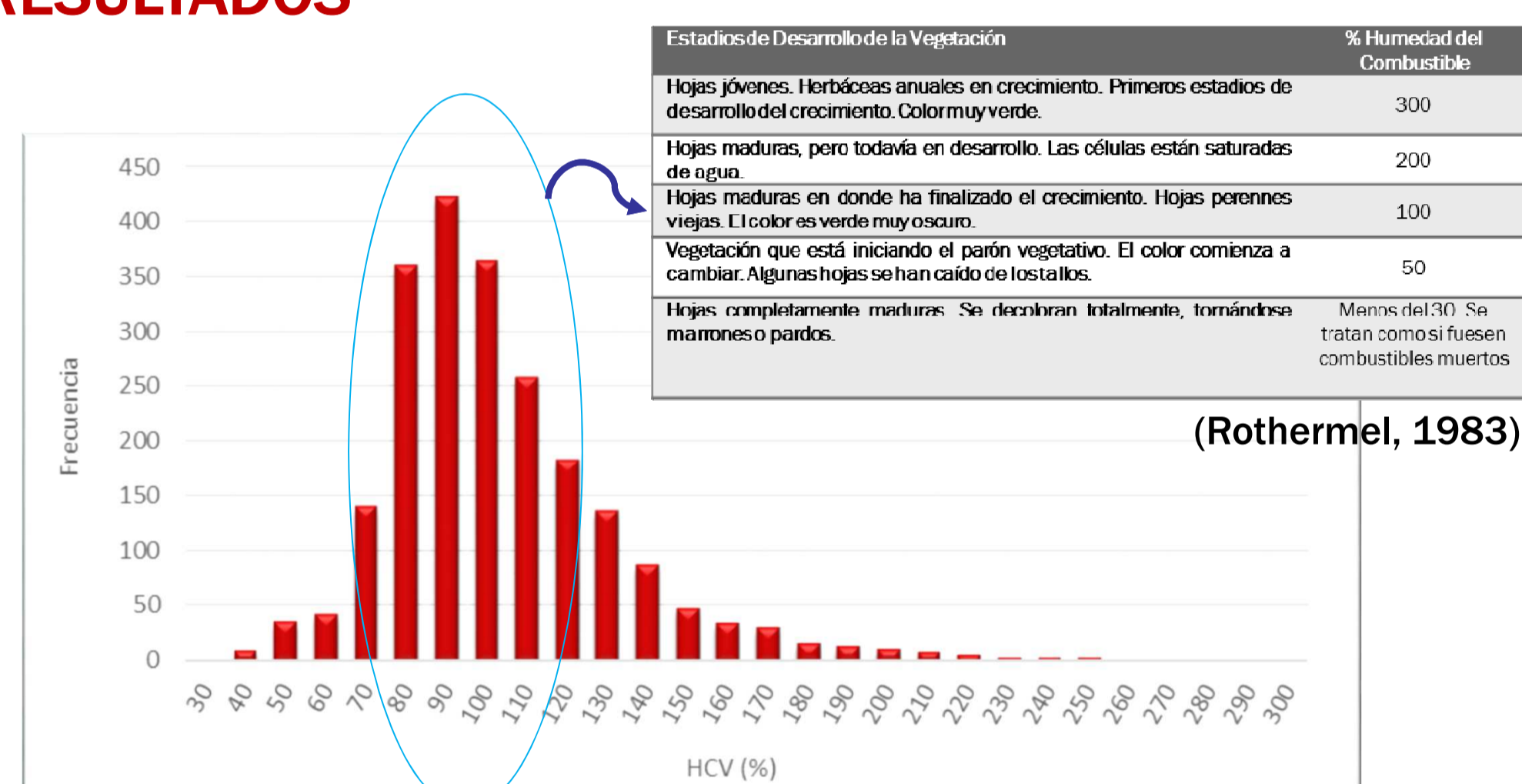


Figura 3. Histograma de distribución de los valores de la Humedad del Combustible Vivo en la Comunitat Valenciana. Se observa que el 64% de los valores se encuentran entre el 80-110% de HCV; el 98% de la población se encuentra entre valores de 40-180% de HCV. El valor máximo registrado es de 245,5% y el mínimo de 31,7%.

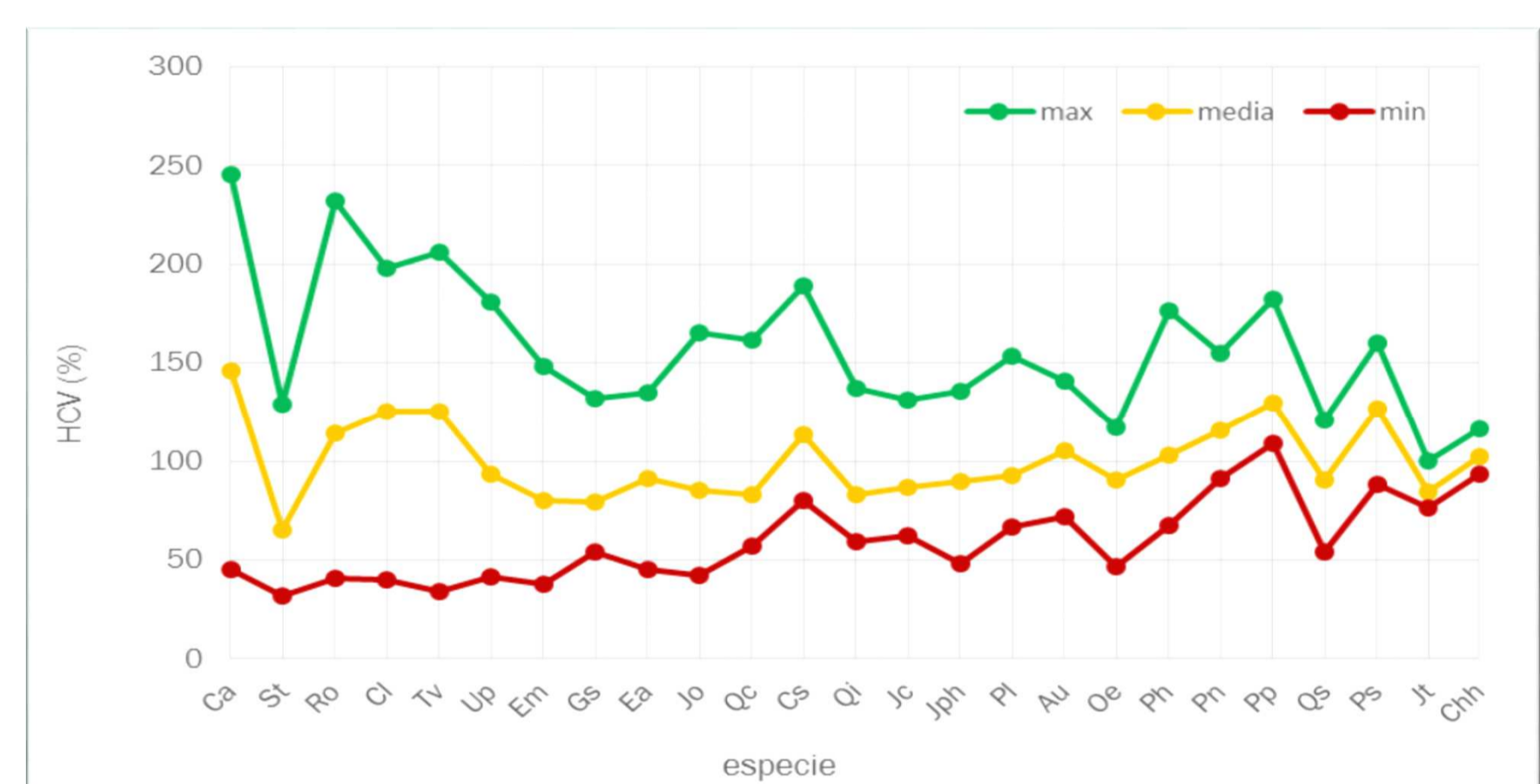


Figura 4. Valores máximo, medio y mínimo de HCV (%) para cada especie analizada. Nota: La correspondencia entre abreviaturas y nombre de las especies se puede consultar en la Tabla 1.

Estaciones de Desarrollo de la Vegetación	% Humedad del Combustible
Hojas jóvenes. Herbáceas anuales en crecimiento. Primeros estados de desarrollo del crecimiento. Color muy verde.	300
Hojas maduras, pero todavía en desarrollo. Las células están saturadas de agua.	200
Hojas maduras: en donde ha finalizado el crecimiento. Hojas perennes viejas. El color es verde muy oscuro.	100
Vegetación que está iniciando el parir vegetativo. El color comienza a cambiar. Algunas hojas se han caído o están saliendo.	50
Hojas completamente marchitas. Se desecaron totalmente, formando matorrales o podas.	Menos del 30. Se tratan como si fueran combustibles muertos.

Tabla 1. Análisis estadístico de la HCV (%) para cada especie. Se ordena de forma descendente según el coeficiente de variación. N es número de muestras. Nota(\*): los datos de presencia de cada especie medida en hectáreas proceden del PATFOR (Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana, Generalitat Valenciana). Del análisis de esta tabla y de la figura 4 se concluye la gran variabilidad de datos entre las especies, lo que permite clasificarlas en función de dicha variabilidad en 3 clases, teniendo en cuenta el coeficiente de variación y el rango.

Especie	Max.	Media	Min.	Rango	Varianza	Dev. típica	Coef. Variación	N	Presencia (ha)*	Clase
<i>Cistus albidus</i>	Ca	245	146	45	201	2353	49	33	62	7.648
<i>Stipa tenacissima</i>	St	129	65	32	97	391	20	30	33	1.926
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ro	232	114	41	192	1134	34	30	277	78.195
<i>Cistus monspeliensis</i>	Cl	198	126	40	158	1292	36	29	16	244
<i>Thymus vulgaris</i>	Tv	206	125	34	172	1125	34	27	45	16.514
<i>Ulex parviflorus</i>	Up	181	93	42	140	572	24	26	170	42.669
<i>Erica multiflora</i>	Em	148	80	38	110	399	20	25	151	30
<i>Genista scorpius</i>	Gs	132	80	54	78	385	20	25	18	3.791
<i>Erica arborea</i>	Ea	135	91	45	90	436	21	23	17	20
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo	165	85	43	123	326	18	21	221	19.647
<i>Quercus coccifera</i>	Qc	162	83	57	105	265	16	20	267	77.127
<i>Ceratonla siliqua</i>	Cs	189	113	80	109	477	22	19	42	17
<i>Quercus ilex</i>	Qi	137	83	59	78	208	14	17	114	95.729
<i>Juniperus communis</i>	Jc	131	87	62	69	218	15	17	29	948
<i>Juniperus phoenicea</i>	Jph	136	90	48	88	203	14	16	117	11.351
<i>Pistacea lentiscus</i>	Pl	153	93	67	87	191	14	15	105	26.075
<i>Arbutus unedo</i>	Au	141	105	72	69	228	15	14	16	615
<i>Olea europea</i>	Oe	117	90	46	71	152	12	14	22	-
<i>Pinus halepensis</i>	Ph	176	103	67	109	189	14	13	283	518.664
<i>Pinus nigra</i>	Pn	155	115	91	64	212	15	13	45	45.261
<i>Pinus pinaster</i>	Pp	183	130	109	74	246	16	12	49	19.927
<i>Quercus suber</i>	Qs	121	90	54	47	115	11	12	17	6.700
<i>Pinus sylvestris</i>	Ps	160	127	88	72	189	14	11	35	6.766
<i>Juniperus thurifera</i>	Jt	100	85	76	24	41	6	8	13	4.015
<i>Chamaerops humilis</i>	Chh	116	102	93	23	54	7	7	10	129

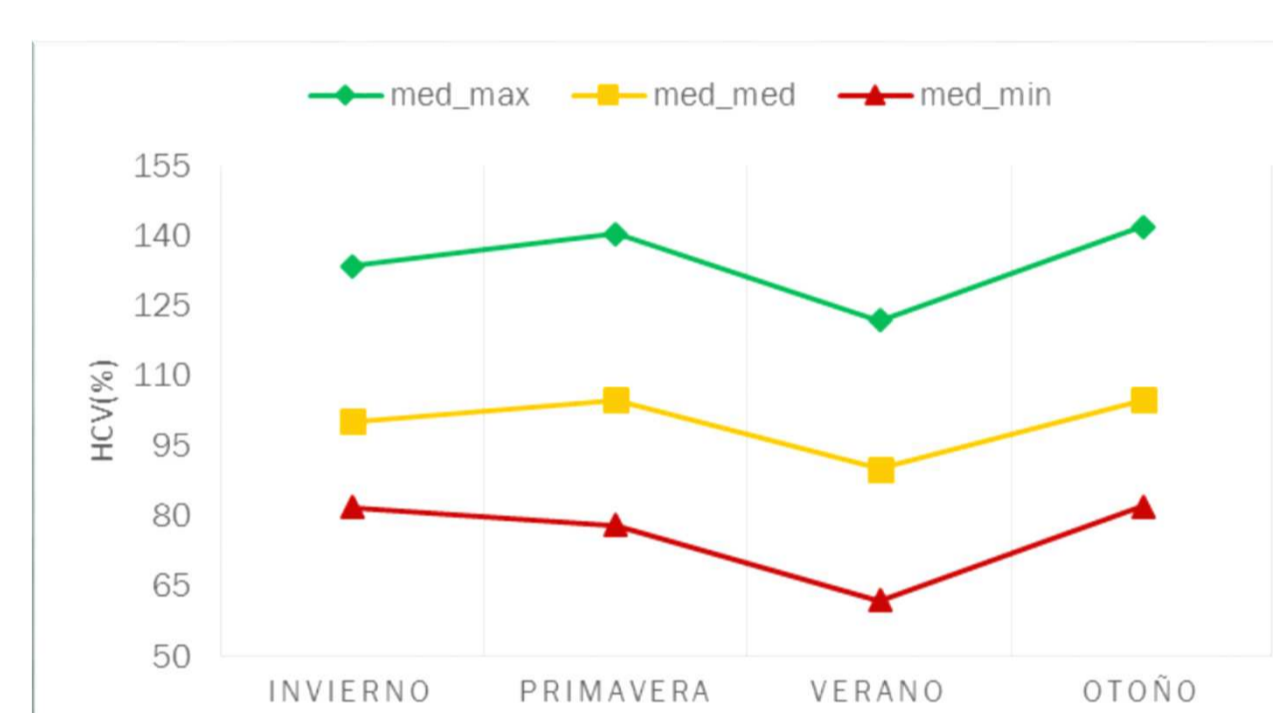


Figura 5. Distribución de la humedad del combustible vivo según la estación del año. Invierno (diciembre-febrero); primavera (marzo-mayo); verano (junio-agosto); otoño (septiembre-noviembre).

Tabla 2. Clasificación de las especies más influyentes en la disponibilidad del combustible, en función de la representatividad territorial y la variación de la humedad.

Orden	Especie	Clase HCV	Estrato	
1	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ro	1	Arbustivo
2	<i>Pinus halepensis</i>	Ph	3	Árboreo / Arbustivo
3	<i>Quercus ilex</i>	Qi	2	Árboreo / Arbustivo
4	<i>Quercus coccifera</i>	Qc	2	Arbustivo
5	<i>Ulex parviflorus</i>	Up	1	Arbustivo
6	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo	2	Arbustivo

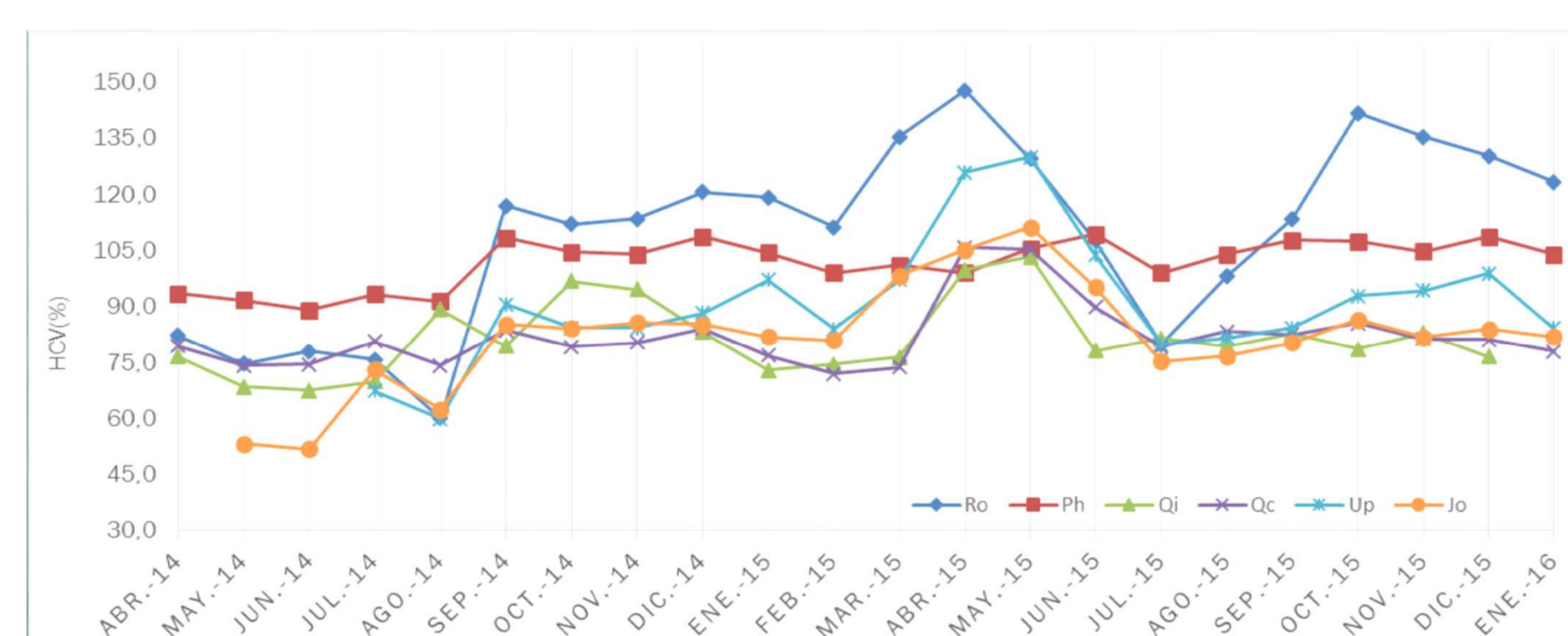


Figura 6. Evolución temporal de los valores de HCV (%) para las especies más influyentes. El descenso de los valores en julio-2015 se debe a la ola de calor de 35 días de duración.

## CONCLUSIONES

- Los valores de la humedad del combustible vivo en la Comunitat Valenciana difieren de los tipificados por Rothermel (ROTHERMEL, 1983). El rango de variación anual de la humedad es más bajo, en general, lo que sugiere que en el ámbito mediterráneo, pequeñas variaciones en la humedad del combustible hacen que se sobrepasen los umbrales de disponibilidad del combustible vivo frente al fuego.
- Existe una variación estacional de la humedad que se puede asociar al estado fenológico de las especies. Los valores más altos se registran en primavera y otoño y los más bajos en verano, época donde la disponibilidad del combustible es mayor.
- La mayor parte de las especies presentan valores de humedad en el umbral por debajo del cual los incendios son más virulentos que, según distintos estudios, se establece entre 75-100%. El conocimiento de estos valores permite conocer la ventana fenológica y qué efecto tendrá el fuego en una determinada especie o estructura de combustible.
- Pinus halepensis* es la especie arbórea más representativa. Presenta los mínimos de humedad en verano y su variabilidad interanual es baja, lo que sugiere que pequeñas variaciones en su contenido de humedad, provocan variaciones en la disponibilidad, posibilitando que el fuego pase a copas en función de la disponibilidad del combustible de superficie y de las condiciones meteorológicas.
- Las especies más influyentes en la disponibilidad total del combustible en el mediterráneo son, en el estrato arbóreo *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*, y en el estrato arbustivo *Rosmarinus officinalis*, *Quercus coccifera*, *Ulex parviflorus* y *Juniperus oxycedrus*.
- Se propone focalizar los estudios sobre esta selección de especies para determinar la disponibilidad del combustible en las masas forestales de la Comunitat Valenciana.

## BIBLIOGRAFIA:

CASTRO, FX.; GABRIEL DE FRANCISCO, E.; SERRANO, E.; 2007. Valoración de la humedad en el seguimiento del estado de la fracción fina viva de la vegetación con relación al riesgo de incendio forestal. Wildfire 2007. Sevilla.

PELLIZZARO, G.; DUCE, P.; VENTURA, A.; ZARA, P.; 2007b. Seasonal variations of live moisture content and ignitability in shrubs of the Mediterranean Basin. Int J Wildl Fire 16:633-641.

QUÍLEZ, R.; 2015. Tesis Doctoral. Prevención de Megaincendios Forestales mediante el diseño de Planes de Operaciones de extinción basados en nodos de propagación. Uni. de León. León.

ROTHERMEL, RC.; 1983. How to predict the Spread an Intensity of Forest and Range Fires. USDA Forest Service. 163 pages. Ogden.

TRABAUD, L.; 1976. Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. Oecologia Plant 11:117-136.

VAN WAGNER, C.; 1977. Conditions for the start and spread of crown fires. Can J For Res 7:23-34.

VIEGAS, DX.; PIÑOL, J.; VIEGAS, MT.; OGAYA, R.; 2001. Estimating live fine fuels moisture content using meteorologically-based indices. Int J Wildl Fire 10:223-240.

**Agradecimientos:** Al personal de las Unidades de Vigilancia y al Equipo de Coordinación del Plan de Vigilancia Preventiva contra Incendios Forestales de la Comunitat Valenciana, ejecutado por VAERSA, por el esfuerzo en la toma de muestras, coordinado desde la Unitat Tècnica 902; a la Sección Forestal del Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia, por su participación en las fases iniciales del proyecto; a la Escuela EFA-La Malvesia de Llombai, por la participación en la toma de muestras; a Andranis S.L., por su gran labor en el laboratorio.

