

# DESARROLLO INICIAL AÉREO Y RADICULAR DE *Pinus taeda* PROPAGADO POR SEMILLA Y ESTACAS

INITIAL AERIAL AND ROOT DEVELOPMENT OF *Pinus taeda* PROPAGATED BY SEEDLING AND CUTTINGS

Fecha de recepción: 11/01/2016 // Fecha de aceptación: 24/08/2016

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el aéreo y desarrollo radicular de plantas de *Pinus taeda*, propagadas por estacas enraizadas y semillas se instaló un ensayo con un diseño completamente aleatorizado y 6 réplicas. Las plantas se instalaron en contenedores de 10 litros. Los tratamientos en evaluación fueron: i) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en suelo, ii) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en Hidroponía y iii) Plantas de semilla. A los 6 meses de edad se evaluó el diámetro a la altura del cuello, la altura, arquitectura radicular, peso seco de raíces y parte aérea. No se detectaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas. El desarrollo radicular y aéreo de las plantas propagadas por estacas y semillas fue similar.

**Palabras claves:** *Pinus taeda*; plantas por estaca, plantas madre, hidroponía.

## SUMMARY

An assay with a completely randomized design and 6 replicates was installed to evaluate *Pinus taeda* aerial and root development. The plants were installed in 10 liter containers. The treatments under study are: i) plants vegetative propagated from mother plants in soil, ii) plants vegetative propagated from mother plants in Hydroponics and iii) seedlings. Weekly, diameter at neck, height, old, root architecture, dry root, weight and dry weight of the aerial parts was measured. At 6 month old, root architecture, dry root weight and dry weight of the aerial parts was measured. After six month old, no significant differences between treatments for all variables were not detected. The root and aerial plants propagated by cuttings and seed development were similar.

**Key words:** *Pinus taeda*; cuttings; mother plants; hydroponics

### **Raúl Schenone**

Ing. Ftal Msc. Profesor de Práctica para la formación Univ. del Salvador. [rschenone@cmpc.com.ar](mailto:rschenone@cmpc.com.ar)

### **Raúl Pezzutti**

Ing. Forestal Dr. Profesor titular de Dasonomía Universidad del Salvador [rpezzutti@cmpc.com.ar](mailto:rpezzutti@cmpc.com.ar)

### **Silvana Caldato**

Ing. Forestal Dr. Consultora Grupo Ecos. [scaldato@yahoo.com.br](mailto:scaldato@yahoo.com.br)

### **Cintia Meneses**

Estudiante de la carrera de Agronomía. Universidad del Salvador. [menesescm@hotmail.com](mailto:menesescm@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Argentina posee en la actualidad 1.200.000 has de bosques cultivados. Estos bosques están conformados casi exclusivamente por especies exóticas donde predominan las coníferas, eucaliptos y salicáceas. El 60 % de las plantaciones forestales corresponde a especies de coníferas, fundamentalmente *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* (BEALEY Y ORTIZ 2013).

En la actualidad, las empresas forestales que plantan *Pinus taeda* en escala comercial utilizan plantines provenientes de semillas y en algunos casos provenientes de estacas. La propagación vegetativa de *Pinus taeda* ha sido investigada en el mundo entero encontrándose resultados de diversa índole con relación al enraizamiento de las estacas. La ventaja competitiva que ofrece la macropropagación en estos casos es la de poder llevar a campo plantines de mejor calidad genética a gran escala (NIELLA *et al.* 2010). Otra ventaja de la macropropagación es la utilización de silvicultura clonal. Para STOVALL *et al.* (2011), la misma ofrece la oportunidad de aumentar la productividad y uniformidad de las plantaciones. En los viveros donde se realiza este tipo de actividad normalmente se producen plantas madres las cuales son manejadas para la producción de brotes de calidad los cuales luego son utilizados como estacas para enraizamiento y producción de plantas denominadas "cuttings". Normalmente las plantas provenientes de este sistema de producción presentan un sistema radicular variable entre individuos y muy diferente al sistema radicular proveniente de un sistema de producción por semillas. La producción de raíces está influenciada por el tenor de auxinas, carbohidratos, calidad del sustrato, irrigación y el sistema de producción utilizado en el vivero entre otros factores (HANSEN, 1978; OLIVEIRA *et al.* 2005 y NIELLA, 2010). La estructura del sistema radicular está influenciada por el sistema de producción de plantas y puede afectar el desarrollo de los plantines a campo (MATTEI, 1994).

El objetivo del presente trabajo, fue evaluar el desarrollo aéreo y calidad de raíces de plantas de *Pinus taeda* producidas por estacas y semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue desarrollado en el campus de la Universidad del Salvador "San Roque Gonzáles de Santa Cruz" cerca de la localidad de Gobernador Virasoro.

El clima de la región es de tipo Subtropical húmedo sin estación seca. La precipitación media anual es de 1800 mm. La temperatura media máxima es de 26.5°C, la temperatura media mínima es de 15,7°C y la

temperatura media: 21.1°C. Finalmente la Humedad Relativa es de 72%.

Los tratamientos evaluados fueron: i) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en suelo (Cutting Suelo), ii) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en Hidroponia (CuttingHidroponia) y iii) Plantas producidas a partir de semilla (Plantas Semilla).

Para la producción de plantas de propagación vegetativa (Cutting Suelo y CuttingHidroponia), se utilizó la misma familia de polinización controlada. Para la producción de plantas producidas a partir de semilla, se utilizó una familia de polinización abierta cuya madre fue la misma que la utilizada en los tratamientos de propagación vegetativa.

Las plantas de semilla se produjeron en contenedores de 93 centímetros cúbicos y las plantas de propagación vegetativa en tubetes de 120 centímetros cúbicos. En este último caso se instalaron estacas de 2 milímetros de diámetro y 7 centímetros de altura. El proceso de viverización fue de 8 meses. Las plantas se produjeron en un invernadero con condiciones controladas de humedad y temperatura (<35°C, Humedad relativa mayor 90%). Luego del mismo, las plantas de los tratamientos evaluados presentaron valores cercanos a los 15 centímetros de altura y 3 milímetros de diámetro.

A continuación en la tabla 1, se presentan las características de las plantas de los 3 tratamientos evaluados, previo al trasplante a macetas de 10 litros.

**Tabla 1. Diámetro a la altura del cuello y altura de plantas de los 3 tratamientos evaluados**

**Table 1. Plants collar diameter and height for 3 treatments evaluated**

Tratamiento	HT (cm)	STD(HT)	DAC (mm)	STD(DAC)
Cutting Suelo	16.1	1.42	3.0	0.05
CuttingHidroponia	14.6	1.35	3.0	0.07
Plantas de Semilla	15.8	1.21	3.1	0.08

HT: media aritmética de altura en centímetros, DAC: media aritmética diámetro a la altura del cuello en milímetros, STD (HT): Desvío estándar de altura, STD(DAC): Desvío estándar de diámetro a la altura del cuello.

Las plantas fueron instaladas en contenedores de diez litros. Se utilizó como sustrato corteza de pino compostada con tres kilogramos por metro cúbico de Basacote® Plus 12 M (15-8-12 + Micronutrientes).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 6 réplicas y parcelas de una planta. Semanalmente se tomaron datos de diámetro a la altura del cuello en milímetros (DAC), altura total en centímetros (HT). Estas mediciones fueron graficadas para verificar la tendencia de las dos variables.

A los 6 meses de edad, se midió DAC, HT, peso seco de parte aérea (PSA) y peso seco de parte radicular (PSR) de todas las plantas del experimento. Para la evaluación del sistema radicular, las plantas fueron extraídas de los contenedores y retirado el sustrato lavando con agua cuidando de mantener intactos los sistemas radiculares. Las diferencias entre cada tratamiento fueron registradas mediante fotos. Las variables fueron evaluadas mediante un análisis de varianza (ANOVA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación en la figura 1, se presenta la evolución semanal de los tres tratamientos evaluados para HT.

Como puede observarse en la figura 1, los valores de crecimiento en altura fueron menores entre 6 de septiembre y el 18 de octubre. Luego de esta fecha los incrementos fueron mayores. Probablemente este fue el período inicial de establecimiento de las plantas en los contenedores mayores. Respecto a los tratamientos se observa que las plantas de cutting producidas a partir de plantas madres en suelo crecieron menos en el período evaluado. A partir del 27 de diciembre (98 días luego de la instalación del estudio), las plantas de semilla superaron a las plantas de cuttings producidas a partir de plantas madres en

hidroponía. Esta diferencia no resultó estadísticamente significativa para ninguna edad analizada. Struve y McKeand, (1990), obtuvieron diferencias significativas en crecimiento a favor de plantas de semilla comparadas con cuttings a partir de los 4 años de edad para *Pinus strobus L.* En este caso la sobrevivencia resultó superior en plantas provenientes de cuttings. En contraposición, DIERAUF (1973), obtuvo mayores crecimientos en altura a los 2,4 y 6 años para cuttings de *Pinus taeda* en relación a plantas de semilla en el sur de Estados Unidos.

A continuación, se presenta en la figura 2 la evolución semanal de diámetro a la altura cuello (DAC), hasta los 6 meses de edad.

En la figura 2, no se evidenciaron diferencias entre plantas de cuttings provenientes de los dos sistemas de propagación vegetativa mientras que las plantas de semilla, tuvieron un crecimiento acumulado superior a los cuttings desde el 7 de febrero del año 2014 en adelante (150 días desde el establecimiento del estudio). De igual manera que para altura estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

A continuación, en la tabla 2, se presenta el resultado del análisis de la varianza a los 6 meses de edad para DAC, HT, PSA y PSR.

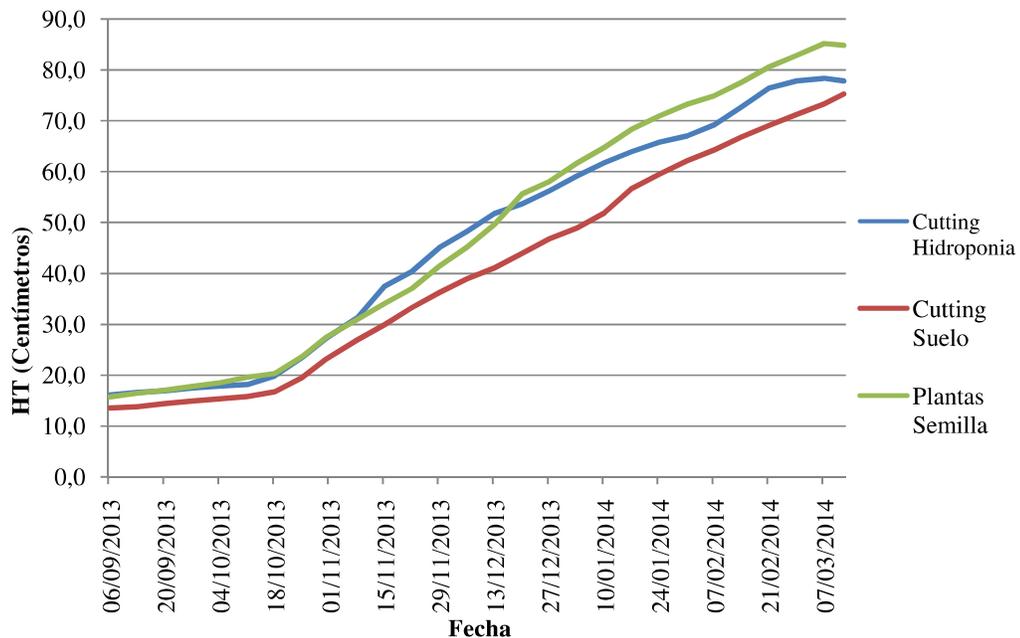
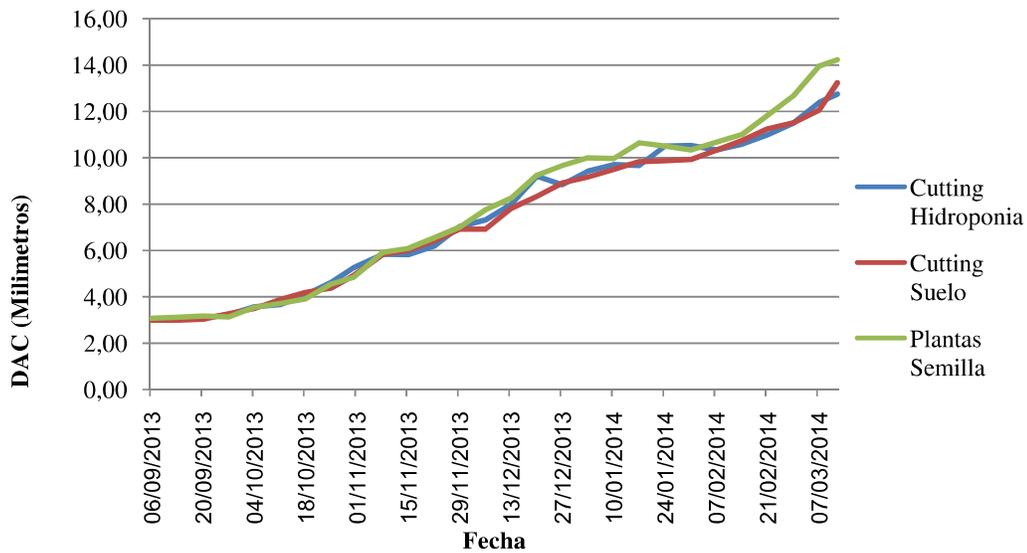


Figura 1 – Crecimiento acumulado en HT semanal para los tres tratamientos evaluados  
 Figure 1 – Accumulated growth in weekly HT for the three evaluated treatments.



**Figura 2 – Crecimiento acumulado en DAC para los tres tratamientos evaluados**  
**Figure 2 – Accumulated growth in collar diameter for evaluated treatments**

**Tabla 2: Resultado del análisis de la varianza (ANOVA) a los 6 meses de edad para DAC, HT, PSA y PSR**  
**Table 2: Result of variance analysis (ANOVA) at 6 months age for diameter at neck, height, dry root weight and dry weight of the aerial part**

Variable	F	p-valor	CV Exp. %	Media
HT	1.56 ns	0.24	12.3	79.0 cm
DAC	1.80 ns	0.20	10.3	13.4 mm
PSA	1.26 ns	0.31	19.8	73.0 gr
PSR	0.52 ns	0.61	17.8	26.1

HT: altura en centímetros, DAC: diámetro a la altura del cuello en milímetros, PSA: peso seco de la parte aérea, PSR: peso seco de la parte radicular, F: Valor F de Fisher, p-valor: Probabilidad de F, CV Exp. %: Coeficiente de variación experimental, Media: Media aritmética y ns: diferencias estadísticas no significativas.

Los resultados del análisis de la varianza revelan, para las variables evaluadas a los 6 meses de edad la no existencia de diferencias estadísticas significativas.

Los materiales de las familias de cuttings y seedling, si bien tienen parentesco no son exactamente las mismas. También hay diferencias en el tamaño de contenedor. Para ZAS *et al.* (2005) la correlación entre el crecimiento inicial en vivero de diferentes familias de *Pinus pinaster* y edades avanzadas fue muy baja. Para BALOCCHI *et al.* (1993), la correlación genética entre familias de *Pinus taeda*, sigue una tendencia de aumento lineal entre el año 1 y 16. Siendo muy baja la correlación entre el año 1 y 16 (0.13). Según

DeNOVAES *et al.* (2001), en su estudio sobre el desempeño de plantas de *Pinus taeda* producidas en dos tipos de contenedores, 6 meses después de la siembra, no obtuvo diferencias significativas entre las medias de los pesos secos de las partes aéreas y radicales de los tratamientos. Para DE ARAUJO (1995), la altura de las plantas y el diámetro del cuello constituyen los parámetros más importantes para estimar el crecimiento a campo. En este estudio se seleccionaron plantas de estaca y semilla con valores similares de diámetro de cuello y altura (Ver Tabla 1) para su instalación en contenedores de 10 litros. Esto explica en parte la no existencia de diferencias significativas a los 6 meses de edad.

Los valores de crecimiento en altura pueden ser considerados muy altos. El promedio de todos los tratamientos fue de 79.3 cm de altura. FAUSTINO, *et al.* (2012), obtuvieron para *Pinus taeda* en la provincia de Misiones valores de crecimiento en altura al año de edad que variaron entre 45 y 60 cm.

FRAMPTON *et al.* (2002), a los 5 años de edad, evaluaron diferentes tratamientos de plantas de cuttings de *Pinus taeda* de diferente tamaño y forma no tuvieron diferencias en crecimiento. En el mismo estudio los autores encontraron diferencias significativas entre tratamientos con plantas que presentaban un pobre sistema radicular y plantas normales.

FOSTER *et al.* (1986), relatan el efecto de reducción de la productividad a campo en plantas de propagación vegetativa producidas a partir de plantas madres de 4 a 5 años de edad. Para CASO (1992), la aptitud para propagación vegetativa en coníferas depende de varios factores como el grado de juvenilidad de material vegetal utilizado, diferencias del material genético, el estado ontogénico y factores asociados con la fisiología de la planta donante. En los dos tratamientos de cuttings evaluados, las plantas madres utilizadas tuvieron una edad inferior a los 4 años. La utilización de estacas juveniles, en la producción de plantas explica el buen desarrollo de los sistemas radiculares y parte aérea de plantas propagadas por cuttings.

A continuación en la tabla 3, se presentan las medias aritméticas y desvíos estándar de cada

tratamiento para las 4 variables estudiadas al finalizar el estudio (6 meses de edad).

Las medias presentadas no se diferencian estadísticamente en el análisis de la varianza como se presentó en el cuadro anterior. Los valores HT, DAC y PSA, fueron algo superiores en las plantas producidas por semilla. Sin embargo para PSR se verifica lo opuesto, las plantas producidas por cuttings presentan valores algo superiores a plantas provenientes de semilla.

De ASSIS *et al.* (2004), reporta las ventajas del uso de sistemas hidropónicos en especies forestales. Entre las mismas pueden mencionarse: mayor enraizamiento, mejor conformación del sistema radicular y mayor uniformidad en la producción de plantas. En el presente estudio los tres sistemas de producción no se diferencian presentando un adecuado desarrollo de la parte radicular y aérea.

Respecto a la arquitectura del sistema radicular, se registraron mediante fotos las 6 plantas correspondientes a cada tratamiento. Pudo verificarse que las raíces se desarrollaron de manera normal en las plantas de propagación vegetativa. La única diferencia detectada fue la inexistencia de raíz pivotante en las plantas provenientes de estacas. La misma en este caso fue reemplazada por dos o 3 raíces adventicias de mayor desarrollo. Para DEASSIS *et al.* (2004), el conocimiento de los mecanismos de formación de raíces adventicias es clave para el desarrollo exitoso de la propagación vegetativa.

**Tabla 3: Promedio para las 4 variables estudiadas (DAC, HT, PSA y PSR)**  
**Table 3: Average for the 4 studied variables (DAC, HT, PSA and PSR)**

Variable	Cutting Suelo	Cutting Hidroponia	Plantas Semilla	Promedio
HT (cm)	75.3 (8.1)	77.8 (9.1)	84.8 (6.2)	79.2
DAC (mm)	14.2 (1.1)	12.7 (1.6)	13.2 (1.2)	13.4
PSA (gr)	69.2 (9.6)	69.5 (7.35)	80.6 (8.5)	73.1
PSR (gr)	27.47 (5.2)	25.95 (5.5)	24.75 (4.5)	26.1

HT: altura en centímetros, DAC: diámetro a la altura del cuello en milímetros, PSA: peso seco de la parte aéreo, PSR: peso seco de la parte radicular, ( ): Desvío estándar de los promedios de cada variable.

A continuación en las fotos 1, 2 y 3 se presentan las principales diferencias en los sistemas radiculares de las plantas producidas.



**Foto 1: raíz de planta proveniente de estaca de planta madre hidropónica**  
**Photo 1: Root of a plant that comes from a cutting of a hydroponics mother plant**



**Foto 2: raíz de planta proveniente de estaca de planta madre en suelo**  
**Photo 2: Root of a plant that comes from a cutting of a mother plant in soil**



**Foto 3: raíz de planta proveniente de semilla**  
**Photo 3: Root of a plant that comes from seeds**

Según GOLFARB, *et al.* (1998), el número de raíces y la simetría de las mismas no se correlacionan significativamente con el crecimiento en altura al primer año de edad. En este sentido los resultados son coincidentes a los obtenidos en el presente estudio en que plantas con sistemas radiculares bastante diferentes no presentaron diferencias en el crecimiento a los 6 meses de edad.

Para ALZUGARAY, *et al.* (2004), el mayor volumen radicular medido antes de la plantación, para pino oregón en Estados Unidos, se asoció con la sobrevivencia y desarrollo luego de dos temporadas de crecimiento. Los tratamientos evaluados en este trabajo presentaron a los 6 meses de edad el mismo volumen radicular y crecimiento de la parte aérea.

## CONCLUSIONES

Las plantas producidas por semilla y por estaca se mostraron vigorosas con valores promedio de 13.4 mm y 79.2 cm de diámetro y altura respectivamente.

A los 6 meses de edad no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los métodos de propagación para las 4 variables estudiadas (HT, DAC, PSA y PSR).

El sistema radicular de las plantas producidas por estacas presenta un excelente desarrollo. En este caso las plantas no poseen raíz pivotante que es reemplazada por 2 o 3 raíces adventicias de mayor desarrollo, sin embargo esto no afectó de forma detectable el desarrollo de las plantas.

## BIBLIOGRAFÍA

ALZUGARAY, P., Haase, D., Rose, R. 2004. Efecto Del volumen radicular y La tasa de fertilización sobre El comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsugamenziesii* (Mirb.) Franco) producidas com el método 1+1. Bosque (Valdivia), 25(2), 17-33.

BALOCCHI, C. E., Bridgwater, F. E., Zobel, B. J., Jahromi, S. 1993. Age trends in genetic parameters for tree height in a nonselected population of loblolly pine. *Forest Science*, 39(2), 231-251.

BEALE, I., Ortiz, E. C. (2013). El Sector Forestal Argentino: Eucaliptos. *Revista de Divulgación Técnica (REDITA-FCA, UNCa)*, 53, 1-10.

CASO, O. H. 1992. Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de especies lenhosas. *Agrisciencia*, Vol IX N°1: 5-16p.

DEARAUJO C. J. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Universidade Federal do Paraná. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.

- DE ASSIS, T. F., Fett-Neto, A. G., & Alfenas, A. C. 2004. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on Eucalyptus. Plantation Forest biotechnology for the 21st century. Research Signpost, Trivandrum, India, 303-333.
- DE NOVAES, A. B. 1998. Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de Pinus taeda L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Paraná).
- DIERAUF, T. A. 1973. Effect of seedling grade on survival and growth of loblolly pine seedlings. *Va Div Forest Occas Rep.*
- FAUSTINO, L., Bulfe, N. M., Pinazo, M., Graciano, C. 2012. Crecimiento de cuatro familias de Pinus taeda en respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo en el establecimiento de la plantación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111.
- FOSTER, G. S., Lambert C. C., Greenwood, M. S. 1987. Growth of loblolly pine rooted cuttings compared with seedlings. *Can. J. FOR. RES. VOL. 17.*
- FRAMPTON, J., Fikret, I. and Goldfarb, B. 2002. Effect of nursery characteristics on field survival and growth of loblolly pine rooted cuttings. *SJAF 26(4).*
- GOLFARB, B., Surles, S. E., Thetford, M., Blazich, F. A. 1998. Effects of root morphology on nursery and first-year field growth of rooted cuttings of loblolly pine. *Southern Journal of Applied Forestry*, 22(4), 231-234
- HANSEN, J., Strömquist, L. H., & Ericsson, A. 1978. Influence of the irradiance on carbohydrate content and rooting of cuttings of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Physiology*, 61(6), 975-979.
- MATTEI, V. L. 1994. Deformações radiculares em plantas de Pinus taeda L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semente direta. *Ciência Florestal*, 4(1), 9-21.
- NIELLA, F., Rocha P., Pezzutti, R., Schenone, R. 2010. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de Pinus taeda y Pinus elliottii x caribaea: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. *Revista Forestal YVYRARETA 17*, pp.14-19.
- OLIVEIRA, A. P. D., Nienow, A. A., & Calvete, E. O. 2005. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. *Revista Brasileira de Fruticultura.*
- STOVALL, P., Carlson, C., Seilera J., Fox, T., Yaneza, M. 2011. Growth and stem quality responses to fertilizer application by 21 loblolly pine clones in the Virginia Piedmont. *Forest Ecology and Management*. Vol 261, Issue 3, 1 February, Pages 362-372.
- STRUVE, D. K., McKeand, S. E. 1990. Growth and development of eastern white pine rooted cuttings compared with seedling through 8 years of age. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(3), 365-368.
- ZAS, R., Merlo, E., López, C., Fernández, J. 2005. Evaluación en vivero de familias de Pinus pinaster correlación con su comportamiento adulto en campo. *Cuarto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.*