

Especies aromáticas y medicinales de Castilla y León: modo de reproducción y caracterización de nutrientes

María Virginia Ozcariz-Fermoselle¹ , Álvaro Hernández Julián¹ , Susana Luis del Río¹ , Víctor Álvarez Vicente² , Yésica Pallavicini^{1,*} 

(1) Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. Av. de Madrid, 44, 34004 Palencia, España.

(2) IES Campos de Amaya. Calle Buenos Aires, s/n, 09120 Villadiego, Burgos, España.

* Autora para correspondencia / Corresponding author: Y. Pallavicini [ypallavicini@itagra.com]

> Recibido / Received: 20/06/2025 – Aceptado / Accepted: 27/10/2025

Cómo citar / How to cite: Ozcariz-Fermoselle, M.V., Hernández Julián, Á., Luis del Río, S., Álvarez Vicente, V., Pallavicini, Y. 2025. Especies aromáticas y medicinales de Castilla y León: modo de reproducción y caracterización de nutrientes. *Ecosistemas* 34(3): 3058. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3058>

Especies aromáticas y medicinales de Castilla y León: modo de reproducción y caracterización de nutrientes

Resumen: El presente estudio se centra en caracterizar las plantas aromáticas y medicinales (PAM) de Castilla y León (España). Estas especies poseen un alto valor ecológico y etnobotánico, por lo que su estudio resulta fundamental para su conservación. Los datos aquí presentados sientan bases para futuras investigaciones acerca de la diversidad, la conservación de estas especies y sus hábitats. En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de las condiciones edafoclimáticas de especies relevantes presentes en la Península Ibérica, elaborándose fichas específicas para cada una. Luego se seleccionaron 15 de esas especies, de especial importancia para Castilla y León, y se generaron mapas de zonas idóneas para el crecimiento de cada una utilizando la herramienta QGIS. Finalmente, se recolectó material vegetal de las especies seleccionadas para estudiar las diferentes formas de reproducción. Esta investigación contribuye al uso sostenible de especies poco estudiadas en cuanto a su composición nutricional, distribución regional y estrategias reproductivas. La información generada se presenta en los conjuntos de datos en el repositorio Zenodo.

Palabras clave: composición mineral; conservación de especies; diversidad de especies; etnobotánica; mapas de distribución; multiplicación vegetal

Medicinal and aromatic species of Castilla y León: Reproduction methods and nutrient characterization

Abstract: This study focuses on the characterization of medicinal and aromatic plants (MAP) from Castilla y León (Spain). These species have high ecological and ethnobotanical value, making their study essential for conservation efforts. The data presented here provide a foundation for future research on the diversity and conservation of these species and their habitats. First, a bibliographic review was carried out on the edaphoclimatic conditions of relevant species found in the Iberian Peninsula, and specific data sheets were created for each one. Then, 15 species of particular importance for Castilla y León were selected, and suitability maps for their growth were developed using QGIS. Finally, plant material from the selected species was collected to study their different reproductive strategies. This research contributes to the sustainable use of under-studied species by providing information on their nutritional composition, regional distribution, and reproductive strategies. The data generated are included in the dataset in the repository Zenodo.

Keywords: mineral composition; species conservation; species diversity; ethnobotany; distribution maps; vegetal multiplication

Antecedentes y resumen extendido

Las plantas aromáticas y medicinales (PAM) constituyen un recurso ecológico, económico y etnobotánico fundamental que merece ser estudiado, valorado y conservado (Pardo de Santayana et al. 2018; Tardío et al. 2018). En un contexto global de pérdida de biodiversidad y búsqueda de alternativas sostenibles para la salud y el bienestar, estas especies se posicionan como elementos clave tanto por su valor ecológico como por su potencial para fomentar economías locales sostenibles.

En particular, Castilla y León, la comunidad autónoma más extensa de España, presenta una gran diversidad de suelos, climas y orografía, lo que favorece una notable riqueza florística con 544 especies PAM reportadas (Herrero y Santos 2007; López Leiva 2019). Estas plantas han estado ligadas a la cultura castellano-leonesa durante siglos por sus propiedades fitoterapéuticas transmitidas mediante el conocimiento tradicional (Pardo de Santayana et al. 2018).

Entre las más empleadas destacan el cantueso (*Lavandula stoechas* L.), utilizado contra la irritación de garganta y la tos, el tomillo blanco (*Thymus mastichina* L.) para trastornos digestivos y la circulación, y el rusco (*Ruscus aculeatus* L.) por su acción antiinflamatoria (Vanaclocha y Cañigüeral 2019). En general, estas especies poseen propiedades antiinflamatorias, digestivas,

antimicrobianas y antioxidantes, que sustentan su amplio uso tradicional (Vanaclocha y Cañigüeral 2019). Pese a su valor, muchas de estas especies cayeron en desuso con la irrupción de la medicina moderna. No obstante, en las últimas décadas han vuelto a ganar popularidad por el creciente interés por los alimentos naturales (Lange 2004).

La recolección de especies PAM silvestres, seguida de un procesado mínimo, representa una oportunidad de generación de ingresos con inversiones asequibles y puede impulsar la revitalización demográfica de los pueblos (Fernández Álvarez 2006). A nivel industrial, recientemente se han implantado en Castilla y León cooperativas y empresas especializadas en cultivo y destilación de aceites esenciales de *Lavandula angustifolia* Mill., *Lavandula latifolia* Medikus. x *Lavandula angustifolia* Mill., *Salvia sclarea* L., *Foeniculum vulgare* Miller y *Helicrysum stoechas* (L.) Moench. El cultivo de especies PAM también se ha extendido en la región superando las 850 hectáreas entre los cultivos de *Lavandula spp.*, *Salvia sclarea* y casi 600 hectáreas de *Humulus lupulus* L. (MAPA 2024). También se ha visto una creciente utilización de estas especies en viñedos bajo sistema de agricultura biodinámica (Dittrich et al. 2021). Otro uso en la agricultura es como islas de biodiversidad para propiciar la diversidad de insectos beneficiosos (Hatt et al. 2019; Sáenz-Romo et al. 2019). A nivel de investigación también existen proyectos y grupos operativos enfocados en el estudio y desarrollo de estos cultivos para su aprovechamiento comercial.

Esta revalorización, sin embargo, no siempre ha ido acompañada de un manejo sostenible y algunas especies se están viendo amenazadas por la pérdida de sus hábitats y por la recolección intensiva; tanto para uso personal como comercial. Además, la dificultad con la que algunas de estas especies se reproducen, ha comprometido su propagación (Herrero y Martín-Lobera 2012). A ello, se suman otros factores de vulnerabilidad como el cambio climático, los incendios forestales o la intensificación agrícola que afectan directamente a su diversidad (Savo et al. 2012).

Este artículo tiene como origen el proyecto CIRVEPAM “Caracterización Integral de Recursos Vegetales Endógenos como cultivos de Plantas Aromáticas y Medicinales de Castilla y León” y que dio inicio a una línea de investigación considerando a estas especies como aliadas en la agricultura y agroalimentación (<https://itagra.com/project/cirvepam/>).

El objetivo de este estudio es generar de forma estructurada datos relevantes sobre los requerimientos edafoclimáticos, de reproducción y la composición nutricional de algunas especies aromáticas y medicinales (PAM) de Castilla y León. Este artículo constituye una contribución de datos, para proporcionar una base sólida y reutilizable para futuros trabajos enfocados en la conservación, valorización y uso sostenible de estas especies.

Entre los datos, ofrecemos mapas de distribución potencial de cada especie, así como las coordenadas geográficas de los lugares donde se localizaron los ejemplares estudiados.

Específicamente, se aportan datos del tipo de reproducción de especies de valor para particulares y viveros interesados en la reposición de plantas recolectadas, restauración de ecosistemas degradados, o paisajismo. En agricultura pueden utilizarse como reservorio de fauna auxiliar, como islas de biodiversidad, para la agricultura biodinámica o como cultivos extensivos, entre otros.

Las especies PAM son apreciadas por sus propiedades medicinales. Conocer el valor nutricional de estas especies complementa a sus propiedades aromáticas y medicinales; lo que incita a nuevos estudios y a su aprovechamiento en la industria agroalimentaria, por ejemplo, en la elaboración de complementos nutricionales, bebidas isotónicas o distintos productos comestibles y por su interés en compuestos volátiles.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio fue la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España) que consta de 94 224 km² (MAPA 2025). Esta región se caracteriza por una gran diversidad orográfica, climática y edáfica, lo que influye significativamente en la distribución y abundancia de las especies de plantas aromáticas y medicinales.

Creación de fichas de especies PAM

Para el conjunto de datos 1; se seleccionaron 30 especies PAM de la Península Ibérica con presencia en Castilla y León, que combinan abundancia local, valor etnobotánico, valor apícola y alimentación de fauna amenazada, potencial económico y servicios ecosistémicos, lo que las convierte en candidatas prioritarias para este estudio en Castilla y León.

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de encontrar información sobre los requerimientos edafoclimáticos de estas especies. A partir de esa información, se elaboró una ficha descriptiva por especie incluyendo datos sobre el hábitat, tipo de suelo, clima, época de floración, tipo de propagación y área de distribución en la península ibérica.

Cartografía de distribución potencial de especies PAM

Se seleccionaron 15 especies PAM por sus propiedades fitoterapéuticas y su presencia en Castilla y León: *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Calendula officinale* L., *Foeniculum vulgare*, *Helicrysum stoechas*, *Humulus lupulus*, *Lavandula stoechas*, *Rosa canina* L., *Ruscus aculeatus*, *Salvia lavandulifolia* Vahl, *Salvia sclarea*, *Satureja obovata* Lag., *Sideritis linearifolia* Lam., *Taraxacum officinalis* Weber et Wiggers, *Thymus mastichina* y *Thymus zygis* L. En la [tabla 1](#) se describe la actividad fitoterapéutica y las partes activas de las plantas de las especies analizadas en el laboratorio.

Tabla 1. Actividad fitoterapéutica de las especies analizadas en laboratorio (Vanaclocha y Cañigueral 2019).

Table 1. Phytotherapeutic activity of the species analyzed in the laboratory (Vanaclocha and Cañigueral 2019).

Especie	Parte activa	Actividad fitoterapéutica
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng. (gayuba)	Hojas desecadas	Antiséptica urinaria y diurética.
<i>Calendula officinale</i> L. (caléndula)	Flores	Antiinflamatoria y cicatrizante; actividad inmunomoduladora, antimicrobiana, antimicótica y antiviral.
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. (hinojo)	Frutos	Expectorante, antiséptica, espasmolítico y carminativa.
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench. (manzanilla bastarda)	Flores	Antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes.
<i>Humulus lupulus</i> L. (lúpulo)	Inflorescencias femeninas	Efecto sedante, estimulante del apetito y bactericida.
<i>Lavandula stoechas</i> Lam. (cantueso)	Sumidades floridas	Tónico, antiespasmódico, febrífugo, digestivo, antibacteriano, antiséptico, cicatrizante.
<i>Rosa canina</i> L. (escaramujo)	Frutos y semillas	Fuente de vitamina C: antigripal y resfriados. Antilitiásico biliar, diurético, antidermatoso, antiulceroso, laxante, antidiarreico y como colirio oftálmico.
<i>Ruscus aculeatus</i> L. (rusco)	Rizoma y raíces	Antiinflamatoria y venotónica.
<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl (salvia española)	Hojas desecadas	Antibacteriana y antifúngica por aceites esenciales. Acción antiviral por diterpenos. Antiinflamatoria (ácido rosmarínico). Acción astringente y estimulante.
<i>Salvia sclarea</i> L. (salvia romana)	Hojas desecadas	Antibacteriana y antifúngica por aceites esenciales. Acción antiviral por diterpenos. Antiinflamatoria (ácido rosmarínico). Acción astringente y estimulante.
<i>Satureja obovata</i> Lag. (ajedrea)	Sumidades floridas y hojas	Digestiva, antiespasmódica y antimicrobiana.
<i>Sideritis linearifolia</i> Lam. (sideritis)	Sumidades floridas	Antiinflamatoria, antibacteriana, espasmolítico, digestivo, antiulceroso, cicatrizante, reepitelizante, antiséptico, antifúngico y diurético.
<i>Taraxacum officinale</i> Weber et Wiggers (diente de león)	Hojas, raíz y toda la parte aérea	Raíz: colerético y colagogo. Hojas: diurético. Planta entera: depurativa.
<i>Thymus mastichina</i> L. (tomillo blanco)	Parte aérea, flores y hojas	Antiséptico, digestivo, antirreumático y antitusivo.
<i>Thymus zygis</i> L. (tomillo salsero)	Parte aérea, flores y hojas	Antiespasmódico y expectorante, antitusivo, antiséptico respiratorio y urinario, antibacteriano, antiinflamatorio, antioxidante.

Para estas especies se elaboraron mapas de distribución potencial (Conjunto de datos 2) basados en el pH del suelo y la altimetría óptima, utilizando QGIS 3.30. Las variables edáficas, particularmente el pH del suelo, actúan como factores determinantes en la distribución y riqueza de especies vegetales a escala regional incluidas las especies PAM (Arshad et al. 2024). Esto afecta a la disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes, a los procesos que afectan el crecimiento y supervivencia de las plantas (Khadka et al. 2016; Neina 2019; Radanovic et al. 2006). Además, el contenido y calidad de fitoquímicos de las especies PAM están directamente relacionados con el pH del suelo, siendo este factor determinante para la producción de metabolitos secundarios y aceites esenciales (Prabhudev et al. 2023; Viani et al. 2014). En el caso de la altimetría; ésta sintetiza múltiples factores climáticos en una sola medida estableciendo gradientes ambientales predecibles. Existen relaciones sistemáticas y significativas entre la elevación y las variables climáticas: la precipitación aumenta significativamente con la altitud, mientras que la temperatura media disminuye (Prager et al. 2021).

Dada la escasa disponibilidad de datos bibliográficos para algunas especies, se contó con el asesoramiento del Dr. Juan Andrés Oria de Rueda (Universidad de Valladolid) para afinar los criterios ecológicos. Las capas cartográficas utilizadas fueron "Mapa de suelos" del Instituto Geográfico Nacional (IGN 2022) y de los mapas de altimetría y pH de Castilla y León (IDECyL 2023, Figura 3).

Toma de datos

En campo se recolectaron ejemplares de las 15 especies seleccionadas con el objetivo de cultivarlas en invernadero, favoreciendo su establecimiento para la caracterización de nutrientes y la realización de pruebas de reproducción. Asimismo, se tomaron muestras de suelo para caracterizar las condiciones del sitio de crecimiento.

Los puntos de muestreo pueden verse en la [figura 1](#).

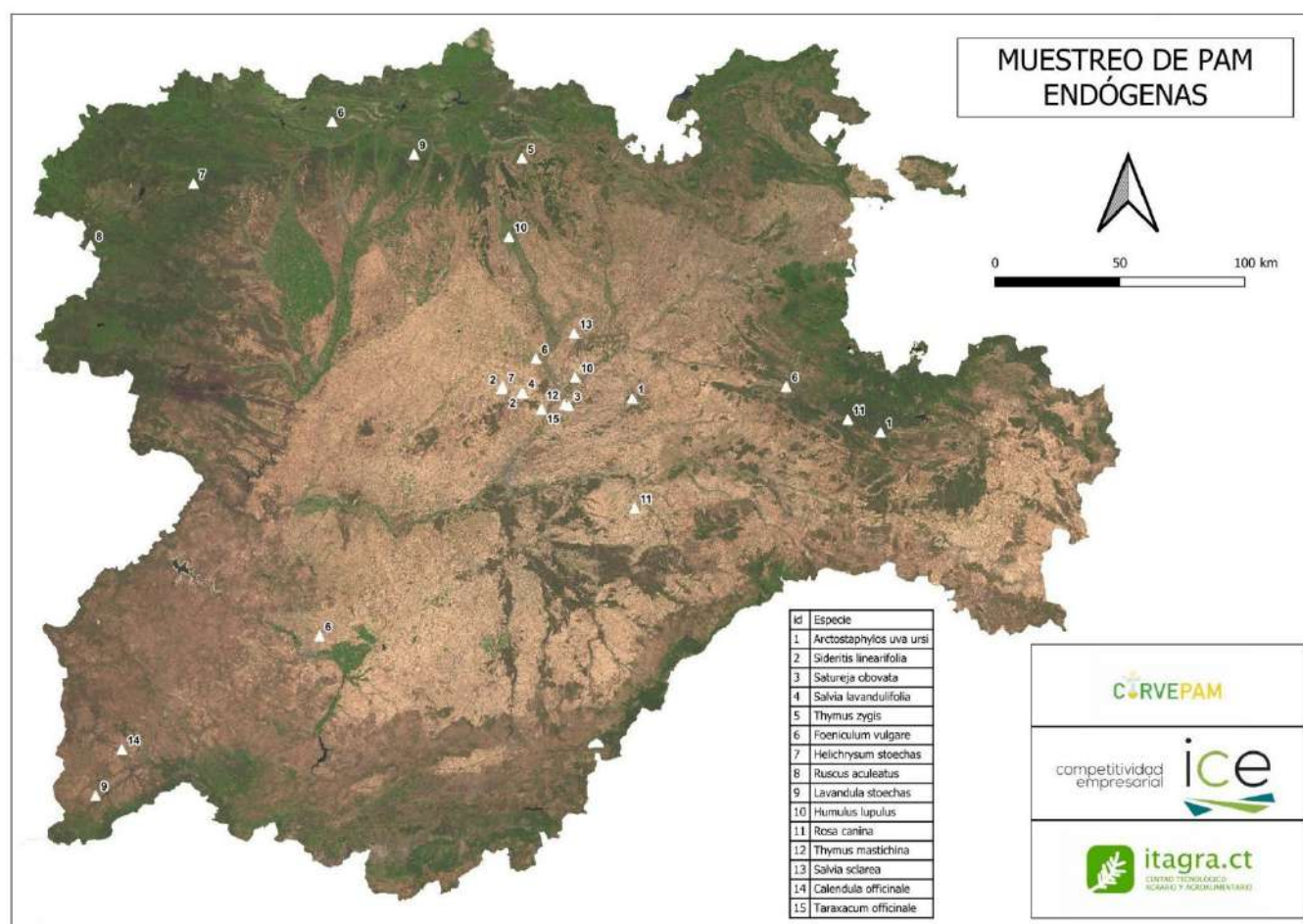


Figura 1. Mapa de puntos de muestreo de especies PAM.

Figure 1. Map of sampling points of MAP species.

Previo a la recolección, se obtuvo el permiso de la Junta de Castilla y León. En los sitios de muestreo, se georreferenciaron los ejemplares extraídos (plantas completas o partes específicas), dependiendo de la especie. Para cada una, se elaboró una ficha de recolección (Conjunto de datos 3).

Evaluación del tipo de reproducción

Con el fin de identificar las estrategias más eficaces de propagación para cada especie, el material vegetal fue cultivado en condiciones controladas de invernadero para evaluar su comportamiento reproductivo. Se realizaron ensayos de reproducción sexual (germinación de semillas) y asexual con el material vegetal extraído de la recolección. Para complementar la bibliografía disponible en la zona de estudio, se contó con el asesoramiento de Filipe Melo, de la Escola Superior Agrária de Coimbra, quien recomendó los métodos de reproducción más adecuados para cada especie.

En el caso de la reproducción sexual por semillas, se aplicaron cinco tratamientos pregerminativos donde previamente se conservaron en frigorífico a 4-5 °C durante 15 días, excepto el tratamiento T4 que se ha congelado durante 24h:

T1: Calentamiento durante 30 minutos en estufa con las semillas sumergidas en agua destilada a 40 °C.

T2: Sumergida durante 20 minutos en solución básica (sosa 0.1 N), lavado con agua destilada y 1 hora en estufa con las semillas sumergidas en agua destilada a 40 °C.

T3: Sumergidas durante 3 horas de agitación en ácido sulfúrico diluido (1:5), lavado con agua destilada y 30 minutos en estufa con las semillas sumergidas en agua destilada a 40 °C.

T4: Agitación durante 3 horas en ácido sulfúrico diluido (1:5), lavado con agua destilada y 30 minutos en estufa con las semillas sumergidas en agua destilada a 40 °C.

T5: Rampa de calentamiento de las semillas en seco hasta alcanzar los 55 °C.

Las semillas germinadas se trasladaron a un sustrato hasta que las plantas se desarrollen lo suficientemente como para ser trasladadas al invernadero (Conjunto de datos 4).

En cuanto a la reproducción asexual, se evaluaron distintos métodos como estaquillas, estolones y rizomas mediante ensayos en invernadero (Conjunto de datos 4).

Recomendaciones de recolección sostenible

A partir de la información sobre las partes activas y el método de reproducción más adecuado de cada especie PAM, se elaboraron recomendaciones para su aprovechamiento sostenible, recogidas en la [tabla 2](#).

Tabla 2. Recomendaciones para la cosecha sostenible de las especies, basadas en la identificación de la parte activa de la planta y su método de recolección.

Table 2. Recommendations for the sustainable harvesting of the species, based on the identification of the active plant part and their collection methods.

Especie	Nombre vulgar	Parte activa	Mejor método de multiplicación	Recomendaciones para uso sostenible
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Gayuba	Hojas desecadas	Estolones	Recolectar solo hojas maduras dejando al menos un tercio de la planta intacta para su regeneración.
<i>Calendula officinale</i>	Caléndula	Flores	Semillas	Recolectar algunas flores, dejando suficientes para asegurar la polinización y producción de semillas.
<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	Frutos	Semillas	Cosechar solo una parte de los frutos maduros y dispersar algunas semillas en la zona recolectada.
<i>Helichrysum stoechas</i>	Perpetua mediterránea	Flores	Semillas, estaquillas, estolones	Recolectar algunas flores, dejando suficientes para asegurar la polinización y producción de semillas. No recoger toda la planta.
<i>Humulus lupulus</i>	Lúpulo	Inflorescencias femeninas	Rizomas	Recolectar de forma rotativa, respetando plantas jóvenes y sin extraer rizomas.
<i>Lavandula stoechas</i>	Cantueso	Sumidades floridas	Estaquillas	Recolectar solo las puntas sin dañar la base de la planta; no recoger toda la planta.
<i>Rosa canina</i>	Escaramujo	Frutos y semillas	Estaquillas	Hacer cosechas selectivas, no más del 30% de la población en una zona dada. No dañar la base de la planta. Dejar frutos disponibles para su dispersión por animales.
<i>Ruscus aculeatus</i>	Rusco	Rizoma y raíces	Rizomas	Extraer solo una parte del rizoma, reenterrando fragmentos y recolectando cada 2–3 años por zona.
<i>Salvia lavandulifolia</i>	Salvia española	Hojas desecadas	Estaquillas	No deshojar completamente la planta; cortar hojas adultas y dejar brotes disponibles.
<i>Salvia sclarea</i>	Salvia romana	Hojas desecadas	Semillas	Recolectar algunas flores, dejando suficientes para asegurar la polinización y producción de semillas.
<i>Satureja obovata</i>	Ajedrea fina	Sumidades floridas y hojas	Estaquillas	Recolectar solo las puntas sin dañar la base de la planta; no recoger toda la planta.
<i>Sideritis linearifolia</i>	Sideritis	Sumidades floridas	Semillas	Recolectar algunas flores, dejando suficientes para asegurar la polinización y producción de semillas.
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Hojas, raíz y toda la parte aérea	Semillas	Evitar recolectar plantas enteras; priorizar solo partes aéreas y en épocas no críticas.
<i>Thymus mastichina</i>	Tomillo blanco	Parte aérea, flores y hojas	Estaquillas	Hacer cosechas selectivas, no más del 30% de la población en una zona dada.
<i>Thymus zygis</i>	Tomillo salsero	Parte aérea, flores y hojas	Estolones	Hacer cosechas selectivas, no más del 30% de la población en una zona dada.

Caracterización de macro y micronutrientes

El análisis de macro y micronutrientes se realizó a partir de muestras secas del material vegetal recolectado. Las muestras fueron secadas en estufa a 105 °C (ISO 6496) y posteriormente digeridas en tubos cerrados con medio ácido en un sistema de microondas ETHOS Easy (Barros et al. 2016). Los elementos se cuantificaron mediante espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES, equipo Spectro Genesis), y los datos fueron procesados con el software “ICP Analyzer Pro” Version 1.30.0056 (copyright © 2018 SPECTRO Analytical Instruments GmbH).

Para la interpretación de resultados, se utilizó un sistema tipo semáforo, empleando como referencias las declaraciones de contenido mínimo significativo de nutrientes en alimentos ([Directiva 90/496/CE](#)) y las cantidades diarias recomendadas ([Reglamento \(CE\) No 1924/2006](#)). Esta clasificación permitió valorar el potencial nutricional de las diferentes partes vegetales analizadas, según su procedencia (Conjunto de datos 5).

Registros y disponibilidad de datos y su uso

Este artículo presenta cinco conjuntos de datos estructurados generados mediante trabajo bibliográfico, análisis geoespacial, recolección de campo y análisis de laboratorio; los cuales tienen licencia CC-BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>) y están depositados en el repositorio de datos Zenodo siendo citables usando este identificador único: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15862774>

- Conjunto de datos 1. Fichas descriptivas de 30 especies PAM de la Península Ibérica, incluyendo requerimientos edafoclimáticos, hábitat, propagación y distribución general.
- Conjunto de datos 2. Mapas de distribución potencial para 15 especies PAM de Castilla y León, elaborados con SIG a partir de pH del suelo y altitud.
- Conjunto de datos 3. Fichas de recolección georreferenciadas de ejemplares vegetales pertenecientes a las 15 especies seleccionadas.
- Conjunto de datos 4. Resultados de ensayos de propagación sexual y asexual bajo condiciones controladas, detallando los métodos aplicados y su eficacia.
- Conjunto de datos 5. Análisis de macro y micronutrientes de muestras vegetales secas, con interpretación comparativa según normativa europea.

Uso de las especies

En cuanto al contenido de macro y micronutrientes (Conjunto de datos 5), las especies que contienen minerales esenciales como calcio, magnesio, sodio y/o potasio incluyen *Foeniculum vulgare*, *Rosa canina*, *Taraxacum officinale*, *Salvia sclarea*, *Humulus lupulus*, *Satureja obovata*, *Sideritis linearifolia*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis* y *Calendula officinalis*. Estas especies resultan especialmente interesantes para la elaboración de bebidas isotónicas por su aporte mineral. Las especies con especial contenido en hierro, fundamental para la síntesis de hemoglobina, incluyen *Helichrysum stoechas*, *Lavandula stoechas*, *Ruscus aculeatus*, *Satureja obovata*, *Sideritis linearifolia*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis* y *Salvia sclarea*. En cuanto al manganeso, involucrado en diversos metabolismos, incluyen *Arctostaphylos uva-ursi*, *Helichrysum stoechas*, *Humulus lupulus*, *Lavandula stoechas*, *Ruscus aculeatus*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis*, *Taraxacum officinale* y *Salvia sclarea*. En cuanto a las proteínas destacan *Humulus lupulus*, *Calendula officinalis*, *Taraxacum officinale* y *Salvia sclarea*.

Se señalan precauciones por presencia de aluminio en *Helichrysum stoechas* y *Satureja obovata*. En conjunto, *Taraxacum officinale*, *Salvia sclarea* y *Sideritis linearifolia* fueron las especies más completas y son las recomendadas como prioritarias para investigaciones y desarrollos de alimentos funcionales.

De cara a la reproducción (Conjunto de datos 4); *Arctostaphylos uva-ursi* se reproduce mejor por estolones (54 % de éxito) y por semillas tras pretatamientos con solución básica o ácido sulfúrico. Sin embargo, otros autores afirman que se reproduce por estaquillas ([Van Dersal 1936](#)) o que tienen un éxito de germinación del 10 % cuando se eliminaba la testa de la semilla ([Remphrey et al. 1983](#)).

Calendula officinalis tuvo un mayor éxito de germinación (80 %) con el pretatamiento con solución básica y con rampa de calentamiento (52 % de éxito). Sin embargo, se ha encontrado disminución del poder germinativo a los 35-40°C a un 50 % e incluso la muerte de semillas cuando se las sometía a 50°C durante 24 horas ([Eberle et al. 2014](#)). Otros estudios han comprobado su poder germinativo sin ningún tratamiento obteniendo hasta un 85 % de éxito ([Acosta de la Luz et al. 2001](#); [Victoria et al. 2007](#)).

Foeniculum vulgare se ha reproducido mejor por semillas, obtenido un 62 % de germinación para el pretratamiento 1 y un bajo porcentaje de enraizamiento cuando se la multiplicó por estaquillas. Asimismo, otros estudios encontraron mayor éxito cuando se reproduce por semillas que por estaquillas ([Falzari 1997](#); [Malhotra 2012](#)). Sin embargo, [Hunault et al. \(1989\)](#) encontró que esta especie se reproduce por ambas vías; sexual y asexual.

Helichrysum stoechas logró un poder germinativo del 56 % y de 76 % con los tratamientos pregerminativo 1 y 5 respectivamente. También se logró reproducir por estaquillas (53 %) y por estolones (67 %) mostrando plasticidad a la hora de su reproducción, coincidiendo con [Giovannini et al. 2003](#). El enraizamiento de las estaquillas puede potenciarse usando ácido indolbutírico llegando incluso al 100 % ([Ochoa Rego et al. 2004](#); [Blanco 2019](#)) Por otro lado el estudio encontró que la multiplicación por semillas es difícil debido su pequeño tamaño ([Blanco 2019](#)).

Humulus lupulus se lo propagó 100 % por rizomas; esto es porque las semillas tienen un bajo porcentaje de germinación debido a su larga dormancia y la impermeabilidad de su tegumento ([Liberatore et al. 2018](#)). Es por eso que la propagación más común es por rizomas o directamente in vitro si se quiere tener una buena tasa de reproducción ([Iacuzzi et al. 2023](#); [Machado et al. 2018](#)).

Lavandula stoechas la propagación asexual resultó mucho más eficiente que la sexual, alcanzando un 70 % de enraizamiento mediante estaquillas y un 50 % a través de estolones. Según otros estudios de *Lavandula spp.*, la propagación asexual mediante

estaquillas resultó extraordinariamente efectiva, logrando un 97.9 % (Bona et al. 2012) y un 98 % (Póvoa et al. 2019) de enraizamiento.

Rosa canina se propaga escasamente por estacas, con un éxito del 17 % y los ensayos de reproducción sexual no tuvieron éxito. Este método asexual de propagación ha demostrado ser fiable para esta especie (Coremberg 2023) y, además, puede mejorarse con el uso de hormonas de enraizamiento como el ácido indolbutírico (AIB) (Carmona 2008). La escasa reproducción sexual se explica por la dificultad de la germinación de semillas para superar la dormición (Hoşafçı et al. 2005).

Ruscus aculeatus se propagó exitosamente a partir de rizomas (100 %), según la literatura, este es el principal método de propagación natural de esta especie (Höbel y Langenegger 2013).

Salvia lavandulifolia mostró mayor éxito de reproducción por estaquillas (61 %) con respecto a la reproducción por semillas (4 %). En cambio, Mossi et al. 2011, encontraron altas tasas de germinación y buena biomasa aérea en *S. lavandulifolia* y *S. sclarea* mediante semillas. En este estudio, *S. sclarea* alcanzó un 84 % de germinación con semillas pretratadas a 55 °C, mientras que Verma et al. (2023) indican una temperatura óptima de 15–25 °C para su propagación.

Satureja ovobata alcanzó un 60 % de éxito en la reproducción por estaquillas. Otros estudios reportan la dificultad de germinación de estas semillas (Götzenberger et al. 2003), incluso en otras especies del género *Satureja*, proponiendo pretratamientos más complejos (Afzalifar et al. 2015), o la utilización de técnicas in vitro (Arrebola et al. 1997).

Sideritis linearifolia alcanzó un 52 % de germinación con el pretratamiento T5 y 35 % con T1. Su propagación se realiza por semillas y esquejes: las semillas se emplean para multiplicación masiva, mientras que los esquejes semileñosos en sustratos drenados permiten obtener plantas clonales y uniformes (Solomou et al. 2019).

Taraxacum officinale mostró mayores tasas de germinación con los pretratamientos T1 y T5, alcanzando un 56 % y 64 % de éxito, respectivamente. Esta especie combina dispersión anemófila masiva y apomixis, además de reproducción sexual en poblaciones diploides. La apomixis permite generar semillas clónicas, favoreciendo la expansión rápida y colonización de nuevos hábitats, mientras que el pappus facilita la dispersión por el viento. Para propagación en cultivo o experimentos, la siembra de semillas es la vía más natural; la reproducción vegetativa a partir de raíces también es posible bajo condiciones favorables (Van Dijk et al. 2020).

Thymus mastichina: mostró mayor éxito de propagación asexual por estaquillas (25 %), mientras que la germinación de semillas pretratadas fue baja (T5: 8 %; T1: 0 %). Sin embargo, en condiciones naturales, la reproducción por semillas es más eficiente, dado su hermafroditismo, polinización biótica y dispersión por anemocoria (Melendo et al. 2003). Estas características, junto con su rusticidad, permiten la regeneración natural y su aprovechamiento en cultivo controlado.

Thymus zygis: alcanzó un 23 % de éxito mediante estolones, mientras que la propagación por semillas fue del 8 % (T1 y T5). La especie se reproduce por semillas y estolones. Biel et al. (2005) emplearon estolones para mantener la estabilidad genética, obteniendo mejor rendimiento en esta especie.

En resumen; las especies que tuvieron mayor poder germinativo fueron *Calendula officinalis*, *Helicrysum stoechas*, *Salvia sclarea* con al menos un 70 % de germinación exitosa. En cuanto a la reproducción asexual tuvieron un éxito de más del 70 % *Lavandula stoechas* (estaquillas), *Humulus lupulus* y *Ruscus aculeatus*. Algunas especies mostraron más de un modo de reproducción exitoso como *Helicrysum stoechas* o *Lavandula stoechas* (sexual, estaquillas y estolones). Mientras que la propagación de otras especies fue más comprometida, por ejemplo, *Rosa caninana* no logró germinar bajo ningún pretratamiento y no llegó al 20 % en reproducción por estaquillas. *Thymus mastichina* y *T. zygis* apenas superaron el 20 % en propagación por estaquillas y estolones, respectivamente. Estas especies hay que tener especial atención en cuanto a su conservación en sus hábitats naturales como si se les quiere reproducir a escala comercial.

Cobertura taxonómica

En las fichas PAM de la Península Ibérica se analizaron 30 especies y 13 familias diferentes. Para los mapas potenciales de distribución y las especies recolectadas fueron 15 especies y 7 familias.

Cobertura espacial

Los datos de recolección de los ejemplares fueron localizados entre las latitudes 41.959999 y 42.775480 y las longitudes -2.939746 y -6.782624; las cuales abarcan en gran medida la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Cobertura temporal

Los datos fueron recolectados del 03/03/2022 al 25/11/2022.

Validación técnica

Las especies se identificaron utilizando claves dicotómicas, y su identificación fue confirmada por el Dr. Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro, profesor de Botánica en la Universidad de Valladolid.

La caracterización de los macro y micronutrientes se realizaron en el laboratorio del Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (Itagra.ct) de Palencia siguiendo los protocolos pertinentes.

Limitaciones del conjunto de datos

El análisis en profundidad se incluyó a 15 especies, representando una muestra reducida de la diversidad total de PAM en Castilla y León, aunque la metodología permite su aplicación a especies adicionales.

Los mapas se basaron en pH del suelo y altimetría, excluyendo otros factores edafoclimáticos que podrían mejorar la precisión de la distribución potencial.

Los experimentos de germinación carecieron de un grupo control sin tratamiento, limitando la evaluación estadística comparativa de los cinco tratamientos pregerminativos aplicados.

Contribución de los autores

María Virginia Ozcariz-Fermoselle: investigación, conceptualización, metodología, administración del proyecto, redacción-revisión y edición. **Álvaro Hernández Julián:** investigación, conceptualización, metodología, redacción-revisión y edición. **Susana Luis del Río:** investigación, conceptualización, metodología, redacción-revisión y edición. **Victor Álvarez Vicente:** investigación, conceptualización, metodología, redacción-revisión y edición. **Yésica Pallavicini:** redacción-primer borrador, redacción-revisión y edición.

Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación “Caracterización Integral de Recursos Vegetales Endógenos como cultivos de Plantas Aromáticas y Medicinales” CIRVEPAM). Subvenciones para la realización de proyectos de I+D de interés regional orientados a la excelencia y mejora competitiva de los Centros Tecnológicos de Castilla y León cofinanciadas con FEDER 2014 – 2020. (CENTROS EXCELENCIA).

Los autores/as declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro, profesor de Botánica en la Universidad de Valladolid y a Filipe Melo, profesor de Sanidade e fruticultura en Escola Superior Agrária de Coimbra, por su colaboración.

Referencias

- Acosta de la Luz, L., Rodríguez Ferradá, C., Sánchez Govín, E. 2001. Instructivo técnico de *Calendula officinalis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 6(1):23–27.
- Afzalifar, M., Ghorbani Ghazdhi, H., Pezhmanmehr, M., Hadian, J. 2015. Seed germination improvement of *Satureja khuzistanica* and *S. rechingeri* (Lamiaceae) as valuable endemic medicinal species from Iran. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 7(2):93–99.
- Arrebola, M.L., Socorro, O., Barceló-Muñoz, A., Simón-Pérez, E., Pliego-Alfaro, F. 1997. Micropropagation of *Satureja obovata* Lag. *HortScience* 32(7):1278–1280.
- Arshad, F., Haq, S.M., Waheed, M., Jameel, M.A., Bussmann, R.W. 2024. Environmental variables drive medicinal plant composition and distribution in various forest types of subtropical region in Pakistan. *Ecological Frontiers* 44(2), 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2023.05.004>
- Barros, J.A.V.A., de Souza, P.F., Schiavo, D., Nóbrega, J.A. 2016. Microwave-assisted digestion using diluted acid and base solutions for plant analysis by ICP OES. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 31(2), 337–343. <https://doi.org/10.1039/C5JA00294J>
- Biel, C., Savé, R., Cristobal, R., Cases, M.A. 2005. Effects of atmospheric carbon dioxide concentrations on *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis*, and *Thymus hyemalis*. *Acta Horticulturae* 676:61–65.
- Blanco, L. 2019. *Helichrysum stoechas*: características, hábitat, propiedades, cuidados. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/helichrysum-stoechas/> [consultado el 10 Sep 2025].
- Bona, C.M., Biasetto, I.R., Masetto, M., Deschamps, C., Biasi, L.A. 2012. Influência do tipo e tamanho de estaca no enraizamento de *Lavandula dentata* L. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 14(1):8–11. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100002>
- Carmona, E.S.W. 2008. *Establecimiento, multiplicación y enraizamiento in vitro de Rosa canina* L. Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Comisión Europea 1990. Directiva 90/496/CE, de 24 de septiembre, relativa al etiquetado propiedades nutritivas de productos alimenticios. *Boletín Oficial del Estado*, no. 276 de 24 de septiembre de 1990, pp. 40- 44. <http://data.europa.eu/eli/dir/1990/496/oj>
- Coremberg, C. 2023. *Producción de plantas leñosas ornamentales*. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Dittrich, F., Iserloh, T., Treseler, C. H., Hüppi, R., Ogan, S., Seeger, M., Thiele-Bruhn, S. 2021. Crop diversification in viticulture with aromatic plants: Effects of intercropping on grapevine productivity in a steep-slope vineyard in the Mosel area, Germany. *Agriculture* 11(2), 95. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020095>
- Eberle, C.A., Forcella, F., Gesch, R., Peterson, D., Eklund, J. 2014. Seed germination of calendula in response to temperature. *Industrial Crops and Products* 52:199–204. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.031>
- Falzari, L.M. 1997. *Environmental and cultural factors influencing pollination and fruit set in commercial crops of fennel (Foeniculum vulgare Mill.)*. Doctoral dissertation, University of Tasmania. Dynnryne, Australia.

- Fernandez Alvarez, A. 2006. Las plantas aromaticas y medicinales PAM, un potencial con gran necesidad de reorientacion. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros* (209), 177-214. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.166694>
- Giovannini, A., Amoretti, M., Savona, M., Di Guardo, A., Ruffoni, B. 2003. Tissue culture in *Helichrysum* spp. *Acta Horticulturae* 616:339–342. <https://doi.org/doi:10.17660/ActaHortic.2003.616.49>
- Götzenberger, L., Ohl, C., Hensen, I., Sánchez Gómez, P., Wesche, K. 2003. Postfire regeneration of a thermomediterranean shrubland area in south-eastern Spain. *Anales de Biología* 25:21–28.
- Hatt, S., Xu, Q., Francis, F., Osawa, N. 2019. Aromatic plants of East Asia to enhance natural enemies towards biological control of insect pests. A review. *Entomologia Generalis* 38(4). <https://doi.org/10.1127/entomologia/2019/0625>
- Herrero, B., Martín-Lobera, C. 2012. Threatened medicinal plants in Castilla y León (Spain). *Global Advanced Research Journal of Medicinal Plants* 1: 1-6.
- Herrero, B., Santos, L. 2007. Medicinal plants of traditional use in Castilla y León (Spain). In: *International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs* 826 (pp. 229-236). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.826.31>
- Höbel, G., Langenegger, E. 2013. Local plant population density mediates plant–herbivore interactions in a community of alpine plants. *Journal of Ecology* 101(2):405–413. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12265>
- Hoşafçı, H., Arslan, N., Sarihan, E.O. 2005. Propagation of dog roses (*Rosa canina* L.) by seed. *Acta Horticulturae* 690:159–164. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.690.24>
- Hunault, G., Desmarest, P., Du Manoir, J. 1989. *Foeniculum vulgare* Miller: Cell culture, regeneration, and the production of anethole. In: Bajaj, Y.P.S. (eds.). *Medicinal and Aromatic Plants II*, (Biotechnology in Agriculture and Forestry), pp. 185–212. Springer, Berlin, Germany.
- Iacuzzi, N., Salamone, F., Farruggia, D., Tortorici, N., Vultaggio, L., Tuttolomondo, T. 2023. Development of a new micropropagation protocol and transfer of in vitro plants to in vivo conditions for Cascade hop. *Plants* 12(15):2877. <https://doi.org/10.3390/plants12152877>
- IDECyL 2023. *Mapas de altimetría y pH de suelos de Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Disponible en: <https://www.idecyl.jcyl.es>
- IGN 2022. *Mapa de suelos de España 1:1.000.000*. Instituto Geográfico Nacional. Disponible en: <https://centrodedescargas.cnig.es>
- ISO 6496:1999. Animal feeding stuffs — Determination of moisture and other volatile matter content. <https://www.iso.org/standard/12871.html>
- Khadka, D., Lamichhane, S., Thapa, B. 2016. Assessment of relationship between soil pH and macronutrients, western Nepal. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences* 6 (3), 241-248.
- Lange, D. 2004. Medicinal and aromatic plants: trade, production, and management of botanical resources. In: *XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants* 629:177-197. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.629.25>
- Liberatore, C.M., Mattion, G., Rodolfi, M., Ganino, T., Fabbri, A., Chiancone, B. 2018. Chemical and physical pre-treatments to improve in vitro seed germination of *Humulus lupulus* L., cv. Columbus. *Scientia Horticulturae* 235:86–94. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.077>
- López Leiva, C. 2019. *Mapa de vegetación de Castilla y León: Síntesis 1:400.000*. Junta de Castilla y León. ISBN 978-84-9718-587-5.
- Machado, M.P., Gomes, E.N., Francisco, F., Bernert, A.F., Bepalhok, Filho, J.C., Deschamps, C. 2018. Micropropagation and establishment of *Humulus lupulus* L. plantlets under field conditions at southern Brazil. *Journal of Agricultural Science* 10(7):275–281. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n7p275>
- Malhotra, S.K. 2012. Fennel and fennel seed. In: Peter, K.V. (ed.), *Handbook of herbs and spices, Vol. II (2nd ed.)*, pp. 275–302. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. <https://doi.org/10.1533/9780857095688.275>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Extensión superficial de Comunidades Autónomas y Provincias: Distribución por zonas altimétricas (km²) 1999. https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/1999/AE_1999_01.pdf
- Melendo, M., Giménez, E., Cano, E., Mercado, F.G., Valle, F. 2003. The endemic flora in the south of the Iberian Peninsula. *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 198(4):314–334. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00099>
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Anuario de producciones agrícolas 2024. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas> [Consultado el 10/09/2025].
- Mossi, A.J., Cansian, R.L., Paroul, N., Toniazzi, G., Oliveira, J.V., Pierozan, M.K., Pauletti, G., et al. 2011. Morphological characterisation and agronomical parameters of different species of *Salvia* sp. (Lamiaceae). *Brazilian Journal of Biology* 71(1):121–129. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000100018>
- Neina, D. 2019. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and environmental soil Science* (1), 5794869. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Ochoa Rego, J., Bañón Arias, S.D.P., Franco Leemhuis, J.A., Peñapareja Sot, D., Conesa Gallego, E., Martínez Sánchez, J.J. 2004. Enraizamiento de *Helichrysum stoechas* (L.) Moench con ácido indolbutírico. En: *Actas de Horticultura: Ornamentales*, 39. Pontevedra., pp. 525-526. Sociedad Española de Ciencias Hortícola. ISBN 84-668-1920-4
- Pardo de Santayana, M., Morales, R., Tardío, J., Molina, M. 2018. *Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad. Fase II (1)*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, España.
- Parlamento Europeo y del Consejo. 2006. Reglamento (CE) n°1924/2006, de 20 de diciembre, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables de los alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea, no 404 de 20 de diciembre de 2006, pp.9-25. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1924/oj>
- Póvoa, O., Vitorino, A., Mendes, J.P., Farinha, N. 2019. Aromatic and medicinal plants vegetative propagation using reduced-cost nursery facilities. *Acta Horticulturae* 1242:905–910. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1242.132>
- Prabhudev, S.H., Ravindra, K.N., Supreetha, B.H., Nithyanandha, K.R., Dharmappa, K.K., Giresha, A.S. 2023. Effect of soil pH on plants growth, phytochemical contents and their antioxidant activity. *Journal of advanced applied scientific research* 5(5). Retrieved from <https://www.joaasr.com/index.php/joaasr/article/view/687>
- Prager, C.M., Jing, X., Henning, J.A., Read, Q.D., Meidl, P., Lavorel, S., Sanders, N.J., et al. 2021. Climate and multiple dimensions of plant diversity regulate ecosystem carbon exchange along an elevational gradient. *Ecosphere* 12(4). <https://doi.org/10.1002/ecs2.3472>
- Radanović, D., Antić-Mladenović, S., Nastovski, T. 2006. Influence of soil characteristics and nutrient supply on medicinal and aromatic plants. In: *Proceedings from the Third Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries*. Belgrade, Serbia, 5-8 September 2004. ISBN 86-909717-0-X. http://www.amapseec.com/Proceedings_Nitra.pdf
- Remphrey, W.R., Steeves, T.A., Neal, B.R. 1983. The morphology and growth of *Arctostaphylos uva-ursi* (bearberry): an architectural analysis. *Canadian Journal of Botany* 61(9):2430–2450. <https://doi.org/10.1139/b83-267>
- Sáenz-Romo, M.G., Veas-Bernal, A., Martínez-García, H., Ibáñez-Pascual, S., Martínez-Villar, E., Campos-Herrera, R., Pérez-Moreno, I. 2019. Effects of ground cover management on insect predators and pests in a Mediterranean vineyard. *Insects* 10(12), 421. <https://doi.org/10.3390/insects10120421>

- Savo, V., Joy, R., Caneva, G., Feoli, E. 2012. Plant species threatened by climate change in Europe: a review. *Environmental Management* 49(4), 763–783. <https://doi.org/10.1051/agro:2008066>
- Solomou, A., Skoufogianni, E., Mylonas, C., Germani, R., Danalatos, N.G. 2019. Cultivation and utilization of “Greek mountain tea” (*Sideritis* spp.): current knowledge and future challenges. *Asian Journal of Agriculture and Biology* 7(2):289–299.
- Tardío, J., Pardo de Santayana, M., Morales, R., Molina, M. Aceituno, L. (eds.) 2018. *Inventario español de conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad agrícola. Volumen I*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Van Dersal, W.R. 1936. *Handbook of native woody plants of the United States*, Vol. 11. US Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Van Dijk, P.J., Op den Camp, R., Schauer, S.E. 2020. Genetic dissection of apomixis in dandelions identifies a dominant parthenogenesis locus and highlights the complexity of autonomous endosperm formation. *Genes (Basel)* 11(9):961. <https://doi.org/10.3390/genes11090961>
- Vanaclocha, B., Cañigüeral, S. (Eds.). 2019. *Fitoterapia, vademécum de prescripción*, 5ª ed. Elsevier, Barcelona, España.
- Verma, K., Singh, A.K., Singh, S. 2023. Effect of temperature on seed germination and emergence of *Salvia sclarea* L. in sub-tropical climatic condition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 12(2):185–189.
- Viani, R.A., Rodrigues, R.R., Dawson, T.E., Lambers, H., Oliveira, R.S. 2014. Soil pH accounts for differences in species distribution and leaf nutrient concentrations of Brazilian woodland savannah and seasonally dry forest species. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics* 16(2), 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2014.02.001>
- Victoria, T., Jorge, A., Bonilla, C., Carmen, R., Sánchez, O., Manuel, S. 2007. Morfoanatomía y efecto del secado en la germinación de semillas de caléndula y eneldo. *Acta Agronómica* 56(2):61–68.