

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA  
TÉCNICA FORESTAL  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



“ ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD  
DE PLANTACIÓN EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO  
DE PLANTAS DE PINO CARRASCO (*Pinus halepensis*  
Mill.)”

PROYECTO FIN DE CARRERA

Autora: Lourdes Fuertes Eizaguirre  
Directores: Susana Domínguez Lerena  
Pedro Villar Salvador  
Tutor: Rafael Serrada Hierro.

Madrid, 30 de Mayo de 2001

<b>0. RESUMEN</b> .....	5
<b>I.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b> .....	6
1.1 Objetivos e importancia de las repoblaciones en España.....	8
1.2 Importancia de la profundidad de plantación en las repoblaciones.....	12
<b>II.- OBJETIVOS</b> .....	15
<b>III CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE</b> .....	17
<b>IV.- MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	22
4.1 Caracterización de las plantas antes de la plantación.....	23
4.1.1 Descripción del cultivo en vivero.....	23
4.1.2 Caracterización morfológica.....	23
4.1.3 Análisis de nutrientes y de Carbohidratos de reserva.....	27
4.2 ENSAYO N°1: En Campo.....	28
4.2.1 Diseño.....	28
4.2.2 Descripción de la parcela.....	30
4.2.3 Preparación del terreno.....	31
4.2.4 Plantación.....	31
4.2.5 Extracción de la planta .....	32
4.2.6 Supervivencia en campo.....	33
4.2.7 Crecimiento en campo.....	33
4.2.8 Capacidad de Regeneración Radical (CRR).....	36
4.2.9 Análisis de nutrientes.....	43
4.3 ENSAYO N°2: En Invernadero.....	44
4.3.1 Diseño.....	44
4.3.2 Plantación.....	46
4.3.3 Potencial hídrico.....	47
4.3.4 Supervivencia.....	49
4.3.5 Extracción de la planta.....	49
4.3.6 Crecimiento.....	50
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52

<b>V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	56
5.0 SUPERFICIE FOLIAR.....	57
5.1 ENSAYO N°1: Nivel de Campo.....	57
5.1.1 Supervivencia en campo.....	57
5.1.2 Crecimiento en campo.....	58
5.1.3 Capacidad de Regeneración Radical (CRR).....	59
5.1.3.1. Carbohidratos de reserva.....	61
5.2 ENSAYO N°2: Nivel de Invernadero.....	63
5.2.1 Supervivencia en invernadero.....	63
5.2.2 Crecimiento en invernadero.....	65
5.2.3 Potencial hídrico.....	70
<b>VI.- CONCLUSIONES</b> .....	74
<b>VII.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	76
<b>VIII.- ANEXOS</b> .....	81

*El camino recorrido hasta este punto ha sido muy duro y estoy segura de que, sin la ayuda de muchas personas, yo no habría llegado a la meta.*

*Por eso quiero agradecer a todos lo que habéis estado a mi lado vuestra confianza y apoyo, sobre todo en lo momentos más duros.*

*En primer lugar, tengo que dar las gracias a D. Rafael Serrada por ser el primero en proponerme el desarrollo de este trabajo y a D. Juan Peñuelas, director del Centro de Mejora Forestal “El Serranillo”, por poner todos los medios disponibles a mi alcance para poder realizarlo.*

*También a Susana Domínguez y a Pedro Villar, por dirigirme a lo largo de todo este año y enseñarme todo lo que he aprendido, que no es poco.*

*A toda la gente de “El Serranillo” porque, sin darse cuenta, cada uno ha participado aportando su granito de arena. A Esther y a Lucía por ayudarme a sacar las plantas; a Ana e Isabel por ayudarme con los cepellones; a Óscar, Ángel Luis y Pedro por llevarme y traerme más de un día. A Pilar por atenderme siempre que lo he necesitado; a Julio, Marisa, Ángel, Pablo, Manolo, Juan Luis e Inma, por su colaboración en las distintas partes del proyecto; y en especial a la gente del laboratorio que ha sido con la que he compartido la mayor parte del tiempo. Gracias Elena, Merce y Nieves por todas esas mañanas y tardes en las que, además de aprender, he llegado a compartir con vosotras algo más que el simple hecho de trabajar. A ti Luis, ya sabes, mil gracias por TODO.*

*También quiero dar las gracias a toda la gente de la Escuela de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid por hacer todo lo posible para que nuestra permanencia allí sea lo más agradable posible. En especial a todos aquellos amigos y profesores con los que he compartido tantos momentos buenos como malos.*

*A mis amigos, quienes me han apoyado siempre. A Nerea, con la que comparto muchas experiencias en común y quien sabe entenderme como nadie.*

*A ti Jorge, por estar siempre a mi lado y sufrir conmigo más de lo insufrible. Gracias.*

*Por último, y no menos importante, quiero dar las gracias de un modo especial a mis padres. Gracias por estar siempre a mi lado, por apoyarme en los momentos más difíciles y por empujarme a seguir adelante. En especial os doy las gracias por haberme hecho como soy, por haberme dado la educación que ahora tengo y por la infinita paciencia que habéis tenido conmigo siempre.*

*Desde aquí quiero animar a todo el mundo que en un momento determinado tenga dudas y piense en tirarlo todo por la borda. ¡No lo hagáis!. Es muy duro pero al final merece la pena.*

*En fin, mil gracias a todos.*

## 0. Resumen.

Las repoblaciones realizadas en España en zonas donde la sequía estival es acusada han llevado a la práctica de enterrar parte del sistema aéreo de las plantas en el proceso de la plantación, con el fin de evitar su desecación y de disminuir hipotéticamente su sufrimiento debido al estrés hídrico al que se ven sometidos los brinzales durante el periodo estival. Sin embargo estas hipótesis supuestamente favorables, no se han demostrado científicamente y el hecho de someter a una parte de la planta como es el tallo, a vivir en un medio al que no está adaptada y a desempeñar una función distinta a la que le corresponde, nos lleva a pensar que este procedimiento puede perjudicar a las plantas, retrasando su adaptación al nuevo medio y haciéndolas más vulnerables a los daños bióticos y abióticos a los que se ven expuestas en campo.

La especie elegida para llevar a cabo este estudio ha sido el Pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) puesto que es una de las más importantes y empleadas en nuestro país debido a su alta capacidad de adaptación a los periodos tanto de sequía como a las altas temperaturas.

Para comprobar las hipótesis planteadas en un principio se han llevado a cabo dos experimentos: uno en campo, donde las condiciones estacionales eran reales, y otro en invernadero donde se han simulado dos situaciones de disponibilidad de agua mediante dos tratamientos de riego.

Los brinzales de pino carrasco se plantaron según tres tratamientos de profundidad de plantación en función de su altura siendo el tratamiento más profundo aquél en que se enterraban hasta 2/3 de la parte aérea; el tratamiento semiprofundo aquél en que se enterraba 1/3 de la parte aérea; y el tratamiento superficial o control, aquél en el que se plantaban a los individuos a la altura del cuello radical, sin enterramiento de la parte aérea.

Las variables estudiadas han sido: la supervivencia, el crecimiento aéreo y radical, y el balance en el consumo de carbohidratos y de nutrientes en función de los distintos estados de estrés hídrico y de profundidad de plantación empleada.

En el ensayo realizado en campo se observa que el enterramiento de la parte aérea de las plantas no influye de manera significativa en la supervivencia aunque ésta disminuye a medida que aumenta la profundidad de plantación empleada. Sin embargo el crecimiento se ve considerablemente mermado tanto en el sistema aéreo como en el radical, lo que se traduce en una peor adaptación de la planta al medio que puede condicionar su supervivencia bajo condiciones de estrés acusadas.

En los resultados obtenidos en invernadero, la supervivencia no se ve condicionada por la profundidad de plantación empleada pero sí por el estrés hídrico, siendo peor en el tratamiento seco frente al húmedo. Respecto a los resultados obtenidos para el crecimiento, aparentemente las plantas más enterradas crecen más pero este crecimiento sólo se produce en el sistema aéreo, debido probablemente a la disminución de la intensidad de la luz y a la reducción de la fotosíntesis, siendo el sistema radical más pequeño de lo normal por lo que se produce un desequilibrio en la planta que disminuye su calidad y la hace más vulnerable.

Los resultados obtenidos del estudio de la economía de carbohidratos por parte de las plantas demuestra que, en condiciones normales, tienden a consumir los producidos en la

fotosíntesis, pero que el enterramiento de parte del sistema aéreo aumenta el consumo de carbohidratos de reserva para su supervivencia. Este incremento de consumo de las reservas disminuye la disponibilidad de carbohidratos en el caso de que la planta se vea sometida a cualquier tipo de estrés, lo que está condicionando de nuevo su supervivencia en el caso de que las condiciones ambientales no sean las idóneas.

Por lo tanto podemos concluir que la práctica empleada en la plantación de los brinzales de pino carrasco en la que se entierra parte del sistema aéreo, no contribuye a una mejora en la rápida adaptación de la planta al nuevo medio sino que, por el contrario, disminuye su calidad y compromete aún más su posterior éxito en campo.

**I.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

## 1.1 Objetivos e importancia de las Repoblaciones en España

El uso y aprovechamiento forestal incontrolado durante siglos en los bosques españoles ha desembocado en una degradación y desaparición de los beneficios y riquezas que proporcionaban a la sociedad, siendo necesario restablecer la masa vegetal con ayuda del hombre allí donde anteriormente existía de forma natural. De aquí surge el concepto de repoblación definido como: “ *un conjunto de técnicas que es necesario aplicar para crear una masa forestal, formada por especies vegetales leñosas (arbóreas o arbustivas), que sea estable con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumpla los fines que de ella se demanden*” (SERRADA, 1995).

Dentro de las repoblaciones que se pueden realizar se distinguen dos tipos en función de los objetivos perseguidos: productoras, cuyo fin es obtener un beneficio económico de la masa establecida, y protectoras, cuyo fin es mantener las propiedades físicas y químicas del suelo donde se va a repoblar (SERRADA, 1995).

Son muchos los factores que contribuyen y condicionan el éxito de una repoblación por lo que es de gran importancia realizar un previo estudio de planificación donde se observen todos los aspectos fundamentales que puedan condicionar el trabajo posterior y el desarrollo de la nueva masa.

Los puntos a estudiar en toda planificación son:

- Objetivos
- Estudio del medio natural
- Elección de la especie
- Método de repoblación
- Tratamiento de la vegetación preexistente
- Preparación del suelo
- Plantación
- Cuidados posteriores

Los **Objetivos** pueden ser de dos tipos, productores o protectores, y en función de éstos se decide el tipo de repoblación que se quiere realizar.

Una vez definidos los objetivos se realiza un **Estudio del Medio Natural**, es decir, un estudio de la zona a repoblar donde se contemplen aspectos relacionados con la climatología, corología y la edafología que nos permitan definir la especie vegetal que mejor se adapte a la estación donde se va a realizar la repoblación y las actividades a desarrollar.

Dentro del estudio del medio NAVARRO (1998) también incluye un estudio económico que determine la viabilidad del proyecto distinguiendo entre factores directos, indirectos y tecnológicos.

Después de realizar el estudio del medio natural, el siguiente paso consiste en la **Elección de la especie vegetal** con la que queremos repoblar. Este punto de la planificación de una repoblación es de los más importantes, ya que condiciona por completo el éxito de los trabajos que se realicen posteriormente. Según GARCÍA SALMERÓN (1991), los factores a tener en



cuenta para elegir la especie que mejor se adecue a la zona de estudio son los ecológicos y los económicos. También es aconsejable, además de determinar la especie a introducir, determinar el Ecotipo o Región de procedencia para poder conocer *a priori*, cómo se va a desarrollar la nueva masa en el tiempo (SERRADA, 1995).

Tras elegir la especie con la que se va a repoblar se determina la manera de introducirla, es decir, el **Método de Repoblación**. Para ello, NAVARRO (1998) y SERRADA (1995) proponen un estudio de los aspectos tanto culturales, como estacionales, sociales y económicos de la zona, que nos permitan elegir el método más conveniente de los dos utilizados tradicionalmente: la siembra o la plantación.

La siembra consiste en colocar directamente sobre el terreno las semillas de la especie a introducir. En general es un método poco utilizado ya que, para que se realice con éxito, es necesario que se den unas condiciones estacionales concretas y los tratamientos que hay que aplicar posteriormente a la masa suelen elevar considerablemente el precio de su mantenimiento. No se suele aplicar en las repoblaciones españolas salvo para obtener masas mixtas de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*, o masas del Género *Quercus* protegidas por masas de coníferas (SERRADA, 1995).

La plantación es, por tanto, el método más utilizado. Consiste en introducir en el terreno plántulas de la especie elegida con un sistema aéreo y radical desarrollado que faciliten su rápida adaptación al nuevo medio. Según GARCÍA SALMERÓN (1991), la época recomendada para realizar una plantación comienza en el momento en que termina el periodo de crecimiento otoñal y antes de que comience el periodo de crecimiento primaveral, es decir, “a savia parada”. Esta observación es compartida por SERRADA (1995) aunque hace mayor hincapié en el asunto y especifica que, “*en lugares donde se puedan dar periodos de heladas intensas y primaveras húmedas se plantará desde que acaban las heladas seguras hasta el inicio de la actividad vegetativa*”, para evitar que dichas heladas dañen a los nuevos individuos.

Dentro de la plantación se distinguen dos métodos en función de la especie a introducir: *plantación a raíz desnuda* o *plantación con cepellón*. Es de vital importancia para asegurar el éxito de la repoblación el cuidado de las raíces de las plántulas ya que cualquier daño mecánico en el sistema radical de individuos tan jóvenes, por leve que sea, o la exposición a la luz durante un periodo de tiempo considerable, puede amenazar considerablemente dicho éxito. La diferencia principal entre las plantas a raíz desnuda y con cepellón, es que éstas últimas presentan el sistema radical protegido por una mezcla de turba y tierra, mientras que las primeras lo presentan directamente expuesto al medio sin ningún tipo de protección.

El tipo de plantación de una repoblación se clasifica, además de en función del tipo de planta (a raíz desnuda y en envase), en función de la forma de ejecución (manual, mecanizada o simultánea a la preparación del terreno) y en función de la especie elegida (monoespecífica o mixta) (SERRADA, 1995).

El siguiente paso en la planificación de las repoblaciones, antes de introducir los nuevos individuos en el monte, consiste en estudiar la conveniencia o no de **Eliminar la vegetación preexistente** ya que “*limita el establecimiento del repoblado*” (NAVARRO, 1998). Son muchos los métodos utilizados para eliminarla, pero el factor que se debe tener en cuenta principalmente para elegir uno u otro, es el grado de competencia en función de la especie a introducir, considerando si la especie es matorral o no, y las condiciones estacionales (SERRADA, 1995)

Este aspecto cobra mayor importancia en repoblaciones de terrenos agrícolas abandonados. En ensayos realizados en el Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo”, se ha comprobado cómo la competencia herbácea influye decisivamente en la supervivencia y crecimiento de las plantas (PEÑUELAS, 1996).

Para introducir la nueva especie es necesario, en la mayoría de los casos, realizar algún trabajo en el terreno con el fin de facilitar la adaptación de los nuevos individuos, lo que constituye la **Preparación del suelo**. Los objetivos principales que se persiguen con estos trabajos son (SERRADA, 1995):

- Aumentar la profundidad a la que puedan llegar las raíces de la planta
- Aumentar la capacidad de retención de agua
- Anular la escorrentía
- Mejorar la permeabilidad del terreno
- Reducir la invasión del matorral

El tipo de preparación de suelo empleado está condicionado por una serie de factores como son la expansión superficial, la acción sobre el perfil, la forma de ejecución de la preparación y la profundidad adquirida.

En la operación denominada como **Introducción de la nueva especie** se determina la densidad con que se va a introducir la planta en la zona a repoblar. Dicha densidad está condicionada por el temperamento de la especie, su capacidad de brote de cepa o de raíz, el porte específico, el objetivo de la repoblación y el coste económico que conlleve, y la salida en el mercado de los posibles productos que se pueden obtener en un futuro de la masa en cuestión. El espaciamiento entre los pies se determina en función del método de preparación del terreno y de los desbroces efectuados al tratar la vegetación preexistente (SERRADA, 1995).

Por último, una vez realizada la repoblación propiamente dicha, es decir, una vez introducida la nueva especie en el monte, se procede a desarrollar una serie de **Cuidados posteriores** que faciliten la rápida adaptación de las plantas al nuevo medio y que las proteja de posibles daños que puedan amenazar su vida.

Los cuidados más habituales son la reposición de marras, la protección con tubos ante posibles depredadores, recalces y aporcados donde el viento es fuerte y puede amenazar la estabilidad de los nuevos pies, podas, escardas y binas etc... La elección de todos estos métodos se realiza en función de las características de la zona donde se ha repoblado y del desarrollo de la planta a lo largo del tiempo. También es interesante realizar una serie de trabajos complementarios en el momento de la repoblación como cercados, vías de acceso, cortafuegos y una serie de obras civiles que puedan facilitar el buen uso y la buena conservación del monte por parte de la sociedad. (SERRADA, 1995).

La gran mayoría de las repoblaciones que se llevan a cabo en España son de carácter protector debido principalmente a la erosión hídrica producida por la alternancia de periodos de sequía acusada con periodos de precipitaciones torrenciales en determinadas zonas, característica del clima mediterráneo (SERRADA, 1995).

Mientras que en la España Húmeda, de clima atlántico, las capas superficiales del suelo se mantienen más o menos con cierta cubierta vegetal que evita la erosión, en la España Seca, con clima mediterráneo, se hace patente la necesidad de repoblar sobre suelos degradados y con

bajos niveles de humedad debido a su alta capacidad de drenaje, lo que exige el uso de una especie vegetal cuyas características le permitan adaptarse lo antes posible a estas condiciones edáficas (GIL *et al*, 1993).

El Género *Pinus* se perfila como el idóneo para estas circunstancias ya que, además de ser autóctono de la Región Mediterránea, presenta una gran capacidad para adaptarse a situaciones extremas. En su estado maduro presentan una polinización anemófila, lo que facilita la heterozigosis y una mejor adaptación a los cambios ambientales. Una vez dispersada la semilla, para poder germinar, necesita zonas donde la cubierta vegetal no exista con el fin de que “la radícula pueda penetrar fácilmente en el sustrato y la planta comience a fotosintetizar rápidamente” (GIL *et al*, 1993). En los primeros estadios de su vida las plántulas del Género *Pinus* se caracterizan por presentar un carácter fuertemente intolerante, es decir, precisan grandes periodos de insolación para poder desarrollarse correctamente (SERRADA, 1995). También suelen producir cosechas de semillas que, con la intervención de los animales y del viento, pueden llegar a germinar en zonas insospechadas alejadas del árbol padre facilitando la dispersión de la especie y la consiguiente colonización.

Además de las adaptaciones anteriores, estas coníferas presentan xeromorfismo, es decir, adaptaciones morfológicas y estructurales que permiten una mayor resistencia a la sequía con respecto a otras especies. Por ejemplo, a diferencia de las frondosas, en el xilema presentan unas traqueidas radiales capaces de almacenar agua y transportarla a las hojas cuando el flujo procedente de las raíces no es suficiente (GIL *et al*, 1993). En casos de sequía muy pronunciada y prolongada, son capaces de sobrevivir ya que pueden ahorrar agua cerrando sus estomas y desarrollan gruesas cutículas que les protegen de la desecación. Esta propiedad junto con la forma de lineal de sus hojas, hacen que las plantas sufran un menor calentamiento de su superficie por el sol y disminuyan las pérdidas de agua por evapotranspiración (DOMÍNGUEZ, 1999).

Una de las especies que más se emplean en España en las regiones donde se realizan este tipo de repoblaciones es el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.), debido principalmente a su alta plasticidad y adaptación a periodos de sequía y a zonas caracterizadas por presentar un clima árido. De hecho, la superficie que ocupa en España ha aumentado en 300.000 ha debido a las repoblaciones realizadas en la última mitad del siglo XX (CEBALLOS, 1979).

Aunque se ha mencionado anteriormente que el género *Pinus* es el más adecuado para las repoblaciones en España, no hay que descartar la posibilidad de utilizarlo conjuntamente con algún otro tipo de especie distinta como las pertenecientes al género *Quercus*, o incluso arbustiva, ya que las masas mixtas son más estables a largo plazo que las monoespecíficas ante posibles daños bióticos y abióticos producidos en la estación (SERRADA, 1995).

## 1.2 Importancia de la profundidad de plantación en las repoblaciones.

El éxito de una repoblación depende de diversos factores como la elección de la especie, las características de la zona a repoblar, la época de plantación, el método de plantación, la preparación del suelo, la calidad de la planta, etc...

Uno de los factores más importantes sobre el que existen diversas teorías es la profundidad de plantación. No se conoce muy bien hasta qué punto, el hecho de plantar los brinzales a la altura del cuello de la raíz o a distintas profundidades enterrando parte del sistema aéreo puede llegar a influir en su supervivencia y en su crecimiento

Algunas teorías aconsejan que “la planta debe enterrarse lo suficiente, pero no demasiado, es decir, con el cuello a la misma altura que tenía en el vivero” (XIMÉNEZ DE EMBUN, 1956). Sin embargo, en los últimos tiempos se han realizado experimentos cuyos resultados sugieren que el enterramiento de parte del sistema aéreo de la planta puede ser positivo. Según GARCÍA SALMERÓN (1995) los motivos que nos pueden llevar a esta conclusión dependen principalmente del medio en que se desarrolle. Así, en zonas de elevadas temperaturas donde la sequía puede dañar a los brinzales recién plantados antes de que se asienten en el terreno, enterrar una parte de la planta puede ser favorable porque:

- Disminuye la superficie foliar y, por tanto, la transpiración.
- Disminuye los efectos negativos del viento sobre el sistema aéreo de la planta
- Favorece la rápida adaptación del sistema radical al terreno.
- Facilita la absorción de agua y sales minerales ya que el extremo de la raíz está más cercano a las capas más húmedas del suelo.

Sin embargo, realizar la plantación a una profundidad mayor que la tradicional aumenta el costo de la repoblación, ya que las dimensiones del hoyo utilizado son mayores, e implica que las zonas del suelo que están en contacto con las raíces sean de peor calidad, en la mayoría de los casos, que las capas más superficiales. Además, si las plantas se introducen en terrenos arenosos donde la erosión hídrica o eólica es abundante, pueden quedar enterradas completamente lo que influiría negativamente en su asentamiento definitivo (GARCÍA SALMERÓN, 1995).

Según Serrada (1995) se debe plantar siempre al nivel del cuello de la raíz pero, en casos especiales en que el clima es muy seco, aconseja enterrarlo entre 2 y 5 cm con el fin de evitar la desecación de la planta, asegurar un rápido arraigo y compensar los posibles asentamientos posteriores del terreno provocados por las obras realizadas.

Esta información se puede considerar poco precisa ya que se ha demostrado que la profundidad de plantación no afecta por igual a todas las especies y que su influencia en la repoblación varía también con el tipo de terreno a repoblar. Por ejemplo, en *Pinus taeda* se han obtenido resultados diversos en función de la profundidad empleada, el terreno y las condiciones ambientales. En 1945 se llevó a cabo un experimento con esta especie en el que se dedujo que, en el caso de que las plantas no pudiesen ser plantadas al mismo nivel que se encontraban en el invernadero, era preferible plantarlas con el cuello de la raíz enterrado a una pulgada de profundidad que superficialmente (CUMMINGS, 1945). En trabajos posteriores se ha indagado más sobre la limitación de dicha profundidad y se han realizado ensayos con un mayor abanico de situaciones. SLOCUM y MAKI (1956) experimentaron hasta con cinco niveles de profundidad de plantación, desde colocar el inicio del sistema radical en el exterior hasta enterrar el sistema aéreo casi por completo. Transcurrido un año llegaron a la conclusión de que plantar los individuos con el sistema radical expuesto a las condiciones ambientales exteriores perjudica

seriamente tanto su crecimiento como su supervivencia y que, con respecto a los demás tratamientos utilizados, la supervivencia no se vio influenciada de modo considerable pero que el crecimiento aumentó notablemente en los pinos plantados con cierta profundidad con respecto a los plantados a nivel del cuello de la raíz.

Con respecto a la calidad de la estación donde se llevan a cabo las plantaciones y su influencia en estos parámetros junto con la profundidad de plantación, en suelos poco drenados y formados principalmente por arcillas y limos se observó que, tanto la supervivencia como el crecimiento de *Pinus taeda*, se vieron afectados negativamente a medida que aumentaba la profundidad de plantación empleada (SWITZER, 1960). También BRISSETTE (1989) llegó a la conclusión de que la profundidad de plantación en ensayos realizados en invernadero puede ser un factor crítico en función con las condiciones ambientales donde se desarrollen las plantas y no sólo en función de la especie elegida. Observó que en suelos arcillosos poco drenados es mejor realizar la plantación a nivel del cuello de la raíz que con cierta profundidad, aunque aconseja que en suelos con un buen drenaje la profundidad de plantación presenta ventajas considerables.

Ensayos llevados a cabo con *Picea mariana* en Canadá por BEYELER (1996), donde se sometió a la planta a distintas profundidades de plantación (superficial: el cuello de la raíz colocado 2 pulgadas por encima del nivel del suelo; y profunda: el cuello de la raíz colocado 2 pulgadas por debajo del nivel del suelo) demuestran que dichos métodos influyen negativamente en la supervivencia y en el crecimiento de la planta y nos aconsejan llevar a cabo esta plantación según el método tradicional, es decir, enterrándola sólo hasta el nivel del cuello de la raíz. También llegó a esta conclusión BURNS (1974) con experimentos realizados con *Pinus palustris* Mill. en Florida sobre suelos arenosos, donde los mayores niveles de supervivencia y crecimiento se obtuvieron en los brinzales plantados a nivel del cuello de la raíz en vez de en los plantados a distintas profundidades.

En ensayos realizados con *Pseudotsuga mienziensis* se observó que la profundidad de plantación no influye significativamente en las tasas de supervivencia ni de crecimiento transcurridos diez años desde el momento de la plantación (STROTHMANN, 1976).

Por lo tanto, a la luz de los trabajos previos, se puede afirmar que la profundidad de plantación es una práctica determinante a la hora de conseguir la estabilidad de una masa, pero no se puede generalizar el resultado de su aplicación ya que depende de distintos factores, como las características de la especie utilizada y la calidad de la estación donde se realice la repoblación.

Las repoblaciones que se realizan en España tienen especial importancia en zonas donde la erosión hídrica, producida principalmente por la sucesión de fuertes precipitaciones y periodos de sequía intensos sobre zonas de escasa cubierta vegetal, se hace patente y las transforma en terrenos áridos y pobres. Las altas temperaturas y la escasa humedad relativa que se suelen alcanzar en estas circunstancias han llevado a que se tienda a pensar que un enterramiento de parte del sistema aéreo pueda mejorar las condiciones físicas de la planta disminuyendo parte de la superficie de transpiración y por lo tanto su sufrimiento, y acelerando su asentamiento en campo. La práctica de esta metodología se ha extendido entre los selvicultores en algunas zonas de nuestro país, sin embargo el supuesto beneficio que conlleva para las plantas no está demostrado científicamente en las especies mediterráneas empleadas en las repoblaciones, y no se puede asegurar con certeza que no sea uno de los factores que haya provocado el fracaso en algunas repoblaciones.

El enterramiento de parte del sistema aéreo de los brinzales puede tener unas desventajas importantes que pueden repercutir en el asentamiento de la planta en campo. Así, los posibles inconvenientes son:

- Un incremento de la respiración de la planta debido al enterramiento de una parte de tejido que no contribuye a la síntesis de carbohidratos pero que sigue consumiendo en la oscuridad, puesto que aún está vivo..

- Una utilización intensiva de las reservas de azúcar por parte de la planta ante la imposibilidad de fotosintetizar, que la haría más vulnerable a las situaciones de estrés.

- Una reducción de la cantidad de azúcar de reserva disponible para el crecimiento y por lo tanto un menor desarrollo del sistema radical, con todas las consecuencias que esto implicaría en relación con el éxito en campo.

- Un mayor riesgo a los agentes patógenos del suelo puesto que el sistema aéreo no está adaptado a permanecer enterrado.

Todas estas suposiciones y el hecho de que el éxito de una repoblación se vea condicionado en función de la especie empleada y de la calidad de la estación en que se lleve a cabo, nos llevan a cuestionarnos si realmente la práctica utilizada en España con el Pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) de enterramiento de una porción de la parte aérea favorece su establecimiento en campo o si, por el contrario, está contribuyendo a su fracaso.