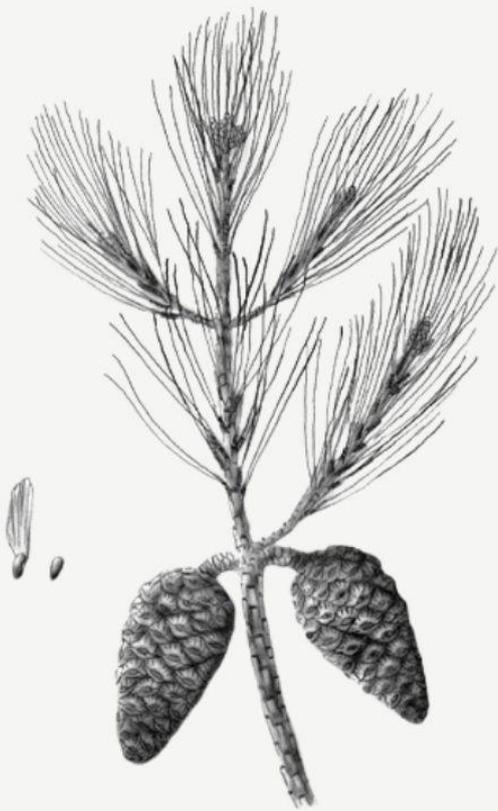


# HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE FORESTAL VIVO LIGERO (HCFVL)

Datos procedentes de las estaciones de secado  
de la provincia de Teruel entre 2007 y 2024

---

Variabilidad apreciada y curvas anuales de referencia para 15 especies  
forestales. Establecimiento de umbrales de riesgo de incendio forestal



## ÍNDICE

Resumen .....	1
1. Introducción y objetivos.....	2
2. Metodología.....	3
3. Umbrales críticos generales de HCFVL .....	3
4. Variabilidad de la HCFVL por especie.....	5
4.1. Variabilidad anual .....	5
4.2. Variabilidad mensual.....	6
5. Discusión y conclusiones .....	7
6. Bibliografía.....	10
ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE .....	11
Ficha: Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	12
Ficha: Aliaga ( <i>Genista scorpius</i> L.).....	13
Ficha: Brecina ( <i>Calluna vulgaris</i> L. Hull).....	14
Ficha: Brezo de escobas ( <i>Erica scoparia</i> L. <i>scoparia</i> ).....	15
Ficha: Coscoja, coscojo ( <i>Quercus coccifera</i> L.).....	16
Ficha: Jara ( <i>Cistus laurifolius</i> L.).....	17
Ficha: Sabina ( <i>Juniperus phoenicea</i> L.) .....	18
Ficha: Enebro, Ginebro, Xinebro ( <i>Juniperus oxycedrus</i> L.) .....	19
Ficha: Sabina albar ( <i>Juniperus thurifera</i> L.).....	20
Ficha: Enebro ( <i>Juniperus communis</i> L.).....	21
Ficha: Lentisco ( <i>Pistacia lentiscus</i> L.) .....	22
Ficha: Carrasca ( <i>Quercus ilex</i> L.).....	23
Ficha: Pino carrasco ( <i>Pinus halepensis</i> Mill.).....	24
Ficha: Pino laricio, pino negral ( <i>Pinus nigra</i> ) .....	25
Ficha: Pino rodeno, pino resinero, pino marítimo ( <i>Pinus pinaster</i> Aiton).....	26

## Resumen

En el presente estudio se establecen unos umbrales críticos coherentes con la bibliografía consultada y con los valores propios obtenidos del contenido de humedad del combustible forestal vivo ligero (HCFVL), a partir de los cuales aumenta el riesgo de sufrir un gran incendio forestal (GIF). Con ello se pretende tener una referencia única para evaluar el estado de la humedad del combustible vivo (HCV) en las diferentes zonas de Aragón de cara a la evaluación del riesgo de incendio. Los umbrales resultan diferentes para las especies arbóreas y las arbustivas y de matorral.

El umbral de HCFVL, por debajo del cual aumenta significativamente la probabilidad de ignición y la velocidad e intensidad de propagación del fuego, se sitúa en el entorno del 75% para el estrato de matorral y arbustivo, y en el del 100% para los pinos mediterráneos.

Los valores de HCFVL se obtienen del seguimiento sistemático de 15 especies forestales en parcelas de Teruel, con más de 7.400 datos recopilados desde 2007.

Con estos datos se realiza un análisis estadístico comparativo para evaluar la variabilidad temporal en el contenido de humedad del combustible forestal vivo ligero (HCFVL) correspondiente a cada una de las 15 especies. El estudio se basa en el cálculo y comparación del coeficiente de variación (CV) a nivel anual y a nivel mensual, para cada mes del año, de cada especie, lo que permite interpretar de forma integrada su comportamiento hídrico a lo largo del ciclo anual y en relación con su tipología estructural (arbolado, arbustivo y matorral).

Los resultados muestran una marcada estacionalidad, con los meses de mayo a agosto como periodo crítico por la elevada variabilidad hídrica y la coincidencia con las condiciones meteorológicas más propicias para la ignición. Se identifican diferencias significativas entre especies de distintos portes, siendo el matorral y los arbustos los que presentan mayor sensibilidad en el sentido de presentar una variación más acusada en su contenido de humedad. Por el contrario, el arbolado mantiene un contenido en humedad más estable.

Se ponen de manifiesto las especies que pueden ser más útiles como indicadoras del estado de la HCV de cara a la evaluación del riesgo de incendio.

Se confirma el romero (*Rosmarinus officinalis*) como la especie indicadora de la HCV más adecuada al responder en poco tiempo y con una marcada intensidad a los cambios de disponibilidad de agua para la planta, no depender la intensidad de los cambios de la humedad interna del periodo del año y de la fenología de la especie, por tener una marcada regularidad interanual que indica bien las tendencias en sequías estacionales y por su amplia distribución en Aragón.

En el ANEXO I se presentan fichas detalladas por especie, que incluyen curvas de evolución anual (con datos mensuales) de las HCFVL obtenidas a partir de los conjuntos de datos muestrales. En ellas se indican las medianas, otros percentiles representativos y el número de datos utilizados por mes y estación de secado. Estas curvas son la referencia en Aragón para evaluar la humedad de la vegetación y el riesgo de incendios.

Los resultados son útiles como herramienta complementaria para la estimación del Nivel de Alerta de Peligro por Incendio Forestal (NAPIF), aportando criterios objetivos para interpretar el riesgo en función del contenido hídrico de la vegetación forestal. El reto para un futuro no muy lejano es integrar directamente la HCV en el cálculo del NAPIF.

## 1. Introducción y objetivos

La humedad del combustible vivo (HCV) es uno de los factores determinantes en la propagación y el comportamiento de los incendios forestales, especialmente en ecosistemas mediterráneos, donde los combustibles vivos constituyen entre el 70% y el 90% de la biomasa vegetal disponible para arder (Castro et al. 2007 citado por Martínez & Lapesa 2015).

Las mediciones de la HCV por parte de la administración forestal aragonesa se iniciaron en el año 2007 en la estación de secado de Alcañiz (ES Alcañiz), provincia de Teruel, gracias al trabajo de los Agentes para la Protección de la Naturaleza (APNs) en el trabajo de recogida de muestras.

Para la evaluación de la humedad del combustible vivo, es decir, la vegetación viva en su condición de combustible para un incendio forestal, se realiza la medición del contenido de humedad del material vegetativo vivo periférico (ramas y ramillas) de menos de 6 mm de diámetro (HCFVL) de determinadas especies vegetales.

El presente trabajo es continuista con el realizado por Emili J. Martínez i Ibarz y Fernando Lapesa Lázaro en 2015 (Martínez & Lapesa 2015), donde mostraron los datos de HCFVL obtenidos en la provincia de Teruel para el romero (*Rosmarinus officinalis*) en el periodo 2007-2013.

El establecimiento de referencias en los valores de la HCFVL de distintas especies es de especial interés para la Dirección General de Gestión Forestal, tras la ampliación de la superficie muestreada en el territorio aragonés este año 2025 con la puesta en marcha de 7 nuevas estufas de secado en sendos centros o estaciones de secado, con el correspondiente establecimiento de nuevas parcelas fijas de muestreo asociadas que vienen a ampliar la red aragonesa para la recogida de las muestras por parte los APNs de las Áreas Medioambientales correspondientes. A la antes citada ES de Alcañiz (2007), la siguieron ES Teruel (2011) y ES Mora de Rubielos (2024), todas en la provincia de Teruel y con cuyos datos se realiza el presente estudio. En 2025 se han puesto en marcha 4 en la provincia de Zaragoza (ES Ejea de los Caballeros, ES Zaragoza, ES Tarazona y ES Calatayud) y 3 en la de Huesca (ES Boltaña, ES Graus y ES Huesca).

En este momento se cuenta con más de 7.400 datos de HCFVL recogidos de forma más o menos periódica y a lo largo de todo el año de 15 especies de matorral, arbustivas y arbóreas de mediciones realizadas en las ES de Teruel para el periodo 2007-2024, ambos incluidos. En el presente trabajo se muestran los resultados de la explotación de dichos datos dirigida a los siguientes objetivos concretos, sin perder de vista el objetivo general del seguimiento de la HCV que no es otro que la evaluación temporal del riesgo de incendio forestal en Aragón:

- Establecer unos umbrales de HCFVL generales que sirvan de referencia.
- Analizar la variabilidad anual y mensual de la HCFVL de las diferentes especies analizadas para poder conocer su comportamiento respecto de la pérdida y ganancia de humedad. Esto facilitará la selección futura únicamente de la especie o las especies más adecuadas en cada localización y optimizar así los esfuerzos de muestreo, también optimizando la cadencia de muestreo.
- Obtener curvas anuales de HCFVL para cada una de las especies analizadas con el objetivo de ser referencia para la comparación los datos obtenidos en nuevos muestreos.
- La finalidad última del trabajo de muestreo, secado, registro y análisis de datos es la de llegar a integrar en el futuro, en forma de índice numérico, la Humedad del Combustible Vivo (HCV) en la estimación del Nivel de Alerta por Peligro de Incendio Forestal en Aragón (NAPIF).

## 2. Metodología

Para el establecimiento de unos umbrales de HCFVL generales que sirvan de referencia dirigidos a evaluar principalmente el riesgo de grandes incendios forestales (GIF), se ha analizado bibliografía en la materia y se ha contrastado la coherencia de los valores propuestos con los valores obtenidos de la gestión de los datos propios.

Se cuenta con más de 7.400 datos de HCFVL de 15 especies diferentes correspondientes a muestreos realizados regularmente en todos los meses del año y procedentes de determinadas parcelas fijas de muestreo localizadas en los siguientes términos municipales y estaciones de secado (ES) de la provincia de Teruel:

- ES Alcañiz. Desde 2007 ha recibido muestras de Alcañiz, Monroyo, Valderrobres, Alcorisa, Caspe, Albalate y Andorra.
- ES Teruel. Desde 2011 ha recibido muestras de Albarracín, Saldón, Teruel, Vilel y Torres de Albarracín.
- ES Mora de Rubielos. Desde 2024 ha recibido muestras de Mora de Rubielos, Olba y Torrijas.

A partir de los datos se realiza un análisis estadístico de la variabilidad del contenido de humedad observada, tanto a nivel anual o general, es decir, sin segregar el conjunto de datos por meses, como por meses del año, en ambos casos mediante la utilización del coeficiente de variación en % (CV), estadístico de dispersión que en este caso representa la variabilidad de la HCFVL.

Por su amplitud, y pese a constituir una parte central del presente trabajo, se presentan como ANEXO I las fichas pormenorizadas por especie, las cuáles contienen curvas de evolución a lo largo del año (datos mensuales) de las HCFVL obtenidas con los conjuntos de datos muestrales, indicándose las medianas y otros percentiles representativos, el nº de datos utilizado por mes y estación de secado, y finalmente un resumen de las características ecológicas principales de la especie, extraído del Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC).

## 3. Umbrales críticos generales de HCFVL

La disminución de la HCV por debajo de ciertos umbrales críticos ha sido relacionada por numerosos autores con incendios de alta intensidad, rápida propagación y comportamiento extremo.

La bibliografía revisada muestra diferencias claras entre especies arbóreas y arbustivas del ámbito mediterráneo en cuanto a los valores de contenido de humedad críticos para la propagación del fuego, evidenciándose umbrales más bajos en las especies arbustivas frente a las arbóreas, que por otro lado presentan una mayor estabilidad hídrica, respondiendo con menor intensidad y de forma mucho más lenta a los cambios de humedad derivados de la meteorología acaecida. Se resumen las principales conclusiones alcanzadas y las fuentes en los siguientes puntos:

- Especies arbustivas y matorrales (ex. *Cistus ladanifer*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex europaeus*):
  - Según Benali et al. (2025), en Portugal, el 92% de los incendios con velocidades de propagación superiores a 1.000 m/h se registraron con HCFVL por debajo del 100%, y la mayoría de los incendios superiores a 500 ha ocurrieron con valores por debajo del 75–80%, especialmente en comunidades dominadas por matorral.

- En el seguimiento del romero en Teruel se ha observado que los incendios de mayor severidad coincidían con valores mínimos de HCFVL, en torno al 60–70%, reforzando su papel como indicador de peligro extremo (Martínez & Lapesa, 2015).
- Marino et al. (2022) identificó, mediante teledetección y aprendizaje automático, que el 75% de los incendios de gran magnitud se registraban con valores de HCFVL inferiores al 80% en matorrales, proponiendo este valor como umbral de predicción del riesgo.
- En el sistema de monitorización de Portugal, se consolidó el valor de 100% como umbral clave en arbustos, a partir del cual decrece significativamente la ocurrencia de incendios severos.
- Especies arbóreas (pinos, encinas, alcornoques):
  - Estas especies mantienen la HCFVL más estable, y relativamente elevada frente al matorral en la época estival.
  - Los estudios sugieren un umbral entorno al 100% de HCFVL por debajo del cual aumenta el riesgo de incendios de copas si se combina con estrés hídrico en el sotobosque (Marino et al., 2022).

Tabla 1 Umbral crítico de contenido de humedad por tipo de vegetación según referencias bibliográficas. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de vegetación	Umbral crítico de HCFVL (%)	Referencia
Matorral / Arbustivo	70–80%	(Marino et al., 2022; Benali et al., 2025; Martínez & Lapesa, 2015)
Pinos mediterráneos	~100%	(Benali et al., 2025; Marino et al., 2022)

Se identifican así y se indican en la Tabla 1 umbrales críticos coherentes con la bibliografía consultada y con los valores propios obtenidos de HCFVL para las 15 especies analizadas. Este umbral por debajo del cual aumentaría significativamente la probabilidad de ignición y la velocidad e intensidad de propagación del fuego, es decir, se produce un riesgo importante de tener un GIF, se sitúa en el entorno del **75% para el estrato de matorral y arbustivo** y del **100% para los pinos mediterráneos**. Si bien en bibliografía se aplica este umbral también a la encina o carrasca, los datos de las estaciones de Teruel rara vez se sitúan por encima del 100%, por lo que hay que concluir que dicho umbral no es válido para su utilización homogénea para esta especie en Aragón, comprobándose en cambio que el valor es coherente con los obtenidos para los pinos carrasco, laricio y rodeno.

**En el caso del matorral, además de lo indicado en el párrafo anterior, se establece un umbral del 100% para su HCFVL por debajo del cual se considera que el matorral comienza a estar disponible** para una ignición y propagación tales que, bajo condiciones muy adversas (altas temperaturas, viento, baja humedad relativa), pueden empezar a resultar problemáticas para el control del incendio.

Las especies de matorral están generalmente más expuestas a los cambios en las condiciones meteorológicas (intensidad de la radiación solar, el viento y la precipitación) que las arbóreas debido, entre otras cuestiones, a su menor tamaño y, para el caso de las formaciones de matorral y

arbustivas mediterráneas en general, a la menor cobertura vegetal que proporcionan que se traduce en unas peores condiciones de autoprotección grupal de los individuos, lo que puede llevar a una mayor variabilidad en su contenido de humedad.

Las especies arbóreas suelen tener un sistema radical más extenso y profundo que les permite acceder a fuentes de agua más estables en el suelo, lo que reduce la variabilidad en su contenido de humedad. Además, la mayor biomasa y cobertura de las copas de los árboles proporcionan un microclima más estable en el sotobosque, protegiendo el suelo y la vegetación subyacente de las fluctuaciones meteorológicas.

## 4. Variabilidad de la HCFVL por especie

### 4.1. Variabilidad anual

Tabla 2. Coeficiente de Variación anual, clasificación según su capacidad de variación por especie (%) y clasificación según la regularidad de los rangos mensual del contenido de humedad. Fuente: INFOAR

Especie	N	Promedio HCFVL (%)	Varianza	Desviación Estándar	Regularidad de los rangos de HCFVL mensuales	Capacidad de variación	Tipo de porte	CV anual (%)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1.351	99,9	892,1	29,9	Alta regularidad	Alta variabilidad	Matorral	30
<i>Genista scorpius</i>	750	70,6	372,1	19,3	Moderada regularidad	Alta variabilidad	Matorral	27
<i>Calluna vulgaris</i>	169	74,5	408,8	20,2	Baja regularidad	Alta variabilidad	Matorral	27
<i>Erica scoparia</i>	165	73,1	274,1	16,6	Baja regularidad	Moderada variabilidad	Matorral	23
<i>Quercus coccifera</i>	734	81,5	310,1	17,6	Moderada regularidad	Moderada variabilidad	Arbusto	22
<i>Cistus laurifolius</i>	348	106,7	500,9	22,4	Baja regularidad	Moderada variabilidad	Matorral	21
<i>Juniperus phoenicea</i>	143	79,2	271,0	16,5	Moderada regularidad	Moderada variabilidad	Arbusto	21
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1.129	81,9	282,2	16,8	Alta regularidad	Moderada variabilidad	Arbusto	21
<i>Juniperus thurifera</i>	248	86,5	199,8	14,1	Moderada regularidad	Moderada variabilidad	Arbolado	16
<i>Juniperus communis</i>	324	82,6	157,6	12,6	Moderada regularidad	Moderada variabilidad	Arbusto	15
<i>Pistacia lentiscus</i>	111	98,7	180,6	13,4	Alta regularidad	Baja variabilidad	Arbusto	14
<i>Quercus Ilex</i>	219	76,9	96,5	9,8	Moderada regularidad	Baja variabilidad	Arbolado	13
<i>Pinus halepensis</i>	1.163	99,3	116,2	10,8	Alta regularidad	Baja variabilidad	Arbolado	11
<i>Pinus nigra</i>	291	101,0	113,2	10,6	Alta regularidad	Baja variabilidad	Arbolado	11
<i>Pinus pinaster</i>	351	107,2	90,9	9,5	Alta regularidad	Baja variabilidad	Arbolado	9

El análisis del CV anual se ha realizado con todos los datos por especie, recogidos a lo largo de todo año y durante diferentes años, con series más o menos largas de años según la especie. CV altos indican que una especie presenta altas variaciones en su contenido de agua interno a lo largo del periodo anual. El análisis no identifica si la variación se mantiene más o menos uniforme entre años

distintos o en distintos periodos del mismo año (incluyendo posibles meses marcados por la fenología de la especie), cuestión esta última que se resuelve en el apartado siguiente del presente estudio.

Los resultados confirman que en las especies de matorral y arbustivas la HCFVL presenta mayores variaciones que en las arbóreas.

Los resultados permiten establecer la siguiente calificación de las especies en los siguientes rangos según la variabilidad total observada en el contenido de agua interna de sus ramas y ramillas periféricas de menos de 6 mm de diámetro:

- Baja variabilidad (CV  $\leq$  15%)
- Moderada variabilidad (CV entre 16% - 25%)
- Alta variabilidad (CV  $\geq$  25%)

En la Tabla 2 destaca la disparidad en la cantidad de datos disponibles para cada especie, que es resultado simplemente de que la decisión de recolectar una especie determinada se tomara hace más o menos tiempo. Para las especies menos muestreadas se tiene una menor robustez de los resultados, un mayor margen de error, posibles sesgos en las comparaciones que puedan realizarse e inferencias más limitadas. Sin embargo, el tamaño mínimo de la muestra que es de 111 (*P. lentiscus*), a tenor de los valores de los estadísticos que aparecen en la Tabla, sería suficiente para obtener conclusiones válidas ya que, este caso concreto, arroja un error de muestreo del 2,5% al 95% de nivel de confianza.

En el ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE se indica, en la ficha de cada especie, el número de datos de HCFVL por mes que del que se ha dispuesto para el estudio.

## 4.2. Variabilidad mensual

Tabla 3 CV mensual de cada especie (%). Fuente: INFOAR

Especie	CV ene (%)	CV feb (%)	CV mar (%)	CV abr (%)	CV may (%)	CV jun (%)	CV jul (%)	CV ago (%)	CV sep (%)	CV oct (%)	CV nov (%)	CV dic (%)	Promedio del CV mensual (%)	CV anual (%)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	20	24	19	21	24	26	31	28	28	26	25	21	24	30
<i>Genista scorpius</i>	15	16	13	22	28	23	26	21	18	16	16	13	19	27
<i>Calluna vulgaris</i>	7	14	22	9	18	45	24	22	9	38	10	9	19	27
<i>Erica scoparia</i>	12	11	15	16	14	16	31	32	21	33	13	13	19	23
<i>Quercus coccifera</i>	12	15	16	26	28	16	14	13	15	11	12	12	16	22
<i>Cistus laurifolius</i>	12	7	7	12	17	18	25	21	19	20	11	8	15	21
<i>Juniperus phoenicea</i>	23	12	12	12	19	16	24	22	28	22	23	22	20	21
<i>Juniperus oxycedrus</i>	14	21	15	20	21	21	22	17	14	21	16	23	19	21
<i>Juniperus thurifera</i>	7	10	9	10	13	21	24	17	16	14	14	7	14	16
<i>Juniperus communis</i>	8	9	5	11	16	18	17	13	10	9	9	8	11	15
<i>Pistacia lentiscus</i>	7	7	5	11	9	17	18	10	11	12	11	10	11	14
<i>Quercus Ilex</i>	5	5	5	11	12	18	13	10	8	7	4	5	8	13
<i>Pinus halepensis</i>	10	8	10	10	12	10	14	9	8	10	14	10	11	11
<i>Pinus nigra</i>	9	6	13	9	7	16	6	9	10	7	9	9	9	11
<i>Pinus pinaster</i>	6	6	8	7	8	8	11	7	7	5	7	7	7	9
Promedio mensual de las especies (%)	11	11	12	14	16	19	20	17	15	17	13	12	15	

El CV calculado para el intervalo mensual permite la visualización de la entidad de las variaciones en el contenido en humedad de las especies en cada mes del año, permitiendo identificar períodos específicos con mayores o menores variaciones de la humedad interna. Este nivel de detalle es esencial para comprender la ecología de las especies y su respuesta a las condiciones ambientales a corto plazo, según su respectiva estrategia adaptativa a los cambios en la humedad del medio.

Se aprecia como el contenido de humedad de especies como la brechina, el brezo, la jara y la aliaga está muy condicionado por la fenología, y durante la época de floración y fructificación experimenta grandes variaciones. Destaca la brechina (*Calluna vul.*) en la que se aprecian claramente dos periodos habituales de floración en junio y octubre en los que se producen fuertes oscilaciones. En contraste, especies como el romero, el enebro y las especies arbóreas presentan una variación del contenido de humedad más constante a lo largo del año, no tan influenciada por la estacionalidad y la fenología.

Los meses con menor demanda hídrica, en los cuales debido a las bajas temperaturas se produce la parada vegetativa, son los que muestran menos variación en el contenido de humedad. Por otro lado, en los meses en que las especies comienzan a mover savia debido al aumento de las temperaturas y presentan mayor actividad fenológica, hay un incremento en la demanda hídrica y que no siempre se ve acompañado por condiciones meteorológicas de humedad favorables. En términos medios para todas las especies, las mayores variaciones de sus contenidos de humedad se producen en junio y julio.

## 5. Discusión y conclusiones

El presente apartado se refiere conjuntamente a todo el estudio realizado, incluyendo el correspondiente análisis de las curvas anuales de HCVL incluidas como ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE y obtenidas para cada una de las 15 especies de referencia relacionadas en Tabla 2 y Tabla 3.

Se han establecido umbrales críticos (Tabla 1) coherentes con la bibliografía consultada y con los valores propios obtenidos de HCFVL. El umbral de HCFVL, por debajo del cual aumenta significativamente la probabilidad de ignición y la velocidad e intensidad de propagación del fuego, se sitúa en el entorno del **75% para el estrato de matorral y arbustivo, y en el del 100% para los pinos mediterráneos**. Además, se considera que el **matorral comienza a estar disponible** para una ignición y propagación que bajo condiciones muy adversas (altas temperaturas, viento, baja humedad relativa) puede resultar problemática cuando su **HCFVL baja del 100%**.

Se ha comprobado que, si bien en bibliografía se aplica el umbral del 100 % de HCFVL a la encina o carrasca, los datos de las estaciones de Teruel rara vez se sitúan por encima de dicho valor, por lo que hay que concluir que este umbral no es válido para su utilización homogénea para esta especie en Aragón. Se ha comprobado en cambio que el valor del umbral sí es coherente con los valores muestrales obtenidos para los pinos carrasco, laricio y rodeno, nombrados en su conjunto como “pinos mediterráneos”.

Se han identificado diferencias apreciables en los coeficientes de variación (CV) anuales según el porte de la vegetación (Tabla 2). Las especies de matorral y arbustos, como el romero, la jara, la aliaga, el brezo y la brechina, presentan CV mayores, lo que indica una mayor variabilidad en su contenido de humedad. Esto se pone de manifiesto también en los CV a nivel mensual (Tabla 3), e indicaría una mayor sensibilidad de la especie a los cambios en la disponibilidad ambiental de agua

para la planta, tanto en términos de un menor tiempo de respuesta como en una mayor intensidad de la misma.

La estrategia de respuesta adaptativa a los cambios en la humedad disponible para la planta, que es diferente para cada especie, se refleja de una forma mucho más visual en las curvas anuales de HCVL incorporadas como ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE, en las que se indican también el número de datos que se tienen por cada mes del año, indicativos de la robustez de los resultados obtenidos en cada caso. Hay especies para las que se cuenta con un gran número de datos y otras con menos.

Contrariamente a las de matorral y arbustivas, las especies de porte arbóreo, como el pino carrasco, el pino rodeno o la carrasca, son capaces de mantener valores de humedad muy estables a lo largo del año, como muestran sus relativamente bajos CV. Esto puede deberse a su mayor porte y capacidad de reserva, su mayor desarrollo radical y por la capacidad de crear su propio microclima, especialmente cuando forman parte de una masa arbolada, entre otros factores.

Por ello las muestras de arbolado, especialmente las de pinos, al presentar una variación mínima, pueden emplearse como indicadores de la realización o no de un secado adecuado del grupo de especies que se puede introducir conjuntamente en las estufas de secado.

Cuando se comprueba que estas especies arbóreas reflejan descensos apreciables en su contenido de humedad, ello suele estar asociado a condiciones ambientales extremadamente secas.

Los resultados de CV anual permiten clasificar las especies en los siguientes rangos según la variabilidad total observada en el contenido de agua interna:

- Baja variabilidad ( $CV \leq 15\%$ )
- Moderada variabilidad (CV entre 16% - 25%)
- Alta variabilidad ( $CV \geq 25\%$ )

En definitiva, **son las especies de porte arbustivo y de matorral las que resultan más adecuadas como indicadoras del riesgo de incendio forestal**, al responder con mayor rapidez y amplitud su humedad interna a los cambios meteorológicos.

No obstante, en términos generales, **se aprecia una marcada variabilidad estacional en la mayoría de las especies, con valores más elevados del coeficiente de variación (CV) durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, coincidiendo con el periodo de mayor actividad vegetativa**. Esto puede deberse a estar sometidas a mayor estrés hídrico por ser el periodo en el que más requerimiento de agua tienen y además ser alguno de estos meses los que tienen condiciones meteorológicas más secas y cálidas. Por el contrario, los meses invernales (diciembre, enero, febrero) muestran en general una menor variación, siendo menor probablemente debido a la parada vegetativa por frío, o bien debido a la mayor disponibilidad hídrica estacional para el caso de especies y localizaciones en las que la parada vegetativa sea muy corta.

Se constata que el romero (*Rosmarinus officinalis*), especie ampliamente distribuida en Aragón, muestra una respuesta hídrica muy ligada a las condiciones ambientales y no tanto a la fenología. Es la especie cuyo rango de variación en humedad en cada mes del año es más homogéneo, oscilando su CV entre el 19% en marzo y el 31% en julio. Además todos sus CV mensuales son relativamente altos (los mayores, en términos medios, de las especies estudiadas), lo que representa una alta variabilidad en todas las épocas del año, o lo que es lo mismo, una rápida y marcada reacción de la planta a la mayor o menor disponibilidad de agua en su ambiente. Es conocida la facilidad del romero

para florecer en cualquier época del año si se dan unos pocos días con las condiciones de humedad y temperatura adecuadas.

**Estas características hacen del romero una especialmente útil para interpretar el estado de mayor o menor sequedad de la vegetación en su condición de combustible forestal y su predisposición a arder.** A mayores, se ha observado en el romero una notable regularidad en la forma de sus curvas de humedad entre años diferentes, lo que hace que los percentiles se mantengan en todo momento paralelos a la curva de la mediana (ver ficha del romero del Anexo I), sin grandes “picos”, y que la amplitud entre los mismos sea, en general, escasa en comparación con otras especies. Por lo tanto, aunque el romero adapta rápidamente y con contundencia su humedad a la que permite el ambiente y según su propia demanda biológica, esta adaptación no consigue corregir la tendencia estacional de contenido en humedad de la planta. Esto convierte a la especie en un indicador robusto para el análisis de tendencias interanuales y permite identificar anomalías hídricas en comparación con años considerados normales.

**Los resultados del presente estudio facilitan la selección de las especies a utilizar en las zonas de Aragón en las que no haya romero, de estar presentes alguna otra de las consideradas en el mismo. Queda pendiente para el futuro el análisis del valor como indicadores del riesgo de incendio forestal de otras especies** que no aparecen en este estudio y que empiecen a ser recolectadas en las nuevas parcelas de muestreo establecidas por la administración forestal aragonesa. En particular para la zona pirenaica ya se han empezado a tomar muestras de, entre otras, erizón (*Echinopartum horridum*) y boj (*Buxus sempervirens*).

Además, dado que muchas de las nuevas parcelas de muestreo también incluyen especies mencionadas en este trabajo, pero ubicadas en diferentes localizaciones y condiciones de estación, el aumento en la cantidad de datos y la diversidad de las localizaciones facilitarán en el futuro un análisis más detallado del comportamiento de las distintas especies en relación con la HCFVL.

Si bien no forma parte de los objetivos del presente trabajo, cabe indicar que las fichas del ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE son útiles para mostrar otras cuestiones de interés bioecológico y botánico como, por ejemplo, que cada especie tiene límites superiores e inferiores de variación de la HCFVL, lo que da lugar a curvas distintas para cada una de ellas. Esto indicaría que no toda la lluvia precipitada es absorbida de la misma manera por las especies, ya que su capacidad de incorporar el agua en su contenido de humedad depende de factores fisiológicos, fenológicos y ambientales. Así, algunas especies pueden aprovechar mejor las precipitaciones, mientras que otras presentan una respuesta más limitada a la disponibilidad de agua en el suelo. Por otro lado, el límite inferior de contenido en humedad también es diferente entre las diferentes especies, mostrando que algunas son capaces de mantenerse vivas con contenidos de agua inferiores a otras, si bien las gráficas permiten establecer un límite absoluto de una HCFVL en el entorno del 40 %, alcanzado por alguno de los matorrales xerófilos muestreados. En cambio, las especies arbóreas no bajan del 80% (pinos) o 60% (encina).

Respecto de la temporada de recogida de muestras y los periodos de cadencia de los muestreos, vista la finalidad de analizar el riesgo de incendio forestal, cabe plantearse si recoger muestras todo el año o sólo en los periodos de mayor riesgo de incendios forestales, y si pudiera ser recomendable el adaptar los periodos de cadencia de los muestreos a las variaciones de la HCFVL esperables en cada época del año.

## 6. Bibliografía

- Martínez Moya, F., & Lapesa Latorre, E. (2015). *Aplicación operativa del seguimiento del contenido de humedad del combustible vivo para la predicción del peligro de incendio forestal*. Revista Montes, 119(005), 5–10.
- Soriano, C., & Quílez, R. (2017). *Análisis de la humedad del combustible vivo en especies del área mediterránea valenciana y su integración en el índice de peligro de incendio*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 7CFE01-398.
- Benali, A., Oliveira, S., Amraoui, M., Sá, A. C., Rodrigues, C., Rodrigues, M., ... & Pereira, J. M. C. (2022). *Fire Spread Patterns under Critical Live Fuel Moisture Conditions: Insights from Large Wildfires in Portugal*. Fire, 8(5), 178. <https://doi.org/10.3390/fire8050178>
- Domènech, R., Xandri, P., Castellnou, M., & Brotons, L. (2022). *Modelización fenológica y determinación de umbrales de humedad del combustible vivo en especies arbustivas y arbóreas en la isla de Mallorca*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 8CFE-209.
- Marino, M., Quintano, C., & Fernández-Manso, A. (2022). *Umbrales de humedad del combustible vivo en matorrales del oeste peninsular: evaluación mediante aprendizaje automático y teledetección*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 8CFE-710.

## ANEXO I – GRÁFICAS DE HCFVL POR ESPECIE

Los datos de hábitat y fenología de las especies han sido extraídos del Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC). <https://herbario.ipe.csic.es/herbariojaca>

Ficha: *Romero (Rosmarinus officinalis L.)*

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Planta característica de matorrales instalados sobre sustratos secos, de naturaleza caliza, preferentemente en áreas mesomediterráneas, aunque puede alcanzar niveles inferiores del piso supramediterráneo.

**Preferencia edáfica:** [Basófila Calcícola, Basófila Gipsícola] Prefiere suelos calizos, margosos o yesosos, aunque puede presentarse también en suelos pobres en bases.

**Rango altitudinal:** 70 - 1280 m (1.600)

**Fenología:** Floración (Enero) Marzo - Octubre (Diciembre).

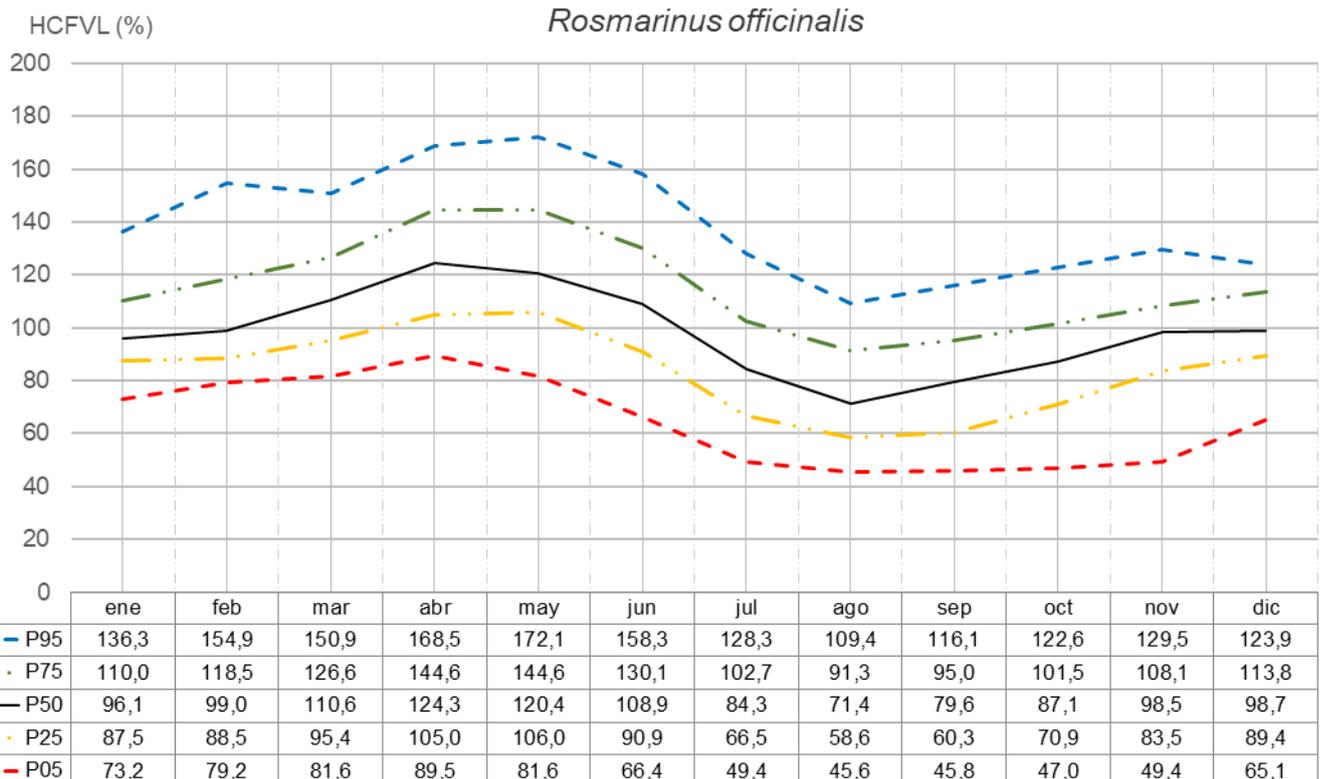
Puede florecer durante todo el año, pero sobre todo a fines de invierno y en primavera

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	84	116	107	120	142	120	138	145	118	112	90	59
CV mensual	20,2	23,8	19,4	20,5	23,9	25,6	30,7	28,1	27,9	25,9	25,5	20,8

Coeficiente de variación medio mensual (24,4 )

Coeficiente de variación anual (29,9 )

Número de muestras totales *Rosmarinus officinalis* (1.351)



Ficha: Aliaga (*Genista scorpius* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Muy abundante, forma extensos matorrales en enclaves más o menos secos o bien se instala en claros de bosque (sobre todo en carrascales, pinares, quejigares, etc), campos abandonados, zonas incendiadas y eriales.

**Preferencia edáfica:** Basófila

**Rango altitudinal:** (400) 800 – 2.600 (2.860) m

**Fenología:**

Floración de (Febrero) Marzo - Junio

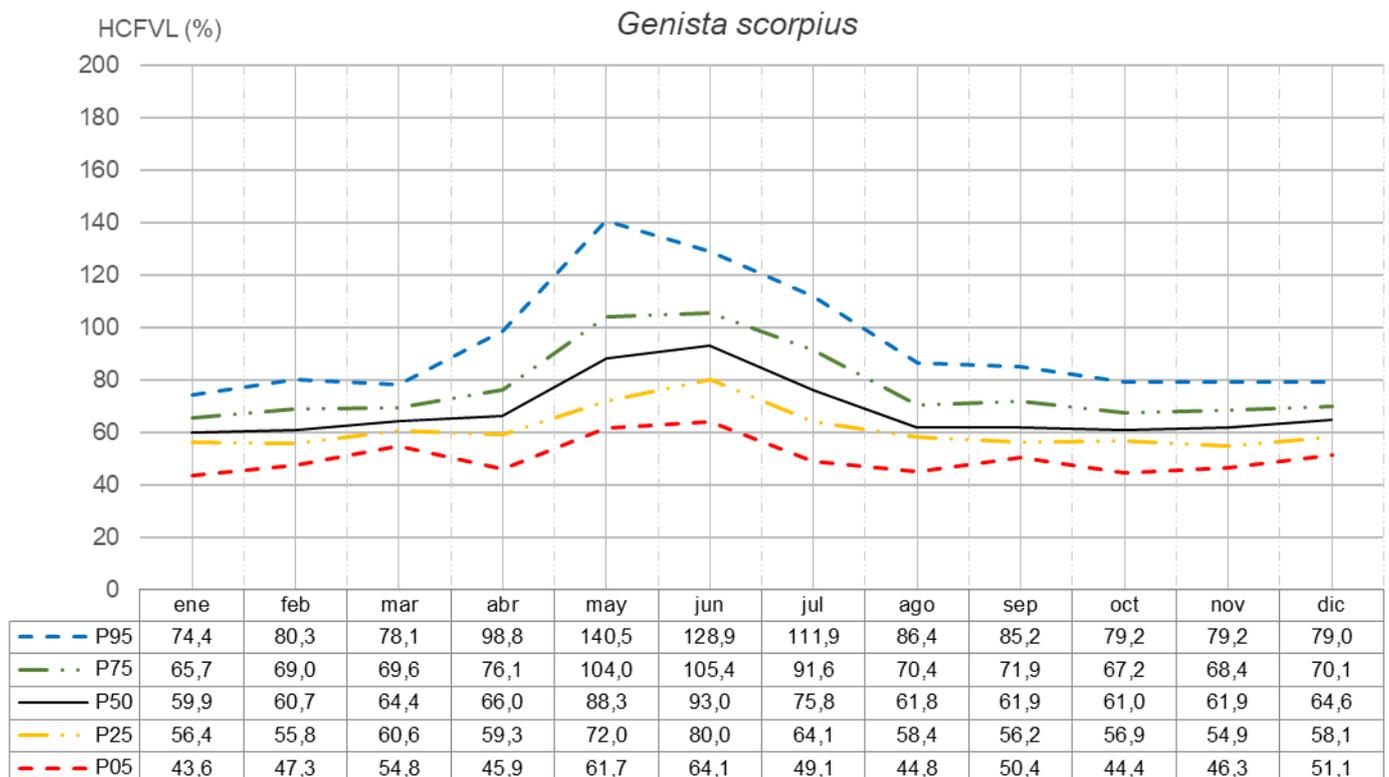
Fructificación de Abril - Julio

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	49	48	51	57	76	63	81	81	70	61	61	52
CV mensual	14,9	16,4	12,6	22,1	28,5	22,9	25,7	20,6	18,2	16,2	15,6	13,4

**Coefficiente de variación medio mensual** (18,9 )

**Coefficiente de variación anual** (27,3 )

**Número de muestras totales** *Genista scorpius* (750)



## Ficha: Brecina (*Calluna vulgaris* L. Hull)

[Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología \(IPE-CSIC\)](#)

**Hábitat:** Matorrales de sustitución de robledales, pinares, quejigares y, rara vez, carrascales. Suelos higroturbosos y pastos supraforestales. Crestones silíceos del piso alpino.

**Preferencia edáfica:** Acidófila, también aparece sobre calizas decalcificadas.

**Rango altitudinal:** (400) 800 - 2600 (2860) m

**Fenología:**

Floración de (Julio) Agosto - Octubre (Noviembre)

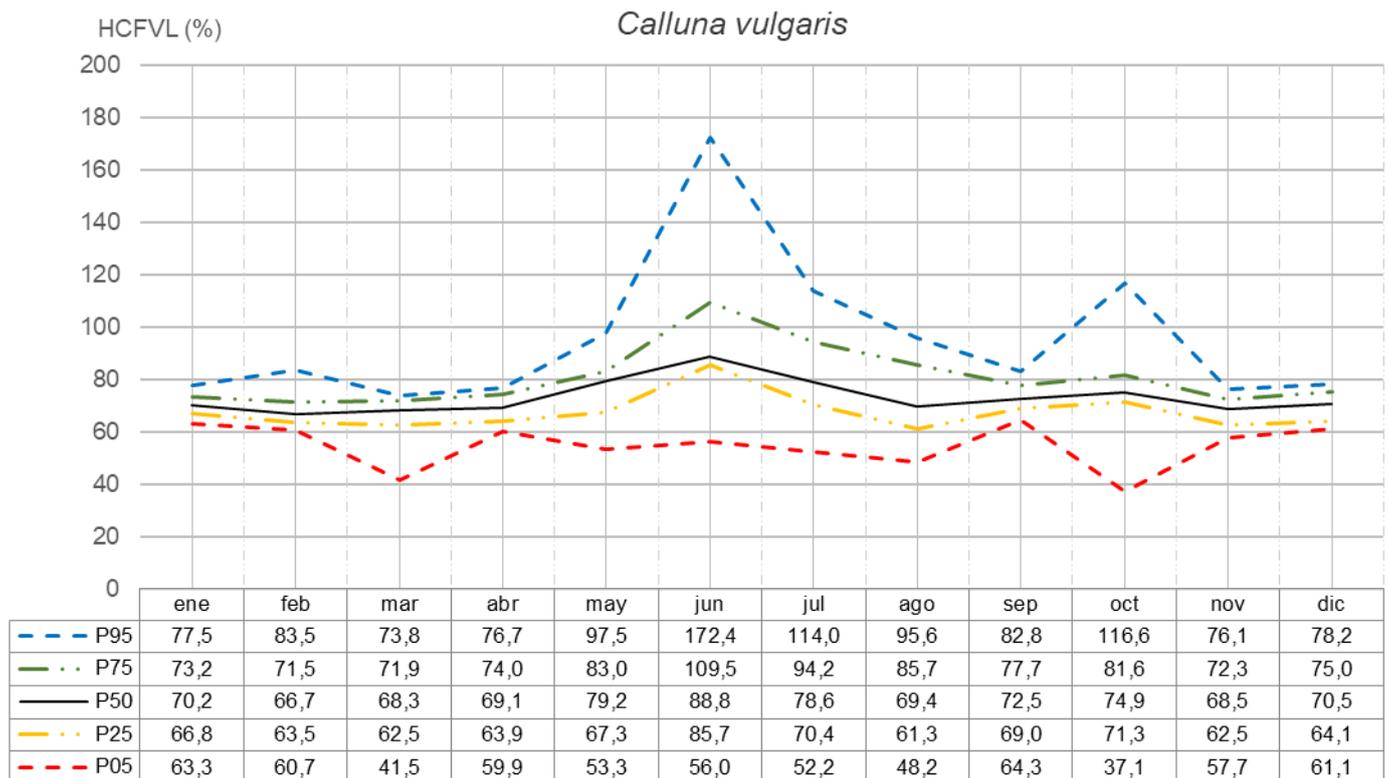
Fructificación de Agosto - Octubre (Noviembre)

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	8	15	13	13	20	12	18	20	16	10	13	11
CV mensual	7,3	14,0	22,2	9,2	17,7	44,6	24,0	22,0	9,4	37,6	9,9	9,0

**Coefficiente de variación medio mensual** (18,9 )

**Coefficiente de variación anual** (27,1 )

**Número de muestras totales** *Calluna vulgaris* 169



Ficha: Brezo de escobas (*Erica scoparia* L. *scoparia*)

[Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología \(IPE-CSIC\)](#)

**Hábitat:** Matorrales y bosques aclarados, en suelos sueltos y frescos sobre areniscas. Principalmente en ambiente de carrascal, quejigal o pinar de *Pinus sylvestre*, *Pinus nigra* o *Pinus pinaster*.

**Preferencia edáfica:** acidófila

**Rango altitudinal:** (750) 880 – 1.300 (1.400) m

**Fenología:**

Floración de Mayo – Junio (Julio)

Fructificación de (Mayo) Junio – Julio (Agosto)

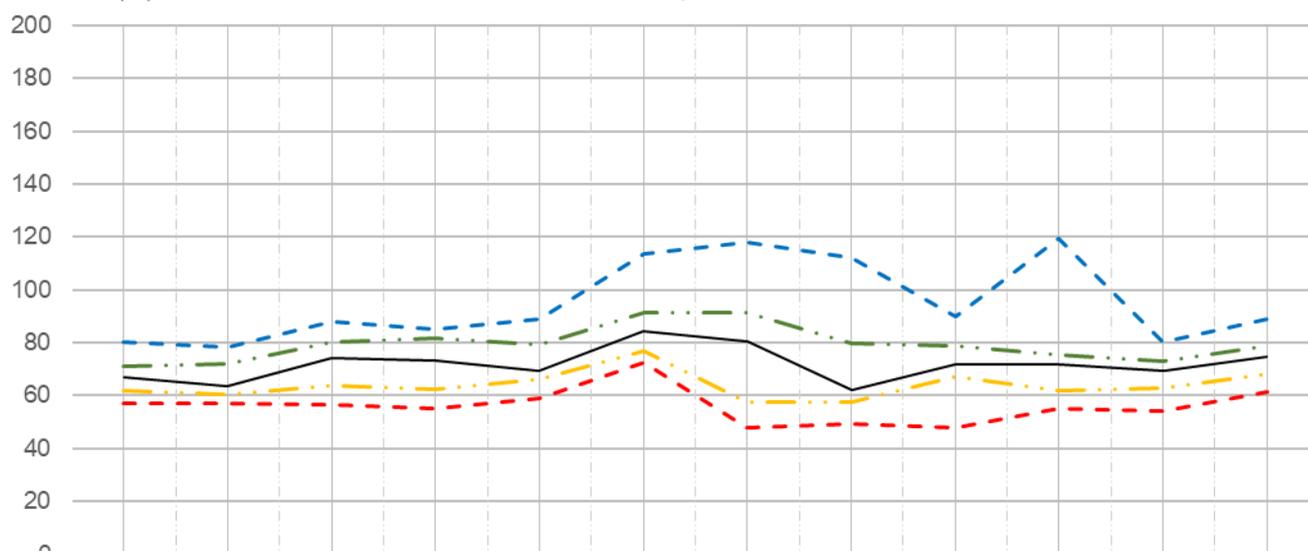
Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	8	15	12	13	21	12	17	20	16	10	12	9
CV mensual	12,0	11,4	15,0	15,7	14,1	15,7	30,6	32,3	20,9	32,8	13,0	13,2

**Coefficiente de variación medio mensual (18,9 )**

**Coefficiente de variación anual (22,7 )**

**Número de muestras totales** *Erica scoparia* 165

HCFVL (%) *Erica scoparia*



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
--- P95	80,2	78,1	87,9	85,0	88,8	113,4	118,1	112,0	90,1	119,7	80,2	89,1
-.- P75	71,3	71,9	80,1	81,6	79,4	91,3	91,2	79,8	78,6	75,6	72,9	78,7
— P50	67,0	63,6	74,4	73,2	69,4	84,4	80,4	62,2	71,9	71,8	69,6	74,8
... P25	62,0	60,3	63,7	62,4	66,3	77,1	57,5	57,7	67,1	61,9	62,9	68,4
--- P05	57,2	57,2	56,4	55,2	59,1	72,3	47,8	49,4	48,0	55,2	54,3	61,5

## Ficha: Coscoja, coscojo (*Quercus coccifera* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** es el arbusto que conforma las sardas o coscojares que acompañan a la carrasca y la reemplazan cuando sus bosques han sido aclarados o destruidos o en los ambientes más áridos donde ese árbol no puede ya medrar, como sucede en amplias zonas de la tierra baja aragonesa. En lugares muy secos y soleados o con suelos someros y pedregosos, forma matorrales permanentes, muchas veces en compañía de la sabina negra, el enebro, el lentisco, el romero y otras plantas termófilas.

**Preferencia edáfica:** Basófila y basófila gipsícola

**Rango altitudinal:** 40- 800 (1.200) m

**Fenología:**

Floración de Abril - Mayo

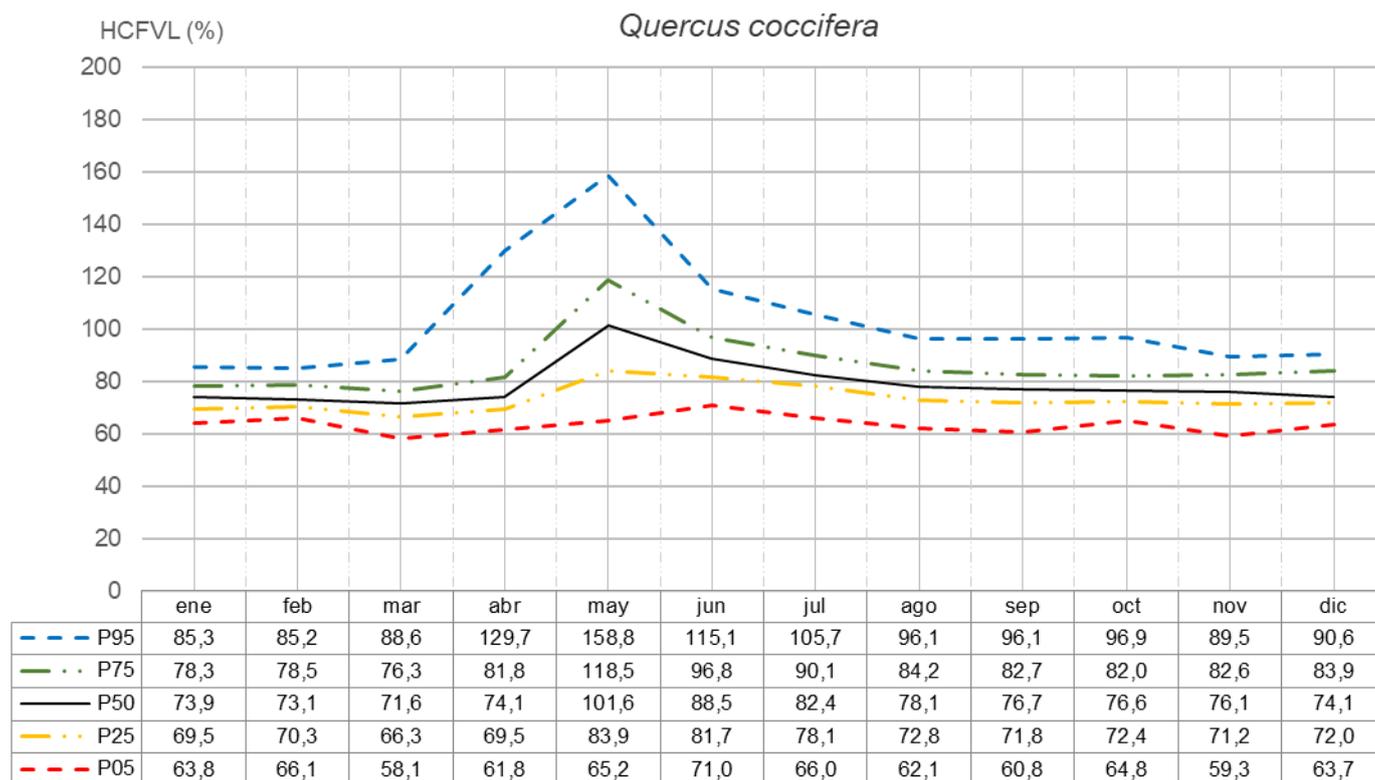
Fructificación de Agosto - Octubre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	48	64	64	66	74	65	77	77	59	62	54	24
CV mensual	11,8	15,1	15,9	26,4	28,4	15,7	14,2	13,2	15,1	11,4	12,2	11,9

Coeficiente de variación medio mensual (15,9 )

Coeficiente de variación anual (21,6 )

Número de muestras totales *Quercus coccifera* 734



## Ficha: Jara (*Cistus laurifolius* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** claros forestales de montaña (quejigal, marojal o pinar de pino rodeno) y sus matorrales derivados.

**Preferencia edáfica:** Acidófila

**Rango altitudinal:** 520 – 1.650 (1.750) m

**Fenología:**

Floración de (Mayo) Junio - Julio

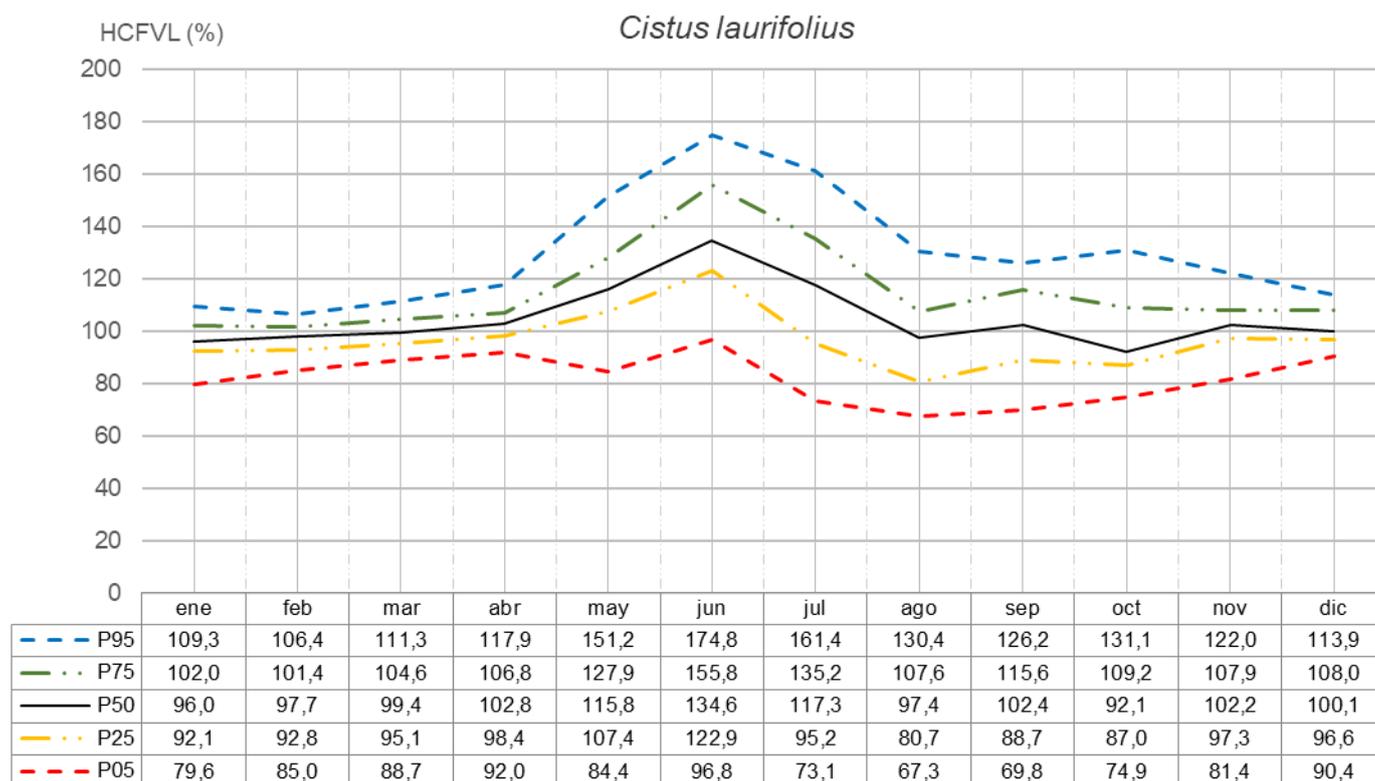
Fructificación de Junio - Septiembre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	15	25	22	26	30	32	40	40	34	30	30	24
CV mensual	11,8	6,7	7,2	11,9	17,2	18,4	25,0	21,4	19,5	20,4	10,5	7,6

**Coefficiente de variación medio mensual** (14,8 )

**Coefficiente de variación anual** (21 )

**Número de muestras totales** *Cistus laurifolius* 348



## Ficha: Sabina (*Juniperus phoenicea* L.)

[Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología \(IPE-CSIC\)](#)

**Hábitat:** Forma matorrales xerófilos y se da también en crestones y fisuras de roca; tiene preferencia por los sustratos calcáreos y a menudo con cierta pendiente

**Preferencia edáfica:** Basófila Calcícola

**Rango altitudinal:** 80- 1.450 (1.770) m

**Fenología:**

Floración de Febrero - Marzo

Fructificación de Septiembre - Octubre

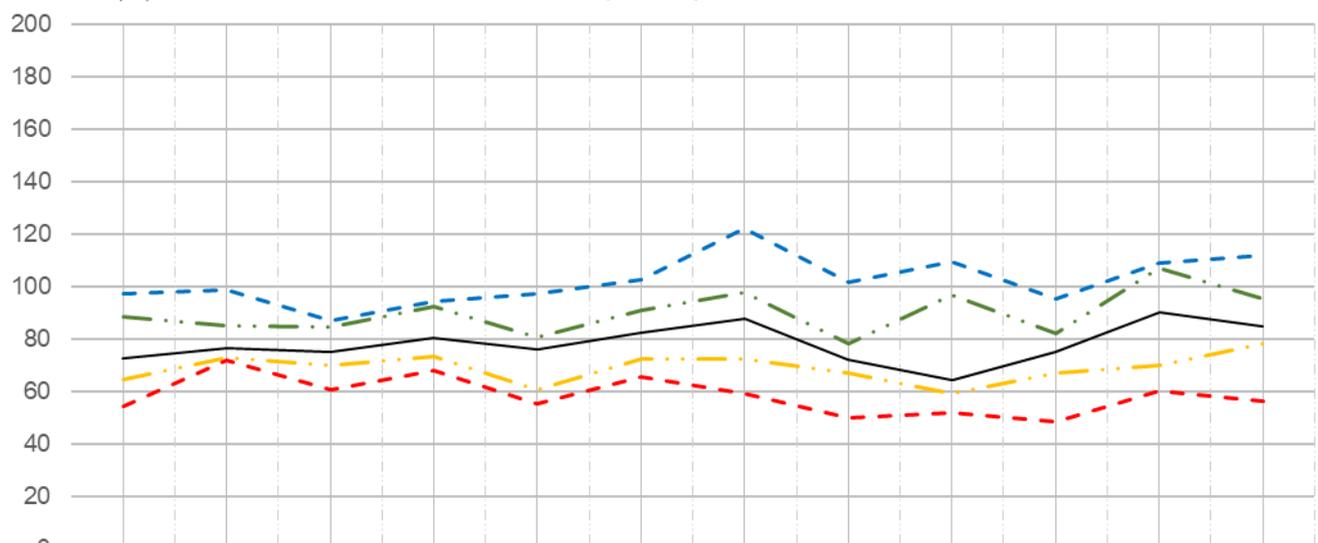
Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	5	14	11	12	15	15	15	16	13	12	5	10
CV mensual	22,6	11,8	12,5	11,9	18,9	15,5	24,4	21,5	27,9	22,1	23,4	21,5

**Coefficiente de variación medio mensual (19,5 )**

**Coefficiente de variación anual (20,8 )**

**Número de muestras totales (*Juniperus phoenicea*) 143**

HCFVL (%) *Juniperus phoenicea*



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
--- P95	97,2	98,5	87,0	94,2	97,2	102,5	122,1	101,4	109,2	95,3	108,7	111,9
... P75	88,6	85,0	84,7	92,2	80,4	91,0	97,9	78,0	96,9	81,9	107,2	95,5
— P50	72,6	76,5	75,0	80,2	76,0	82,3	87,7	72,0	64,4	75,1	90,1	84,8
-.- P25	64,5	72,6	69,8	73,4	60,5	72,5	72,2	67,0	58,9	66,7	69,9	78,2
-.- P05	54,1	72,0	60,7	68,1	55,3	65,5	59,1	49,7	52,0	48,3	60,0	56,1

Ficha: Enebro, Ginebro, Xinebro (*Juniperus oxycedrus* L.)

[Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología \(IPE-CSIC\)](#)

**Hábitat:** Forma matorrales xerofíticos o bien puede verse salpicando carrascales, pinares de pino carrasco, negral y silvestre, quejigares, etc, en ambientes secos, bien iluminados y resguardados.

**Preferencia edáfica:** Indiferente, tolera bien los suelos rocosos.

**Rango altitudinal:** (140) 240 – 1.350 (1.500) m

**Fenología:**

Floración de Marzo - Abril

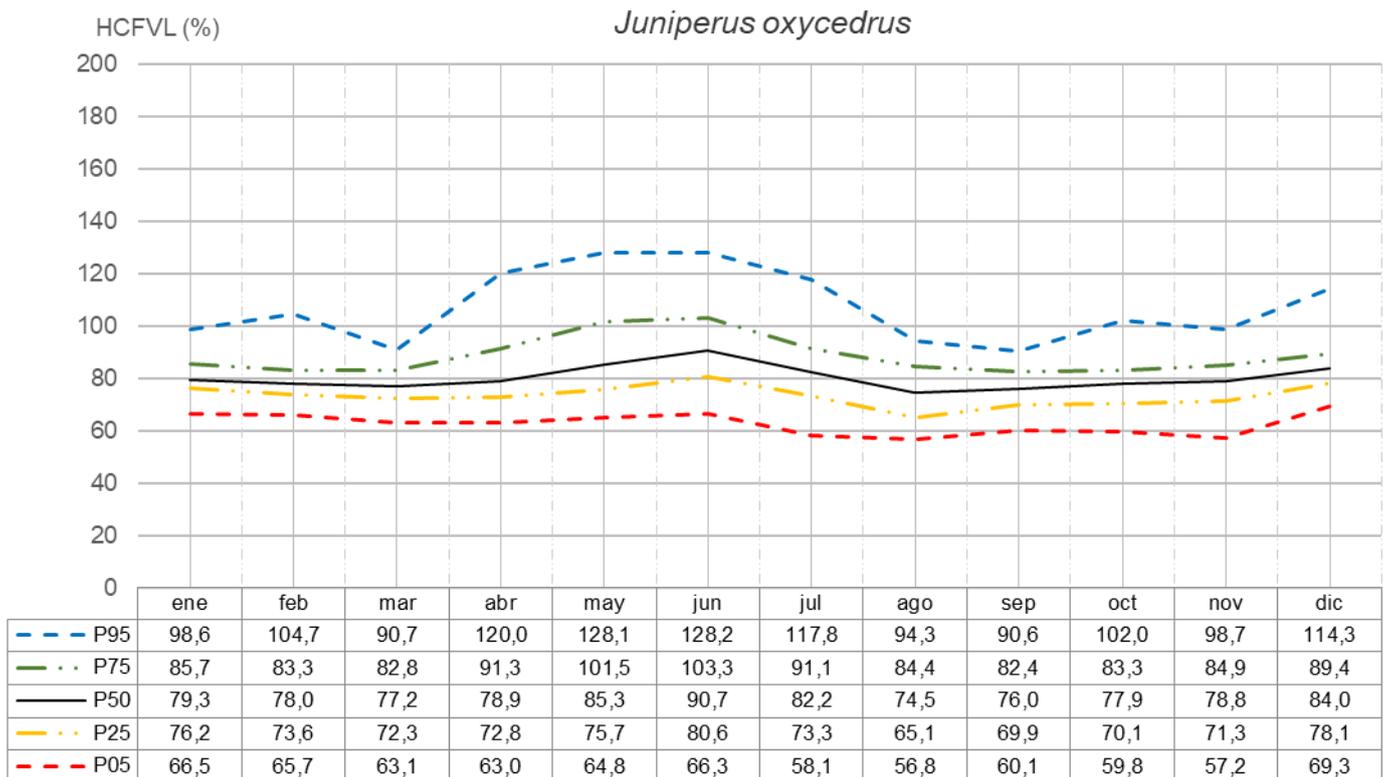
Fructificación de Septiembre - Noviembre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	68	100	90	99	119	101	115	122	101	97	69	48
CV mensual	14,0	20,9	15,4	19,9	21,3	21,3	22,2	16,7	13,9	20,6	15,7	23,5

**Coefficiente de variación medio mensual** (18,8 )

**Coefficiente de variación anual** (20,5 )

**Número de muestras totales** (*Juniperus oxycedrus*) 1.129



## Ficha: Sabina albar (*Juniperus thurifera* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Soporta condiciones ambientales extremas, con clima continental, instalándose tanto en parameras muy expuestas, como en fondos de valles, pero busca por lo general suelos profundos que acumulen la lluvia otoñal. Forma sabinares albares puros o se mezcla con carrasca, coscoja, quejigo, pinos carrasco o negral y otros enebros.

**Preferencia edáfica:** Basófila Calcícola. Ocupa fundamentalmente suelos calcáreos y yesos, pero vive también en los silíceos.

**Rango altitudinal:** (140) 220 – 1.665 (1.900) m

**Fenología:**

Floración de Abril - Junio

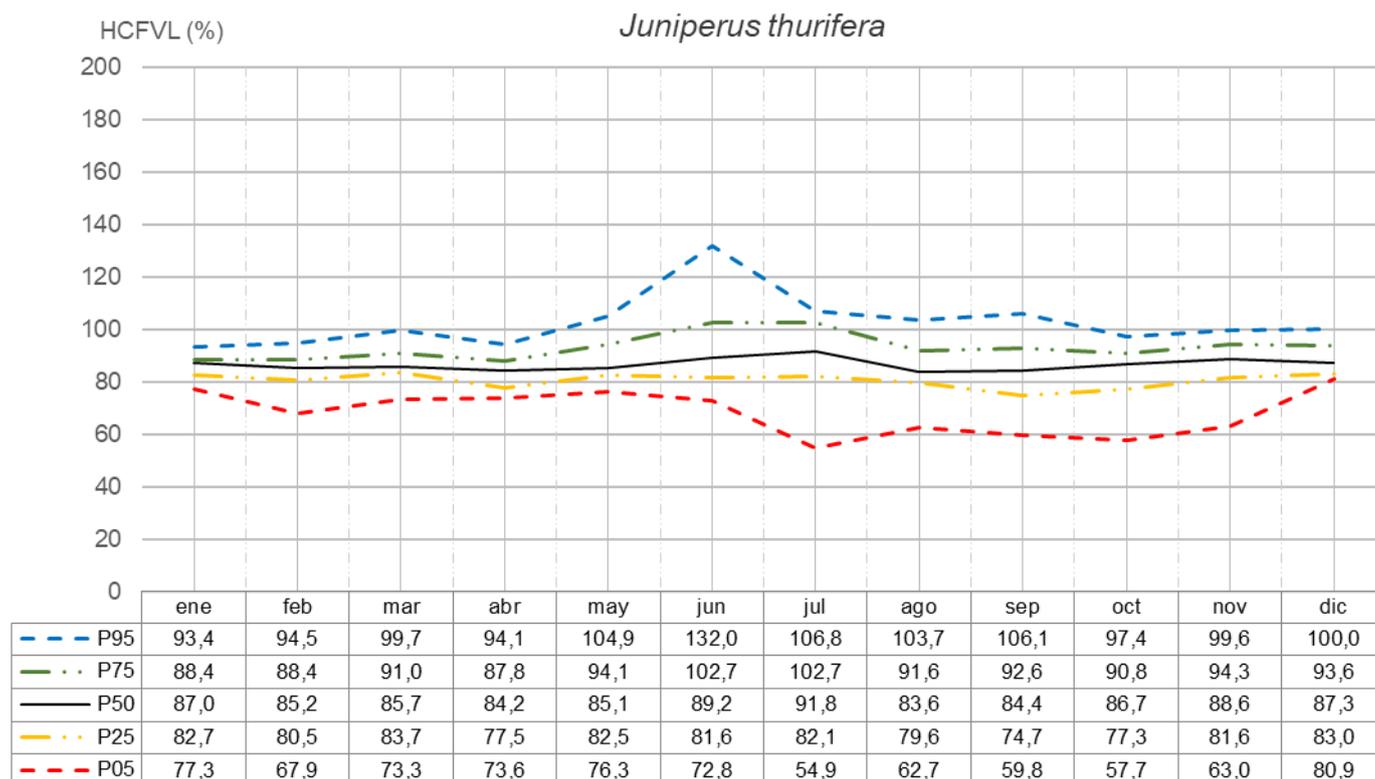
Fructificación de Noviembre - Enero

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	10	15	16	16	25	23	30	22	27	25	25	14
CV mensual	6,5	9,8	8,9	9,6	13,2	20,7	24,1	17,5	16,5	14,0	14,0	7,3

Coeficiente de variación medio mensual (13,5 )

Coeficiente de variación anual (16,3 )

Número de muestras totales (*Juniperus thurifera*) 248



## Ficha: Enebro (*Juniperus communis* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Matorrales abiertos o claros de pinar, quejigal o carrascales en zonas de montaña.

**Preferencia edáfica:** Indiferente. En el sector pirenaico parece estar más ligado a sustratos calizos o margosos

**Rango altitudinal:** 450- 1.600 (1.900) m

**Fenología:**

Floración de Marzo - Abril

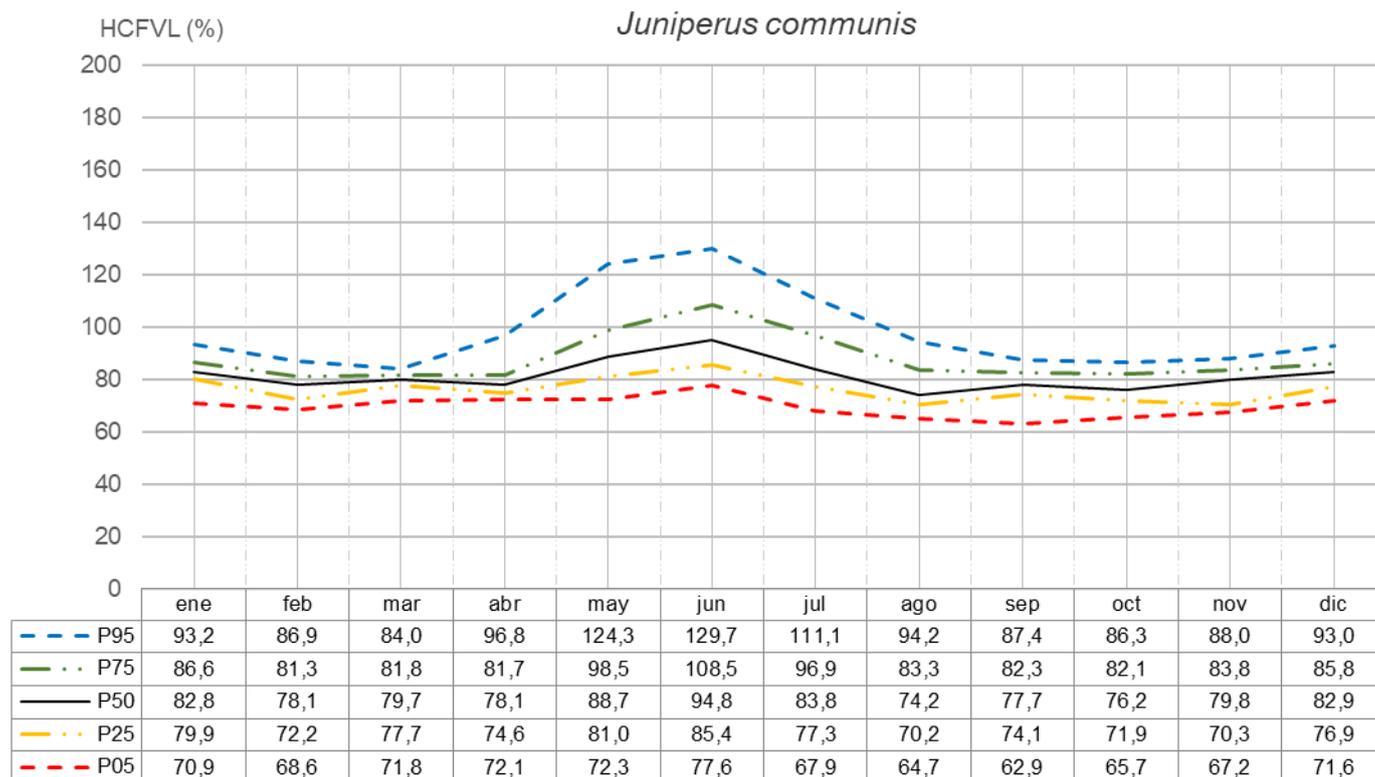
Fructificación Septiembre-Octubre. (Bianual)

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	17	22	24	28	38	25	34	38	31	19	26	22
CV mensual	8,2	9,1	5,1	10,8	16,3	18,0	16,6	12,5	9,6	9,5	9,3	7,8

Coeficiente de variación medio mensual (11,1 )

Coeficiente de variación anual (15,2 )

Número de muestras totales (*Juniperus communis*) 324



## Ficha: Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Planta característica del matorral termófilo que acompaña y sustituye a la encina y al pino carrasco en ambiente mediterráneo con clima suave y soleado; aparece muchas veces en compañía de coscojas, madreselvas, bufalagas, etc. También en los mismos ambientes aparece en peñascos y barrancos protegidos térmicamente.

**Preferencia edáfica:** Indiferente. En Aragón se encuentra fundamentalmente sobre calizas.

**Rango altitudinal:** 70- 800 (1.000) m

**Fenología:**

Floración de Marzo -Mayo

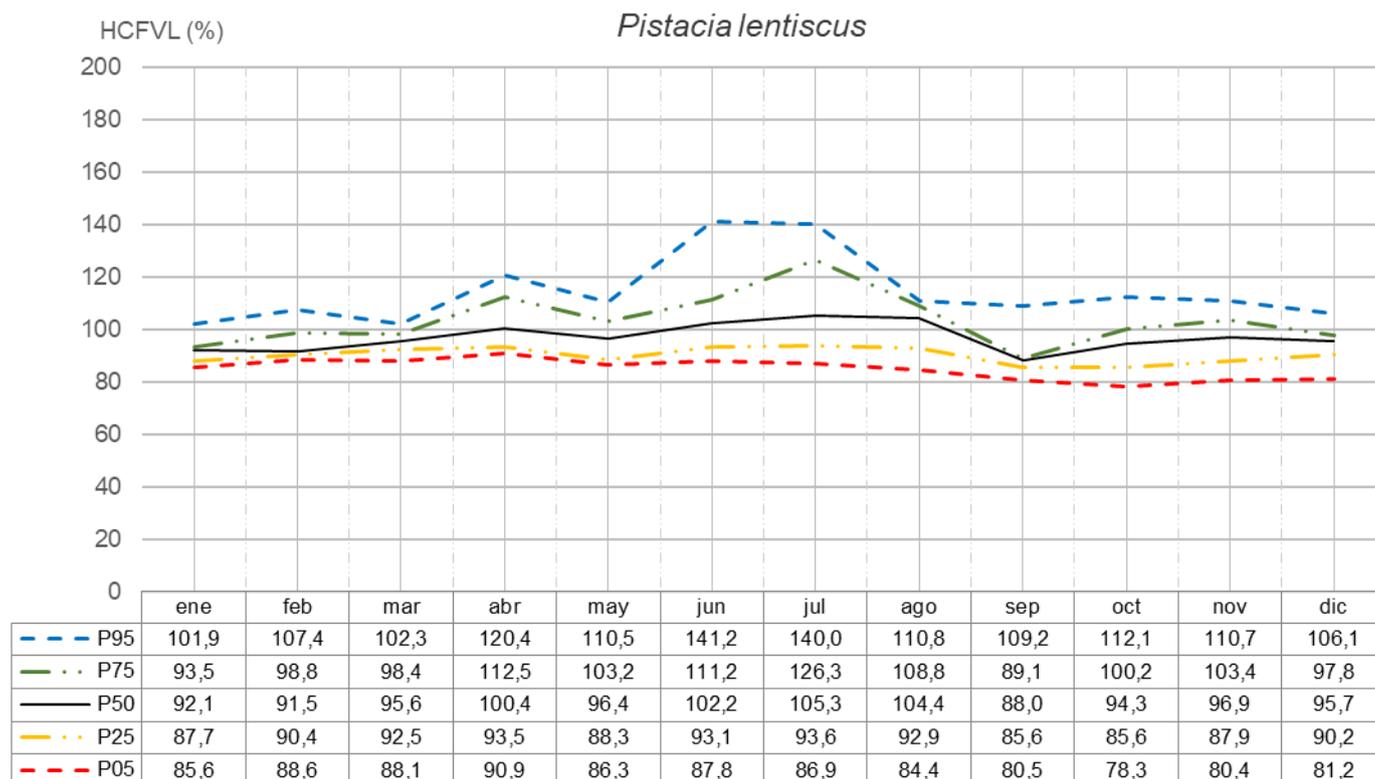
Fructificación Septiembre - Noviembre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	7	9	9	9	8	11	12	11	9	10	10	6
CV mensual	6,7	7,4	5,1	10,6	9,3	17,1	17,5	9,8	11,1	12,4	11,2	9,8

Coeficiente de variación medio mensual (10,7 )

Coeficiente de variación anual (13,6 )

Número de muestras totales (*Pistacia lentiscus*) 111



## Ficha: Carrasca (*Quercus ilex* L.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** La carrasca es el árbol característico de gran parte de las tierras bajas (piso basal) de Aragón y de una gran parte de la Península Ibérica, donde puede formar masas boscosas casi puras con un cortejo arbustivo que varía desde el madroño, la sabina, la madreSelva, el lentisco y la coscoja en los ambientes más cálidos, hasta el boj y el enebro en los más fríos. En nuestro territorio señala los ambientes soleados con clima mediterráneo o continental ya que aguanta bastante el calor, el frío y la sequía, pero falta en los ambientes más áridos donde es sustituida por el pino carrasco y en los fondos de valle de la Depresión del Ebro con inversión térmica que presentan esporádicamente heladas extremas y son ocupados por la sabina albar. Por encima de los 800 m suele aparecer en exposiciones solanas o en enclaves favorecidos térmicamente por su posición topográfica.

**Preferencia edáfica:** Indiferente. Vive tanto en calizas como en sílice, pero suele faltar en las zonas margosas y en las arcillas que dan lugar a encharcamientos temporales; tampoco soporta los suelos salinos ni los yesosos. Aunque vive bien en suelos profundos fértiles, por lo general se extiende en sustratos pedregosos de escasa fertilidad.

**Rango altitudinal:** (40) 300 – 1.200 (1.600) m

**Fenología:** Floración de (Marzo) Abril - Mayo (Junio)

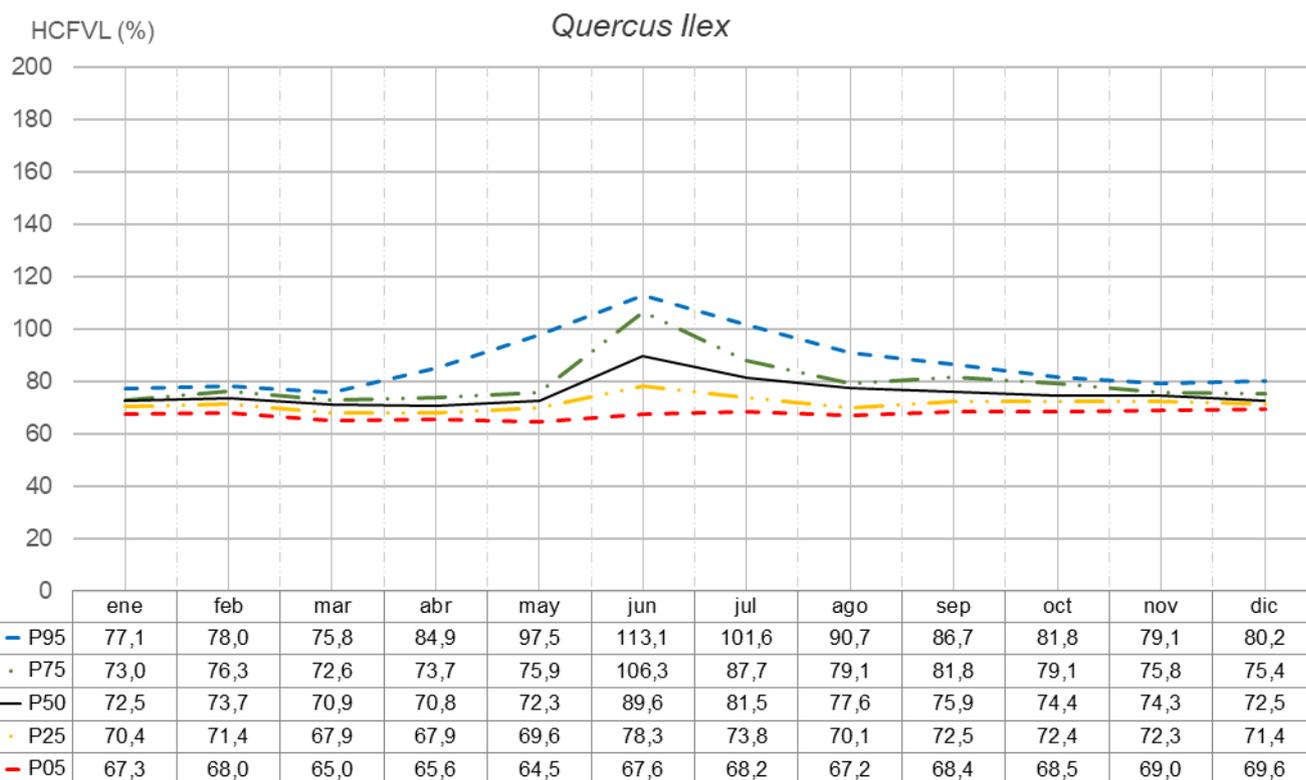
Fructificación de (Septiembre) Octubre - Noviembre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	9	12	13	15	21	19	28	24	22	24	21	11
CV mensual	4,6	4,6	5,0	11,1	11,6	17,8	13,3	10,4	7,5	6,7	4,1	4,9

**Coefficiente de variación medio mensual (8,5 )**

**Coefficiente de variación anual (12,8 )**

**Número de muestras totales (*Quercus ilex*) 219**



## Ficha: Pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Por su carácter termófilo se sitúa en áreas bajas, no muy elevadas o en exposiciones protegidas, a menudo relegado a enclaves abruptos, muy secos y con notable erosión.

**Preferencia edáfica:** Basófila. Coloniza todo tipo de sustratos calcáreos, incluso los yesos, y tolera los suelos esqueléticos, muy secos y poco permeables.

**Rango altitudinal:** 80- 860 (1.120) m

**Fenología:**

Floración de Febrero - Mayo

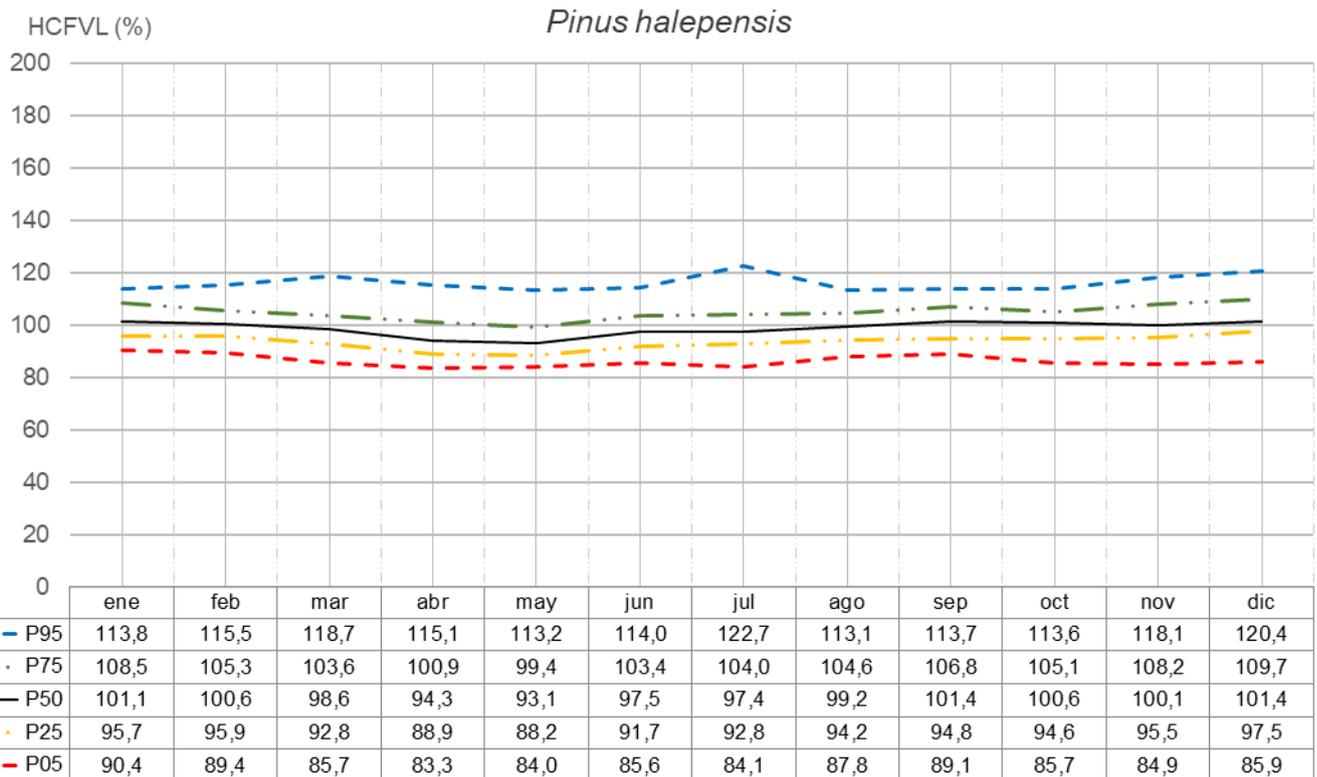
Fructificación de Septiembre – Octubre.

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	65	106	98	109	123	102	117	124	103	99	76	41
CV mensual	10,2	8,1	10,2	10,3	11,5	9,8	14,1	9,4	8,4	10,2	13,9	10,3

Coeficiente de variación medio mensual (10,5 )

Coeficiente de variación anual (10,9 )

Número de muestras totales (*Pinus halepensis*) 1163



## Ficha: Pino laricio, pino negral (*Pinus nigra*)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Crece en áreas supramediterráneas, con clima algo continental y prefiere los ambientes con cierta humedad y suelos calcáreos, formando masas puras o mezclado con robles, carrascas o pinos silvestres.

**Preferencia edáfica:** Basófila Calcícola. Aunque prefiere sustratos calizos, con frecuencia margosos, ocasionalmente coloniza terrenos silíceos.

**Rango altitudinal:** (560) 690 - 1.630 (1.900) m

**Fenología:**

Floración de Abril - Junio

Fructificación de Octubre - Noviembre

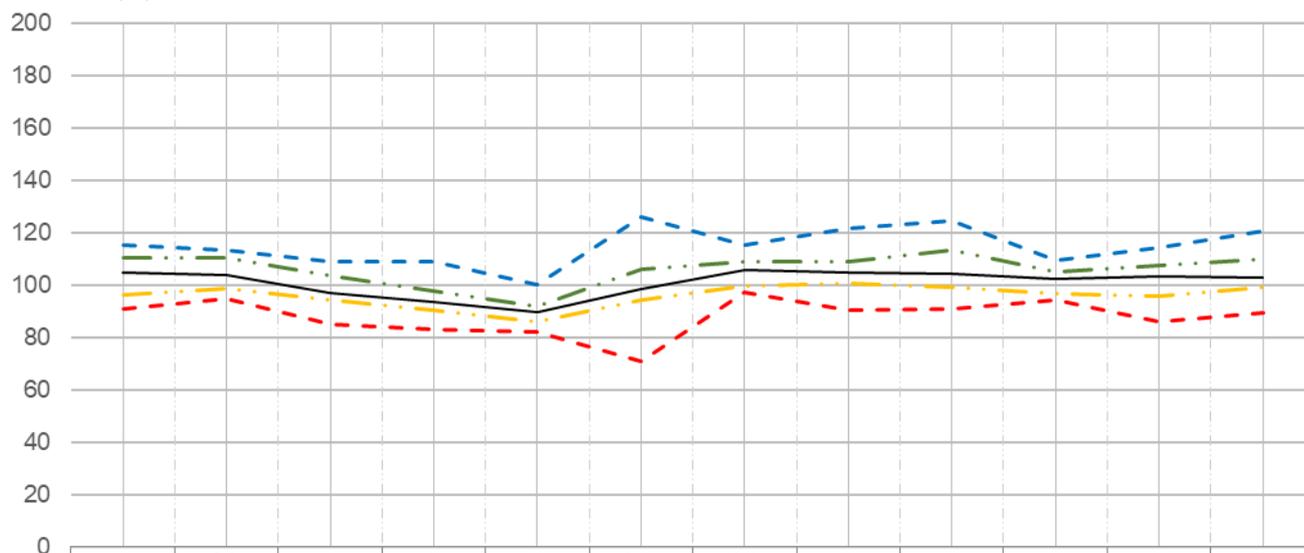
Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	21	17	19	24	29	25	31	29	26	26	20	24
CV mensual	8,5	6,3	12,5	8,7	6,7	15,6	6,3	8,9	9,8	7,1	9,0	9,3

Coeficiente de variación medio mensual (9,1 )

Coeficiente de variación anual (10,5 )

Número de muestras totales (*Pinus nigra*) 291

HCFVL (%) *Pinus nigra*



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
--- P95	115,2	113,2	109,1	109,1	100,0	125,8	115,4	121,4	124,7	109,4	114,1	120,7
- . - P75	110,5	110,6	103,7	97,5	92,1	105,9	109,1	109,1	113,2	105,0	107,6	109,7
— P50	104,9	103,7	97,0	93,6	89,4	98,6	105,9	104,7	104,2	102,3	103,1	103,0
... P25	96,4	98,6	94,5	90,6	86,1	94,4	99,7	100,7	99,4	96,7	95,8	99,0
- - - P05	90,8	94,7	84,8	83,0	81,8	70,8	97,1	90,4	90,8	94,2	85,8	89,5

## Ficha: Pino rodeno, pino resinero, pino marítimo (*Pinus pinaster Aiton*)

Herbario de Jaca del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**Hábitat:** Forma bosques puros o mixtos ocupando ambientes de robledal y carrascal.

**Preferencia edáfica:** Acidófila. Vive sobre suelos silíceos, siendo más frecuente en los rodenos de arenisca.

**Rango altitudinal:** 700- 1.500 m

**Fenología:**

Floración de Marzo - Mayo

Fructificación de Septiembre - Octubre

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Nº muestras	16	25	23	22	32	32	42	40	33	31	30	25
CV mensual	6,2	5,6	7,9	7,0	7,9	7,6	10,6	6,7	7,2	5,2	7,4	6,7

Coeficiente de variación medio mensual (7,2 )

Coeficiente de variación anual (8,9 )

Número de muestras totales (*Pinus pinaster*) 351

