

¿PUEDE LA PROFUNDIDAD DE PLANTACIÓN AFECTAR A LA CALIDAD FISIOLÓGICA Y EL DESARROLLO EN CAMPO DE LOS BRINZALES DE *Pinus halepensis*?

S.DOMINGUEZ-LERENA⁽¹⁾; P. VILLAR SALVADOR^(1,2); L. FUERTES⁽¹⁾; J.L PEÑUELAS⁽¹⁾

- 1) Centro de Mejora Forestal El Serranillo. D.G.C.O.N.A.- MIMAN. Carr.Fontanar km 2; 19004 Guadalajara. e-mail: serranillo@mma.es
- 2) Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares (Madrid). E-mail: pedro.villar@uah.es

RESUMEN

La plantación es uno de los aspectos que más puede influir en el desarrollo en campo de la planta forestal. Existen diferentes prácticas de plantación, algunas muy arraigadas según las zonas de España. En algunos sitios, de climas áridos, se entierra excesivamente a la planta, queriendo de ese modo disminuir, de alguna manera, la superficie transpirante de las plantas y aumentando, hipotéticamente, la profundidad del sistema radical. El objetivo de este ensayo es analizar el efecto producido por el enterramiento de los brinzales de *Pinus halepensis* sobre su desarrollo en campo. Se establecieron tres niveles de enterramiento: a nivel del cuello de la raíz (sin enterramiento de la parte aérea), plantación semiprofunda (1/3 de la parte aérea enterrada) y plantación profunda (2/3 de la parte aérea enterrada). Además, se ha medido la capacidad de producción de raíces a los 41 días de la plantación, mediante un ensayo de crecimiento radical. Los resultados indican que las plantas más enterradas presentan un crecimiento de la parte aérea y radical, una menor concentración de almidón y una producción de raíces significativamente menor que las plantas sin enterrar, no observándose diferencias significativas de supervivencia.

P.C: profundidad, plantación, crecimiento en campo, producción de raíces

SUMMARY

Planting method is one of the factors that more affects plant performance in the field. In arid zones of Spain, seedlings are often deep planted to reduce their transpiration and get their roots closer to the humid soil layers. In this study we have analysed the effect of planting depth on the survival and growth of outplanted *Pinus halepensis*. Starch concentration and root growth capacity were also assessed. Three planting depth treatments were defined: unburied shoot (control), 1/3 buried shoots and 2/3 buried shoots. After the first season, both deep-planting treatments, but specially in plants with 2/3 buried shoots, presented a significantly lower shoot and root growth, and a lower starch concentration than control plants. No differences in survival were seen between treatments and in all cases it was higher than 90%.

K.W.: deep-planting, planting methods, *Pinus halepensis*, growth, root growth capacity, starch

INTRODUCCION

Son numerosos los factores que pueden afectar al éxito o fracaso de una repoblación. La humedad disponible en el suelo, la competencia de la vegetación herbácea, el manejo de la planta y la calidad de la plantación pueden fuertemente condicionar el desarrollo de las plantas en campo (SOUTH & MEXAL, 1984).

En muchas zonas de España, especialmente en las más secas, existe la costumbre de enterrar una parte importante de la parte aérea de la planta, con el objeto de disminuir la superficie transpirante de las plantas y aumentar la profundidad del sistema radical. A nuestro juicio, el enterramiento de la parte aérea presenta importantes inconvenientes. Disminuye la superficie productiva lo que se traduce en una disminución en los carbohidratos disponibles para la planta. Deteriora el balance de carbono de la planta,

porque aumenta la proporción de tejidos que sólo respiran, lo que podría obligar a que la planta recurra a los azúcares almacenados para su mantenimiento y crecimiento. Como consecuencia de estas alteraciones la planta produciría menos raíces y, por tanto, empeoraría las condiciones de establecimiento.

Wakeley (1954) demuestra como la colocación de las plantas de pino en profundidad reduce la supervivencia inicial más frecuente y seriamente que cualquier otro de los errores en las técnicas de plantación. Algunos autores han sugerido que la planta enterrada más profundamente tiene más posibilidades de contraer enfermedades en sus raíces y en el cuello de la raíz (HARTLEY, 1935). Algunas investigaciones indican que las especies de sistemas radicales delicados presentan mayor mortalidad en sus raíces en las plantas enterradas más profundamente (TOUMEY & KORSTIAN, 1942).

Aunque en general, las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha concluyen que el enterramiento de las plantas es dañino, existen algunos trabajos que demuestran mejores resultados en las plantas enterradas más profundamente (SHIPMAN, 1960; STROEMPL, 1990; PATERSON, 1993).

En este ensayo hemos estudiado el efecto que produce el enterramiento de la parte aérea de brinzales de *Pinus halepensis* sobre la supervivencia y crecimiento, contenido en carbohidratos de reserva y desarrollo radical después del primer verano en campo.

MATERIAL Y METODOS

La planta utilizada en el ensayo, fue cultivada durante un periodo de 1 savia en los viveros del CNMF El Serranillo, con un contenedor Forest Pot 300 de 300 cc de volumen y 422 plantas/m² de densidad y un sustrato de turba rubia. La fertilización y los tratamientos sanitarios aportados fueron los acostumbrados para el cultivo de la especie en vivero. Antes de la plantación se obtuvieron datos de: altura, diámetro, pesos secos aéreos y radicales y carbohidratos de reserva. La planta fue agrupada y señalada (con esmalte rojo) por los siguientes tratamientos de profundidad: plantación profunda (2/3 del total de la parte aérea enterrada, entendiéndose como parte aérea la distancia entre el punto de inserción de los cotiledones y el ápice de la planta), plantación semiprofunda (1/3 del total de la parte aérea enterrada) y plantación a nivel (sin enterramiento de la parte aérea).

En febrero de 2000 se realizó la plantación en los terrenos del CNMF El Serranillo (Guadalajara), que se encuentra a una altitud de 650 m, bajo un clima mediterráneo seco, con una precipitación media de 400 mm y una temperatura media de 14°C. La preparación del suelo consistió en un subsolado lineal. Se plantaron 125 plantas por tratamiento, divididas en 5 repeticiones de 25 plantas cada una. Las variables medidas fueron: altura, diámetro y biomasa después del verano (mediante la extracción de las partes aéreas de 5 plantas por repetición) y supervivencia al final del verano.

En el momento de la plantación, se realizó un test de potencial de crecimiento radical (PCR). Para ello se enteraron diez macetas por tratamiento, rellenas con tierra procedente del mismo terreno de la plantación, con dos plantas por maceta separadas por un tabique. A los 41 días se extrajeron las plantas, en las que se midieron y pesaron las raíces producidas y se analizaron carbohidratos de reserva en la parte aérea y radical.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza de una vía, previa comprobación de las hipótesis de normalidad y homocedasticidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las plantas sin enterrar presentaron incrementos de altura, diámetro y biomasa aérea y radical significativamente superiores a las plantas más enterradas (Tabla-1). Se observa que estas diferencias son más acusadas a medida que aumenta el nivel de enterramiento de la parte aérea. Resultados coincidentes con los nuestros han sido observados con *Pinus palustris* (BURNS, 1974), *Picea* y *Pinus sylvestris* (HUURI, 1972), en los que se comprobó que las plantas más enterradas tuvieron un menor crecimiento que las plantas control. Pero son contrarios a otros estudios realizados con *Pinus taeda* (SLOCUM, 1951; SLOCUM & MAKI, 1956) en los que se vió un mayor incremento de altura en los tratamientos más enterrados.

Al igual que algunos ensayos realizados con diferentes especies (MCGEE & HATCHER, 1963;

PATERSON & MAKI, 1994; SHIVER ET AL, 1990; SLOCUM, 1951; SLOCUM & MAKI, 1956) no hemos observado diferencias significativas con respecto a la supervivencia de los distintos tratamientos ensayados (Tabla-1). Ensayos realizados con *Pinus resinosa*(STROEMPL, 1990; PATERSON, 1993) y *Pinus elliottii* (SHIPMAN, 1960) han llegado a resultados contrarios ya que los tratamientos más enterrados han conseguido mejores supervivencias que las plantas control.

Las posibles discrepancias en estos resultados pueden estar motivadas por la diferencia de sitios y especies utilizadas (MCGEE & HATCHER, 1963). El enterramiento produce un efecto más negativo en sitios pobremente drenados, limosos y arcillosos (SWITZER, 1960; MARX ET AL.,1963; KOSHI, 1960) y depende de las especies ensayadas en cada una de las zonas.

TRATAMIENTOS	IH	ID	S	IPSA	IPSR
2/3 enterrada	15,02 b	4,79b	90,0a	36,627b	3,479b
1/3 enterrada	19,3ab	5,83b	96,0a	49,834ab	5,265ab
control	22,0a	7,12a	95,1a	58,524a	6,364a

Tabla-1. Resultados de crecimiento y supervivencia en campo 7 meses después de la plantación. IH: incremento de altura en cm.; ID: incremento de diámetro en mm.; S: supervivencia en %.; IPSA: incremento de peso seco de la parte aérea en g.; IPSR: incremento de peso seco radical en g. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p=0.05$) según el test de Tuckey.

En la figura 1 se observa como las plantas más enterradas presentan menos concentración de almidón, tanto en sus partes aéreas como en las radicales. Esto es debido a que el crecimiento de los ápices radiculares del *Pinus halepensis* probablemente exige un aporte de carbohidratos que, para periodos cortos de tiempo, se realiza con los fotosintetizados que se están produciendo en el momento, pero en condiciones desfavorables, en nuestro caso con un enterramiento de su parte aérea, necesitan utilizar los carbohidratos almacenados (RITCHIE, 1980; VAN DEN DRIESSCHE, 1992). A pesar de que no hemos encontrado diferencias de supervivencia entre tratamientos enterrados y no enterrados, se ha demostrado que existe una correlación positiva entre el nivel de carbohidratos de las plantas y su supervivencia en campo (KOBÉ, 1997), de forma que las plantas con bajos niveles de carbohidratos tienen mayores niveles de mortalidad y son más susceptibles al ataque de patógenos y herbívoros (MARGOLIS & WARING, 1986).

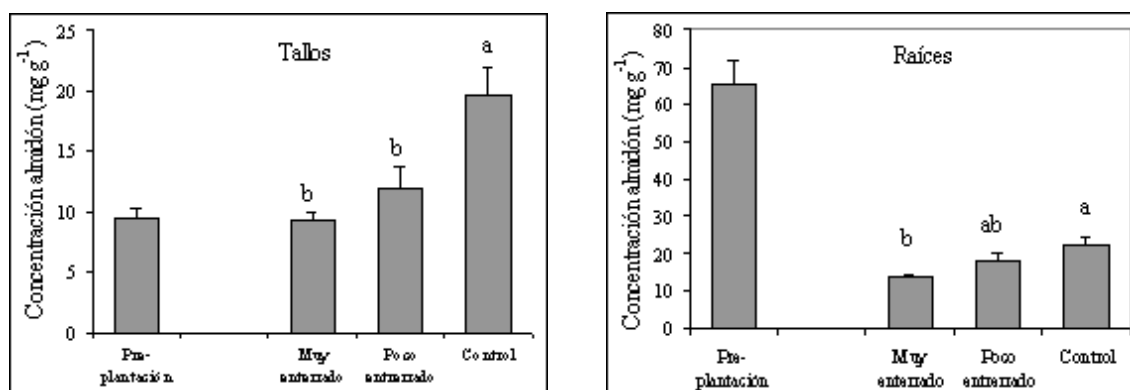


Figura 1. Resultados de concentraciones de almidón de la parte aérea y de las raíces de los

distintos tratamientos de profundidad ensayados, dos meses después de la plantación. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p=0.05$) según el test de Tuckey.

En el test de PCR se ha comprobado que las plantas sin enterrar producen significativamente más biomasa radical y mayor longitud de raíces (figura 2) que las plantas más enterradas. Aunque algunos autores ponen en cuestión la eficacia del test de crecimiento radical como predictor del desarrollo en campo (BURDETT, 1987), la mayoría de los trabajos encuentran una correlación positiva con la supervivencia y crecimiento de las plantas en campo (BURDETT, 1983; RITCHIE, 1985; MATTSSON, 1991; SIMPSON, 1994; SIMPSON, 1995). Es de destacar la semejanza de resultados entre el crecimiento radical a corto plazo (test de PCR) y el incremento de la biomasa radical a largo plazo (Tabla 1), después de 7 meses en campo.

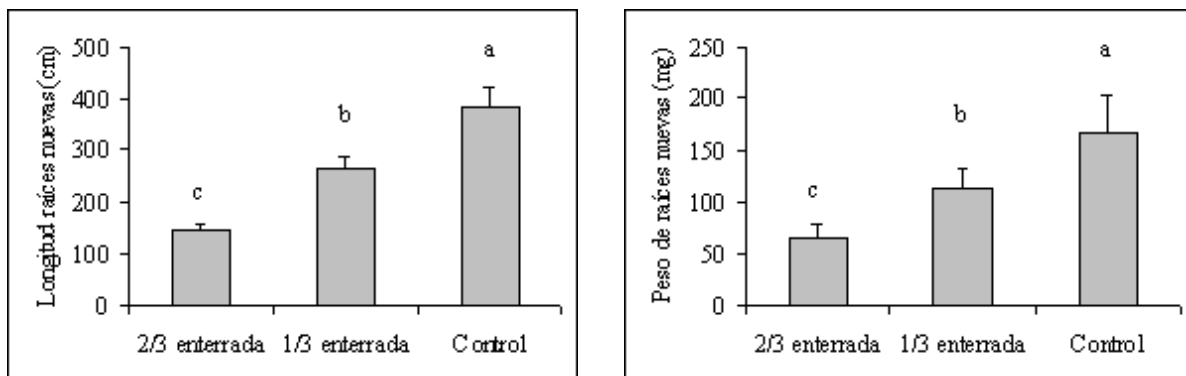


Figura 2. Resultados de longitud de raíces y biomasa radical a los dos meses de la plantación, según las distintas profundidades de plantación. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p=0.05$) según el test de Tuckey.

Todos estos resultados indican que, como nosotros hipotetizábamos, la planta más enterrada, al tener una merma de su superficie productiva y un aumento de los tejidos que respiran, debe recurrir a sus carbohidratos de reserva para su desarrollo en campo. Y debido a todas estas alteraciones se produce una disminución en su producción de raíces, lo que implica un menor crecimiento en campo.

Finalmente como conclusión, podemos decir que el enterramiento de la planta de *Pinus halepensis*, no se ha demostrado que sea una práctica de plantación beneficiosa, sino más bien una práctica que, aunque no se haya demostrado negativa para la supervivencia, disminuye significativamente el crecimiento de la planta y sus reservas de carbohidratos durante su primer año de vida en campo.

BIBLIOGRAFIA

- BURDETT, A. N.; SIMPSON, D.G.; THOMPSON, C.F. (1983). *Root development and plantation establishment success*. Plant & Soil 71: 103-110.
- BURDETT, A.N. (1987). *Understanding root growth capacity: theoretical considerations in assessing planting stock quality by means of root growth test*. Can. J. For. Res. V. 17. pp. 768-775.
- HARTLEY, C.; (1935). *Prevention of diseases of conifers in nurseries and plantations*. U.S. Dept. Agric. Bur. Plant. Indus. 27 pp.
- HUURI, O. (1972). *The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of scots pine and norway spruce*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 75: 6-92.
- KOBE, R.K. (1997). *Carbohydrate allocation to storage as a basis of interespecific variation in sapling*

- survivorship and growth*. *Oikos* 80: 226-233.
- KOSHI, P.T. (1960). *Deep planting has little effect in a wet year*. U. S. Forest Service. Tree Planters' Notes 40. 24 pp.
- MARGOLIS, H.A. & WARING, R.H. (1986). *Carbon and nitrogen allocation patterns of Douglas fir seedlings fertilized with nitrogen in autumn. I. Overwinter metabolism*. *Can. J. For. Res.* 16: 897-902.
- MARX, D.H.; MCGEE, C.E.; HATCHER, J.B. (1963). *Deep planting Small Slash Pine on old field sites in the Carolina Sandhills*. *J. For.* 61: 382-383.
- MATTSSON, A. (1991). *Root growth capacity and field performance of Pinus sylvestris and Picea abies seedlings*. *Scand. J. For. Res.* 6: 105-112.
- MCGEE, C.E.; HATCHER, J.B. (1963). *Deep planting small slash pine on old field sites in the Carolina Sandhills*. *J. For.* 61: 382-383.
- PATERSON, J.M & MAKI, D.S. (1994). *Effect of initial seedling morphology and planting practices on field performance on jack pine 6 years after planting*. OMNR. Ont. For. Res. Inst. Sault Ste. Marie, Ont. For. Res. Rep. 130. 15 pp.
- RITCHIE, G.A. & DUNLAP, J.R. (1980). *Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings*. *N. Z. J. For. Sci.* 10 (1): 218-248.
- RITCHIE, G.A. (1985). *Root growth potential: principles, procedures, and predictive ability*. In Proceedings Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. Oregon State University.
- SHIVER, B.D.; BORDERS, B.E; PAGE, H.H.; RAPER, S.M. (1990). *Effect of some seedling morphology and planting quality variables on seedling survival in the Georgia Piedmont*. *Southern Journal Applied Forestry* 14: 109-115.
- SIMPSON, D.G.; THOMPSON, C.F.; SUTHERLAND, C.D. (1994). *Field performance potential of interior spruce seedlings: effect of stress treatments and prediction by root growth potential and needle conductance*. *Can. J. For. Res.* V. 24. pp. 576-586.
- SIMPSON, D.G. & VISE, A. (1995). *Planting stock performance: site and RGP effects*. *The Forestry Chronicle* 71: 739-742.
- SLOCUM, G.K. (1951). *Survival of loblolly pine seedlings as influenced by depth of planting*. *Jour. Forestry* 49: 500.
- SLOCUM, G.K & MAKI, T.E. (1956). *Some effects of depth of planting upon loblolly pine in the north Carolina Piedmont*. *J. For.* Vol. 54. pp.-21-25.
- SHIPMAN, R.D. (1960). *Survival and growth of graded longleaf pine nursery stock*. *Jour. Forestry* 58: 38-39, 42
- SOUTH, D. & MEXAL, J.G. (1984). *Growing the best seedling for reforestation success*. Forestry Departmental. Series n° 12. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University.
- STROEMPL, G. (1990). *Deeper planting of seedlings and transplants increases plantation survival*. *Tree Planter's Notes*. 41: 17-21.
- TOUMEY, J.W. & KORSTIAN, C.F. (1942). *Seeding and planting in the practice of forestry*. Jhon Wiley and Sons, New York, Ed. 3, 520 p.
- VAN DEN DRIESSCHE, R. (1992). *Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen and potassium treatments*. *Can. J. For. Res.* 22:740-748.
- WAKELEY, P.C. (1954). *Planting the southern pines*. Southern Forest Experiment Station. U. S. Dept. Agric. Monograph n° 28, 233 pp.