



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

9CFE-1322

Organiza





Evaluación de material clonal de *Prunus avium* L. en Castilla y León.

CISNEROS GONZÁLEZ, O. (1), SANTANA PÉREZ, J.C. (2), JOVELLAR LACAMBRA L.C. (3), ESCUDERO SAN EMETERIO, V. (3) CEBALLOS ARANDA, J. (3) y HERRERO GARCÍA, A. (3)

- (1) Föra Forest Technologies S.L.
 (2) Sorbus Bosques Multifuncionales S.L.
 (3) Junta de Castilla y León.

Resumen

La selvicultura clonal permite acelerar la movilización de material forestal de calidad. En plantaciones de frondosas destinadas a producir madera de alto valor en pequeñas superficies, esta alternativa asegura la homogeneidad del material y optimiza el esfuerzo de selección dentro del programa de mejora genética.

En este trabajo se describen los parámetros genéticos heredabilidad, precisión e interacción genotipo ambiente de los caracteres altura total, diámetro normal y forma en los ensayos comparativos de material cualificado de cerezo en Castilla y León. Se han ensayado 9 clones en 7 sitios. Las edades de los ensayos van de los 7 a los 16 años. Se ha empleado el procedimiento REML/BLUP. En el momento de instalar los ensayos no existían materiales que se pudieran considerar testigos representativos en la región, por lo que se recurre a evaluar respecto a la media de los caracteres en los ensayos junto con los datos de parcelas representativas de las instaladas en la región.

A partir del análisis de las mediciones se propone la actualización de los materiales inscritos.

Palabras clave

Cerezo, mejora genética, madera de calidad, ensayos comparativos

1. Introducción

La plantación de especies forestales sobre terrenos agrícolas excedentarios, incluso conservando un uso mixto de agroforestería, es una vía para diversificar estos ecosistemas, mejorar el suelo y aumentar la fijación de carbono. En algunos casos además se puede orientar hacia la producción de madera de sierra o chapa en turno medio.

La Junta de Castilla y León mantiene actividades de mejora genética y promoción de la selvicultura de maderas de calidad desde hace 20 años. Uno de los resultados más relevantes ha sido la inclusión en el Catálogo Nacional de Materiales de Base para la producción de MFR cualificado de cuatro clones de cerezo (*Prunus avium* L.). La inscripción en la categoría Cualificado se entiende como una autorización temporal mientras se llevan a cabo los ensayos estadísticos para evaluar la aptitud de los materiales para ser catalogados como material Controlado.

(TRANQUE PASCUAL et al., 2022) describen el dispositivo experimental instalado para evaluar el material y sus primeros resultados. En esta comunicación se da continuidad a ese trabajo con la actualización y análisis de los últimos datos disponibles. A partir de esta información se evalúa la adecuación de los distintos materiales a la categoría Controlado.

2. **Objetivos** Evaluar los materiales de *Prunus avium* L. seleccionados por la Junta de Castilla y León, en particular los inscritos en el Catálogo Nacional de Material Forestal de Reproducción, de cara a la posible modificación de su catalogación. Actualizar las recomendaciones de uso a partir de los resultados de adaptación en los sitios de ensayo Revisar la situación actual del dispositivo experimental de evaluación de *Prunus avium* L. en Castilla y León.
3. **Metodología**

Ubicación de los sitios de ensayo:

En la Figura 1 se representa la ubicación de los ensayos sobre el mapa de aptitud climática de la especie en Castilla y León (TRANQUE PASCUAL et al., 2022). Se puede observar que en general los ensayos están fuera del área óptima climática para el cerezo. Este área de aptitud se genera a partir de citas de la especie en crecimiento silvestre, por lo tanto habitualmente alejadas geográficamente de las parcelas agrícolas que son el objetivo general de estos ensayos.

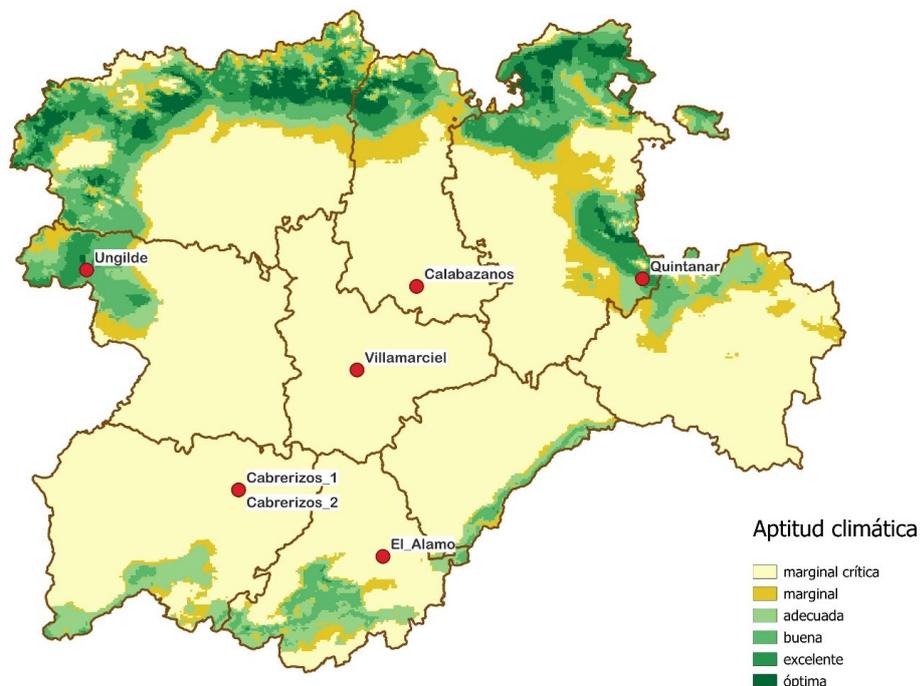


Figura 1. Ejemplo de gráfica

Climatología durante el ensayo:



En (TRANQUE PASCUAL et al., 2022) se describen las características ambientales medias de los ensayos. Para evaluar el efecto del clima durante el periodo de estudio, se han recogido datos diarios de las estaciones más cercanas de la red AEMET (AEMET, 2024) e INFORIEGO (INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN, 2024). Las variables descriptivas consideradas de mayor interés son: TM (°C): temperatura media anual, Tmax_abs (°C): temperatura máxima anual, Tmin_abs(en_mz) (°C): temperatura mínima absoluta entre enero y marzo, OSC (°C): oscilación térmica (diferencia entre la media de las máximas del mes más cálido y la media de las mínimas del mes más frío), RNG_max(en_mz) (°C): oscilación térmica diaria máxima mensual, Pest (mm): precipitación estival (junio a agosto), Pest_min (mm): Precipitación mínima mensual estival, Panual (mm): precipitación anual.

Análisis de datos:

Hay dos fases en el seguimiento de estos ensayos. Hasta el año 2020 el mantenimiento ha sido intensivo en todos los sitios. Desde este año la gestión ha sido puntual, excepto en Calabazanos y El Álamo. En la primera fase se han definido las trozas de calidad y se han proporcionado los cuidados culturales necesarios para la producción de madera de calidad en turno medio. En la segunda el crecimiento no ha contado en general con apoyo a demanda y los árboles deben expresar su capacidad de adaptación a las condiciones típicas de la estación.

- Fase 1 (hasta 2020): mantenimiento intensivo con gradeos anuales, 2-3 riegos estivales y podas anuales de formación y calidad, buscando la obtención de una troza de al menos 4 metros.
- Fase 2 (desde 2020): labores de mantenimiento esporádicas.

El protocolo experimental incluyó las siguientes mediciones y variables:

- Mediciones: el trabajo realizado hasta 2020 está recogido en (TRANQUE PASCUAL et al., 2022) (medición de altura y diámetro normal, caracterización de forma y fenología). Se realizó una revisión y medición adicional en otoño de 2024. Los datos presentados corresponden a los árboles usados en el análisis estadístico, no al total de árboles vivos (el dato de marras se registra aparte).
- Variables Analizadas:
 - Diámetro Normal y Altura Total: se calcularon valores descriptivos (media, desviación típica, máximo, mínimo) y cuantiles (10%, 50%, y 90%).
 - Forma: se calculó un parámetro entre 1 y 100 integrando variables de conformación (rectitud, dominancia, densidad, ángulo y grosor de ramas), ponderando más la rectitud y dominancia del tronco (HERNÁNDEZ CASTRO et al., 2021). La fórmula utilizada fue: Forma = $100 * (1 - (7 - \text{Forma_ponderada}) / 6)$, donde Forma_ponderada = Rectitud*0,4 + Dominancia*0,3 + Densidad*0,1 + Angulo*0,1 + Grosor*0,1. La rectitud se evaluó por separado en trozas de más de 2 metros.
 - Marra: se registró el porcentaje de marras por clon.
 - Ideotipo: se clasificaron los árboles en dos ideotipos excluyentes,

representando conformaciones tipo para la selección:

- Ideotipo 1 (Mejor aptitud): prioriza la calidad del tronco sobre la ramificación (Ramificación = 7, Dominancia = 7, Densidad = 4 o 7, Ángulo = 4 o 7, Grosor = 4 o 7).
- Ideotipo 2 (Buena aptitud, fácil manejo): Ramificación = 4 o 7, Dominancia = 4 o 7, Densidad = 4 o 7, Ángulo = 4 o 7, Grosor = 4 o 7.
- Árboles Objetivo: los árboles de ambos ideotipos se consideraron "árboles objetivo", y su porcentaje por clon se usó como indicador de la facilidad de las podas de formación y calidad.
- Parámetros genéticos: los ensayos están balanceados en casi todos los diseños iniciales, pero tras varios años faltan algunas unidades, algo habitual en estos dispositivos. Los modelos mixtos con estimación de las varianzas mediante máxima verosimilitud restringida (REML) y mejor predicción insesgada de los efectos (BLUP) permiten abordar análisis con datos desequilibrados, tanto en el diseño estadístico como en el balance de entradas genéticas (FERREIRA et al., 2023), (RESENDE, 2016). Se presentan análisis por separado para cada sitio de ensayo. En cuanto a los efectos considerados, se opta por el propuesto en el modelo 2 en (RESENDE, 2007), el cual se utiliza en ensayos dispuestos en bloques completos al azar, clones no emparentados, una sola localidad, con varias plantas por parcela. La descripción del modelo estadístico es una transcripción directa del citado autor:

$$Y = Xr + Zg + Wp + e$$

donde y es el vector de datos, r es el vector de los efectos de repetición (asumidos como fijos) sumados al promedio general, g es el vector de los efectos genotípicos (asumidos como aleatorios), p es el vector de los efectos de parcela, e es el vector de errores o residuos (aleatorios). Las letras mayúsculas representan las matrices de incidencia para los mencionados efectos.

Respecto a la inclusión de "bloque" como efecto fijo y "parcela" como efecto aleatorio, se considera que esta distribución puede recoger el efecto del micrositio sin aumentar la complejidad del modelo. Los espaciamientos en los ensayos forestales clonales para la producción de madera de calidad son amplios, acordes con la recomendación habitual para este tipo de plantaciones. Es habitual que haya efectos de micrositio, en particular durante los primeros años. La asignación en parcelas no estaba contemplada en el diseño inicial, así que se propone la asignación de las plantas a parcelas en cada caso, atendiendo a un criterio de proximidad.

Los clones se consideran como efectos aleatorios para calcular los parámetros genéticos y aprovechar la información generada para poder extender los resultados al conjunto de clones del programa de selección.

Los parámetros genéticos calculados son:

- h_{2g} : heredabilidad en sentido amplio. Según la definición clásica, la heredabilidad que es reproducible en la generación siguiente por vía vegetativa (NANSON, 1970). Se calcula como varianza genotípica /varianza fenotípica.
- h_{2mc} : heredabilidad en sentido amplio basada en la media de los clones. Según (NANSON, 1970) es el parámetro de mayor interés porque evalúa el peso de la varianza genética respecto a las medias de los materiales

evaluados. Es a partir de esas medias con las que se hace la selección de materiales. $h^2_{mc} = \text{Var}_g / (\text{Var}_g + \text{Var}_{\text{parc}}/n_b + \text{Var}_{\text{res}}/(n_b \cdot n_p))$, donde Var_g es la varianza genotípica, Var_{parc} la asociada a la parcela, Var_{res} la residual, n_b = número de bloques, n_p = número de parcelas

- CVg: coeficiente de variación genética. $\text{CVg} = 100 \cdot \text{Var}_g / \text{media}_c$, donde media_c es la media del carácter evaluado.
- Pruebas de significación: la significación de los efectos aleatorios no se puede evaluar mediante una prueba F, se realiza mediante una prueba de razón de verosimilitud. Se compara la verosimilitud del modelo con y sin el efecto testado y se testa la razón de esas verosimilitudes mediante una prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado con un grado de libertad (RESENDE, 2007).
- Efectos: los efectos genéticos se presentan en forma absoluta, suponiendo que el efecto del peor clon para un determinado carácter marca el efecto nulo (se resta su efecto a la estimación BLUP correspondiente. Entre paréntesis, el orden que ocupa el clon dentro del ensayo.

4. Resultados

Climatología

Las variables climáticas durante los ensayos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables climáticas durante el ensayo

TM	12.4	12.2	12.5	10.2	10.0	12.5
Tmax_abs	41.0	40	38.8	36.8	35	41.5
Tmin_abs(en_mz)	-9.2	-7.8	-11.4	-14.4	-15.4	-11.9
OSC	32.0	31.1	30.8	30.7	31.2	32.6
RNG_max(en_mz)	26.5	23.8	22.3	24.0	29.8	25.9
Pest	34	72	56	107	123	43
Pest_min	4	8	14	18	28	7
Panual	338	398	414	470	921	362

Al comparar estos datos con los que caracterizan la estación de forma media (TRANQUE PASCUAL et al., 2022) se observa que las precipitación anuales y en particular las estivales son inferiores a las históricas, mientras que la temperatura es superior. También es destacable que la oscilación térmica anual es elevada, pero es quizá más importante que la oscilación térmica en los meses en los que se puede iniciar el crecimiento tras la suma de hora de frío en invierno (RNG_max(en_mz) se solapa con días en las que la temperatura mínima desciende con claridad por debajo de 0°C. Esta combinación está relacionada con la presencia de daños en la



corteza en cerezo (SHEPPARD et al., 2016).

Dasometría

- Fase 1: en la Figura 2 se representa la distribución del crecimiento en diámetro alcanzado por los ensayos. Como referencia se han dibujado la propuesta de curvas de calidad para el cerezo en plantaciones (CISNEROS & MONTERO, 2008). En la Tabla 2 se resumen las variables por sitio de ensayo y en la Tabla 3 se detallan los percentiles del diámetro normal por clon y sitio de ensayo.

Prunus avium L. Distribución del diámetro normal por sitio de ensayo

En azul las curvas de calidad propuestas para plantaciones (Compendio de silvicultura)

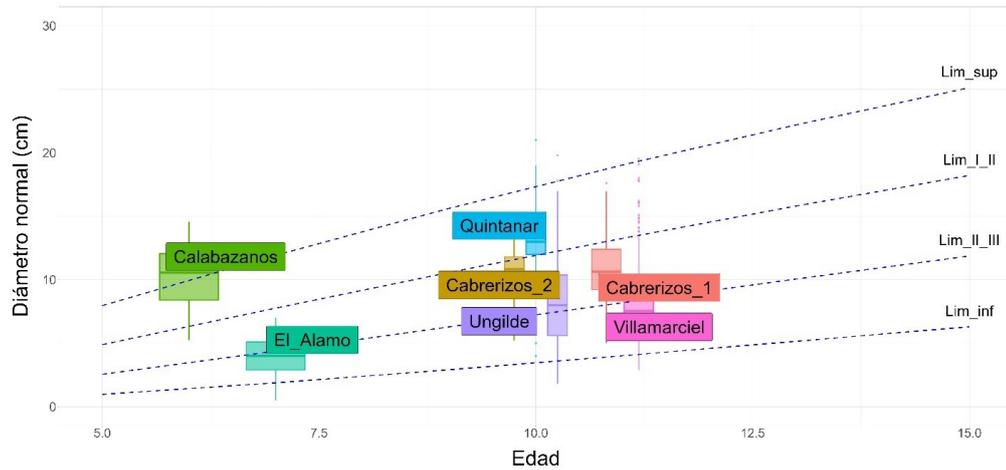


Figura 2. Productividad de los sitios de ensayo (Fase 1) respecto a las curvas de crecimiento propuestas para Prunus avium L. en terrenos agrícolas (CISNEROS & MONTERO, 2008)

Tabla 2. Variables dasométricas por sitio de ensayo. 1ª Fase

Sitio de ensayo
Cabrerizos_1
Cabrerizos_2
Calabazanos

El Álamo

Quintanar

Ungilde

Villamarciel

Se observa que los mejores crecimientos medios en esta fase se dan en Calabazanos y Quintanar, situados en la calidad superior. En la calidad intermedia están los dos ensayos de Cabrerizos y Ungilde. Tanto El Álamo como Villamarciel están entre la calidad intermedia e inferior. Se observa que Ungilde y Villamarciel tienen una elevada variabilidad y algunos árboles se sitúan entre los de mayor crecimiento. En Tabla 3 se han resaltado los percentiles en los que los clones alcanzan o superan un crecimiento medio de 1 cm/año. Este valor se considera un indicador de la capacidad de una estación para que las plantaciones se puedan destinar a la producción de madera de calidad en un turno medio.

Tabla 3. Percentiles 10, 50 y 90% del diámetro normal (cm) por clon y sitio de ensayo. 1ª Fase. En negrita y cursiva cuando el crecimiento medio es mayor o igual a 1 cm/año.

8.8	6.8	6.6
10.3	10.1	7
12.4	12.5	8.8



7	7.6		12	7.8	5.8	
9	8.8		12	11.5	7.2	
12.6	9.8		12	13	10.3	
6.6	1.9	13.4	6.3		5	
10.9	3.7	15	7.7		6.8	
13.8	5.9	15.4	9.7		10.4	
			5.6			
			7.4			
			7.9			
5.7	1.2	10.6	2.8		5.6	
9.3	3.3	13	6.8		7	
11.5	5	14.4	12	12.9		
7.9	10.4		4.1	4	6.1	
11	11.8		4.5	8.5	7.4	
12.3	13.8		4.9	13.6	12.5	
10	6.1	8	2.4	13.9	3.2	7
15.8	11.1	12.1	4	18.8	8.6	8.8
16.9	13.3	13.9	6.1	20.4	17.7	15.5
6.5	3.3		3.9			
10.5	5.1		5.6			
11.7	6.5		9.2			
2.6				5.4		
8				6.2		
8.9				8.7		

- Fase 2: En el otoño de 2024 se revisaron los ensayos para evaluar la situación actual. El mantenimiento detallado de la mayoría de los ensayos



se concluyó en 2021, incluyendo riegos y podas. Se puede observar en la Figura 3 que las parcelas han caído en productividad a excepción de Calabazanos y El Álamo. Estas son las parcelas en las que se sigue llevando a cabo el mantenimiento. En la Tabla 4 se resumen las variables dasométricas en esta fase y en la Tabla 5 los percentiles del diámetro normal.

Prunus avium L. Distribución del diámetro normal por sitio de ensayo

En azul las curvas de calidad propuestas para plantaciones (Compendio de selvicultura)

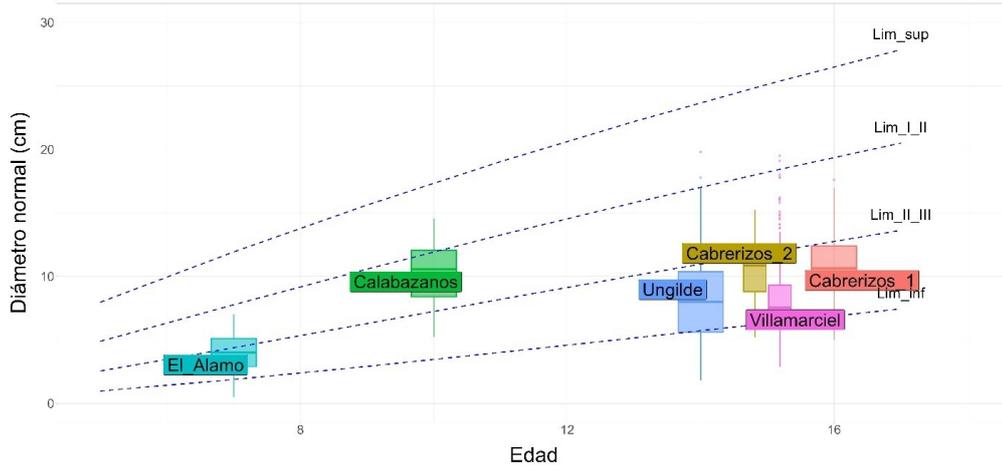


Figura 3. Productividad de los sitios de ensayo (Fase 2) respecto a las curvas de crecimiento propuestas para *Prunus avium* L. en terrenos agrícolas (CISNEROS & MONTERO, 2008)

Tabla 4. Variables dasométricas por sitio de ensayo. 2ª Fase

Cabrerizos_1
Cabrerizos_2
Calabazanos
El Álamo

Ungilde

Villamarciel

En la segunda fase todas las parcelas han caído en calidad excepto El Álamo cuyos datos son los mismos que en la Figura 2. La parcela de Calabazanos ha pasado a la clase intermedia. En este caso parece que existe tangencia de copas y previsiblemente la competencia radical ha empezado antes. No se trata de un problema derivado de la falta de gestión ya que sigue con el mantenimiento habitual. Hay que señalar que las curvas de calidad basadas en el crecimiento en diámetro son sensibles a la competencia, y se han desarrollado con la premisa de fincas aclaradas cuando se alcanza la tangencia de copas. El resto de las parcelas muestran cómo la falta de gestión, en particular del riego, condiciona por completo el crecimiento en fincas agrícola excedentarias. Hay que indicar no obstante, que en todos los ensayos hay árboles que presentan crecimientos que alcanzan la clase intermedia de calidad. Hay una parte microambiental en este comportamiento y otra clonal, la cual se evalúa en los resultados genéticos. En la Tabla 5 se comprueba como a pesar del estancamiento en el crecimiento en esta fase, buena parte de los clones mantienen más de la mitad de los árboles con crecimientos medios superiores a 1 cm/año.

Tabla 5. Percentiles 10, 50 y 90% del diámetro normal (cm) por clon y sitio de ensayo. 2ª Fase. En negrita y cursiva cuando el crecimiento medio es mayor o igual a 1 cm/año.

14		
15.8		
17.2		
	10.1	12.7
	14.2	18.4
	16	18.6



11.4	1.9	9.4		12.5	
16.5	3.7	10.5	14.6		
17.2	4.6	11.8	16.4		
	9.4	1.2	11.1		12.4
12.8	3.3	15.3	15.8		
13.9	4.1	16.3	17		
16.7	16.7		15.1	15.6	
18.6	18.1		17.5	17.4	
19.6	19.2		18	17.6	
20.4	15.6	12.6	2.4	11.8	13.1
21.8	18.1	16	4	20.1	17.4
21.8	20	18.4	5	22	20
12.2	3.3	10.3			
14.2	5.1	11.3			
14.8	5.8	12			
			10.7		
14.4					
14.7					

Parámetros genéticos

En las Tablas 6 y 7 se recogen los parámetros y los efectos genéticos respectivamente, ambos para la Fase 1. Los resultados de la Fase 2 en general están distorsionados por la discontinuidad en las labores de mantenimiento.

Tabla 6. Parámetros genéticos por sitio de ensayo



0.002	0.000	0.335	0.000	0.000	0.012	0.000
0.342	0.381	0.057	0.274	0.724	0.178	0.146
0.676	0.711	0.154	0.909	0.887	0.61	0.514
8.001	7.906	2.719	10.228	14.297	14.223	9.589
0.000	0.004	0.017	0.001	0.000	0.078	0.000
0.496	0.322	0.16	0.236	0.69	0.127	0.11
0.798	0.656	0.363	0.882	0.87	0.565	0.456
17.664	12.974	9.235	18.256	20.758	17.665	11.664
0.006	0.004	1.000	0.033	0.667	0.002	0.003
0.323	0.324	0.000	0.098	0.081	0.349	0.063
0.656	0.658	0.000	0.800	0.21	0.865	0.716
13.626	9.832	0.000	6.855	9.345	15.15	7.593
Pr. Chisq : p valor para la prueba de significación del efecto, h2g: Heredabilidad en sentido amplio, h2mc: Heredabilidad en sentido amplio basada en la media de los clones, CVg: Coeficiente de variación genética						

Tabla 7. Efectos genéticos por sitio de ensayo. Entre paréntesis el orden que ocupa en el ensayo.



Principales resultados para cada sitio de ensayo

Cabrerizos 1

Aunque hay diferencias en las medias entre clones, el efecto de las parcelas es del mismo orden. Hay un marcado efecto de la posición dentro del ensayo, probablemente motivado por diferencias en el suelo. Es habitual encontrar este tipo de diferencias en suelos que han sido utilizados para diversos cultivos a lo largo de los años. A este respecto, el sitio de ensayo se ha dedicado al cultivo al menos desde los años 50, según las imágenes del vuelo americano (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2024).

Se trata de una estación con limitaciones ecológicas para el crecimiento de cerezo para madera. En la revisión de 2024 se ha constatado que buena parte de los árboles han muerto, pero en años previos ya se observaron problemas de adaptación, los más llamativos fendas de heladura en la cara oeste. Es probable que este suceso derive de la ubicación del ensayo sobre terrenos intensamente manejados en los últimos decenios o que el riego haya sido insuficiente para permitir que las raíces alcancen la capa freática y se han quedado descolgadas al no contar con riego en verano. También se ha observado la disminución de la



precipitación anual durante el ensayo, respecto a los datos históricos y el incremento de la temperatura, particularmente en invierno. Este último factor condiciona que el árbol salga antes de la parada invernal, en una época en que sin embargo las temperaturas nocturnas son suficientemente bajas como para dañar los tejidos. Probablemente este proceso está en el origen de las fendas observadas (SHEPPARD et al., 2016). En cualquier caso, estas situaciones han generado problemas en la forma de los árboles, que ha ido a peor en los últimos años. Por lo tanto, no se ha expresado completamente la potencialidad productiva de los clones.

Con estas salvedades, el efecto del clon es significativo en los tres caracteres evaluados. El componente clonal es bajo para altura y forma y moderado para el diámetro. El carácter de mayor variabilidad genética es el diámetro. La heredabilidad en sentido amplio basada en los valores medios de los clones es alta en los tres caracteres.

El clon SA4 es el de mejor comportamiento en crecimiento en altura y diámetro. La intensidad de los efectos es notable para su utilización en la producción de madera. Aunque es el de peor comportamiento en forma, parece una consecuencia de que al crecer más que otros clones es más necesario intensificar el control sobre las ramas para evitar el engrosamiento excesivo.

El mejor árbol en forma es AV7, lo cual se interpreta positivamente en cuanto a que la selección en monte se realiza fundamentalmente por conformación y en este sentido el clon destaca dentro del ensayo.

Las diferencias en crecimiento de SA4 son notables (más de 1 metro con el siguiente clon en altura y 3 cm en diámetro), lo cual tiene una implicación directa en la utilización de este clon en la producción de madera. Las diferencias en forma entre AV7 y SA4 no llegan al 20%. El clon AV7 presenta una ventaja evidente pero no se puede considerar que SA4 no alcance los valores de forma necesarios. Su adecuada aptitud para la producción de madera se constata en que, a pesar los problemas descritos, el 83% de los árboles vivos son árboles objetivo.

SA2 es el segundo mejor clon en los tres caracteres evaluados. El origen geográfico del ortet seleccionado es próximo al de SA4 y en ese sentido parece presentar una adaptación similar a esta estación, la más cercana entre las evaluadas al origen de ambos clones.

Cabrerizos 2

Este ensayo es una réplica de Cabrerizos 1, aunque previsiblemente hay diferencias edáficas porque el destino previo de cada parcela ha sido distinto. Además, se beneficia de la protección de una línea de chopos en el lado sur. Los resultados en crecimiento cambian el orden de los dos primeros clones: en este caso es mejor SA2 seguido por SA4. En cuanto a forma, el mejor es también AV7 y SA2 sigue en el segundo puesto. SA4 pasa del 4 al 3. Sopesando ambos ensayos parece que los dos árboles de procedencia más cálida y de menor altitud (SA4 y SA2) se han comportado mejor que los dos árboles de estaciones más frías y de mayor altitud (AV5 y AV7).

El efecto del clon es significativo. El peso de la variabilidad genética y las heredabilidades de los caracteres son similares a las de Cabrerizos 1, con la heredabilidad en diámetro ligeramente inferior en este caso.



Las diferencias en Forma son de mejor intensidad que las medidas en Cabrerizos 1 y confirman que en este sitio de ensayo no es un parámetro que implique diferencias evidentes entre los clones.

Los clones SA4 y SA2 se pueden considerar superiores en el ensayo, con SA2 quizá más equilibrado en cuanto a crecimiento y forma.

Calabazanos

El ensayo está fuera del rango climático óptimo para implantar la especie con criterios productivos, pero el adecuado mantenimiento ha permitido generar un elevado porcentaje de árboles aptos para la producción de madera. La falta de adecuación de la finca se observa en que de forma general los árboles coronan relativamente pronto una vez que las labores selvícolas han generado una troza de calidad. Esto produce algunos defectos en la segunda parte de la troza que influyen en cierta medida en el parámetro Forma y en el porcentaje final de árboles objetivo.

En el momento de elaboración de esta comunicación, parte de los árboles han alcanzado la tangencia de copas y es necesario plantear una primera clara.

El terreno es homogéneo y las labores selvícolas han permitido conducir adecuadamente a la mayoría de los árboles. Estos dos factores parecen estar detrás de la falta de efecto clonal en los resultados de altura y forma. En diámetro sí que hay un efecto clonal marcado, aunque en general la heredabilidad es baja incluso en este carácter. De las mediciones realizadas hasta el año 2020 sólo se pueden deducir diferencias en diámetro normal. El clon con mejor crecimiento es SA4 seguido de SO1 y BU12. Pero en 6 periodos de crecimiento SA4 supera en 2 cm al peor clon, LE4, y las diferencias de SO1 y BU12 son de algo más de 1 cm.

El Álamo

Este ensayo es el de menor productividad entre los sitios ensayados, como se puede observar en los valores absolutos de diámetro y altura media. A diferencia de los otros ensayos, la parcela tiene un efecto significativo y se retiene en el análisis estadístico. Hay indicar que varios árboles no han alcanzado dimensiones suficientes para su evaluación, pero se aproximan al ideotipo buscado, por lo tanto, en sucesivas evaluaciones es previsible que la valoración en Forma mejore.

El efecto del clon es significativo en Altura, Diámetro y Forma. El porcentaje de variabilidad explicada por el efecto genético es bajo en altura y diámetro y muy bajo en Forma. Este resultado parece indicar un efecto importante del micrositio. Las características edáficas del entorno indican que la capacidad de retención de agua del suelo es baja y previsiblemente el crecimiento va a depender del micrositio en tanto que situaciones puntuales en los horizontes edáficos relacionadas con la infiltración o la acumulación de agua van a marcar importantes diferencias en la respuesta de las plantas al estrés hídrico.

Sin embargo, la variabilidad basada en la ponderación por la media clonal es alta. En este resultado influye la inclusión del efecto parcela, frente a los ensayos descritos anteriormente y la presencia del clon SO1, cuyo crecimiento es claramente superior al resto. Aquí de nuevo puede tener peso la importancia de la adaptación del clon al sitio y se intuye que, para las condiciones del ensayo, la variabilidad del efecto medio de los clones es elevada.



SO1 es el clon de mejor crecimiento en Altura y Diámetro. Aunque el valor absoluto de los efectos no parece remarcable, hay que tener en cuenta que la estación del ensayo es de la de menor crecimiento del dispositivo, por lo que relativamente la diferencia entre SO1 y el resto de los clones es importante. En diámetro, la diferencia del efecto con el siguiente clon es de aproximadamente el 20%. De los cuatro clones inscritos, SO1 es el de origen más continental y parece estar más adaptado a las condiciones del sitio de ensayo. También es el mejor árbol en cuanto a Forma.

Quintanar

El ensayo formaba parte de un dispositivo multisitio replicado en Cataluña, Navarra y Galicia. Incluía clones de Navarra, Galicia y Francia (DÍAZ et al., 2010). Los clones franceses se incluyeron como testigos, porque llevaban varios años catalogados y era el único material controlado disponible. El proyecto en el que se incluía este trabajo no encontró continuidad por diversas razones que implicaban a los centros de investigación responsables de la instalación. En el momento de la medición de 2019 las marras eran el 82,5% del total. Según un informe del año 2014, la zona de marras corresponde con la zona de encharcamiento. Los resultados de este ensayo son por lo tanto más bien demostrativos, aunque representa muy bien la elevada sensibilidad de la especie a la asfixia radicular. Al igual que en Cabrerizos, un porcentaje elevado de los árboles han sufrido quemaduras del sol. Puede deberse al efecto descrito por (SHEPPARD et al., 2016) a la vista de los datos climáticos. En cualquier caso, el encharcamiento debilita a los árboles y previsiblemente intensificará el daño de las quemaduras del sol durante el inicio del periodo de crecimiento.

El elevado porcentaje de marras no permite extraer conclusiones sobre las diferencias entre los materiales. A la vista de los problemas de encharcamiento, los resultados dependen más de la posición dentro del bloque que de diferencias entre clones.

De los clones de Castilla y León sólo han quedado SA4, AV7, LE4, BU12 y SA2. Entre estos, destaca SA4 con el mejor crecimiento de todo el ensayo, en diámetro y altura. En cuanto a Forma, ocupa el puesto 17 de 21, pero la diferencia con el mejor es del 4%, por lo que no se puede hablar de diferencias en el sentido práctico. El mejor árbol en cuanto a Forma es AV7 y también es el segundo en crecimiento en altura. LE4 también presenta un comportamiento superior a la media. El clon de Castilla y León es también el de más bajo desempeño en todo el ensayo, SA2.

Aunque es arriesgado sacar conclusiones de este ensayo, es llamativo el buen comportamiento en crecimiento de SA4, porque esta estación está alejada ecológicamente de su origen. Es más esperable el comportamiento de LE4 y AV7, aunque los mejores candidatos serían SO8 y BU12. Del primero no ha quedado representación y BU12 presenta un comportamiento sólo ligeramente por encima de la media.

Ungilde

Este ensayo está ubicado en un área adecuada para la plantación de cerezo, y sin embargo, el comportamiento de los árboles indica falta de adaptación general. Al igual que en otros ensayos, el terreno ha sido utilizado durante varias décadas



como vivero, por lo que puede ser un problema de asfixia radicular. El problema de forma más habitual observado en los árboles es la falta de dominancia, que podría ser debida a heladas tardías, aunque en la comarca hay cerezo de monte silvestre y no parece existir una limitación climática. De hecho, algunos árboles alcanzan crecimientos correspondientes a la mejor calidad esperada (CISNEROS & MONTERO, 2008). En cualquier caso, la falta de adaptación en el ensayo ha afectado seriamente a la conformación general.

El efecto clonal es significativo en los tres caracteres. Sin embargo, el porcentaje de la variabilidad fenotípica explicada por el efecto genético es baja. Por lo tanto, aunque hay diferencias entre clones, el micrositio tiene mucho peso en el resultado final. Esto puede estar relacionado con diferencias edáficas.

Es el ensayo situado a mayor altitud por lo que los resultados son de especial interés. Los clones AV7 y SO1 son los que en desarrollo y forma invitan a considerarlos candidatos en las estaciones de mayor altitud, junto con SA4 que mantiene un crecimiento similar a AV7.

Villamarciel

Se trata de un ensayo en una comarca en la que el cerezo es una especie con adaptación marginal crítica, en principio limitado por la sequía y por lo tanto dependiente del riego. Los datos analizados corresponden al último año antes de dejar el mantenimiento habitual.

El efecto del clon sobre los caracteres analizados es significativo. La heredabilidad individual es baja, por lo tanto, la variabilidad genética tiene poco peso respecto a la variabilidad fenotípica. El micrositio influye sobre el crecimiento y la forma, además la parte no explicada es importante, en particular en la Forma. Es un comportamiento esperable en una estación alejada del óptimo climático. Por otra parte, se observa el efecto del viento en la forma de los árboles, junto con otra fuente de variación por la forma irregular de la finca, con líneas de distinta longitud que implican diferente grado de protección frente al viento según la localización.

En este ensayo las distribuciones de diámetro y altura son asimétricas. Unos pocos árboles ubicados en una zona de la finca que se beneficia del excedente de riego de un campo agrícola limítrofe han alcanzado dimensiones claramente superiores al resto. Esto indica la dependencia del riego en esta finca.

Sa4 es el mejor clon en crecimiento en Altura y Diámetro, y el peor en la evaluación por Forma. Al igual que en otros ensayos, los defectos de forma de Sa4 parecen relacionarse con que el mayor vigor exige la ejecución de podas más frecuentes y detalladas. Se puede comprobar que evaluado como ideotipo de árbol objetivo, Sa4 es el clon que consigue el mejor porcentaje, 54,1%. Si bien está por debajo de lo esperable para una plantación orientada a la producción de madera de sierra es un porcentaje exitoso en una parcela claramente marginal.

En Forma es destacable que AV7 sea el mejor clon cuando también es un clon superior en crecimiento. SA4 sigue el mismo patrón observado en otros ensayos: es superior en crecimiento, pero el peor en conformación. El orden de las diferencias en Forma se mantiene en un 10%, un valor bajo que no limita la conducción de este clon mediante podas.



5. Discusión

La transformación de terrenos agrícolas excedentarios en plantaciones forestales que se inició en los años 90 supuso numerosos retos por la falta de experiencias similares en la tradición forestal en España. La producción de madera para sierra y chapa en turno medio de frondosas de alto valor fue una de las alternativas contempladas como vía para producir cultivos rentables. ALETÀ et al. (2021) detallan algunas incertidumbres que caracterizaron el inicio de las plantaciones de nogal para madera, como el crecimiento esperado, el precio final de la madera y los materiales a emplear. En el caso del nogal, estos autores señalan a los híbridos procedentes de la fruticultura como la alternativa que despertó mayor interés. En el caso del cerezo, no existían conocimiento sobre materiales aptos para el uso forestal. Las referencias más cercanas en el momento eran distintas selecciones de *Prunus avium* silvestre en países europeos (MURANTY et al., 1998, Ducci et al., 1990) y en menor medida la utilización de *Prunus serotina*, una especie ampliamente empleado en Estado Unidos y que se trasladó a algunas experiencias nacionales. En línea con esas experiencias, se plantearon modelos de gestión con baja densidad, selección de material genético y calendarios de podas estrictos para conseguir trozas de calidad en el menor tiempo posible y maximizar el porcentaje de madera sin nudos (CISNEROS Y MONTERO, 2008).

FERNÁNDEZ-MOYA Y URBÁN-MARTÍNEZ (2022) repasan el papel de la vía clonal como alternativa frecuente en el caso del cerezo y el registro en forma de material cualificado como primer paso en varios programas en España, tanto públicos como privados. En este sentido, se han inscrito entre los años 2006 y 2019 varios materiales (MITECO, 2025).

Los ensayos de evaluación genética son necesarios para conseguir material adaptado y minimizar el riesgo que conlleva hacer una apuesta como es el cambio de uso a una plantación forestal. Además, proporcionan información sobre selvicultura y productividad. Han sido numerosos los ejemplos de plantaciones que no han alcanzado el objetivo buscado, por falta de adaptación, materiales inapropiados o falta de gestión. El conjunto de ensayos instalados por la Junta de Castilla y León proporcionan datos objetivos y conclusiones técnicas basadas en la experiencia y en el enfoque científico (TRANQUE et al., 2025).

De los ensayos se deduce que la hipótesis de compensar el déficit hídrico mediante riegos es compleja y requiere de un estudio edáfico detallado. MOLINA et al. (2019) han estudiado la transpiración de uno de los clones analizados (SA04) con y sin riego y con distinta intensidad de poda. La transpiración calculada por árbol está entre 3,1 y 6,2 l día⁻¹ durante el periodo vegetativo y alcanzan aproximadamente 9 cm de diámetro normal y 7 m de altura. Las necesidades de árboles de 30 cm de diámetro normal deben superar ampliamente estos volúmenes, aunque se realicen las claras planificadas. En la misma línea, MOLINA et al 2016 exponen como las propiedades del suelo y la gestión del riego determinan la capacidad de la finca para producir madera en clima mediterráneo, indicando la dificultad de implantar una plantación productiva en condiciones de déficit hídrico. Los riegos de apoyo en un esquema de riego deficitario tienen sentido en la instalación de los árboles si posteriormente la estación puede suministrar la humedad necesaria por compensación edáfica, una vez que se ha facilitado el desarrollo de un sistema radical profundo. Pero parece evidente que no se puede producir en turno medio en condiciones de sequía estival marcada. Por otro lado, el efecto parcela detectado en algunos ensayos, de origen edáfico,



también está detrás de parte de los problemas de adaptación, tanto por elevada permeabilidad como por baja permeabilidad. Previsiblemente, el uso tradicional de las fincas ha generado bruscos cambios texturales o compactación en profundidad, a la que el cerezo es muy sensible (CISNEROS Y MONTERO, 2008).

En cuanto a clima, los ensayos también informan con claridad del carácter oceánico en transición al clima continental y al de alta montaña que define el hábitat de la especie (CISNEROS, 2004). Las fendas que han dañado parte de los árboles probablemente se han generado por la sucesión de insolación y helada en los primeros meses (SHEPPARD et al., 2016), asociados al carácter continental, a la tendencia al aumento de la temperatura invernal de los últimos años y a la ausencia de suficiente protección en las plantaciones. Hay que recordar que, en la mayoría de las estaciones silvestres, el cerezo aparece resguardado por la fisiografía o en estaciones de umbría en las que la influencia de la insolación en invierno y principio de la primavera no tiene un efecto perjudicial. A este respecto, en algunos ensayos se ha probado la protección de los troncos con pintura blanca, una de las alternativas recomendadas por (SHEPPARD et al., 2016). Otra vía para proteger el tronco sería ralentizar el programa de podas. Aunque es bien conocida la necesidad de podar para generar trozas cilíndricas libres de nudos (SPRENGEL et al., 2018, COELLO et al. 2013), distintas iniciativas están valorizando madera de pequeñas dimensiones en las que se admite la presencia de nudos vivos o la irregularidad en el canto (WOODNA, 2025).

A la vista de los efectos del ambiente detectados en los ensayos, se recomienda limitar la plantación de cerezo destinado a la producción de madera en turno medio a las clases “adecuada”, “buena”, “excelente” y “óptima” (Figura 1) del mapa de aptitud climática desarrollado por TRANQUE et al. (2022). También es recomendable que la profundidad libre de encharcamiento supere los 60 cm, preferentemente 100 cm. En general, los resultados obtenidos indican la necesidad de contar con un adecuado estudio de la estación a la hora de abordar las plantaciones.

El control genético sobre la forma y la adaptación en el cerezo es bien conocido en fruticultura, con diferencias en la arquitectura que permiten diferenciar variedades tradicionales (p.e. PÉREZ-SÁNCHEZ, 2008) o diferencias en vigor que exigen diferentes portainjertos, horas de frío o fenología (SANTOLARIA et al., 2024). En el cerezo de monte se repite este control. SANTI et al. (1998) encuentran en varios ensayos en Francia heredabilidad alta para el ángulo de las ramas, baja para su grosor, baja para la rectitud del tronco y de moderada a alta para el crecimiento, con un efecto significativo del sitio de plantación. Citan la correlación entre vigor y grosor de rama, un efecto que también se observa en los clones analizados, en particular en SA04. Sus resultados coinciden en general en cuanto a crecimiento, pero difieren con los de Castilla y León en cuanto a Forma, cuya heredabilidad es superior a la registrada para los parámetros análogos estimados en Francia (rectitud, grosor y ángulo de la rama). En su análisis, atribuyen las mayores heredabilidades a los mejores sitios, algo que sucede al contrario en nuestro caso, donde el ensayo de Calabazanos tiene el mejor crecimiento, pero las heredabilidades más bajas. Las notables diferencias ecológicas entre los sitios de ensayo de ambos trabajos pueden estar tras estos resultados, ya que las fincas de SANTI et al. (1998) están en áreas más próximas al óptimo de la especie. CURNELL et al. (2003) en un conjunto de ensayos en Bélgica obtiene también valores altos de heredabilidad dentro del sitio de ensayo para crecimiento y valores inferiores para los caracteres de forma. La heredabilidad también es de moderada a alta para la



sensibilidad a *Blumeriella jaapi* dentro del programa de mejora de la especie en Galicia, lo cual puede influir sobre el vigor del clon (DÍAZ et al., 2007). Otra prueba del control clonal del vigor es un ensayo del que derivan varios clones inscritos en el Catálogo Nacional de Materiales de Base, en el que FERNÁNDEZ-MOYA Y URBÁN-MARTÍNEZ (2022) describen que el efecto del clon sobre el crecimiento en diámetro es superior al de labores selvícolas como la poda o la fertilización. Este ensayo está instalado en Galicia, en condiciones de clima y suelo óptimas para la especie. A pesar de que los ensayos descritos en el presente trabajo tienen limitaciones ecológicas, los resultados indican que también existe efecto clonal sobre los parámetros de interés selvícola, aunque es cierto que los factores edafoclimáticos condicionan la capacidad final del ensayo. HAJNALA et al. (2007) en un ensayo de 6 años obtienen que la interacción entre clon y sitio es significativa y que de 13 clones sólo uno es netamente superior. La presencia de interacción genotipo-ambiente es constante en los estudios revisados y en ese sentido, es más difícil encontrar clones aptos en todos los ambientes. En ese sentido, la conclusión de TRANQUE et al., (2022) sobre SA04 como un clon ampliamente recomendable está refrendada por los últimos datos analizados. Contar con más clones es interesante de acuerdo con el peso de la interacción entre genotipos y ambientes.

El análisis realizado ha motivado el pase de tres clones a la categoría Controlado y uno a Cualificado

- Controlado:
 - El clon SA4 es el de mejor comportamiento en crecimiento en altura y diámetro. La intensidad de los efectos es notable para su utilización en la producción de madera. Aunque es el de peor comportamiento en forma, parece una consecuencia de que al crecer más que otros clones es más necesario intensificar el control sobre las ramas para evitar el engrosamiento excesivo.
 - El clon SO1 destaca en un ensayo (El Álamo) y tiene un comportamiento promedio-alto en estaciones con evidentes limitaciones ecológicas de adaptación, dónde mantiene una buena conformación, en particular en Dominancia. Es equilibrado en cuanto a crecimiento y forma y cumple con los requisitos exigibles para asegurar la producción de madera de sierra y chapa. Se considera de especial interés para estaciones dentro del rango de viabilidad de la especie, pero de continentalidad marcada.
 - El clon BU12 destaca en Forma, en particular cuando se evalúa por Ideotipo y en general está por encima del promedio en crecimiento. Es estable en la conformación y responde muy bien a los cuidados culturales, aunque no se puede considerar robusto. Por lo tanto, hay que limitar su uso a las zonas en las que se cumplan los requerimientos ecológicos de la especie.
- Cualificado
 - El clon Av07 destaca en Forma, en general es el clon con mejor puntuación. Los resultados se interpretan positivamente en cuanto a que la selección en monte se realiza fundamentalmente por conformación. Mantiene una buena conformación independientemente de las condiciones ambientales del ensayo, pero no crece bien con limitaciones hídricas. Hay que limitar su uso



a estaciones dentro del rango conocido de viabilidad edafoclimática de la especie. Se considera un candidato como clon cualificado en particular en las estaciones de mayor altitud

6. Conclusiones

La evaluación de factores ambientales y genéticos es una actividad fundamental de cualquier programa de mejora genética. En esta comunicación se complementa y extienden los resultados ya disponibles del programa de mejora de la especie en Castilla y León, en particular se reflexiona sobre el comportamiento en condiciones de marginalidad ambiental.

Se constata la necesidad de ajustar las ubicaciones de las plantaciones a las áreas de aptitud climática “adecuada”, “buena”, “excelente” y “óptima”. En el caso de fincas marginales en las que se plantea el uso de riego, es necesario un completo estudio edafoclimático que analice alternativas de manejo del suelo y el riego para emular el papel de la precipitación.

Los clones inscritos hasta la fecha como material cualificado han permitido desplegar los ensayos y crear un cierto volumen de plantaciones. Esta información permite la revisión del catálogo y la adecuación de las recomendaciones de uso de forma más fiable.

El cambio en los patrones climáticos, en particular el aumento de calor en el periodo invernal, la sequía y el aumento de la frecuencia de olas de calor obliga a aumentar la información genética. Es necesario disponer de suficiente diversidad de materiales y de ensayos para conseguir plantaciones bien adaptadas que cumplan los objetivos productivos y medioambientales buscados.

7. Agradecimientos

Los ensayos analizados en esta comunicación junto con otros en la misma línea se han seguido durante más de 15 años, en todas las provincias de Castilla y León, suponen por lo tanto el esfuerzo de muchas personas, agentes ambientales, peones, técnicos, empresas y propietarios forestales.

Nos gustaría agradecer la ilusión y el interés de todas las personas que han mantenido activa esta línea de investigación y que permiten abordar los siguientes pasos.

8. Bibliografía

AEMET.; 2024, octubre 25. AEMET OPENDATA [AEMET OPENDATA]. <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/inicio>

ALETÀ, N.; ABEL, J.; TEIXIDÓ, A.; URBÁN-MARTÍNEZ, I.; FERNÁNDEZ-MOYA, J.; VILANOVA, A.; 2021. Plantaciones de nogal para madera. En: "Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal". MITECO, Madrid, pp. 390-416. ISBN 978-84-18508-57-8.

CISNEROS, O.; 2004. Autoecología del cerezo de monte (*Prunus avium* L.) en Castilla y León. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.



CISNEROS, O.; MONTERO, G.; 2008. Selvicultura de *Prunus avium* L. En Compendio de Selvicultura aplicada en España (pp. 605-642). INIA - Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

COELLO, J.; DESOMBRE, V.; BECQUEY, J.; GONIN, P.; ORTISSET, J.; BAIGES, T.; PIQUÉ, M.; 2013. Wild cherry (*Prunus avium*) for high quality timber. In:

Government of Catalonia MoALFFaNE - Catalan Forest Ownership Centre (ed.), Ecology and silviculture of the main valuable broadleaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions. pp 13–20. Santa Perpètua de Mogoda, Spain.

CURNEL, Y.; JACQUES D.; NANSON, A.; 2003. First multisite clonal test of wild cherry (*Prunus avium* L.) in Belgium. *Silvae Genet.*, 52, 45–52

DÍAZ, R.; ZAS, R.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, F.; 2007. Genetic variation of *Prunus avium* in susceptibility to cherry leaf spot (*Blumeriella jaapii*) in spatially heterogeneous infected seed orchards. *Ann. For. Sci.*, 64, 21–30

DÍAZ, R.; MIRANDA, M. E.; VILANOVA, A.; ALETÀ, N.; TRAVER, C.; ZABALZA, S.; COELLO, J.; PIQUÉ, M.; TURRIENTES, A.; LIGOS, J.; SANTANA, J.; CISNEROS, O.; 2010. Red de ensayos clonales de *Prunus avium* L. para determinar el comportamiento de posibles materiales de base de esta especie. Repoblación y restauración forestal en un contexto de cambio: Contribución de los recursos genéticos a un nuevo paradigma. IV Jornadas de Transferencia Tecnológica de Maceda y V Reunión del Grupo de Trabajo de Genética Forestal de la SECF, Maceda (Ourense).

DUCCI, F.; VERACINI, A.; TOCCI, A.; CANCIANI, L.; 1990. Primi risultati di una sperimentazione pilota di arboricoltura clonale da legno con *Prunus avium* L. *Annali dell'istituto sperimentale per la selvicoltura, Arezzo*, XXI.

FERNÁNDEZ-MOYA, J.; URBÁN-MARTÍNEZ, I.; 2022. Growth performance of wild cherry (*Prunus avium* L.) clones in planted forests under different managements in Galicia, NW Spain. *Silvae Genetica* 71, 81-87

FERREIRA, F. M.; CHAVES, S. F. da S.; PEIXOTO, M. A.; ALVES, R. S.; COELHO, I. F.; RESENDE, M. D. V. de; SANTOS, G. A. dos; BHERING, L. L.; 2023. Multi-trait multi-environment models for selecting high-performance and stable eucalyptus clones. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 45, e61626. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v45i1.61626>

HAJNALA, M.; LSTIBŮREK, M.; KOBLIHA, J.; 2007. *Journal of Forest Science*, 53, (2), 57-65

HERNÁNDEZ CASTRO, W.; BADILLA VALVERDE, Y.; ESQUIVEL SEGURA, E.; MURILLO GAMBOA, O.; HERNÁNDEZ CASTRO, W.; BADILLA VALVERDE, Y.; ESQUIVEL SEGURA, E.; MURILLO GAMBOA, O.; 2021. Response of clones of *Gmelina arborea* Roxb. (melina) in acidic soil conditions. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 212-232. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.11>

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.; 2024. Ortofotos del Vuelo Americano (serie B) 1956-1957 [WMS]. <https://www.ign.es/wms/pnoa-historico?request=GetCapabilities&service=WMS;VERSION=1.3.0>

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN.; 2024, octubre 25. InfoRiego. <https://www.inforiego.org>

MITECO.; 2025. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos-geneticos/geneticos-forestales/rgf_catalogo_materiales_base_reprod_cualif.html. Consultado 19/04/25

MOLINA, A.J.; ARANDA, X.; P. LLORENS, A. GALINDO, C. BIEL, 2019. Sap flow of a wild cherry tree plantation growing under Mediterranean conditions: Assessing the role of environmental conditions on canopy conductance and the effect of



branch pruning on water productivity. *Agricultural Water Management*, 218, 222-223

MOLINA, A.J.; JOSA, R.; MAS, M.T.; VERDÚ, A.M.C.; LLORENS, P.; ARANDA, X.; SAVÉ, R.; BIEL, C.; 2016. The role of soil characteristics, soil tillage and drip irrigation in the timber production of a wild cherry orchard under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 72, 20-27

MURANTY, H.; SCHERMANN, N.; SANTI, F.; DUFOUR, J.; 1998. Genetic parameters estimated from a wild cherry diallel: consequences for breeding, *Silvae Genet.*, 47, 249-257.

NANSON, A.; 1970. L'Heritabilite et le gain d'origine genetique dans quelques types d'experiences. *Silvae Genetica*, 19, 113-121.

PÉREZ-SÁNCHEZ, R.; GÓMEZ-SÁNCHEZ, M. A.; MORALES-CORTS, R.; 2008. Agromorphological characterization of traditional Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (*Prunus × gondouinii* Rehd.) cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(1), 42-55

RESENDE, M. D. V. de.; 2007. SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. *Embrapa Florestas*.

RESENDE, M. D. V. de.; 2016. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16, 330-339. <https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49>

SANTI, F.; MURANTY, H.; DUFOUR, J.; PAQUES, L.E.; 1998. Genetic parameters and selection in a multisite wild cherry clonal test. *Silvae Genet.*, 47, 61-67

SANTOLARIA, N.; FADÓN, E.; RODRIGO, J.; 2024. El cultivo del cerezo. Situación actual y desafíos. *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)*. 16 pp.

SHEPPARD, J.; MORHART, C.; SPIECKER, H.; 2016. Bark surface temperature measurements on the boles of wild cherry (*Prunus avium*) grown within an agroforestry system. *Silva Fennica*, 50(3). <https://silvafennica.fi/article/1313/ref/31>

SPRENGEL, L.; STANGLER, D.F.; SHEPPARD, J.; MORHART, C.; SPIECKER, H.; 2018. Comparative analysis of the effects of stem height and artificial pruning on seasonal radial growth dynamics of wild cherry (*Prunus avium* l.) And sycamore (*Acer pseudoplatanus* l.) In a widely spaced system. *Forests*, 9, 174

TRANQUE PASCUAL, F. J.; VALERA GIL, E.; ALONSO PONCE, R.; 2022. Plantaciones con especies de madera de calidad en Castilla y León materiales forestales y potenci. *Sociedad Española de Ciencias Forestales. Actas 8º Congreso Forestal Español*.

WOODNA.; 2025. <https://woodna.es/tienda/producto/tablas-cantos-naturales-cerezo/>. Accedido en 19/04/2025