



**2025** | **16-20**  
GIJÓN | JUNIO

**9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

# 9CFE-1918

Actas del Noveno Congreso Forestal Español  
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**  
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





## Selección de clones de *Populus* más resistentes a limitaciones hídricas en la Vega de Granada.

RIPOLL MORALES, M.A. (1), NAVARRO REYES, F.B.. (1)

(1) IFAPA Centro Camino de Purchil, Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica. Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural

### Resumen

Entre las regiones más vulnerables al cambio climático se encuentra el Sur de Europa. Los cultivos de *Populus* deben adaptarse a la disminución de los recursos hídricos disponibles en los sistemas agrarios, que en épocas de escasez se derivan a usos consuntivos e industriales. Se ha evaluado el efecto de tres estrategias de riego: (1) sin limitaciones hídricas (2) con limitaciones moderadas y (3) con limitaciones severas, en cuatro clones de *Populus* (I-214, MC, Beaupré y Raspalje). El ensayo ubicado en la Finca de IFAPA Centro Camino de Purchil se estableció en Febrero 2020. El diseño es en bloques completos al azar. El marco de plantación es de 5x5m. En cada sector se plantaron 120 árboles (30 por cada clon) dispuestos en tres bloques (B1, B2 y B3). Cada bloque tiene 40 árboles, distribuidos en 4 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental consta de 10 árboles. El conjunto del sector está rodeado de líneas de árboles (Clon I-214) plantadas con el mismo marco, para evitar el efecto borde. Se han realizado medidas anuales de diámetro (DBH) y altura total. En condiciones severas de déficit hídrico los clones MC, I-214 y Raspalje siguen teniendo crecimientos similares a los obtenidos en el Norte de España en choperas de muy buena calidad con valores de dbh de 21,1, 21,2 y 19,9 cm respectivamente por lo que se recomienda su utilización en zonas de Vega del Sur de España.

### Palabras clave

Estrés hídrico, crecimiento, estrategias de riego.

#### 1. Introducción

Una de las decisiones más importantes cuando se quiere realizar una plantación de *Populus* es la correcta elección del clon o clones a utilizar, atendiendo a la capacidad de respuesta a las condiciones edáficas, altitud, demandas hídricas y resistencia a patógenos.

En la actualidad hay disponibles en el mercado una gran variedad de clones que se pueden agrupar en dos secciones, los conocidos como Interamericanos (como el *Populus* x interamericana "Beaupré", *Populus* x interamericana "Unal" y *Populus* x interamericana "Raspalje") y los Euroamericanos (como el *Populus* x euroamericana "I-214", *Populus* x euroamericana "MC" y *Populus* x euroamericana "Luisa Avanzo").

En España tenemos 81.075 hectáreas de chopo orientadas a la producción, 4.377 de ellas en Andalucía donde se concentran mayoritariamente en las Vegas de la provincia de Granada (CASADO et al 2022). En la provincia de Granada la populicultura, siempre ha tenido una gran importancia socioeconómica.

Una de las características diferenciales de la populicultura granadina respecto a la que se desarrolla en la zona norte de España es que son plantaciones superficiales con riego por inundación, que se aplica como práctica selvícola necesaria para mantener y mejorar la productividad en terrenos agrícolas de excelente calidad agronómica donde los chopos crecen mejor (SHOCK et al 2012).



En otras partes del mundo donde también se cultivan choperas el método de riego más aplicado es el riego por inundación, seguido por el riego por surcos y el riego localizado representando en conjunto alrededor del 69% del total de registros estudiados, siendo el riego por inundación el más aplicado en el Sureste de España (XI et al 2021).

Las choperas del eje central del acuífero de la Vega de Granada, irrigadas de esta forma tienen una gran importancia medioambiental al ser excelentes filtros verdes, transformando los nutrientes del agua en biomasa haciendo innecesaria la aplicación de fertilizantes (CASTILLO 2023).

En las plantaciones de *Populus* sp de turno corto destinado a biomasa son numerosos los estudios sobre el tipo de riego, frecuencia y volumen anual (DICKMAN 2006, SIXTO et al 2015, FUENTES et al 2023) pero falta información sobre el efecto del riego por inundación en choperas destinadas a la producción de madera en las que la alta tasa de crecimiento está asociada a su elevada demanda de agua (MARRON et al 2014).

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta de distintos clones a tres estrategias de riego por inundación: sin limitaciones hídricas, con limitaciones hídricas moderadas y con limitaciones hídricas severas.

## 3. Metodología

Se trata de un ensayo de en el que se han seleccionados 3 clones de chopo (Beaupré, Raspalje y MC) y se incluye el clon I-214 como testigo al ser el más utilizado en las plantaciones de chopos.

En este ensayo, se han establecido tres estrategias de riego por inundación diferentes:

- Sector 1: sin limitaciones hídricas (riego cada 2 semanas). El volumen de riego anual (VRA) es de  $13.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , distribuidos en 13 riegos cada dos semanas entre abril y septiembre.
- Sector 2: con limitaciones hídricas moderadas (riego cada 3 semanas). El VRA es de  $9.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , distribuidos en 9 riegos cada tres semanas entre abril y septiembre.
- Sector 3: con limitaciones hídricas severas (riego cada 4 semanas). El VRA es de  $7.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , distribuidos en 7 riegos cada cuatro semanas entre abril y septiembre.

La plantación se realizó en Febrero de 2020 en terrenos del IFAPA Centro Camino de Purchil situado en la Vega de Granada comarca localizada en la zona más occidental de la provincia con una altitud media de 500 m, bañada por el río Genil. El clima es continental mediterráneo con una temperatura media anual de  $14^\circ\text{C}$  y precipitaciones de 500 mm anuales (Imagen 1).

Los suelos más abundantes son los Regosoles calcáricos procedentes de antiguos Fluvisoles, sin aportes recientes y modificados por el uso agrícola (IUSS WORKING GROUP WRB, 2022).

El marco de plantación elegido es de 5x5 m. La preparación previa del terreno incluyó la eliminación de cultivos herbáceos y arbóreos, seguido de la nivelación con laser de toda la superficie. Posteriormente se realizó un gradeo y se señalaron los puntos de plantación. Se realizó un subsolado cruzado utilizando un rejón de 90 cm plantándose los barbones justo en la intersección de las líneas cruzadas del

subsulado. Los plantones de un año sin raíz se compraron en un vivero comercial de Extremadura y contaban con el certificado de material vegetal controlado.



Imagen 1. Localización de los sectores de riego S1, S2 y S3.

Anualmente durante la parada vegetativa se ha medido el diámetro normal (DBH, cm) con Forcipula Mantax Digitech® II++ y la altura total (Ht, m) con hipsómetro VERTEX Haglof "POSTEX" en todos los árboles del ensayo (747 en total).

El diseño elegido es el de bloques completos al azar (Figura 2). En cada sector se plantaron 120 árboles (30 por cada clon) incluyendo el clon I-214 como testigo por ser el más utilizado y del que se dispone de más información (Rueda et al 2013), dispuestos en tres bloques (B1, B2 y B3).

Cada bloque tiene 40 árboles, distribuidos en 4 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental consta de 10 árboles. La disposición de las unidades experimentales dentro de cada bloque se determina al azar. El conjunto del sector estará rodeada de dos líneas de árboles (Clon I-214) plantadas con el mismo marco (108 árboles en total), para evitar el efecto borde (Figura 1).

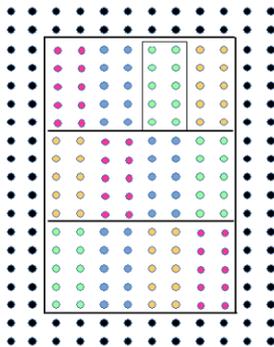
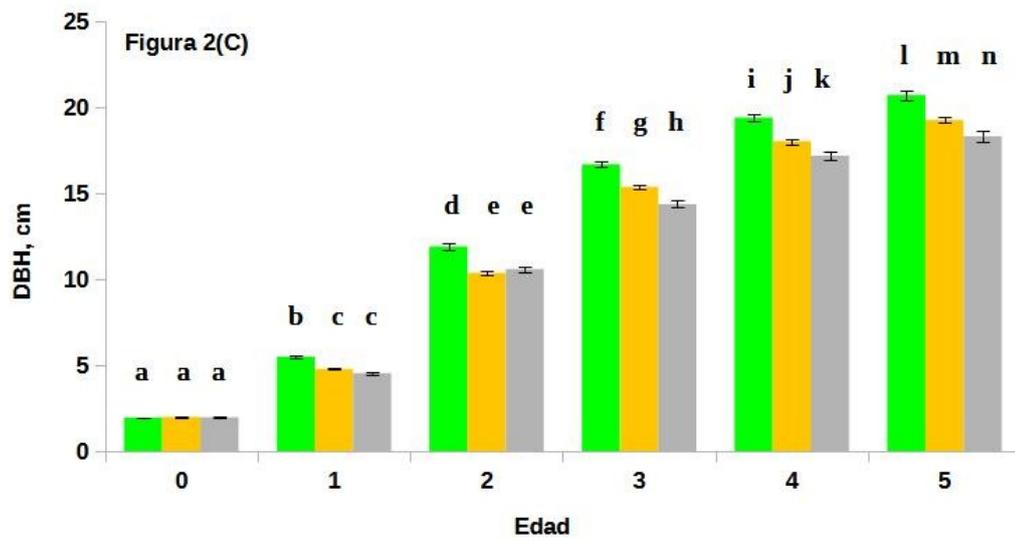
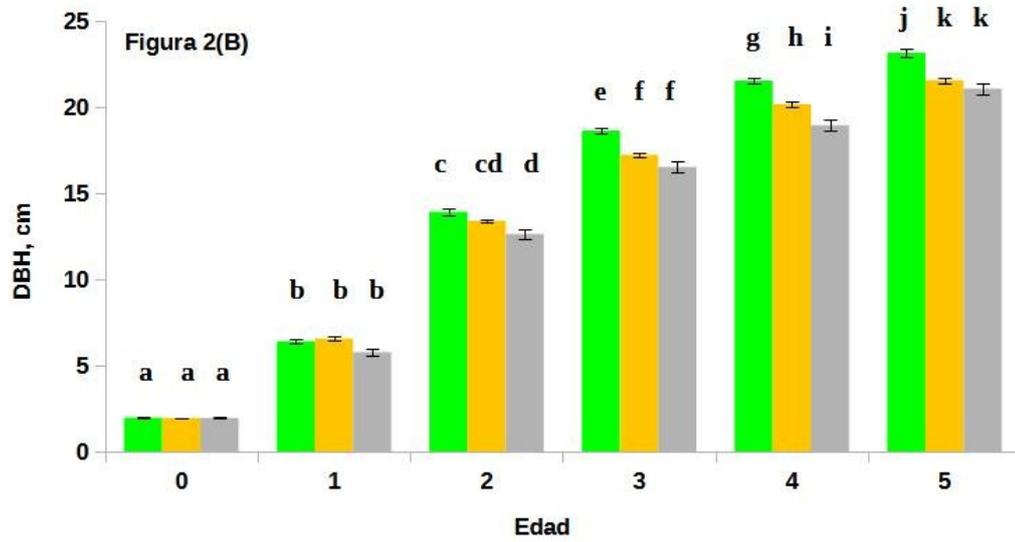
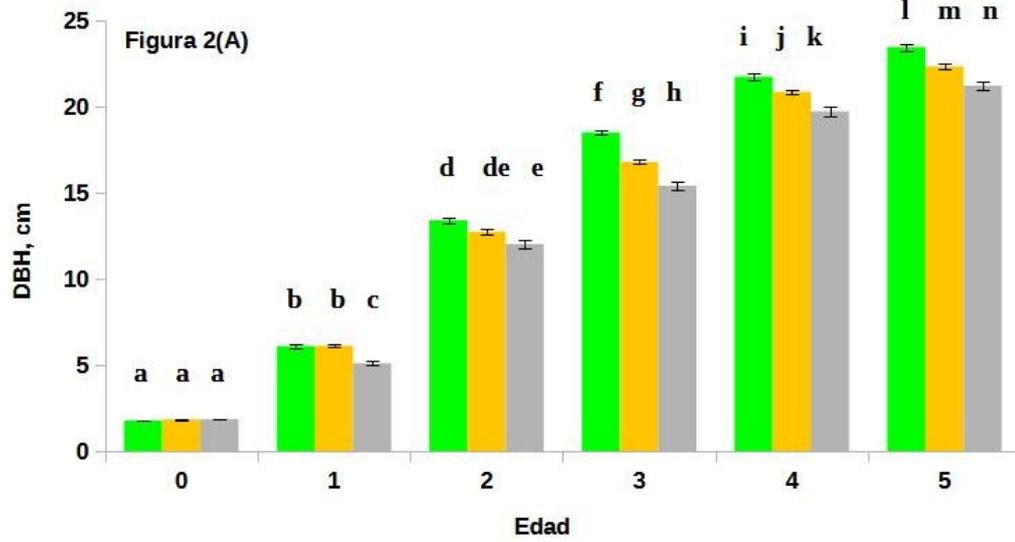


Figura 1. Diseño en bloques completos al azar elegido para cada sector.

Se ha utilizado el ANOVA de medidas repetidas para probar el efecto del riego en los parámetros de crecimiento de cada clon. Se ha aplicado el Test de Tukey cuando se detectaron diferencias significativas mediante el ANOVA factorial. Se determinaron diferencias significativas para un nivel de  $p\text{-value} < 0,01$ . La normalidad y homogeneidad de los datos fue testada con la prueba de Bartlett. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico STATISTIX 8.

#### 4. Resultados

La evolución del DBH de cada clon en los tres sectores de riego se muestra en la Figura 2.



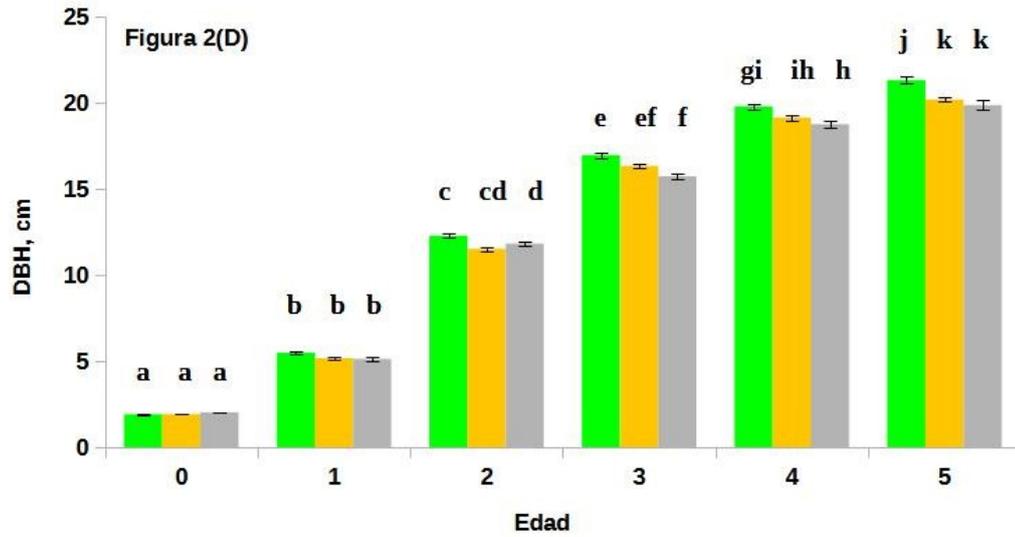
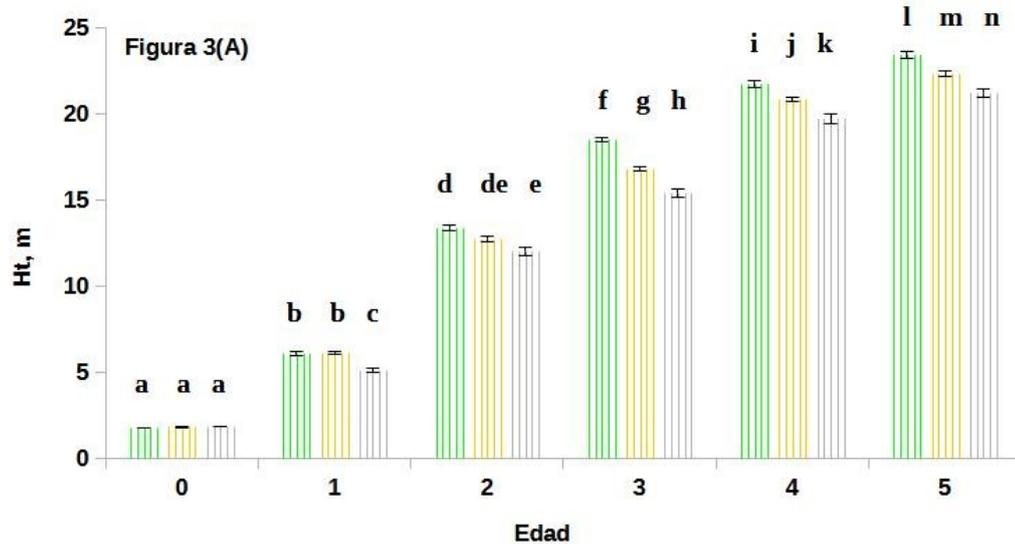


Figura 2. Valores medios  $\pm$  ES de DBH para I-214 (Figura 2(A)), MC (Figura 2(B)), Beaupré (Figura 2(C)) y Raspalje (Figura 2(D)) en cada sector de riego (S1 verde, S2 naranja y S3 gris). Letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p$ -value < 0,01)

La evolución de la Ht de cada clon en los tres sectores de riego se muestra en la Figura 3.



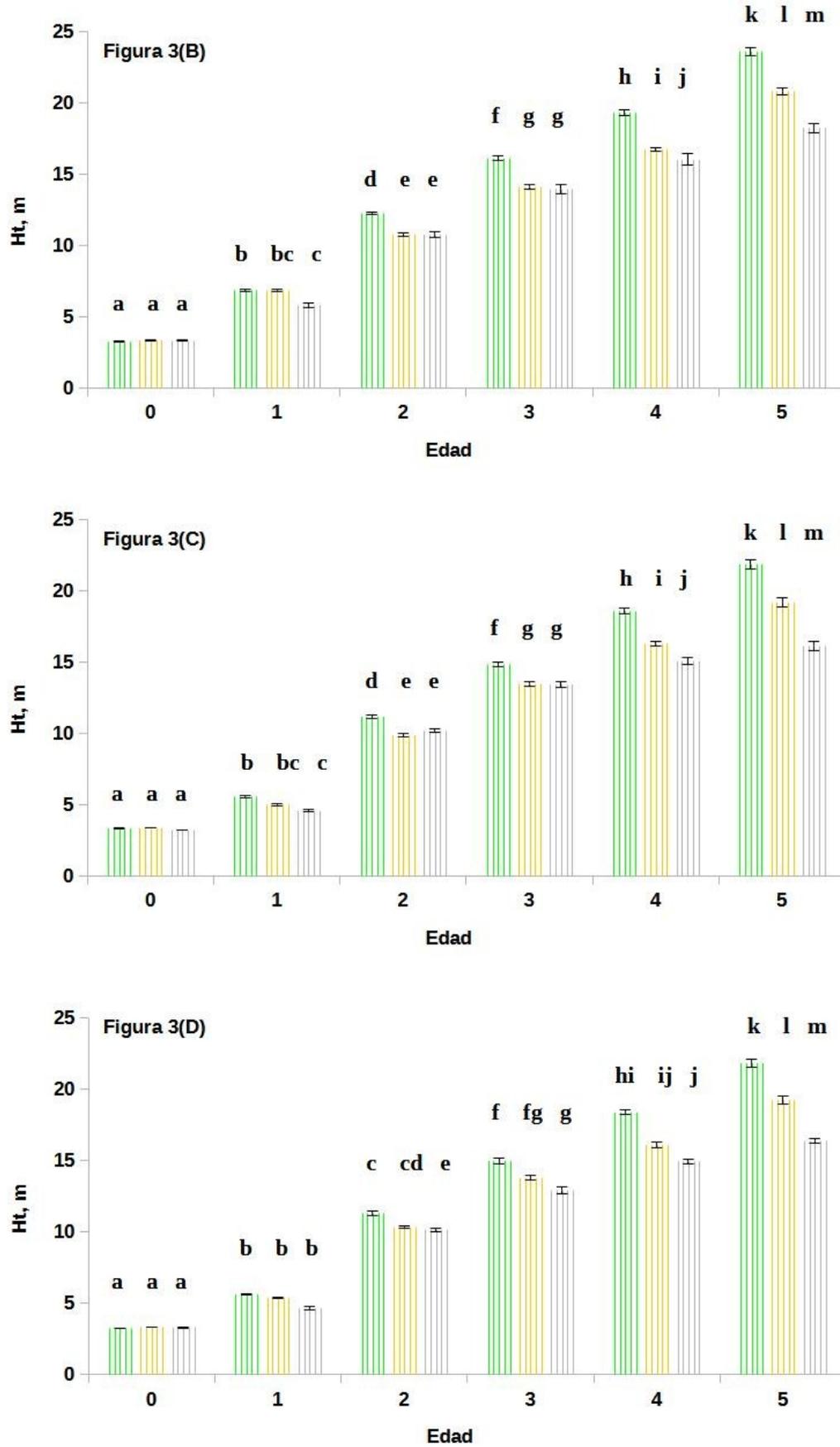


Figura 3. Valores medios de Ht ± ES para I-214 (Figura 3(A)), MC (Figura 3(B)), Beaupré (Figura 3(C)) y Raspalje (Figura 3(D)) en cada sector de riego (S1 verde, S2



naranja y S3 gris). Letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p$ -value < 0,01)

## 5. Discusión

Los clones I-214 y Beaupré aumentan su diámetro en función del riego de forma que a los 5 años las diferencias son significativas entre los tres regímenes de riego, aumentando cuando se incrementa el VRA. Los clones Raspalje y MC no muestran diferencias significativas entre los regímenes de riego con limitaciones moderadas (S2) y limitaciones severas (S3), creciendo más cuando no tienen limitaciones hídricas (S1).

Este comportamiento coincide con lo observado por otros autores, de modo que un riego adecuado puede promover el mayor crecimiento de la plantación (YAN et al 2018) siendo sensibles al riego deficitario, característica más acusada en unos clones que en otros (CAÑETE-SALINAS et al 2019). En nuestro caso los clones I-214 y Beaupré son más sensibles al déficit hídrico mientras que MC y Raspalje se muestran más tolerantes.

En todos los clones el DBH alcanzado a los 5 años de edad es el mismo que el obtenido para estos clones en Castilla y León en choperas de calidad I (RUEDA et al 2021; RUEDA et al 2020).

En el crecimiento en altura todos los clones tienen el mismo comportamiento mostrando diferencias significativas entre los tres regímenes de riego a los 5 años, de forma que la altura disminuye cuando se disminuye el VRA.

Cuando comparamos el aumento de DBH de los 4 clones con el mismo régimen de riego obtenemos las siguientes secuencias a los 5 años de estudio:

$$S1: DBH_{I-214} = DBH_{MC} > DBH_{Raspalje} = DBH_{Beaupré}$$

$$S2: DBH_{I-214} > DBH_{MC} > DBH_{Raspalje} > DBH_{Beaupré}$$

$$S3: DBH_{I-214} = DBH_{MC} = DBH_{Raspalje} > DBH_{Beaupré}$$

Los clones Raspalje y Beaupré no alcanzan el mismo DBH que I-214 y MC cuando no hay limitaciones hídricas y sus crecimientos son menores también cuando las limitaciones hídricas son moderadas mientras que si se acentúa el déficit hídrico el clon Beaupré presenta los crecimientos más bajos, no encontrándose diferencias entre los otros clones. Esto puede ser debido a que el crecimiento de los chopos está muy relacionado con el efecto del riego aplicado sobre el aprovechamiento de recursos superficiales (HENDERSON y JOSE 2010) y subterráneos (COYLE et al., 2016), de forma que estos dos clones no alcancen su óptimo crecimiento al no estar muy adaptados a las prácticas selvícolas y a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio. Según RUEDA et al 2020 el clon Raspalje no soporta la inundación en primavera los primeros años de la plantación y en estas situaciones de hidromorfía primaveral se debilita y es fácilmente atacado por *Sesia apiformis*, lo que hemos podido comprobar también en este estudio. El clon Beaupré es sensible a la caliza activa (RUEDA et al 2019) y los suelos de la Vega de Granada son Regosoles calcáricos con altos contenidos en caliza activa (SIERRA et al 2013).

## 6. Conclusiones

El rápido crecimiento de los chopos en la Vega de Granada, debido a las condiciones edafoclimáticas y a las peculiaridades de la populicultura granadina (plantaciones con riego en zonas agrícolas de excelente calidad agronómica) maximiza el crecimiento de las choperas, alcanzando diámetros iguales que las choperas del Norte de España de mayor calidad en turnos más cortos.



En un escenario más que probable de limitaciones de los recursos hídricos sería conveniente planificar las plantaciones de chopos en esta zona de forma que se diversifique el uso de clones, pasando de una populicultura dominada por el I-214 a otra en la que los clones MC y Raspalje sean una opción adecuada.

Esta diversificación de clones puede potenciar otros usos de la madera más rentables desde el punto de vista económico y ambiental como es la fabricación de productos estructurales para los que las características físicas de la madera del clon MC son perfectas.

### 7. Agradecimientos

El trabajo se ha realizado con fondos del Proyecto AVA2019.047 “Evaluación de la calidad de la madera de cultivos forestales de chopo y nogal con métodos no destructivos: efecto de la especie, el clon, tipo de plantación y la estrategia de riego (SelviAgroTec)” financiado por IFAPA y fondos del CONVENIO “CEM21-144 CHOPERAS C” firmado entre el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) y la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE) “DISEÑO DE MODELOS SELVÍCOLAS AMBIENTALMENTE SOSTENIBLES E IMPLEMENTACIÓN DE LOS MISMOS EN LAS CHOPERAS DE LA VEGA DE GRANADA ADHERIDAS AL PROYECTO LIFE WOOD FOR FUTURE” financiado por el Proyecto LIFE Wood For Future.

### 8. Bibliografía

CAÑETE-SALINAS, P., ZAMUDIO, F., YÁÑEZ, M., GYENGE, J., VALDÉS, H., ESPINOSA, C., JARA- ROJAS, F., VENEGAS, J., RETAMAL, L., ACEVEDO-OPAZO, C., 2019. Responses in growth and physiological traits in two *Populus canadensis* clones (I-214 and I-488) submitted to different irrigation frequencies in central Chile. For. Ecol. Manage. 449, 117455.

CASADO ÁLVAREZ, J.; CHAMORRO GARCÍA, G.; JIMENEZ MONTALVO, A. J.; CHECA ALONSO, M. J.; GARCÍA FERNÁNDEZ, M.A.; LERNER CUZZI, M. 2022. Mapa forestal de choperas, fuente de información para la elaboración del primer inventario forestal de choperas de España. Principales resultados. Actas 8º Congreso Forestal Español. 8CFE-269. SECF ISBN 978-84-941695-64

CASTILLO, A. 2023. Las choperas en el acuífero de la Vega de Granada, experiencias. El Chopo: un manantial de beneficios ambientales y culturales. ISBN: 978-84-7807-662-8. Diputación de Granada, 145pp.

COYLE, D.R., AUBREY, D.P., COLEMAN, M.D., 2016. Growth responses of narrow or broad site adapted tree species to a range of resource availability treatments after a full harvest rotation. For. Ecol. Manage. 362, 107–119.

DICKMANN, D.I., 2006. Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: then and now. Biomass Bioenergy 30 (8–9), 696–705.

FUERTES, A., OLIVEIRA, N., CAÑELLAS, I., SIXTO, H., RODRÍGUEZ-SOALLEIRO, R., HANEWINKEL, M., SPERLICH, D., 2023. Assessing the potential of poplar short rotation plantations to contribute to a low-carbon bioeconomy under water-limited conditions. Journal of Environmental Management. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119062>.

HENDERSON, D.E., JOSE, S., 2010. Biomass production potential of three short rotation woody crop species under varying nitrogen and water availability. Agroforest System 80, 259–273.



IUSS WORKING GROUP WRB. 2022. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. 4a edición. Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS), Viena, Austria.

MARRON, N., GIELEN, B., BRIGNOLAS, F., GAO, J., JOHNSON, J.D., KARNOSKY, D.F., POLLE, A., SCARASCIA-MUGNOZZA, G., SCHROEDER, W.R., CEULEMANS, R., 2014. Abiotic Stresses. In: Isebrands, J.G., Richardson, J. (Eds.), *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment*. CABI, Boston, MA, pp. 338–405.

RUEDA, J.; GARCÍA, J.L. 2013. Parcela de experimentación de clones de chopos LE-3 Gradefes. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. , 36 pp.

RUEDA J., GARCÍA J.L., CUEVAS Y., GARCÍA-JIMÉNEZ C., VILLAR C. 2019. Cultivo de chopos en Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 116 pp

RUEDA J, GARCÍA J.L. 2020. *Populus* ×interamericana ‘Raspalje’ en Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid, 26 pp.

RUEDA J, GARCÍA J.L. 2021. *Populus* ×euramericana ‘I-214’ en Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid, 34 pp.

SIERRA F.J.; MARTÍNEZ R.; VERDE F.J.; MARTÍN J.J.; MACÍAS, F. 2003. Soil-carbon sequestration and soil-carbon fractions, comparison between poplar plantations and corn crops in south-eastern Spain. *Soil & Tillage Research* 130 (2013), 1-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2013.01.011>

SIXTO H, CANELLAS I, VAN ARENDONK J, CIRIA P.; Camps, F.; Sánchez, M.; Sánchez, M. 2015. Growth potential of different species and genotypes for biomass production in short rotation in Mediterranean environments. *Forest Ecology and Management*. <https://doi.10.1016/j.foreco.2015.05.038>

SHOCK, C.; FLOCK, R.; FEIBERT, E.; PEREIRA, A.; O’NEILL, M. 2012. Drip Irrigation Guide for Growers of Hybrid Poplar. Sustainable Agriculture Techniques Oregon State University Extension publication EM 8902, 7 pp.

XI, B.; CLOTHIER, B. E.; MARK, C.; DUAN, J. 2021. Understanding the relationship between biomass production and water use of *Populus tomentosa* trees throughout an entire short-rotation. *Forest Ecology and Management* 494(6). <https://doi.org/10.106/j.foreco.2021.119330>

YAN, X.L., DAI, T.F., JIA, L.M., 2018. Evaluation of the cumulative effect of drip irrigation and fertigation on productivity in a poplar plantation. *Ann. For. Sci.* <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0682-6>.