

# INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA GERMINACIÓN NATURAL DE SEMILLAS DE *Pinus sylvestris* L.

Cañellas I.\*<sup>1</sup>, Montes F.<sup>1</sup>, Bachiller A.<sup>1</sup>, Dones J.<sup>2</sup>, Pardos M.<sup>1</sup>, del Rio M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Forestal, INIA, C<sup>a</sup> de la Coruña km. 7,5 28040 Madrid

<sup>2</sup>Centro Montes de Valsaín. O.A. Parques Nacionales, 40109 Valsaín (Segovia)

\*[canellas@inia.es](mailto:canellas@inia.es)

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de la cobertura vegetal y la luz en la regeneración natural del pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.). Para ello se han localizado 9 situaciones comunes de cobertura de suelo en las masas de esta especie: tres diferentes espesores de acículas del desfronde, dominancia de musgo, helechos (*Pteridium aquilinum* (L.) Jun subsp. *aquilinum*) y herbáceas, quemas de restos de corta y dos tipos de preparación del suelo (decapado profundo y somero). Se consideraron 2 situaciones de luz: luz solar directa y sombra artificial con una malla de sombreo del 50%. La unidad experimental ha sido la maceta de 20 \*20 cm<sup>2</sup> y 20 cm de profundidad sobre la que se han reproducido las nueve situaciones de cobertura. En cada maceta se colocaron 100 y 250 semillas de pino silvestre durante 2002 y 2003 respectivamente.

La germinación fue evaluada semanalmente. Los datos se analizaron a través de técnicas de análisis de varianza. Los resultados mostraron que el efecto de la sombra fue esencial para la germinación en sustratos desfavorables y que ésta mejora significativamente el éxito de la regeneración. Además se enfatiza la importancia de realizar preparaciones de suelo superficiales sobre todo cuando la presencia de herbáceas o musgo es importante.

**PALABRAS CLAVES:** Pino silvestre, regeneración natural, germinación

MESA: 3. Selvicultura y sistemas agroforestales

## INTRODUCCIÓN

Los factores que afectan y condicionan a la regeneración natural de la mayoría de las especies arbóreas forestales se agrupan en aquellos factores designados como naturales o intrínsecos al proceso, como el clima, la topografía, las condiciones edáficas y la competencia inter e intraespecífica, y en aquellos factores extrínsecos a los procesos de regeneración natural o antrópicos derivados de la actividad humana, como el aprovechamiento forestal o el pastoreo (ROJO *et al.*, 1994). Aunque en la mayor parte de los trabajos de investigación se analizan estos factores separadamente, es necesario reseñar las fuertes relaciones que existen entre ellos mismos (DANIEL *et al.*, 1982).

En los bosques de montaña mediterráneos los procesos de regeneración están principalmente condicionados por las interacciones entre la cobertura arbórea o dosel, la vegetación arbustiva y las variaciones de micrositio (ROJO *et al.*, 1994). Muchos trabajos (por ejemplo NOBLE y ALEXANDER 1976; WRIGHT *et al.*, 1998) han analizado los efectos de los tratamientos selvícolas (fertilización, desbroces, claras, cortas de regeneración) o del tipo de sustrato sobre la regeneración en bosques de coníferas de montaña. Sin embargo es difícil de interpretar cómo estos tratamientos influyen en el crecimiento y supervivencia de las plántulas y qué factores (luz, agua y nutrientes) son los que determinan el éxito o fracaso de la regeneración, así como en el crecimiento de la misma. Además hay que destacar que los efectos de las propiedades del suelo en los bosques de montaña mediterráneas han sido en muchas ocasiones ignorados en los estudios de la regeneración forestal (DANIEL *et al.*, 1982; ROJO *et al.*, 1994).

En España, el pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) ocupa 1.282.000 ha (19% de la superficie nacional forestal). El 70% del área ocupada por el pino silvestre está por encima de los 1000 m de altitud y sobre el 60% está localizada en pendientes mayores del 20 %, reflejando estos datos el carácter de montaña de esta especie en nuestro país (CAÑELLAS *et al.*, 2000). Las masas de pino

silvestre han sido normalmente regeneradas por semillas, tanto natural como artificialmente. Durante la última mitad del siglo XX los avances técnicos en la producción de planta y las mejoras en la eficiencia de la gestión de las repoblaciones forestales ha dado lugar a un incremento en el uso de la regeneración artificial. Sin embargo, la regeneración natural es aún el principal método utilizado para regenerar las masas de pino silvestre en toda Europa (MASON y ALIA, 2000). Aunque en España más del 75 % de la regeneración de las masas forestales de pino silvestre se han estimado como naturales, es complicado asegurar una regeneración satisfactoria y uniformemente distribuida, incluso con una especie productora de semilla más o menos regular, como es el pino silvestre.

En las masas de pino silvestre nos encontramos normalmente con una abundante regeneración pero irregular distribuida. Este banco persistente de plántulas suele estar bajo condiciones de dominancia por periodos prolongados hasta que unos tratamientos de mejora o cortas de regeneración o simplemente una perturbación elimine el piso dominante permitiendo su crecimiento. La emergencia de plántulas y su posterior supervivencia producida por una perturbación está influenciada por muchos factores, entre los que se incluyen que incluyen la proximidad y abundancia de pies padres, el tipo de sustrato, presencia de consumidores y dispersores de semillas y variaciones en las condiciones climáticas y microclimáticas (DANIEL *et al.*, 1982). Todos estos factores pueden ser la causa de variaciones espaciales y temporales en el reclutamiento natural de plántulas, haciendo difícil separar y analizar cada uno de los efectos que intervienen.

Las condiciones de suelo son especialmente importantes para la germinación y supervivencia de las jóvenes plántulas, pero estas condiciones no son satisfechas completamente en muchas ocasiones, sugiriéndose en muchos casos una preparación del suelo previa como solución (decapado total o parcial, eliminación de la capa orgánica, eliminación del matorral, etc.). El incremento del conocimiento sobre las interacciones entre plántulas y las propiedades del sustrato donde germinan y se desarrollan es preciso sobre todo por que parte de las operaciones que se realizan no siempre tienen buenos resultados (PARDOS *et al.*, 2005).

Los objetivos de este trabajo fueron caracterizar sustratos que podemos encontrarnos de forma natural en un pinar de silvestre y determinar el efecto de los mismos en la emergencia de las plántulas del pino silvestre bajo dos regímenes de luz.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Material**

Para estudiar la influencia del sustrato y la luz en los procesos de regeneración natural se ha empleado un diseño *split-plot*. Se han analizaron nueve tipos de sustratos en 2002: dominancia de helecho (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *Aquilinum*) en la cobertura del suelo; existencia de una densa capa de herbáceas; áreas donde fueron quemados restos de corta un año atrás; dos diferentes clases de preparación de suelo: en el primer caso todo el material vegetal fue eliminado y el suelo mineral está en la superficie (decapado profundo) y en el segundo donde el material vegetal ha sido eliminado superficialmente (decapado superficial); dominancia de musgo en el suelo; y tres espesores diferentes de acumulación de acículas: acumulación de 5 cm, de 10 cm y de 15 cm (Tabla 1).

<Tabla 1>

Todos los tratamientos indicados se encontraron en rodales de pino silvestre localizados en el sistema Central (Pinar de Valsaín y Pinar de Navafría) y se recogieron muestras de los mismos en pequeñas macetas (20\*20 cm<sup>2</sup> y 20 cm de profundidad) sin modificar la estructura del suelo para cada caso. Cada tratamiento tuvo 12 repeticiones bajo condiciones de luz directa (sol) y otras 12 con sombra artificial (sombra) (malla con un 50% de sombreo). Todas las macetas fueron colocadas en el vivero.

Las semillas empleadas en el ensayo fueron adquiridas a la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del centro de Semillas Forestales. Para conocer el porcentaje de germinación de las semillas adquiridas se realizó inicialmente un ensayo de germinación en laboratorio en el invierno del 2002. La media de germinación de estas semillas fue del 55 %.

Inicialmente, se seleccionaron lotes de 100 semillas al azar y se distribuyeron homogéneamente por la superficie de cada maceta en Marzo (cohorte de 2002) simulando la caída natural de las semillas al suelo. El ensayo se repitió de la misma forma a finales de Enero del 2003 (cohorte 2003) con 250 semillas por maceta. Todas las macetas fueron regadas durante el periodo de la experiencia dependiendo de las condiciones climáticas. La cohorte del 2003 fue parcialmente

enterrada en suelo del vivero para reducir las pérdidas de humedad y mejorar los porcentajes de germinación que se obtuvieron en el 2002. En el segundo año el tratamiento S9 (acumulación de acículas de 15 cm) no se incluyó en la experiencia debido a los malos resultados obtenidos en 2002.

La germinación fue valorada semanalmente en cada maceta y tratamiento hasta el mes de Julio, cuando la germinación se había completado. La unidad de muestreo estuvo constituida por los 400 cm<sup>2</sup> de sustrato de cada maceta para los análisis estadísticos (SAS, 1999) y se utilizaron para ello los datos en porcentaje de la germinación máxima obtenida.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los éxitos de regeneración dependen de la probabilidad de que las semillas caídas sean viables en micrositios favorables para la germinación y supervivencia. En este estudio la variabilidad de los micrositios fue controlada por los diferentes sustratos analizados, que reflejan las condiciones posibles que podemos encontrarnos en campo.

El porcentaje de emergencia fue muy bajo en el año 2002, debido a problemas de pérdida de humedad en las macetas. Por esta razón, en la experiencia realizada durante el año 2003, el número de semillas utilizado fue 250 en vez de las 100 semillas utilizadas durante el primer año. Además, las macetas fueron enterradas parcialmente en el vivero para reducir estas pérdidas de humedad en los diferentes sustratos.

La germinación de las plántulas comenzó a los 15-20 días de su siembra y se completó 2-3 semanas más tarde (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de germinación (iniciación y tiempo empleado hasta completar el proceso) dependiendo de las condiciones de luz, pero se observó un cierto retraso para las macetas en condiciones de sol en relación con las que se encontraban en sombra. Los mismos resultados se obtuvieron para cada uno de los sustratos analizados en condiciones de sol y sombra.

<Figura 1>

El porcentaje medio de germinación total fue de un 3,25% con un rango de 0,06 en condiciones de sol en 2002 a 7,05 en condiciones de sombra en 2003. No hubo diferencias significativas en la germinación entre años. Los tratamientos de sombra obtuvieron los valores más altos en cuanto a la germinación (3,3 % en el 2002 y 18,30 % en el 2003) y las condiciones de sol los más bajos (nulos o cerca de cero en la mayoría de los tratamientos). En la Tabla 2 y Figura 2 se presentan los porcentajes de germinación para los diferentes sustratos y condiciones de luz para los dos años de ensayos 2002 y 2003.

<Tabla 2>

<Figura 2>

Los análisis de la varianza muestran diferencias significativas entre los diferentes sustratos, las condiciones de luz y su interacción para las cohortes del 2002 y 2003.

<Tabla 3>

Los resultados de las condiciones de sombra no mostraron diferencias significativas para el primer año 2002 (Tabla 2). Por lo contrario encontramos diferencias significativas entre los tratamientos S3 y S5 y otros en la cohorte 2003. Los valores más altos de germinación encontrados correspondieron al tratamiento S3 para los dos años (restos de corta quemadas hacia un año) y el tratamiento S5 (decapado somero, donde el material vegetal solo fue parcialmente eliminado). Para todos los tratamientos de suelo los mejores resultados se obtuvieron en condiciones de sombra.

En el primer año (cohorte 2002) se observó una clara tendencia a la obtención de mejores resultados en la germinación total bajo condiciones de sombra. Este efecto se repitió durante el año 2003, pero no fue tan claro y se obtuvieron diferencias menores en germinación entre las dos condiciones de luz analizadas. Para algunos tratamientos (áreas donde los restos de cortas habían sido quemada el año anterior -S3- y decapado somero -S5-) el porcentaje de germinación fue muy similar para el año 2003: 16,53 % - 16,97 % para el tratamiento S3 y 18,30% - 13,8% para el tratamiento S5 para condiciones de sombra y sol respectivamente

La germinación total estuvo fuertemente influenciada por los distintos sustratos empleados. Como mostramos en la Tabla 2 el porcentaje de emergencia es nulo o prácticamente nulo en los siguientes tratamientos S2, S7, S8 y S9 (densa capa de herbáceas y las tres acumulaciones de acículas con diferente espesor respectivamente) independientemente de que los tratamientos se encontraran en condiciones de sombra y luz.

Otros autores han obtenido resultados similares a los aquí presentados. NOBLE y ALENXANDER (1977) encontraron que el agua disponible a la profundidad de 5 cm fue substancialmente más alta en suelo mineral que en humus y informaban en su trabajo que la sombra reduce la perdidas de agua del sustrato donde germinan las plántulas y del suelo. Del mismo modo que en nuestra experiencia se observa que si la acumulación de acículas es mayor de 10 cm de espesor las condiciones para la regeneración no son favorables.

El efecto de la sombra fue esencial para la germinación en condiciones de suelo no favorables, y además mejoró el éxito de la germinación sobre sustratos más favorables, bajo condiciones climáticas típicas del medio mediterráneo. Esto enfatiza la importancia de reducir el tamaño de las cortas conjuntamente con una ligera preparación del suelo, sobre todo ante la presencia de una densa capa de herbáceas o de musgo. Investigaciones futuras deberán examinar con más detalle las fases iniciales de establecimiento para cuantificar los factores que intervienen en el crecimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAÑELLAS I., MARTÍNEZ GARCÍA F. MONTERO G. 2000. Silviculture and dynamic of *Pinus sylvestris* L. stands in Spain. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Fuera de serie nº1. 233-253.
- DANIEL P.W., HELMS U.E., BAKER F.S., 1982. Principios de Silvicultura. Mc Graw Hill.
- MASON W.L., ALIA R., 2000. current and future status of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in Europe. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Fuera de serie nº1. 317-336.
- NOBLE D.L., ALEXANDER R.R., 1976. Environmental factors affecting natural regeneration of Engelmann spruce in Central Rocky Mountains. *Forest Science* 23: 420-429.
- PARDOS, M.; MONTES, F.; CAÑELLAS, I.; Influence of environmental conditions on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) germinant survival and diversity in central Spain. *Eur. J. For. Res.* (in press).
- ROJO A., MONTERO G., ORTEGA C., 1994. Natural regeneración in *Pinus sylvestris* L. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, Fuera de Serie 3 :107-123.
- SAS/STAT User's Guide, 1999. Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- WRIGHT E.F., COATES K.D., BARTEMUCCI P., 1998. Regeneration from seed of six tree species in the interior cedar-hemlock forests of British Columbia as affected by substrate and canopy gap position. *Can. J. for. Res.* 28: 1352-1364.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de E. García por su participación en el trabajo de campo y toma de datos. Este trabajo se desarrollo en el marco del proyecto AGL 2000-1545, financiado por Plan Nacional.

**Tabla 1.- Tipos de sustratos considerados en el ensayos**

<b>Tipos de sustratos</b>	<b>código</b>
Dominancia de helechos ( <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i> en el suelo	S1
Dominancia de una capa densa de herbáceas	S2
Áreas donde se quemaron restos de corta hace un año	S3
Preparación del suelo: todo el material vegetal eliminado y el suelo mineral está en la superficie (arado profundo)	S4
Preparación del suelo: el material vegetal ha sido eliminado solo parcialmente (arado superficial)	S5
Dominancia de musgo en el suelo	S6
Acumulación de acículas con 5 cm de espesor	S7
Acumulación de acículas con 10 cm de espesor	S8
Acumulación de acículas con 15 cm	S9

**Tabla 2.- Porcentaje de emergencia de plántulas de pino silvestre por sustrato, luz y año**

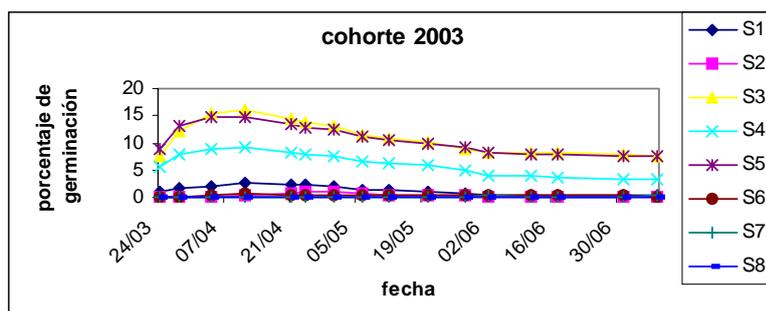
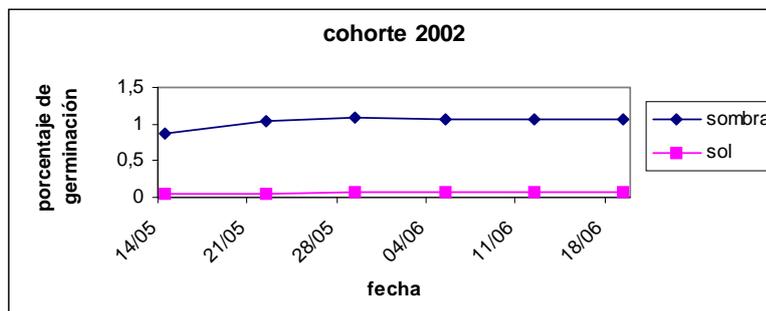
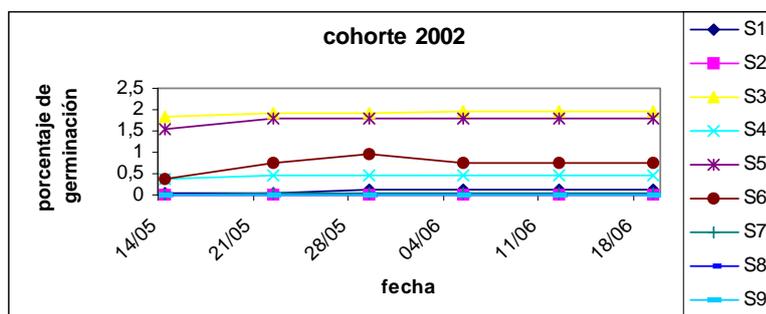
Sustrato	Cohorte de 2002		Cohorte de 2003	
	Sombra	Luz	Sombra	Luz
S1	0.0 a	0.25 a	4.77 b	1.47 ab
S2	0.0 a	0.0 a	1.03 ab	0.9 ab
S3	3.83 b	0.17 a	16.53 c	16.97 c
S4	0.75 ab	0.0 a	14.63 c	4.6 b
S5	3.58 ab	0.08 a	18.30 c	13.8 c
S6	2.17 ab	0.0 a	1.0 ab	0.17 a
S7	0.08 ab	0.0 a	0.1 a	0.03 a
S8	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
S9	0.0 a	0.0 a	-	-

Igualdad de letras significa que no existen diferencias significativas entre tratamientos por el test de medias de Duncan (al 95% de nivel de significación).

**Tabla 3.- Análisis de varianza del numero total de plantas que germinaron al final de cada estación de crecimiento por sustrato, luz y sus interacciones**

Fuente de variación	Cohorte de 2002			Cohorte de 2003		
	g.l.	F ratios	p value	g.l.	F ratios	p value
sustrato	8	7.70	0.0000	7	217.57	0.0000
luz	1	31.03	0.0000	1	42.45	0.0000
sustrato * luz	8	7.33	0.0000	7	9.42	0.0000

Los datos fueron transformados ante de los análisis



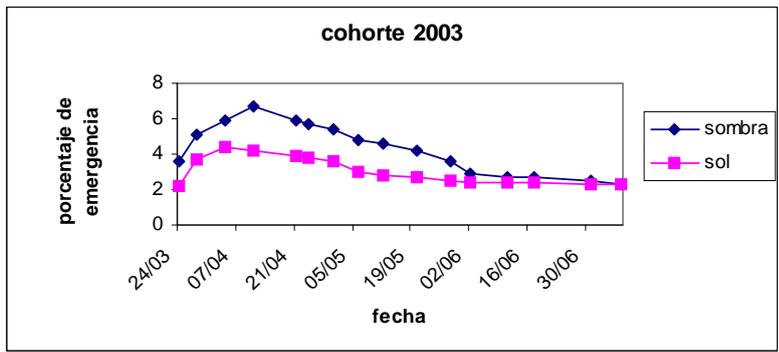


Figura 1.- Porcentaje medio de germinación para las cohortes 2002 y 2003 entre los tratamientos de sustrato y luz.

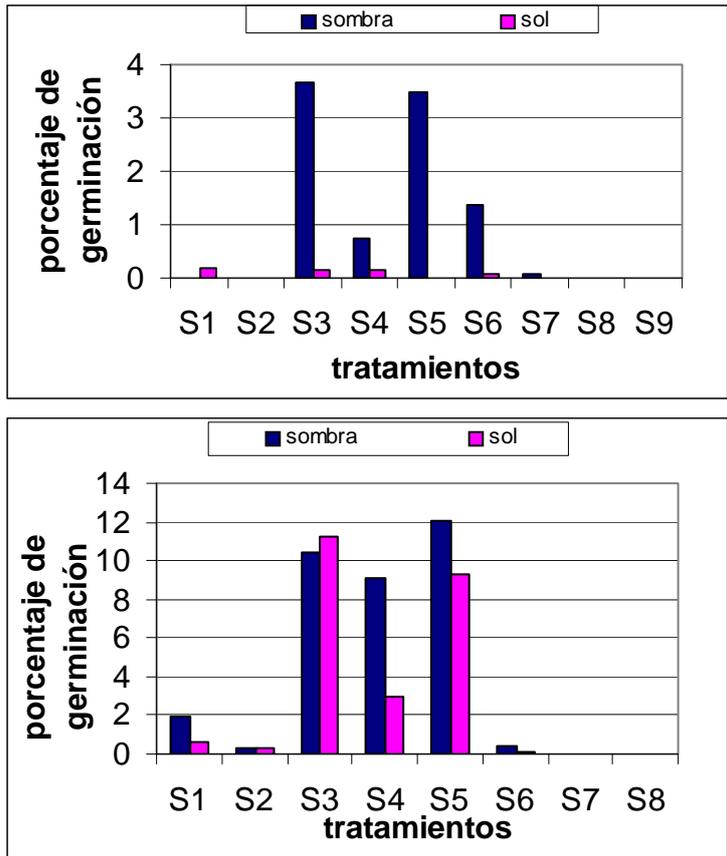


Figura 2.- Porcentaje medio de germinación por tratamiento de sustratos y luz para las cohortes 2002 (arriba) y 2003 (abajo).