



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

6CFE01-216

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## **Caracterización de castaño híbrido en cultivos clonales de vivero. Efecto del tipo de multiplicación y la fertilización de recría en el cultivo clonal de castaño híbrido**

LARIO LEZA, F.J.<sup>1</sup>, OMIL, B.<sup>3</sup> y MERINO, A.<sup>3</sup>, OCAÑA, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vivero de Maceda. Dirección Técnica. Empresa de Transformación Agraria SA  
Ctra. Maceda-Valdrey km 2 32708 Maceda-Ourense.

<sup>2</sup> Dirección Adjunta de I+D+i. Empresa de Transformación Agraria SA  
C/ Cristobal Bordiú, 19-21 6ºD 28003 Madrid.

<sup>3</sup> Departamento de Edafología y Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior de Lugo,  
Universidad de Santiago de Compostela 27002 Lugo.

### **Resumen**

Se valoró cómo el origen del propágulo clonal y la fertilización de su recría influyen en el crecimiento del castaño híbrido en vivero. Se estudió la producción de una campaña viverística de castaño híbrido monoclonal sometida a 4 programas de fertilización NPK 150-60-150 con un rango de 29 mg a 1538 mg de Nitrógeno aportado en cada aplicación semanal sobre 2 tipos de multiplicación, *ex vitro* de macroestaquilla e *in vitro* de microestaquilla. Todos los tratamientos se caracterizaron morfológicamente al comienzo de la recría, al final del cultivo, y transcurridos 1 año desde su plantación en campo.

Solamente la fertilización en vivero tuvo un efecto significativo en el tamaño final de la planta tras 2 años en campo ( $p < 0,001$ , para altura y diámetro finales). Por tanto, el formato de origen no influyó significativamente, ni tampoco su interacción con la fertilización de vivero. La mejor fertilización, la que produjo mayores tamaños de planta:  $111,2 \pm 28,0$  y  $95,5 \pm 31,5$  cm de altura y  $9,7 \pm 2,6$  y  $8,7 \pm 2,6$  mm de diámetro, fue la que aportó 268 mg de N acumulados en el cultivo, tanto en macro como en microestaquillas, respectivamente.

### **Palabras clave**

*Castanea*, estaquilla, calidad, predicción, campo.

### **1. Introducción**

La importancia económica del castaño hace que la utilización de la multiplicación vegetativa se considere a la hora de aprovechar las aptitudes deseables de determinados genotipos. La afección de enfermedades o la producción de madera y fruto son algunas de estas aptitudes deseables de reproducir en las plantaciones de castaño. Tradicionalmente esta multiplicación se ha hecho por acodo bajo (MIRANDA-FONTAÍÑA y FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1992), y aunque el estaquillado semiherbáceo bajo niebla se probó con relativo éxito para híbridos de *Castanea mollissima* y *Castanea dentata* cuando se intentó con *Castanea sativa* y *Castanea crenata* se obtuvieron pobres resultados. Tragsa lleva trabajando en la reproducción vegetativa del castaño desde el año 1998, y ha mejorado considerablemente los rendimientos obtenidos mediante estaquillado semiherbáceo (RODRÍGUEZ *et al*, 2005), y desde 2004 fecha en la que comenzó la producción *in vitro*, también los rendimientos obtenidos en la aclimatación de vitroplantas.

Por otro lado, diferentes estudios muestran la influencia positiva de la fertilización en vivero en el crecimiento y supervivencia en campo (LUIS et al., 2009; SALIFU et al., 2005; FRAYSSE & CREMIERE, 1998).

TIMMER en 1997 (citado en SALIFU & TIMMER, 2003), propuso un modelo conceptual de carga de nutrientes o estado nutricional de la planta en función del nutriente disponible con el fin de racionalizar la aplicación de fertilizantes en el cultivo de planta. En este modelo se predice, además, la relación con el desarrollo de la planta, y el estado nutricional se determina en función de la concentración y del contenido en tejido.

SALIFU & TIMMER (2003) utilizaron por primera vez un modelo para determinar dosis óptimas de aplicación de nutrientes para un plantel específico, en concreto de *Picea mariana*. Esto permitió establecer como, aplicación óptima de Nitrógeno la de 64 mg por planta, presentando síntomas de toxicidad con aplicaciones de 80 mg de N/plántula. En *Quercus rubra* se determinó la fertilización óptima con el aporte de 1,6 g de Nitrógeno por planta (SALIFU et al, 2005). En *Quercus rubra* y *Quercus alba* se consiguió mejorar el comportamiento en campo tras la redistribución exponencial de la carga fertilizante, encontrando el óptimo de carga nutricional entre 1,26 y 1,68 g de Nitrógeno por planta (SALIFU et al, 2009).

Aunque sí se ha comprobado la mejora de la producción en campo derivada de la utilización conjunta de la mejora genética y el cultivo *in vitro* con respecto a la mejora genética y la multiplicación sexual (GUPTA et al, 1991) esta puede deberse al aprovechamiento de la variación no aditiva resultante de la clonación de individuos (ZOBEL & TALBERT, 1988), y no se conoce ningún estudio en que se haya comparado la multiplicación vegetativa *in vitro* con la *ex vitro* con un mismo genotipo tal y como se hace en el presente trabajo.

Uno de los factores fundamentales del comportamiento en campo es el tamaño de la planta y su concentración de nutrientes. Las predicciones del modelo de Villar-Salvador para explicar la respuesta en supervivencia de especies forestales en ambientes Mediterráneos: un aumento del tamaño de la planta y contenido de Nitrógeno provocaría un aumento del crecimiento radical; la remobilización de Nitrógeno aumentaría con el aumento del contenido en Nitrógeno; aumentos en el tamaño de planta y concentración nutricional aumentaría el potencial hídrico y la tasa fotosintética; e incrementos en el tamaño de planta y raíces nuevas incrementaría la capacidad hidráulica de la planta (VILLAR-SALVADOR et al, 2012), podrían apoyar también la idea de que plantas de mayor tamaño y concentración de nutrientes al final de su cultivo en vivero crecieran más en campo en clima Atlántico. Por tanto, distintos formatos derivados del sistema de multiplicación utilizado podrían generar plantas con distintas capacidades de desarrollo en campo, para estos ambientes.

Por otro lado, en el vivero de Maceda se produce planta clonal por macroestaquilla en un proceso *ex vitro* en el que el tamaño de la estaquilla es de 5 a 8 cm, o por microestaquilla en un proceso *in vitro* en el que se establecen brotes de 1-1,5 cm a partir de estacas forzadas a brotar en laboratorio. Estos brotes se desarrollan y generan nuevas microestaquillas que pueden “repicarse”, volver a establecerse, para continuar el cultivo o cosecharse para su enraizamiento. Tanto macro como microestaquillas se disponen a enraizar en substratos de cultivo tras inmersión basal en una solución de AIB hidrosoluble a 1000 ppm. La aparición de raíces comienza en torno al mes en el caso de las macroestaquillas y en torno a los 15 días en el caso de las microestaquillas.

El enraizamiento y desarrollo de las macroestaquillas tiene lugar en la primavera y verano en invernadero de enraizamiento con elevada humedad, sombreado y renovación de aire cargado de humedad como sistema de refrigeración. En el caso de las microestaquillas, si el enraizamiento tiene lugar en primavera-verano las condiciones son análogas, pero dado su menor tamaño y por tanto el menor espacio necesario, el enraizamiento puede tener lugar durante todo el año en condiciones controladas. En este último caso, al cabo de un mes comenzaría el proceso de adaptación a las condiciones de ambiente exterior, que se completa al cabo de 3 meses desde el enraizamiento.

Por todo ello, se generan propágulos de distintos tamaños y conformación morfológica en función del tipo de multiplicación susceptibles de producir respuestas distintas en campo.

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es caracterizar, durante el cultivo en vivero, la planta de castaño multiplicada por *ex vitro* con macroestaquilla e *in vitro* con microestaquilla y su interacción con un rango amplio de programas de fertilización para hacer recomendaciones sobre este aspecto. Además, se quiere contrastar el comportamiento conseguido en campo que corrobore la idoneidad de los formatos y fertilizaciones de vivero.

## 3. Metodología

Se ensayó el efecto combinado de 4 programas de fertilización (F) y 2 tipos de multiplicación (M) en la recría en vivero y comportamiento en campo de material clonal de híbridos artificiales de *Castanea sativa* Mill.

Los programas de fertilización ensayados se definieron por el aporte acumulado al final de la recría que fue de 29, 268, 825 y 1538 mg de Nitrógeno por planta hasta el momento de la plantación el 28 de enero de 2011. Los tipos de multiplicación ensayados fueron *in vitro* por macroestaquilla y *ex vitro* por microestaquilla.

El material genético ensayado fue el registrado como CL-C-721/H-S en el Catálogo Nacional de Materiales Forestales de Base.

Una vez concluida la fase de enraizamiento de los propágulos de ambos tipos de multiplicación, éstos se trasplantaron el 28 de mayo de 2010 a macetas de 2 l con fondo rejillado del tipo C-19-R de Sansanprodesing© con sustrato configurado por turba no fertilizada:vermiculita 80:20 y abono de liberación lenta 15-9-9 Osmocote Exact Standard© salvo en el tratamiento de sólo riego. La fertilización diferenciada con abono soluble de equilibrio NPK 150-60-150 se realizó a partir del 11 de agosto de 2010 hasta el 5 de noviembre del mismo año por inundación. A partir de ese momento sólo se regó hasta el momento de la plantación del ensayo de campo. El control de la solución fertilizante retenida por el sustrato se hizo por pesada antes y después de la fertirrigación.

El ensayo se configuró con un diseño de bloques completos aleatorizados de 4 repeticiones. En total se testaron 9 copias por combinación de tratamientos y momento de medición, lo que hizo un total de 72 plantas. En vivero se realizaron 2 mediciones, una primera medición el 15 de julio de 2010, previa a la primera fertilización para conocer el

estado inicial de los propágulos, y otra el 16 de noviembre de 2010, una vez se dio la recría por concluida y se consideró que la planta estaba lista para plantarse en campo.

El ensayo de campo se instaló el 3 de febrero de 2011 en Rodanillo, Bembibre-Ponferrada. Tiene una precipitación anual media de 834 mm, bien repartida por todo el año. La precipitación media de verano es de 88 mm. El período de sequía estival dura 2,17 meses. La temperatura media es de 11,3 °C y presenta una oscilación térmica media de 15,9 °C. Tiene heladas seguras durante 0,4 meses. La temperatura mínima del mes más frío es -0,2 °C. Se encuentra a 900 msnm y tiene una pendiente del 15 por ciento. El suelo es Cambisol húmico de pH ácido. Las coordenadas geográficas son 215.329 X, 4.727.046Y (datos recogidos del Visor ARC-GIS-SERVER INIA-MAGRAMA)

El diseño de ensayo fue el mismo que el del ensayo de vivero salvo que en total se ensayaron 12 copias por combinación de tratamientos, lo que hizo un total de 96 plantas, distribuidas en 4 repeticiones. Se hicieron 2 mediciones en campo el 28 de marzo de 2012 y el 28 de noviembre de 2012, por tanto, con 1 y 2 savias en campo respectivamente.

Las variables medidas descriptivas del desarrollo fueron altura (H) y diámetro (D) de la planta en vivero y campo, y también supervivencia (SUP) en campo.

Para el análisis de los datos se hizo un análisis de varianza ANOVA utilizando el procedimiento GLM de Statgraphics © de dos factores principales, programa de fertilización (F) en vivero y formato de multiplicación (M), además del factor principal repetición (B) y de la interacción entre los dos primeros. Todos los factores excepto la repetición se consideraron fijos. Para su realización se comprobaron las condiciones de partida de normalidad, homocedasticidad e independencia de los datos a través de los residuos del modelo.

Para el análisis de la supervivencia se ajustó un modelo de Regresión Logística con el procedimiento homónimo de Statgraphics © con los factores F, M y B de partida.

#### 4. Resultados

Durante la recría, el incremento de brote estuvo influenciado significativamente por M ( $p < 0,001$  para altura y diámetro de planta), por F ( $p < 0,014$  y  $p < 0,001$  para altura y diámetro de planta, respectivamente) y no lo estuvo por la interacción FxM. El conjunto de la planta procedente de macroestaquilla creció en altura  $7,4 \pm 0,8$  cm y la microestaquilla  $2,9 \pm 0,8$  cm, pero la menos fertilizada, con un programa de apenas 29 mg de N de aporte acumulado, lo hizo  $3,1 \pm 1,6$  cm y  $1,6 \pm 1,6$  cm para las macro y microestaquillas, respectivamente. La mínima fertilización que maximizó el crecimiento fue la que aportó 268 mg de Nitrógeno por planta, y consiguió  $8,5 \pm 1,6$  y  $3,9 \pm 1,6$  cm de crecimiento en macro y microestaquillas, respectivamente. Sin embargo, aunque no significativo, la media del crecimiento en macroestaquillas fue superior en el programa de fertilización que aportó 825 mg de N por planta, que fue de  $10,8 \pm 1,6$  cm. Teniendo en cuenta que esta media se calculó con 9 datos, que el promedio de los residuos del modelo fue de 2,9 cm y la media general del parámetro fue de 5,1 cm es posible que la potencia del análisis fuera demasiado baja y por tanto no se estuvieran detectando diferencias significativas donde realmente si las hay. De ser así, el mínimo tratamiento de fertilización que maximizaría el crecimiento en macroestaquilla sería el ya indicado de 825 mg de Nitrógeno por planta. En ese caso la planta de macroestaquilla

presentaría el estado de suficiencia según el modelo de SALIFU & TIMMER (2003) con mayor fertilización acumulada que la microestaquilla.

Los mejores crecimientos en diámetro se obtuvieron en el programa de fertilización de 268 mg de N aportados y consiguió desarrollos de  $5,4 \pm 0,3$  y  $4,1 \pm 0,3$  mm en las macro y micro estaquillas, respectivamente (Figura 1 y 2).

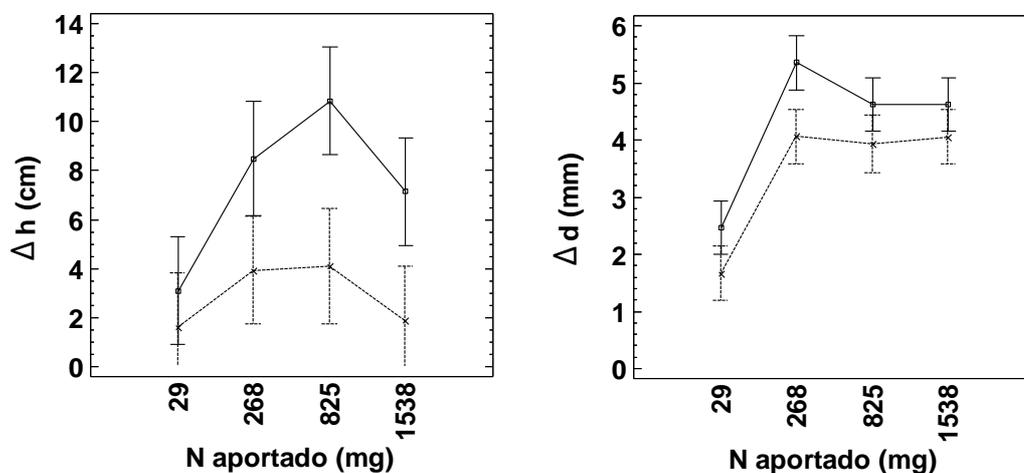


Figura 1 y 2. Medias minimocuadráticas con indicación del intervalo de la Mínima Diferencia Significativa del efecto de la interacción del tratamiento de fertirrigación y el formato de multiplicación ( $\square$  macroestaquilla,  $\times$  microestaquilla;) sobre el crecimiento en altura (izquierda), crecimiento de diámetro del cuello de la planta (derecha) desde un momento (15/7/2010) anterior al primer aporte de fertilización diferenciada (11/8/2010) hasta el momento de estar disponible para salir a plantación (16/11/2010)

Los tamaños de planta al finalizar la recría estuvieron también influenciados por los factores principales F ( $p < 0,001$  para altura y diámetro de planta) y M ( $p < 0,001$  para altura y diámetro de planta) y no lo estuvo por la interacción FxM. Teniendo en cuenta sólo los resultados significativos, la fertilización con el programa de 268 mg de N fue la menor con que se conseguían diferencias significativas de tamaño, a partir de la cual se aseguraría un consumo de lujo de nutrientes según el modelo de diagnóstico de SALIFU & TIMMER (2003). Con dicho programa de fertilización se consiguieron  $36,1 \pm 5,5$  y  $19,7 \pm 1,6$  cm de altura, y  $9,1 \pm 0,6$  y  $7,2 \pm 0,5$  mm de diámetro del cuello de la planta en macro y microestaquillas, respectivamente. Los programas de fertilización superiores no provocaron cambios significativos de tamaño por lo que podría estar indicando el almacenamiento de nutrientes o carga de lujo. (Figura 3 y 4).

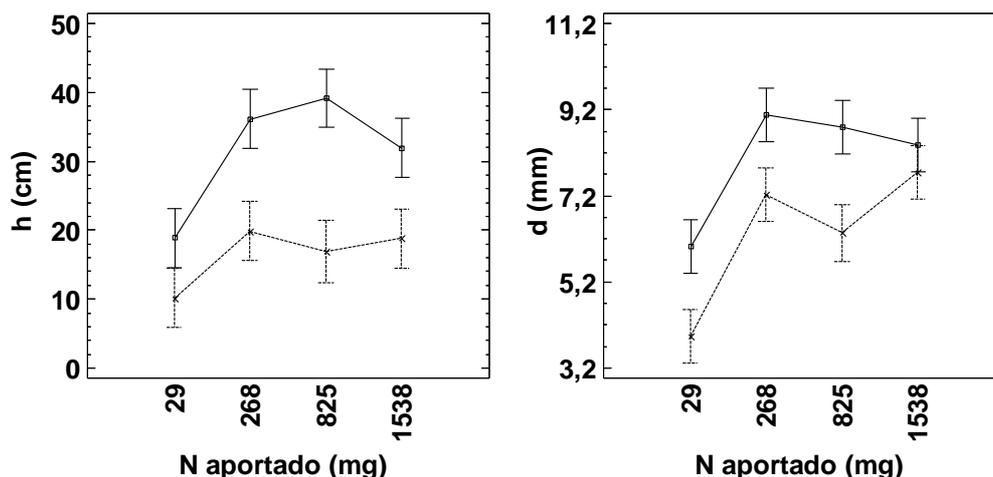


Figura 3 y 4. Medias minimocuadráticas con indicación del intervalo de la Mínima Diferencia Significativa del efecto de la interacción del tratamiento de fertirrigación y el formato de multiplicación (□ macroestaquilla, x microestaquilla) sobre el tamaño final: la altura total de la planta (izquierda) y el diámetro total del cuello de la planta (derecha) listo para salir a plantación (16/11/2010) tras recría.

La supervivencia media del ensayo fue del 80 por ciento. El modelo ajustado con F, M y B no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, se detectó que la planta de macroestaquilla en los 2 programas de menos fertilización tendía a presentar mayor supervivencia que la microestaquilla, tendencia que se revertía o anulaba en programas de fertilización mayores. (Figura 5).

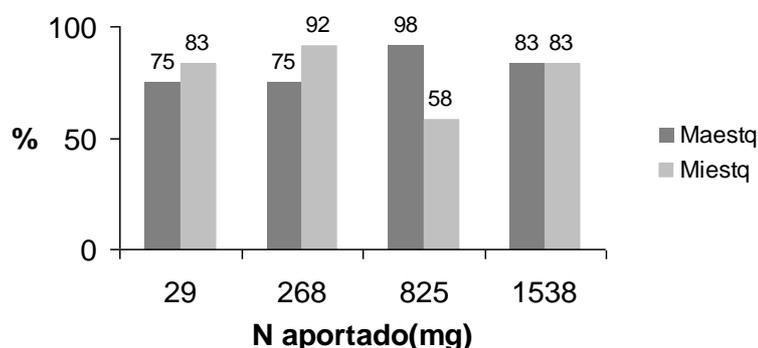


Figura 5 Supervivencia tras 1 año en campo de planta procedente de macro y microestaquillas y su interacción con la fertilización.

Después de 1 año en campo solamente F en vivero tuvo un efecto significativo en el tamaño de la planta ( $p < 0,001$ , para altura y diámetro finales). Por tanto, M no influyó significativamente, ni tampoco su interacción. La mejor fertilización, la que produjo mayores tamaños de planta en campo con el mínimo aporte de fertilizante,  $111,2 \pm 28,0$  y  $95,5 \pm 31,5$  cm de altura y  $9,7 \pm 2,6$  y  $8,7 \pm 2,6$  mm de diámetro, fue la que aportó 268 mg de N, tanto en macro como en micro estaquillas, respectivamente (Figura 6 y 7).

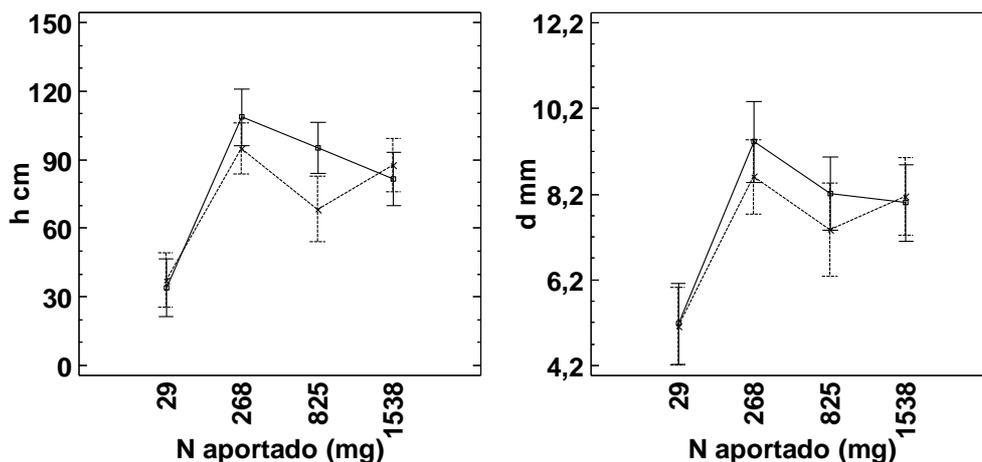


Figura 6 y 7. Medias minimocuadráticas con indicación del intervalo de la Mínima Diferencia Significativa del efecto de la interacción del tratamiento de fertirrigación y el formato de multiplicación (□ macroestaquilla, x microestaquilla) sobre el tamaño final: la altura total de la planta (izquierda) y el diámetro total del cuello de la planta (derecha) tras un año de plantación en campo

Los tratamientos cuyos propágulos fueron más grandes al comienzo de la recría en vivero crecieron más durante la misma y también en campo (Tabla 1).

Tabla 1 Correlaciones momento producto de Pearson para la altura (cm) de la planta en los distintos momentos de la recría y campo en los distintos tratamientos de fertilización F.

Correlación (Tamaño de muestra) Significación	H propágulo (15/7/2010)	H despacho (28/11/2010)	H primer año en campo (28/03/2012)	H segundo año en campo (28/11/2012)
H propágulo (15/7/2010)	-	0,9784 (8) p<0,0001	0,6721 (8) 0,0679	0,7932 (8) 0,0188
H despacho (28/11/2010)		-	0,6909 (8) 0,0578	0,7839 (8) 0,0213
H primer año en campo (28/03/2012)			-	0,9459 (8) 0,0004
H segundo año en campo (28/11/2012)				-

Además, tomando como referencia la altura media de los propágulos antes del trasplante asignados a la fertilización de 268 mg de N,  $24,4 \pm 2,9$  y  $15,9 \pm 1,3$  cm para macro y microestaquillas, respectivamente, la diferencia media de tamaño a favor de la macroestaquilla fue de  $9,0 \pm 7,5$  cm ( $p < 0,05$ ), siendo al final del cultivo de  $13,7 \pm 11,9$  cm ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, la diferencia media de las alturas tras 1 año en campo fue de  $15,5 \pm 31,2$  cm no significativa. Durante la fase de campo la diferencia entre macro y microestaquillas aumentó menos y la dispersión de los datos aumentó, el error estándar pasó a ser de 2,4 a 3,8 a 9,8 cm en microestaquillas y de 2,5 a 3,9 a 11,2 cm en macroestaquillas, en el propágulo, al final de la recría y tras un año en campo, respectivamente, explicando así la ausencia de significación en campo y demostrando el potencial mayor crecimiento en campo de la planta

de microestaquilla *in vitro*. Durante el segundo año de crecimiento en campo los crecimientos en altura de la planta entre tipos de multiplicación no fueron significativamente distintos.

## 5. Discusión

La planta de macroestaquilla, que era más grande al comienzo de la recría, creció más que la planta de microestaquilla durante la fase de vivero, demostrado por las altas correlaciones encontradas entre el tamaño del propágulo y los tamaños en las sucesivas etapas y apoya la mejora de las condiciones fisiológicas predichas por Villar-Salvador en plantas más grandes y mejor nutridas (VILLAR-SALVADOR *et al*, 2012).

Aunque, el crecimiento en campo de la macroestaquilla fue algo menor que el de la microestaquilla hasta el punto de que los tamaños se igualaron, estado que se mantuvo durante el segundo año en campo. La biomasa seca de macroestaquilla al final de la recría fue superior al de la microestaquilla (datos no mostrados) está claro que ésta no tiene por qué representar la capacidad de absorción de la raíz puesto que puede estar constituida en más o menos medida por la zona suberizada o lignificada menos absorbente que las zona pilífera. Sin embargo, no se pudieron tener datos para comparar la cantidad de raíz absorbente y fibrosidad del sistema radical de macro y microestaquillas, observaciones cualitativas de la abundancia de las mismas apuntan a la mayor fibrosidad del sistema radical de la planta de microestaquilla lo que le conferiría mayor capacidad de toma de nutrientes del sustrato, y por tanto aumentaría la capacidad de crecimiento de la planta (GROSSNICKLE, 2012), que el sistema radical de macroestaquilla más ralo y formado por raíces más gruesas (*Figura 8*).

Durante la recría en vivero, los nutrientes y el agua estaban a disposición de la planta independientemente de la extensión del sistema radical puesto que su confinamiento a macetas de 2 litros era suficientemente pequeño para que las raíces explorasen todo el sustrato. En campo, donde la disponibilidad de agua y nutrientes es temporal y dispersa la mayor cantidad de raíces de las microestaquillas de *in vitro* estarían confiriéndole una ventaja competitiva. En cualquier caso se necesitaría profundizar en este aspecto en futuros trabajos.



*Figura 8* Detalle de sistema radical de propágulo de multiplicación *ex vitro* por macroestaquilla (izquierda) e *invitro* por microestaquilla (derecha) donde se puede apreciar la fibrosidad y abundancia de raíces finas funcionales en éste último (foto: B. Cuenca).

Las plantas más fertilizadas crecen más haciéndolo en gran medida gracias al crecimiento de la parte aérea en *Pinus halepensis* (OLIET, 1999) y en *Pinus pinaster* (LARIO *et al*, en prensa) lo que corrobora el aumento de crecimiento con la fertilización. Así mismo, se observa que el crecimiento de la planta alcanza un máximo a partir del cual permanece estadísticamente constante, aunque con una cierta tendencia a descender con las mayores fertilizaciones. Atendiendo al modelo de diagnóstico nutricional de Salifu y Timmer (SALIFU & TIMMER, 2003) y asimilando el parámetro biomasa utilizado por ellos a desarrollo y éste parametrizado en altura y diámetro en este trabajo, el estado de suficiencia a partir del cual se produciría la carga nutricional se habría alcanzado con el programa que aportaba 268 mg de Nitrógeno por planta durante la recría. Para macroestaquillas queda la duda razonable de que este valor ascendiera a 865 mg de Nitrógeno por planta por la posible falta de potencia del análisis. Como referencia en frondosa, la planta a raíz desnuda *Quercus rubra* y *Quercus alba* optimizaron el comportamiento en campo habiendo sido fertilizados en vivero exponencialmente con 1,26 a 1,68 g de Nitrógeno por planta (SALIFU *et al*, 2009).

## 6. Conclusiones

La fertilización aumentó el desarrollo de la planta en vivero y su influencia se mantuvo en el campo.

La planta de cultivo *in vitro* tiene una capacidad de crecer más en campo que la de *ex vitro* al menos en los 2 primeros años tras la plantación en las condiciones ensayadas.

Se recomienda aplicación de Nitrógeno por planta en torno a 268 y 865 mg de Nitrógeno por planta en microestaquillas y macroestaquillas, respectivamente.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado en el marco de los proyectos: DEFOR de la convocatoria INTERREG IIIB SUDOE (SO2/1.3/F64), Restauración y Gestión Forestal-Bosques del Futuro (PSS-310000-2009-20) cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, y BIOFRON (09MRU016E) del programa INCITE de la Xunta de Galicia.

## 8. Bibliografía

FRAYSSE, J.Y.; CREMIERE, L.; 1998 Nursery factors influencing containerized *Pinus pinaster* seedlings' initial growth *Silva Fennica* 32(3)

GROSSNICKLE, S.C.; 2012 *Why seedlings survive: influence of plant attributes* *New Forests* (2012) 43:711–738

GUPTA, P.K.; TIMMIS, R.; MASCARENHAS, A.F.; 1991 *Field performance of micropropagated forestry species* (27) 4 pp 159-164

LARIO, F.J.; OMIL, B.; MERINO, A.; OCAÑA, L.; en prensa *Diagnóstico morfológico y nutricional de Pinus pinaster Ait. producido en vivero en clima continental y lluvioso* *Actas de la II Reunión conjunta del GT de Repoblaciones de la SECF y del GT de Restauración Ecológica de la AEET*. Palencia 22-23 noviembre de 2012

LUIS, V.C.; PUÉRTOLAS, J.; CLIMENT, J.; PETERS, J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.; MORALES, D.; JIMÉNEZ, M.S.; 2009 *Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (Pinus canariensis) seedlings planted in a semiarid environment* Eur J Forest Res 128: 221-229

MIRANDA-FONTAÍÑA, M. E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; 1992 *Micropropagation as nursery technique in chestnut compared with stooling*. Proceedings of the World Chestnut Industry Conference, July 8–10, 1992. Morgantown, West Virginia, USA, 54–60.

OLIET, J.A.; SEGURA, M.L.; MARTÍN, F.; BLANCO, E.; SERRADA, R.; LÓPEZ-ARIAS, M.; ARTERO, F.; 1999 *Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de Pinus halepensis Mill.* Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 8: 207-228

RODRIGUEZ, L.; CUENCA, B.; PATO, B.; CÁMRA, M.J.; OCAÑA, L.; 2005 *Producción in vitro y mediante estaquillado semiherbáceo de híbridos de castaño en un vivero comercial: coste y eficiencia de ambos sistemas* 4º Congreso Forestal Español com. n° 181

SALIFU, K.F.; TIMMER, V.R.; 2003 *Optimizing nitrogen loading of Picea mariana seedlings during nursery culture* Can. J. For. Res. 33: 1287-1294

SALIFU, K.F.; JACOBS, D.F.; BIRGE, Z.; 2005 *Maximizing nutrient storage in nursery culture to promote retranslocation and growth of outplanted seedlings* Pp.86-91 in Colombo, SJ (comp) *The Thin Green Line: A symposium on the state of the art in reforestation proceedings*. Thunder Bay, ON. 26-28 July 2005. Ont. Min. Nat. Resour., Ont. For. Res. Inst., Sault Ste. Marie, ON. For. Res. Inf. Pap. No. 160. 169 p.

In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant

SALIFU, K.F.; DOUGLASS, F.J.; BIRGEN, Z.K.D.; 2009 *Nursery nitrogen loading improves field performance of bareroot oak seedlings planted on abandoned mine lands* Restoration Ecology Vol. 17, No. 3, pp. 339–349

VILLAR-SALVADOR, P.; PUÉRTOLAS, J.; CUESTA, B.; PEÑUELAS, J.L.; USCOLA, M.; HEREDIA-GUERRERO, N.; BENAYAS, J.M.R.; 2012 *Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in Mediterranean plantations. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival* New Forests 43:755-770

ZOBEL, B.; TALBERT, J.; 1988 *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales* pp 545 Editorial LIMUSA. México D.F.