



9CFE-2036

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

Organiza





GO BIOPOPTECH: Influencia clonal sobre las características estructurales del Laminated Strand Lumber (LSL)

CABALLÉ, G. (1), MERLO, E. (2), PIÑEIRO, M. (2); ARRAIZA A. (3), ALONSO R. (3), SALDISE, O. (4)

- (1) Fundación Cesefor
- (2) Madera Plus SL
- (3) Fora Forest Technologies SLL
- (4) Tabsal SCL SL

Resumen

Con el objetivo de aumentar el valor añadido en toda la cadena del chopo se trabajó en la caracterización estructural del Laminated Strand Lumber (LSL) fabricado con madera de los clones mayoritariamente implantados en España, I-214, Unal, MC, Raspalje y Beaupre. El LSL es un producto de ingeniería de madera que se fabrica a partir del astillado del tronquillo, porción superior del fuste con diámetro inferior a 22 cm. El tronquillo se obtuvo de 10 parcelas productivas y se aseguró la trazabilidad monte-industria. Se fabricaron 6 probetas de LSL por cada clon y parcela. Las probetas se ensayaron a flexión según norma UNE-EN 408:2003 para la adquisición del módulo de elasticidad (MOE) y resistencia a flexión (MOR). La densidad se evaluó según norma UNE-EN 408:2004 para conocer el valor medio de toda la muestra. El clon Raspalje presentó los mayores valores de MOR (33 N/mm²) y MOE (10774 N/mm²) diferenciándose de manera significativa del clon Unal. La densidad media de toda la muestra fue de 637 kg/m³. Los resultados indican que, con madera de baja calidad, se puede elaborar un producto de prestaciones estructurales superiores a una clase C30 (UNE-EN 338).

Palabras clave

Chopo, Unal, MC, Raspalje, Beaupre, I-214

1. Introducción

El proyecto de Grupos Operativos GO BIOPOPTECH busca promover la plantación de choperas, mediante ciertos aspectos innovadores como la selección clonal y la gestión forestal sostenible, la optimización de las propiedades tecnológicas de la madera y calidad del producto final y digitalizando los resultados en herramientas tecnológicas que permitan aumentar el valor añadido de las plantaciones y de la madera obtenida.

Actualmente sólo existen 24 clones en el catálogo nacional de materiales de base para la reproducción del género *Populus* de las categorías cualificada y controlada que se comercializan habitualmente en España. Sin embargo, de acuerdo con los datos de plantas comercializadas de cada clon en los últimos cinco años por los viveros registrados en Castilla y León, los clones de chopos más utilizados son los



siguientes: 'I-214' (56,2%), 'Beaupré' (13,5%), 'Raspalje' (10,1%), 'Unal' (8,8%), 'MC' (5,7%), 'Viriato' (1,4%), 'Triplo' (1,1%), 'A4A' (0,8%), 'Guardi' (0,7%), 'Koster' (0,3%) y '49-177' (0,2%) (Rueda, et al, 2020). Es decir, más del 90% del material que se planta en España queda representado por cinco clones, I-214, Beaupré, Raspalje, MC y Unal. Si bien estos clones son plantados hace muchos años, existe escasa o casi nula información relacionada con las propiedades tecnológicas de estos clones para productos distintos del tablero contrachapado, principal uso de la madera de chopo en España.

Las propiedades tecnológicas de la madera de cada uno de estos clones inciden en el procesado, el rendimiento y la calidad final del producto a elaborar. Las propiedades físico-mecánicas como el módulo de elasticidad de la madera, el módulo de ruptura y la densidad son fundamentales para optimizar la rigidez y el comportamiento mecánico del producto final y su idoneidad para su uso en diferentes aplicaciones. Estas propiedades varían en función del clon, edad de la plantación, calidad estacional, densidad de plantación e incluso dentro de cada individuo a lo largo del fuste.

En el marco del GO BIOPOPTECH, hemos trabajado en la fabricación y evaluación de un producto de ingeniería de madera, el LSL (Laminated Strand Lumber). El LSL es un macro tablón elaborado a partir de astillas de chopo, que encolados con resinas de poliuretano y tras un proceso de prensado se convierte en un producto técnico de altas prestaciones para su uso en construcción.

2. Objetivos

Debido a que las propiedades tecnológicas de la madera van a repercutir en el procesado y en la calidad final del producto, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar las diferencias en propiedades tecnológicas de tableros LSL fabricados con astillas de los cinco clones más plantados en España, I-214, Raspalje, Beaupré, MC y Unal.

3. Metodología

El tronquillo, material que se astilla para fabricar el LSL, se obtiene de la porción superior del fuste de los árboles y son trozas con un diámetro inferior a 22 cm, diámetro mínimo con el que se puede realizar el desenrollo del chopo en la fabricación de tableros contrachapados. El tronquillo utilizado en el marco del proyecto, se obtuvo luego de la explotación de las parcelas productivas realizada por parte de Garnica, integrante del GO BIOPOPTECH. Realizadas las tareas de aprovechamiento, el tronquillo fue enviado a Tabsal SL, otra de las industrias que participaba en el proyecto y único productor en España de tablero LSL.

El tronquillo se obtuvo de 14 parcelas productivas con edades comprendidas entre 14 y 16 años de edad, distribuidas en las cuencas del Duero y del Ebro. El tronquillo se mantuvo debidamente identificado en función de su parcela de origen y clon. En total, se fabricaron 84 probetas (1000x100x40 mm), 6 por clon y parcela que se mantuvieron individualizadas con pintura de color asegurando su trazabilidad



monte industria. La producción se realizó en dos periodos, noviembre 2023 y mayo 2024 y luego las probetas se enviaron al laboratorio de Fundación Cesefer, otro de los integrantes del proyecto, donde se realizaron los ensayos de caracterización físico-mecánica. Siguiendo la norma UNE-EN 408:2003 se obtuvo el módulo de elasticidad (MOE) y resistencia a flexión (MOR). La densidad se evaluó según norma UNE-EN 408:2004 para conocer el valor medio de toda la muestra.

El clon Raspalje presentó los mayores valores de MOR (33 N/mm²) y MOE (10774 N/mm²) diferenciándose de manera significativa del clon Unal. La densidad media de toda la muestra fue de 637 kg/m³. Los resultados indican que, con madera de baja calidad, se puede elaborar un producto de prestaciones estructurales superiores a una clase C30 (UNE-EN 338).

4. Resultados y Discusión

Los resultados muestran diferencias en MOE y MOR entre clones (Tabla 1). El clon Raspalje presentó los mayores valores de MOR (33 N/mm²) y MOE (10774 N/mm²) diferenciándose de manera significativa del clon Unal. La densidad media de toda la muestra fue de 637 kg/m³ sin diferencia entre clones debido a que en el proceso de fabricación del LSL se aplica la misma presión densificando las muestras de similar manera.

Tabla 1. Comparación de madera de sierra señalada respecto a madera de sierra aserrada

	MOE (kN/mm ²)	MOR (kN/mm ²)	Densidad (Kg/m ³)
CLON			
Unal	7770,2 a	25,6 a	657,5 a
Beaupre	9201,8 ab	27,5 ab	628,5 a
I-214	9849,2 ab	31,4 b	639,9 a
MC	10168,5 b	29,0 ab	628,2 a
Raspalje	10774,5 b	33,1 b	649,5 a

5. Conclusiones

Los resultados indican que, con madera de muy baja calidad proveniente de una porción del árbol que por lo general se usa para astillado, se puede elaborar un producto de prestaciones estructurales excelentes que dependiendo del clon empleado puede ser superior a una clase C30 (UNE-EN 338).

6. Agradecimientos

Todos los trabajos realizados en la investigación fueron posibles gracias a la colaboración de y compromiso de todos los socios integrantes del proyecto. Lamentablemente, en el lapso en que se presentó el resumen de este trabajo y la



actual presentación de este resumen extendido, la empresa TABSAL SL ha dejado de existir. No hay en Europa un productos de tablero LSL.

7. Bibliografía

RUEDA J, GARCÍA CABALLERO JL, MARTÍNEZ SIERRA F, PRADA MA (2020). Viveros de chopos en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 127 pp.