



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERIAS AGRARIAS

Máster en Investigación en Ingeniería para la conservación y Uso Sostenible de
Sistemas Forestales.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL ENVASE EN LA ALTURA,
SUPERVIVENCIA Y RECTITUD DE PINUS PINASTER AIT. PLANTADOS
EN VALLADOLID Y OURENSE.

Alumno/a: Nayla Rodríguez Mora

Tutor/ra: María del Rosario Sierra de Grado

Cotutor: Roberto San Martín Fernández

Septiembre 2011

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

1. RESUMEN

Pinus pinaster Ait., es la conífera que ocupa mayor superficie en España. Por sus múltiples usos y por desarrollarse en suelos pobres, presenta amplias perspectivas en los planes de reforestación. Su problema está en que el aprovechamiento económico se ve disminuido por la tendencia a la flexuosidad del tronco, afectando al coste del transporte, procesado de la madera y rendimiento en materia prima. Se piensa que el sistema de cultivo en vivero puede influir en la estabilidad de las plantas en la repoblación. Este trabajo compara la altura, supervivencia y rectitud tras una estación de crecimiento en campo de 20 procedencias de todo el ámbito de distribución de la especie. Las plantas fueron cultivadas en vivero durante una savia, en dos tipos de contenedores, uno con capacidad 275 cm³ y otro con capacidad de 150 cm³, y posteriormente plantadas en dos sitios de ensayo diferentes, Valladolid y Ourense. El diseño empleado es en Parcelas Divididas con cuatro y cinco repeticiones. Los resultados reflejan diferencias significativas en el comportamiento de las procedencias para los sitios de ensayo y los tratamientos no influyen significativamente en los factores estudiados, posiblemente debido al corto periodo de tiempo transcurrido. Se han analizado también las interacciones procedencias x envase x sitio de ensayo.

Palabras claves: *Pinus pinaster*, procedencias, sistema de cultivo, tamaño del contenedor, estabilidad.

SUMMARY

Pinus pinaster Ait. is the conifer which occupies the largest area of distribution in Spain. Due to its many uses and habit to grow in poor soils, it presents wide prospects in afforestation plans. Taking into account economical aspects, there is a decreasing in terms of profit due to the tendency to flexuous stem, affecting the cost of transport, wood processing and raw material. It is thought that the nursery culture system may influence the stability of plants in recruitment. This paper compares growth, survival and straightness after one growing season in field of 20 provenances across the distribution range of the species. Plants were grown in nursery for a period in two types of container, one with 275 cm³ capacity and the other one with capacity of 150 cm³, and then planted in two different trial sites, Valladolid and Ourense. The design used is a split-plot with four and five repetitions. The results show significant differences in the behavior of the provenances for the trial sites and the treatments do not significantly influence the first stage of growth, possibly due to the short period of time. Interactions are also analyzed for provenances x container x trial sites.

Keywords: *Pinus pinaster*, provenance, cropping system, container size, stability.

2. ANTECEDENTES.

Pinus pinaster es una de las especies forestales más importantes en Francia, Portugal y España. Los usos principales de la especie están relacionados con la madera y la producción de resina, así como la conservación y protección del suelo. La capacidad de la especie para crecer en suelos muy pobres y bajo sequía prolongada es uno de los motivos de su uso en programas de repoblación forestal para producción de madera o protección de suelo (Alía y Martín. 2009).

La superficie ocupada por *Pinus pinaster* en España asciende alrededor de 1400000 ha, entre masas naturales y repoblaciones, lo que habla por sí solo de su importancia ecológica y económica (Sierra-de-Grado *et al.*, 2005). Es la conífera forestal más importante de España en cuanto al volumen de producción de madera, del que procede la quinta parte de lo que se corta cada año. En el periodo 1996-2003, el volumen con corteza cortado de esta especie ascendió a 22.506.377 m³ (datos de los Anuarios de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura). En Francia, sólo en las Landas ocupa alrededor de un millón de hectáreas.

Un defecto común asociado a *Pinus pinaster* es la falta de rectitud del fuste, problema presente en la mayoría de las procedencias en mayor o menor grado. La falta de rectitud del tronco afecta negativamente al coste del transporte, procesado de la madera y rendimiento en materia prima. La calidad del producto final también se ve muy disminuida, debido a la formación de madera de compresión (Zobel y Van Buijtenen, 1989).

Este problema se ha relacionado a veces con las deformaciones en la raíz producidas por el cultivo en envase, que es la forma habitual de cultivarlo. Este sistema de cultivo tiene también sus inconvenientes, ya que los envases limitan el espacio del sistema radical, interfiriendo en su crecimiento y produciendo deformaciones en las raíces. Estas deformaciones pueden hacerse patentes al año de cultivo, o bien durante los primeros años tras el trasplante, produciendo una inclinación excesiva e incluso la caída de árboles en condiciones climatológicas adversas (Ortega *et al.*, 2006). Por lo anterior, cuanto más pequeño es el envase, más importantes pueden ser las deformaciones.

La calidad de planta forestal está ligada a su supervivencia y desarrollo en monte (González *et al.*, 2002), por lo que es importante definir las formas de cultivo adecuadas poniendo la atención en las repercusiones sobre la repoblación. Por esta razón, la actual tendencia en los viveros forestales es el cultivo en envase, en especial en climas mediterráneos, ya que se entiende que es la mejor forma de obtener plántulas con la máxima calidad en el menor costo posible. La connotación de calidad referida a la planta forestal, es que debe supervivir y arraigar en un medio natural, la mayoría de las veces hostil, sin ayuda de ningún tipo, por lo que el material de repoblación debe poseer unas características morfológicas y fisiológicas especiales que avalen su supervivencia y correcto desarrollo en el monte (en el espacio y el tiempo), y con ello contribuir al éxito de una repoblación forestal. (Ruano y Rafael, 2008).

Por su parte Peñuelas y Ocaña (2000) plantean que la utilización de envases en la producción de brinzales forestales es práctica común en ambientes mediterráneos. La influencia del tipo de envase se ve una vez establecida la repoblación, tanto por la supervivencia, crecimiento y estabilidad de las plantas (que repercute en la rectitud del fuste).

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

Pinus pinaster Ait., presenta una distribución fragmentada en la Península Ibérica, habitando en condiciones ecológicas muy variables y manifestando una elevada variabilidad genética entre sus poblaciones (Alía *et al.*, 1996). Existe una gran variabilidad geográfica en el pinaster en muchos caracteres, por ejemplo el crecimiento y la rectitud, que se han estudiado en ensayos de procedencias (Alía *et al.*, 1995; Sierra de Grado *et al.*, 1999; R. Sierra de Grado *et al.*, 2008). Experimentos y ensayos realizados han demostrado una variabilidad fenotípica y genética notables en relación con la forma y el crecimiento de los individuos (Chambel, 2006). Estudios con marcadores moleculares avalan la existencia de variación genética en marcadores neutros, según Gil (2003), *Pinus pinaster*, presenta una variabilidad entre poblaciones muy alta en caracteres adaptativos, mientras que en los marcadores neutros es la intrapoblacional la que alcanza valores próximos al 95%. Sin embargo apenas hay estudios de variabilidad en caracteres de las raíces.

Un problema específico es el cabeceo (inclinación del eje de la planta), que parece afectar más en las regiones del Norte de España y perjudica mucho a la rectitud. El cabeceo está muy relacionado con la cantidad, posición y estado fisiológico de los meristemos radicales (Lario *et al.*, 2004). Lario *et al.* (2005), dicen que para asegurar la calidad mecánica de la planta en estado de repoblado es principal el elegir un tamaño de envase para un determinado tamaño de planta en el proceso de cultivo en vivero, lo que es coherente con Cifuentes *et al.* (2001), que afirman que la menor densidad de raíces en el cepellón asegura una calidad mecánica posterior en campo.

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente hipótesis: Los envases pequeños deforman la raíz más que los grandes y esto puede repercutir tanto en la rectitud (por cabeceo u otros motivos) como en la altura; existe una interacción procedencia x envase (unas procedencias son más sensibles que otras al tamaño del envase, (por ejemplo por tener diferente tasa de crecimiento radicular) y además, la respuesta diferencial de las poblaciones al envase puede también verse afectada por el ambiente del sitio de plantación (interacción procedencia x envase x sitio).

Este estudio requiere la evaluación durante un periodo de tiempo largo, ya que se ha observado que el cabeceo suele producirse cuando las plantas alcanzan aproximadamente 90 cm de altura, en los primeros años, tras la implantación en campo, como es el caso del estudio de Ocaña (2001) donde encontró árboles inclinados menores de un metro de altura. El presente trabajo evalúa los dos primeros años de desarrollo en campo, en los que pueden comenzar a observarse diferencias en el desarrollo de las plantas.

3. OBJETIVOS

- Estudiar la influencia de dos tamaños de contenedor en la supervivencia, altura y rectitud de 20 procedencias de *Pinus pinaster* en dos sitios situados en Valladolid y Ourense durante dos años.
- Estudiar la interacción entre las procedencias, el tratamiento y el sitio de plantación.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait plantados en Valladolid y Ourense.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon semillas de *Pinus pinaster* de 20 procedencias de todo el ámbito de distribución de la especie, de MRF identificado, procedente de fuentes semilleras.

Para facilitar el trabajo se establecieron abreviaturas para las 20 procedencias y se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Abreviaturas de las 20 procedencias de *Pinus pinaster*.

Nº	Procedencias	Abreviaturas
1	NOROESTE- LITORAL	1-NL
2	NOROESTE-INTERIOR ENTRIMO	2-NI
3	S ^a OÑA SOBRÓN	3-OS
4	S ^a OÑA VILLANAÑE	4-OV
5	S ^a OÑA BACHICABO	5-OB
6	S ^a DE GREDOS ARENAS DE SAN PEDRO	6-SGA
7	S ^a DE GREDOS MONBELTRÁN	7-SGM
8	MESETA CASTELLANA (AL LADO DE NIEVA)	8-MCN
9	MESETA CASTELLANA PINAR VIEJO-COCA	9-MCP
10	MESETA CASTELLANA MOJADOS	10-MCM
11	MONTAÑA BURGOS-SORIA SAN LEONARDO	11-MBS
12	SERRANÍA DE CUENCA ALMODÓVAR DEL PINAR	12-SC
14	SIERRA DE ESPADÁN VILLAMALUR	14-SE
15	LEVANTE MUELA DE CORTES	15-LM
16	S ^a SEGURA-ALCARAZ PUNTAL AJEDRA (SILES)	16-SS
17	S ^a ALMIJARA	17-SA
18	GIRONDE-33 GIRONDE	18-GG
20	LEIRÍA PORT LERIRIA	20-LP
21	PISA	21-P
22	TAMJOUT	22-T

4.1. INSTALACIÓN DE LOS ENSAYOS

Los semillados en los distintos envases se realizaron a la vez, en Marzo de 2009 en las instalaciones del vivero de TRAGSA en Maceda (Ourense). En vivero estuvieron durante una savia. Durante este tiempo recibieron los mismos cuidados culturales de riego, fertirrigación y fitosanitarios. Se utilizaron dos tipos de envases FOREST POT 60- 150 cc (pequeño) y LANEN PL35F 275 cc (grande), el sustrato utilizado fue turba: vermiculita, proporción 80:20.

El trasplante se realizó en noviembre de 2009 en La Cistérniga (Valladolid) y en diciembre 2009 en Sarreaus (Ourense). Las características de la instalación de las parcelas pueden verse en la Tabla 4.1.1

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

Tabla 4.1.1. Información general de los ensayos.

Sitios de ensayo	Tratamientos	Tipo de sustrato	No. Proce- dencias	Inicio siembra en vivero	Plantación En campo	Número de repeticiones	Número de plantas
Valladolid (Cistérniga)	T1 T2	S	20	Marzo 2009	Noviembre 2009	5	600
Ourense (Sarreaus)	T1 T2	S	20	Marzo 2009	Diciembre 2009	4	476

T1: envase pequeño T2: envase grande S: turba: vermiculita proporción 80:20 para los dos tratamientos

En los ensayos se planteó un tratamiento de siembra directa en el que la supervivencia fue casi nula, por lo que se obvió en este estudio.

4.2 CLIMA DE LOS SITIOS DE ENSAYO.

El clima de La Cistérniga es mediterráneo con rasgos continentales ya que la oscilación térmica de invierno a verano es muy acusada. Los inviernos son largos con temperaturas bajas, son muy habituales las heladas, y menos frecuentes las nevadas siendo enero el mes más frío con una media de 2°C, y los veranos son calurosos pero cortos, con temperaturas que pueden llegar a los 40°C en días puntuales. Las lluvias se concentran en los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre.

El clima de Sarreaus es oceánico, aunque acusa cierto carácter de transición con tendencias mediterráneas y continentales. Se caracteriza en general por temperaturas suaves todo el año y precipitaciones también, durante todo el año. Las temperaturas medias anuales están entre 10° y 11° C y las precipitaciones que pueden superar los 900 mm por año (*Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMet)*).

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN

Las dimensiones de la parcela de la Cistérniga son de 1.58 ha de superficie y 676.77 metros de perímetro. La distancia entre plantas es de 3x3m y se utilizó un total de 120 plantas por repetición. Se realizó roza mecanizada alrededor de las plantas y subsolado para favorecer la penetración de las raíces y el flujo de aire y agua. Se aplicó en dos ocasiones riego pie a pie en una dosis de 40L por planta, mediante tractor con ruedas con cisterna de 12.000L y doble manguera.

Las dimensiones de la parcela de Sarreaus son de 1.25 ha de superficie y 574.42 metros de perímetro. La distancia entre plantas es de 3x3m y se utilizó un total de 120 plantas para dos repeticiones y 118 por las otras dos repeticiones. Se realizó roza mecanizada alrededor de las plantas y subsolado para favorecer la penetración de las raíces y el flujo de aire y agua. Se aplicó riego con camión cisterna.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

Es importante destacar que el año 2010 resultó ser en conjunto muy húmedo, el valor medio de la precipitación sobre España superó en más de un 25% al valor normal. A lo largo de los meses de abril, mayo y junio, las precipitaciones se situaron, en conjunto, en torno a sus valores medios, siendo en promedio del orden de unos 220 mm a finales de junio. Los meses veraniegos de julio y agosto fueron más secos de lo normal, especialmente julio, en el que las precipitaciones apenas supusieron el 50% de su valor medio. En el mes de septiembre las precipitaciones se distribuyeron de forma muy irregular y su valor medio se situó en torno a un 25% por debajo de la media. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMet)).

Muchas de las plantas del ensayo de Sarreaus estuvieron encharcadas durante varios meses debido a las abundantes precipitaciones. El ensayo de la Cistérniga, hubo que regarlo, por la sequía del verano de 2010, lo cual hizo el suelo muy duro y las plantas casi calcinadas por el sol. Las marras fueron repuestas por plantas de la misma procedencia y tratamiento.

Las plantas repuestas se sembraron en Marzo de 2009, se dejaron en vivero como reserva para reponer en caso de necesitarlo, y fueron cultivadas con el mismo tratamiento, envase grande y envase pequeño.

4.4 TOMA DE DATOS

La supervivencia del primer año se determinó por medio del conteo del número de plantas muertas respecto al total en ambos sitios de ensayo.

La altura se determinó solo con las plantas vivas y se obtuvo en centímetros, midiendo desde el suelo hasta la punta de las acículas superiores con una regla. Para el análisis de la altura, se eliminó el bloque 1 de la localidad de Sarreaus, debido a que resultaba no estimable por la cantidad de marras, el número de plantas analizadas se redujo a 272 para Sarreaus y 478 plantas para La Cistérniga.

La rectitud fue evaluada según una escala preestablecida, asignando una puntuación del 1 al 4.

- Clases de rectitud

Clase1: Rectos.

Clase2: Inclinación menor de 45°

Clase3: curvados o con una inclinación de 45°.

Clase 4: Torcidos con varias curvaturas o inclinación mayor a 45°.

Para la toma de datos de la rectitud se tuvieron en cuenta las plantas repuestas, que fueron contabilizadas como marras en el análisis de supervivencia.

El diseño empleado es en parcelas divididas. El motivo para establecer el estudio con este tipo de diseño es que se puede tener una mayor precisión de los resultados en la estimación de la respuesta observada en los tratamientos.

4.4 ANÁLISIS DE DATOS

- El modelo lineal que explica las variables, altura y supervivencia es:

$$Y_{ijkln} = \mu + S_i + B_{j(i)} + T_k + ST_{ik} + BT_{jk(i)} + P_l + PT_{lk} + PS_{li} + PTS_{lki} + \xi_{n(ijkl)}$$

Donde:

μ = media de la población

S_i = efecto del Sitio, $i=1$ (Sarreaus), 2 (Cistérniga);

$B_{j(i)}$ = efecto del bloque en cada Sitio, $j_{(1)}= 1,2,3$; $j_{(2)}=1,2,3,4,5$

T_k = efecto del tratamiento $k=1$ (envase grande), 2 (envase pequeño)

ST_{ik} = Interacción sitio tratamiento

$BS_{jk(i)}$ = Interacción bloque tratamiento anidado al sitio

P_l = Efecto de la Procedencia $S= 1, \dots, 20$.

PT_{lk} = Interacción procedencia tratamiento

PS_{li} = Interacción procedencia sitio

PTL_{lki} = Triple interacción procedencia sitio tratamiento

$\xi_{n(ijkl)} = N(0, \sigma^2)$ e independientes

- El modelo mixto que analiza el modelo con medias repetidas es:

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + B_{j(i)} + T_k + ST_{ik} + P_l + PT_{lk} + PS_{li} + t_m + tP_{lm} + tS_{im} + tT_{km} + PTS_{lki} + TPt_{klm} + STt_{ikm} + \xi_{n(ijklm)}$$

Donde:

μ = media de la población

S_i = efecto del Sitio, $i=1$ (Sarreaus), 2 (Cistérniga);

$B_{j(i)}$ = efecto del bloque en cada sitio, $j_{(1)}= 1,2,3$; $j_{(2)}=1,2,3,4,5$

T_k = efecto del tratamiento $k=1$ (envase grande), 2 (envase pequeño)

ST_{ik} = Efecto de la Interacción sitio tratamiento

P_l = Efecto de la Procedencia $S= 1, \dots, 20$.

PT_{lk} = Efecto de la Interacción procedencia tratamiento.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

PS_{ij} = Interacción procedencia sitio

PTS_{lki} = Triple interacción procedencia sitio tratamiento

TPt_{klm} = Triple interacción tratamiento procedencia tiempo

STt_{ikm} = Triple interacción sitio tratamiento tiempo

$\xi_{n(ijklm)} = N(0, \sigma^2)$ e independientes

Los datos obtenidos se analizaron por medio del software SAS y STATGRAFICS.

Supervivencia

Se analizó mediante tabulación cruzada, mediante contrastes de hipótesis Chi-cuadrado. Se realizó la transformación $\arcsen\sqrt{p}$, para evitar problemas de falta de normalidad de los residuos y homogeneidad de la varianza, en los datos de supervivencia, siendo “p” el tanto por uno de supervivencia y no se tuvo en cuenta el factor bloque.

Rectitud

La rectitud se analizó mediante tabulación cruzada, mediante contrastes de hipótesis Chi-cuadrado, analizando las localidades en un mismo test.

Además fue analizada mediante un análisis de correspondencias múltiples, aplicada al análisis de tablas de contingencia, que construye un diagrama cartesiano basado en la asociación entre los factores estudiados. Esta técnica estadística, se utiliza para analizar, desde un punto de vista gráfico, las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas a partir de los datos de una tabla de contingencia (Figueras, 2003). La proximidad entre los individuos indica un nivel de asociación, por lo que su objetivo es ver si existe asociación entre categóricas.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

5. RESULTADOS

5.1 SUPERVIVENCIA.

Se contabilizaron en total 177 marras sobre un total de 476 plantas para la localidad de Sarreaus y 121 marras sobre un total de 600 plantas en la localidad de la Cistérniga lo cual supone una mortalidad de casi el 28 % del total de plantas entre los dos sitios de plantación.

El modelo lineal resultó no significativo para el análisis de varianza de la supervivencia con la transformación $\arcsen\sqrt{p}$.

Solo resultaron significativos en el análisis de supervivencia los factores tratamiento y bloque para la parcela de Sarreaus. Las procedencias tuvieron comportamientos similares en cuanto a la supervivencia. Ver Tabla 5.1.1

La procedencia Sierra Almirajara (17) coincide entre ambos ensayos, como la procedencia que más sobrevive.

Tabla 5.1.1 Contraste de Chi-cuadrado para un nivel de confianza del 99%.

Factor	Chi-cuadrado	GL	P-valor
Tratamiento	19,44	1	0,0000
Bloque	123,91	3	0,0000

Las Tablas 5.1.2 y 5.1.3 muestran para la variable supervivencia, los porcentajes de los factores bloque y tratamiento.

Tabla 5.1.2 Frecuencias para Supervivencia según Tratamiento para Sarreaus.

Tratamiento	Grande	Pequeño	Total
Marra	111 23.32%	66 13.87%	177 37.18%
Vivo	125 26.26%	174 36.55%	299 62.82%
Total	236 49.58%	240 50.42%	476 100.00%

Frecuencia de ocurrencia de pares de valores únicos para Supervivencia y Tratamiento.

El tratamiento de envase grande tiene mayor cantidad de marras, prácticamente la mitad del total de plantas para este tratamiento.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

Tabla.5.1.3 Frecuencias de Supervivencia según Bloque para Sarreaus.

Bloque	B1	B2	B3	B4	Total
Marra	94 19.75%	38 7.98%	28 5.88%	17 3.57%	177 37.18%
Vivo	26 5.46%	82 17.23%	90 18.91%	101 21.22%	299 62.82%
Total	120 25.21%	120 25.21%	118 24.79%	118 24.79%	476 100.00%

Frecuencia de ocurrencia de pares de valores únicos para Supervivencia y Bloque.

Los bloques del ensayo de Sarreaus son significativamente distintos entre ellos, el bloque 1 tiene mayor cantidad de marras con respecto al resto de los bloques. El bloque 1 tiene más del 50% del total de marras siendo este bloque el que más influencia significativa tiene en este ensayo y el de menor es el bloque 4.

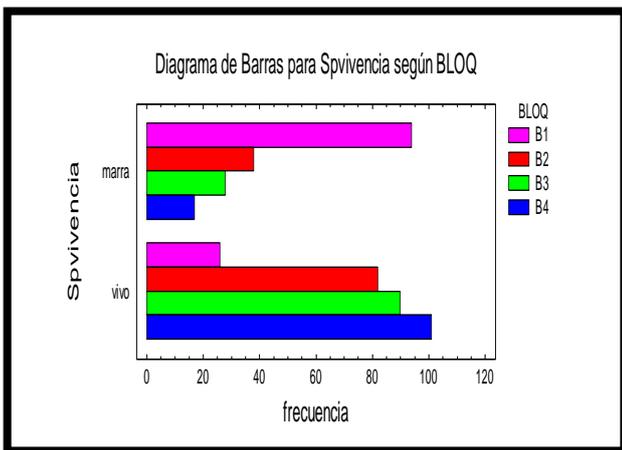


Figura1: Porcentaje de marras y supervivencia por bloques.

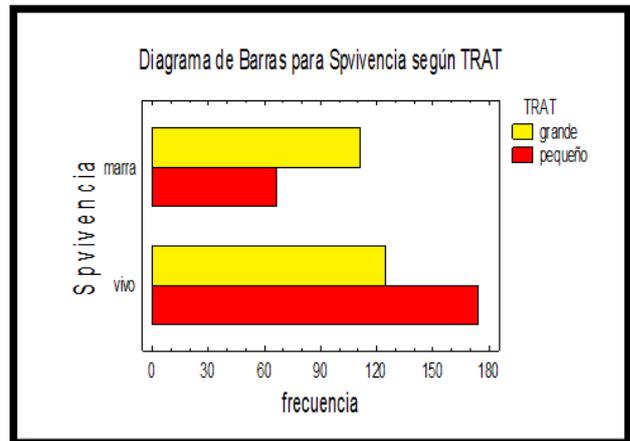


Figura 2: Porcentaje de marras y supervivencia por tratamientos

Para el segundo año el número de marras fue casi nulo.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

5.2 ALTURA.

Altura del primer año de la plantación.

En la altura del primer año de plantación, se produjeron diferencias significativas en los factores: sitio, procedencias, en el factor bloque anidado al sitio, en la interacción bloque por tratamiento anidado al sitio y entre la interacción sitio*procedencia, el tratamiento no resultó significativo. Ver Tabla 5.2.1.

Tabla 5.2.1. P-valor de cada factor para la altura del primer año de plantación.

Factor	P-valor
Sitio	0,0001
Procedencias	0,0001
Bloque (Sitio)	0,0001
Bloque* Tratamiento (Sitio)	0,0001
Sitio* Procedencia	0,05
Tratamiento	ns

ns: no significativo ($p > 0.05$)

La Figura 3 muestra una interacción en el sentido estadístico entre las procedencias y los sitios de plantación estudiados para esta etapa.

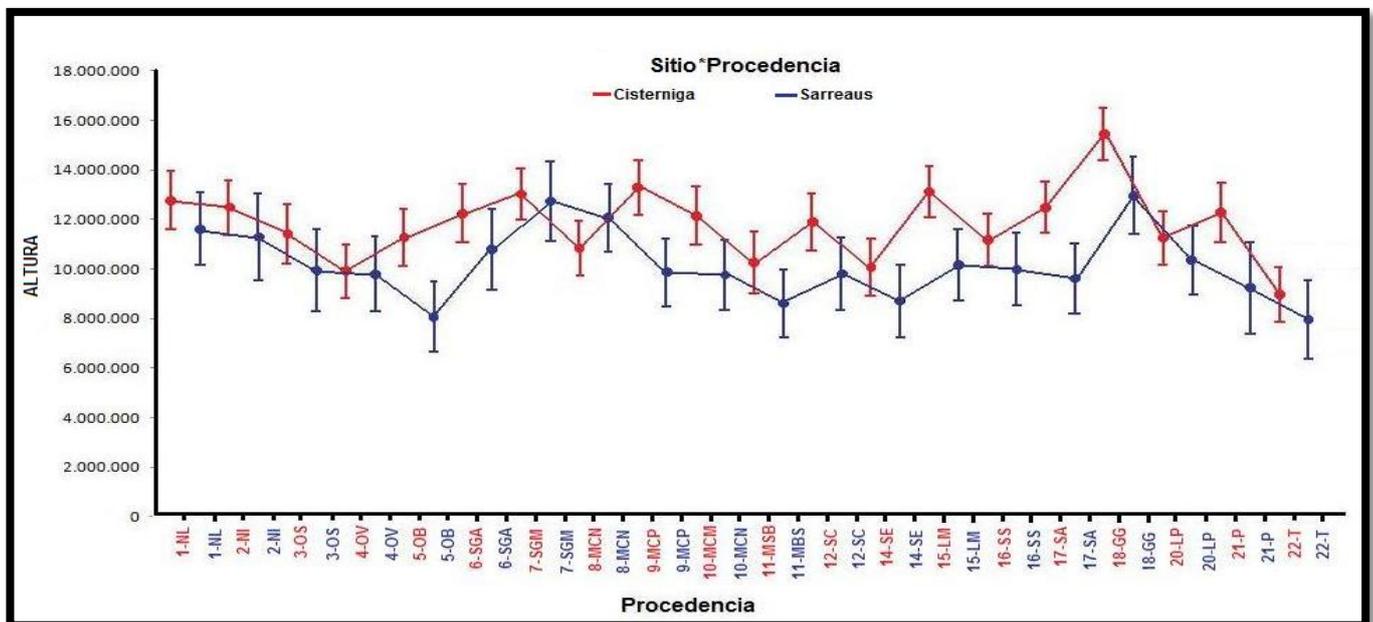


Figura 3 Altura del primer año tras la plantación de las 20 procedencias en los dos sitios de ensayo, La Cisterniga y Sarreaus.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

De manera general las procedencias en La Cistérniga son más altas que las procedencias de Sarreaus, aunque no es mucha la diferencia. La procedencia Sierra de Oña Villanañe (4). Sierra de Oña Bachicabo (5) junto con la de Tamjout (22) son las menos altas en Sarreaus, y Sierra de Oña Villanañe (4) y Tamjout (22) en La Cistérniga. La procedencia Sierra de Oña Bachicabo en La Cistérniga, su altura es significativamente menor que en Sarreaus. Lo mismo ocurre con Sierra Almirante (17) y Gironde (18). La procedencia de Meseta Castellana (8) a diferencia de las demás crece más en Sarreaus. La procedencia de Gironde (18) es la más alta en ambos sitios.

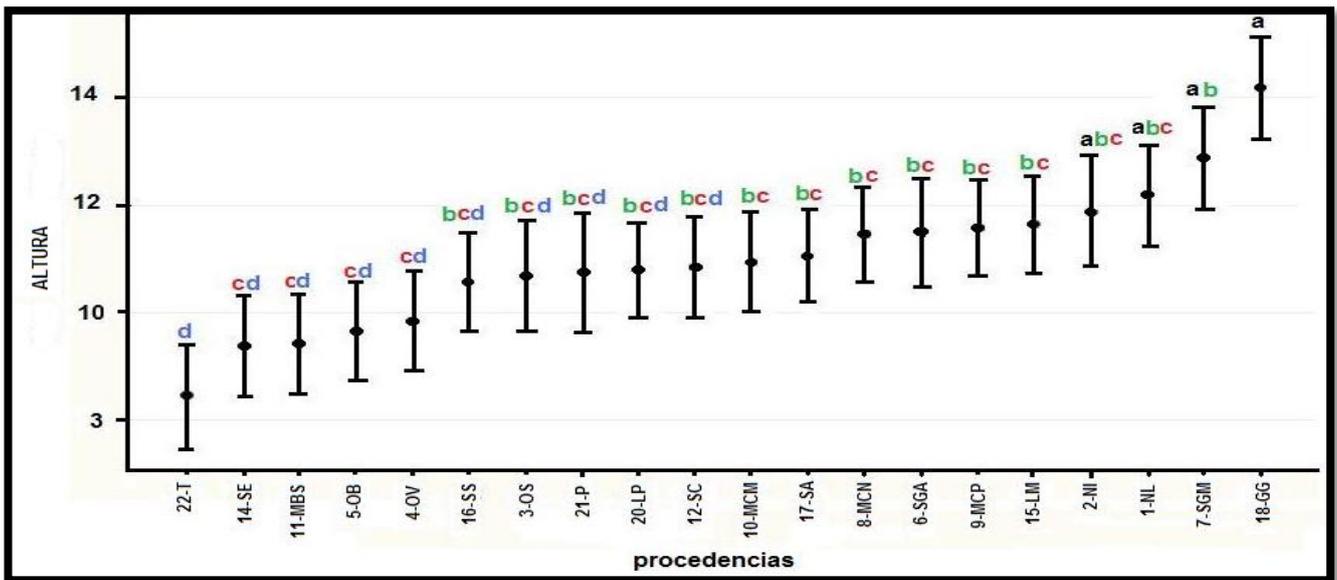


Figura 4. Intervalos de confianza al 95% para las medias por procedencia de la altura el primer año, promediando ambos sitios.

Altura del segundo año de plantación.

En el segundo año de plantación, se produjeron diferencias significativas entre los sitios, las procedencias, en el factor bloque anidado el sitio, en la interacción tratamiento por procedencia, y en la triple interacción sitio por tratamiento por procedencia. Ver Tabla 5.2.3.

Tabla 5.2.2. P-valor de cada factor para la altura del segundo año de plantación.

Factor	P-valor
Sitio	0,0001
Tratamiento	ns
Procedencias	0,0001
Bloque (Sitio)	0,0001
Sitio*Tratamiento	ns
Sitio*Procedencia	ns
Tratamiento*Procedencia	0,0415
Sitio* Tratamiento*Procedencia	0,0565

ns: no significativo ($p > 0.05$)

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

En la Figura 5., se puede apreciar una fuerte influencia del sitio de ensayo y de las procedencias, ya que en la localidad de Sarreaus son más altas las procedencias, y las procedencias no crecen de igual forma en ninguna de las dos localidades. Solo en Sarreaus, la procedencia del Noroeste Litoral (1) crece significativamente más con el envase pequeño que con el envase grande, lo contrario de la procedencia Levante Muela de Cortes (15) que es significativamente más alta con el envase grande. La Figura 6 muestra la media de la altura de cada procedencia en ambos sitios, distinguiendo los tratamientos de envase grande y pequeño; puede apreciarse la falta de diferencias significativas entre ambos envases en todas las procedencias.

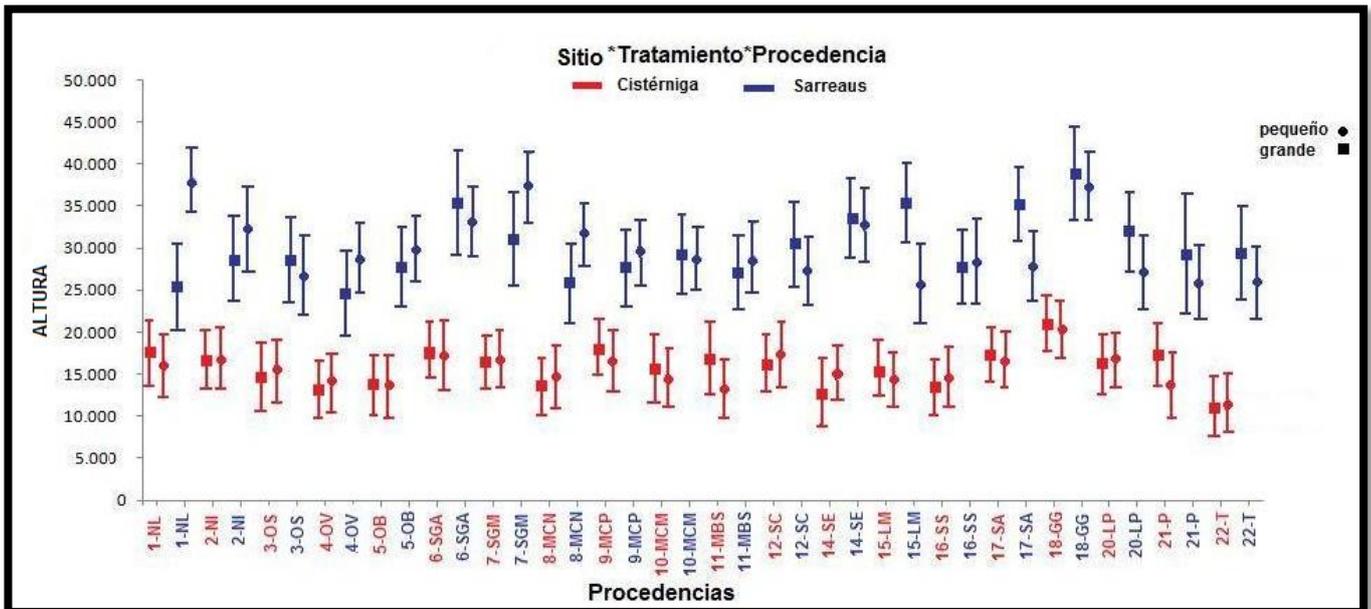


Figura 5. Intervalos de confianza al 95% para las medias de la altura del segundo año de plantación por tratamiento de cada procedencia, en los dos sitios de plantación.

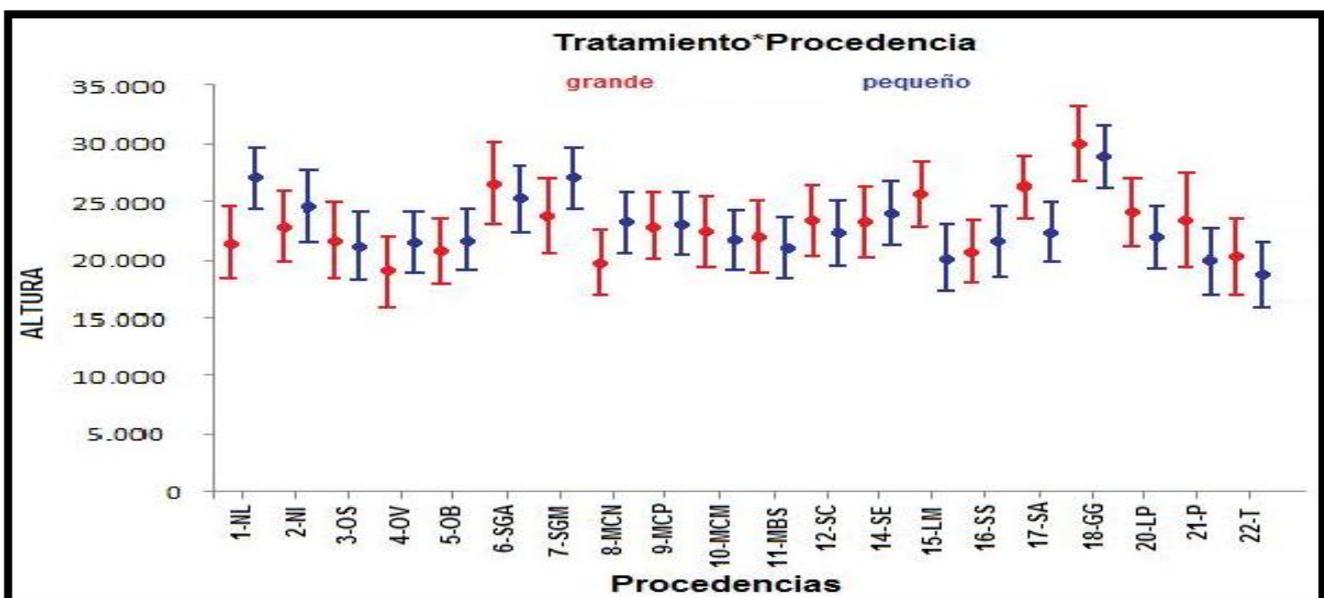


Figura 6. Intervalo de confianza de 95% en función de la media de los tratamientos en cada procedencia para la media de ambos sitios en el segundo año de plantación.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

Análisis de Medidas Repetidas.

En el análisis de varianza con medidas repetidas, las diferencias significativas se producen en el sitio, las procedencias, el tiempo, el bloque anidado al sitio de plantación y la interacción sitio por tiempo y para la interacción sitio tratamiento, la interacción sitio procedencia y la interacción procedencia por tiempo. (Tabla 5.2.4)

Tabla 5.2.3. P-valor de cada factor para el análisis de Medias Repetidas.

Factor	P-valor
Sitio	0,0001
Tratamiento	ns
Procedencias	0,0001
Bloque (Sitio)	0,0001
Tiempo	0,0001
Tratamiento*Procedencia	ns
Tratamiento*Tiempo	ns
Sitio*Procedencia	0,04
Sitio* Tratamiento	0,05
Procedencia*Tiempo	0,04
Sitio*Tiempo	0,0001
Las triples Interacciones	todas ns

ns: no significativo ($p > 0.05$)

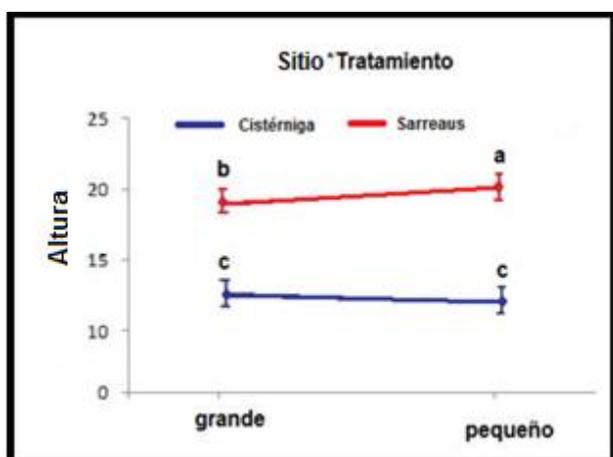


Figura 7. Medias de la altura en cada sitio de ensayo y tipo de envase, promediando todas las procedencias, en el 2º año

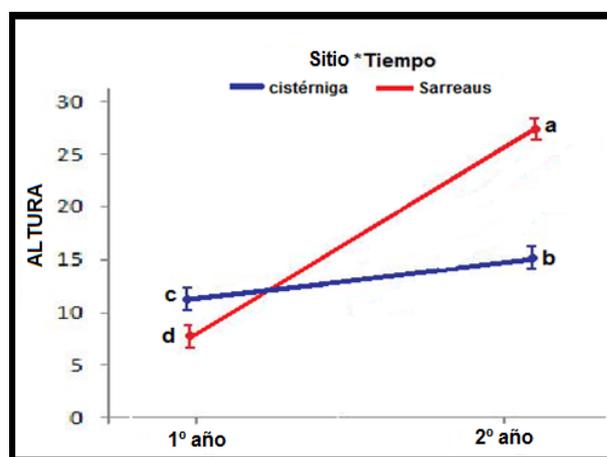


Figura 8. Medias de la altura en cada sitio de ensayo en los dos años de crecimiento, promediando procedencias y tamaño de envase.

La Figura 7 muestra que en Sarreaus las plantas del envase pequeño son significativamente más altas que las del envase grande (si bien la diferencia es pequeña), mientras que en La Cistérniga no hay diferencias entre ellas. En Sarreaus son más altas que en La Cistérniga.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

La Figura 8 muestra una interacción en el sentido de que en el primer año de crecimiento en la localidad de Sarreaus los valores de la altura eran menores que en La Cistérniga, en el segundo año de crecimiento Sarreaus muestra valores mucho mayores que La Cistérniga.

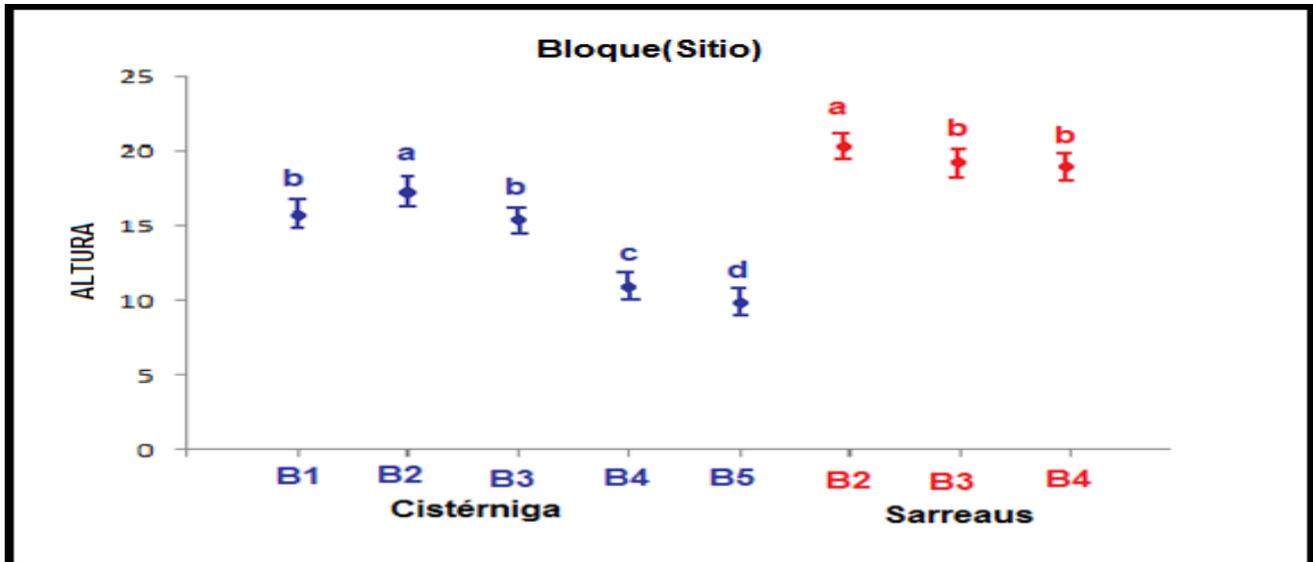


Figura 9. Intervalo de confianza de 95% en función de la media de los bloques en cada sitio de plantación para la altura obtenida del 1º y 2º año.

La Figura 9 muestra diferencias significativas entre los bloques de La Cistérniga al contrario de Sarreaus, donde no es mucha la diferencia entre sus tres bloques.

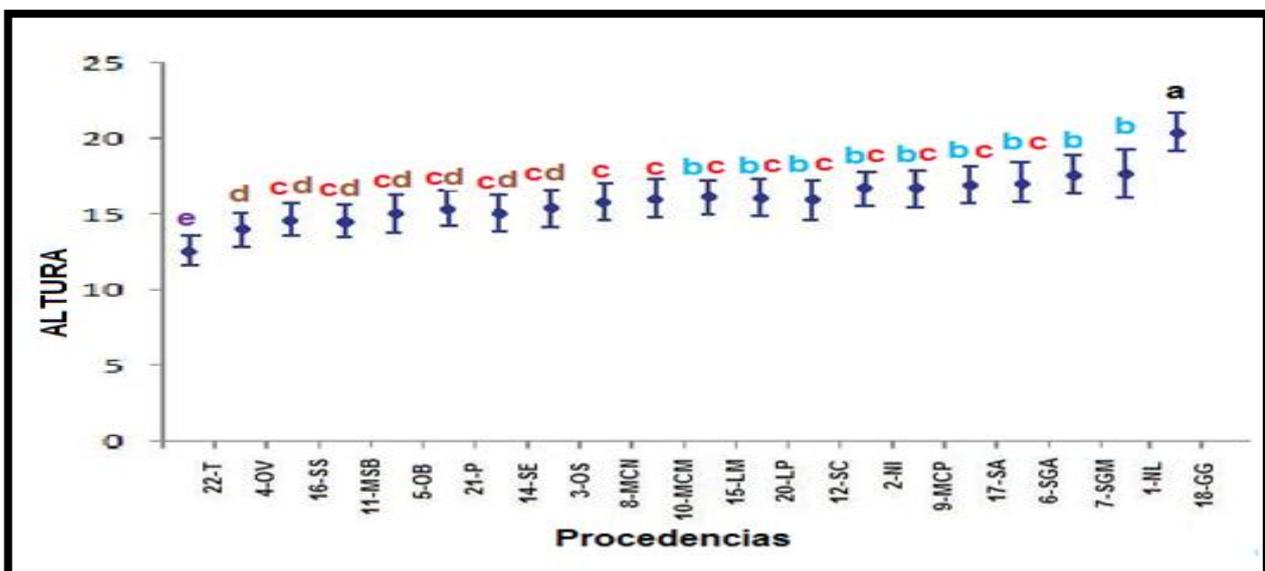


Figura 10. Intervalos de confianza del 95% de las medias de la altura del 2º año.

En la Figura 10, se observa una variación continua entre las procedencias salvo los casos extremos Gironde (18) como la procedencia que más alta y Tamjout (22) como la que menos alta, pero se pueden distinguir dos grupos intermedios en función de la altura obtenida del 1º y 2º año entre ambos sitios de plantación. En el grupo intermedio 1 están las procedencias: Sierra de Oña Villanañe (4), Sª Segura-Alcaraz P (16), seguida de Montaña de Burgos –Soria San Leonardo (11),

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

Sierra de Oña Bachicabo (5), Pisa (21), Sierra de Espadan Villamalur (14), Sierra de Oña Sobrón (3), Meseta Castellana (Al lado de Nieva)(8), Meseta Castellana Mojados (10). En el grupo intermedio 2 se encuentran las procedencias de Levante Muela de Cortes (15), seguido de Leira Port (20), Serranía de Cuenca Almodovar (12), Noroeste-Interior Entrino (2), Meseta Castellana Pinar Viejo- Coca (9), Sierra Almiar (17) y la de Sierra de Gredos Arenas de San Pedro (6), Sierra de Gredos Monbeltrán (7), y Noroeste- Litoral (1) como la más alta de este grupo.

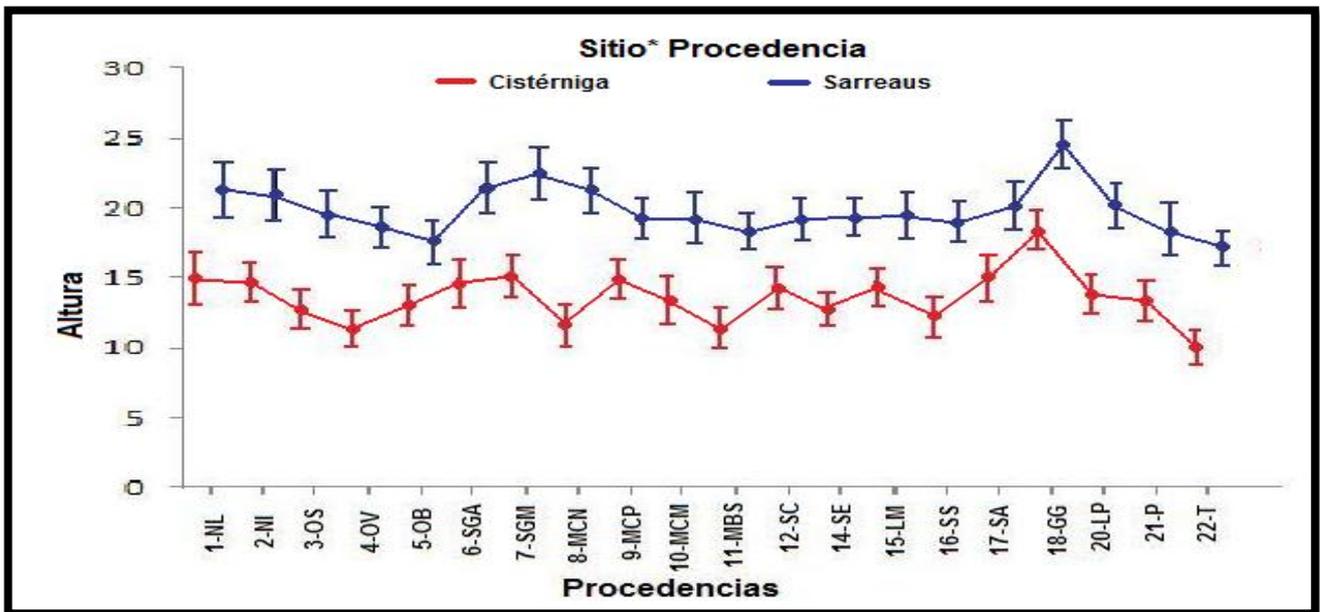


Figura 11. Altura para el 2º año de las 20 procedencias en los dos sitios de ensayo, La Cistérniga y Sarreaus.

En la Figura 11, todas las procedencias son más altas en Sarreaus. La procedencia Sierra de Oña Villanañe (4) que antes tenía semejante altura en los dos sitios, ahora es más alta en Sarreaus. Meseta Castellana (8) continúa teniendo menor altura en la Cistérniga y mantiene una buena altura en Sarreaus. La procedencia Gironde (18) es la procedencia más alta en ambos sitios.

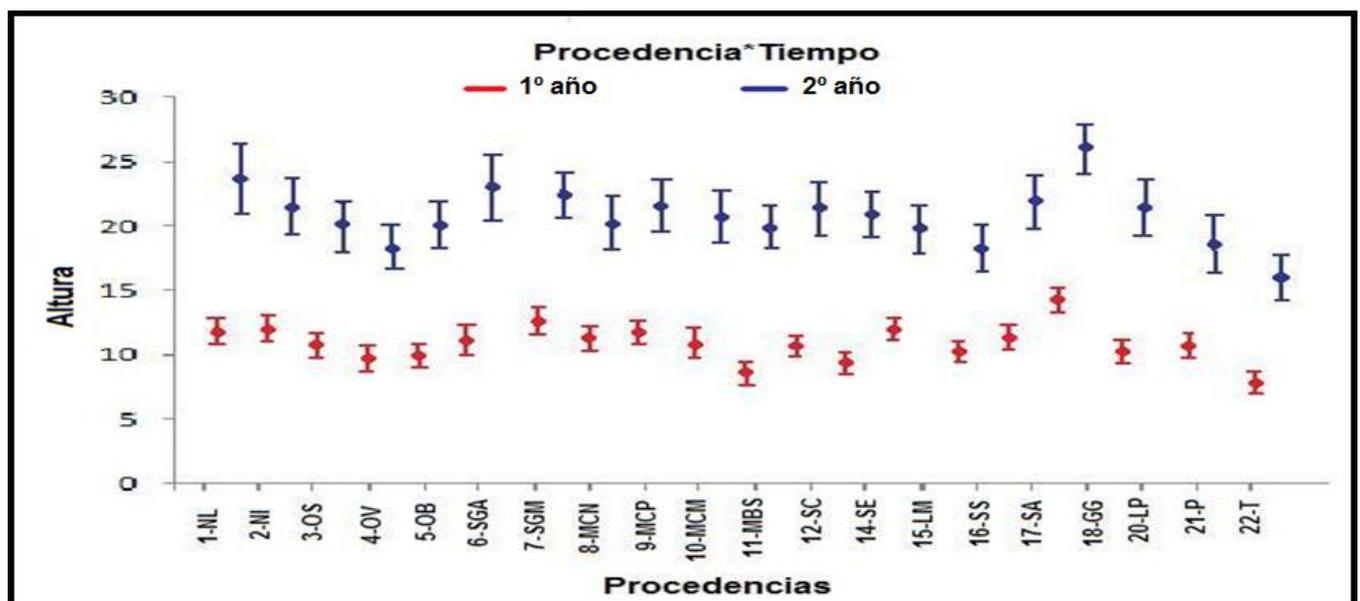


Figura 12. Medias de la altura del 1º y 2º año en función de las procedencias.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

5.3 Rectitud.

Solo resultaron significativos en el análisis de Tabulación cruzada los factores sitio y la reposición, este último para ambos sitios de plantación. El contraste Chi-cuadrado indica que los valores observados de Rectitud tienen relación con el sitio de ensayo y con el hecho de haber sido repuestas o no. Ver Tabla 5.3.1.

Tabla 5.3.1 Contraste de Chi-cuadrado para un nivel de confianza del 99%.

Factor	Chi-cuadrado	GL	P-valor
Sitio	82,16	3	0,0000
Reposición	95,06	3	0,0000

La Tabla 5.3.2 muestra la frecuencia de cada clase de rectitud en cada sitio y la Tabla 5.3.3 muestra la frecuencia de cada clase de rectitud según han sido repuestas o no. El sitio con mayor cantidad de plantas rectas es La Cistérniga y el sitio con mayor cantidad de plantas curvadas y torcidas es Sarreaus. En las plantas sin reponer la cantidad de plantas en la clase 1 de rectitud es máxima, y va disminuyendo cuanto peor es la rectitud, mientras que en las repuestas no sucede lo mismo ya que el máximo de plantas está en la clase 2.

Tabla 5.3.2 Frecuencias para la variable Rectitud según Sitio.

Clase/Sitio	La Cistérniga	Sarreaus	Total
Clase 1	298 27,70%	122 11,34%	420 39,03%
Clase 2	231 21,47%	217 20,17%	448 41,64%
Clase 3	61 5,67%	121 11,25%	182 16,91%
Clase 4	10 0,93%	16 1,49%	26 2,42%
Total	600 55,76%	476 44,24%	1076 100,00%

Frecuencia de ocurrencia de pares de valores únicos para Rectitud y Sitio.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

Tabla 5.3.3 Frecuencias para la variable Rectitud según Reposición.

Clase/Tipo de Reposición	Repuestas	Sin Reponer	Total
Clase 1	60 5,58%	360 33,46%	420 39,03%
Clase 2	194 18,03%	254 23,61%	448 41,64%
Clase 3	43 4,00%	139 12,92%	182 16,91%
Clase 4	4 0,37%	22 2,04%	26 2,42%
Total	301 27,97%	775 72,03%	1076 100,00%

Frecuencia de ocurrencia de pares de valores únicos para Rectitud y Reposición.

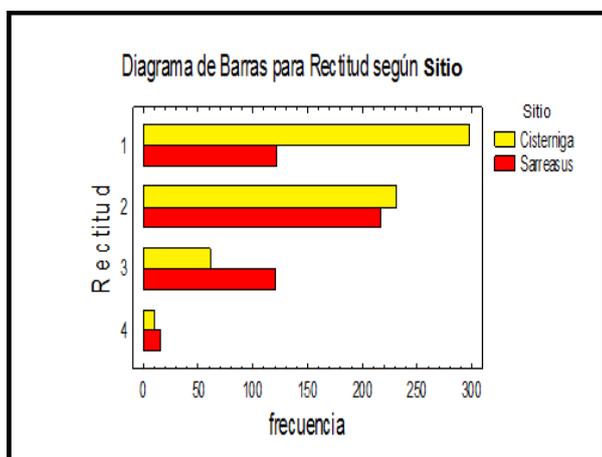


Figura 13: Porcentaje de clases de rectitud por sitios.

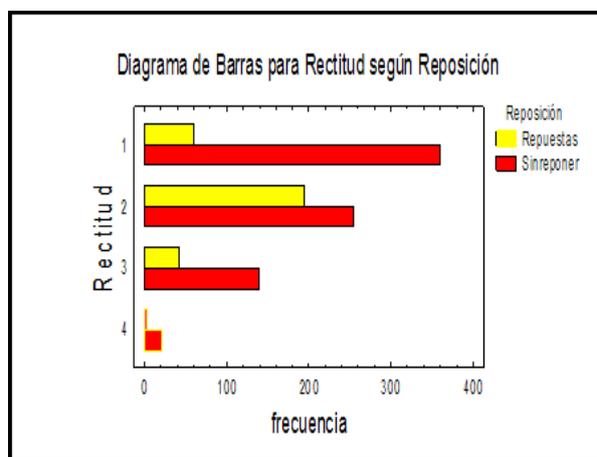


Figura 14: Porcentaje de clases de rectitud por reposición.

Análisis de Correspondencias Múltiples

La Figura 15, explica la asociación de los factores con la variable categórica rectitud. La clase 1 se asocia más con La Cisterniga y las clases 3 y 4 se asocian más con Sarreaus, la clase 2 se relaciona de igual forma con ambos sitios de plantación. Las plantas sin reponer se asocian más con la clase 1, mientras que las plantas repuestas están más relacionadas con la clase 2 y coincide con el Bloque 1 de Sarreaus.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

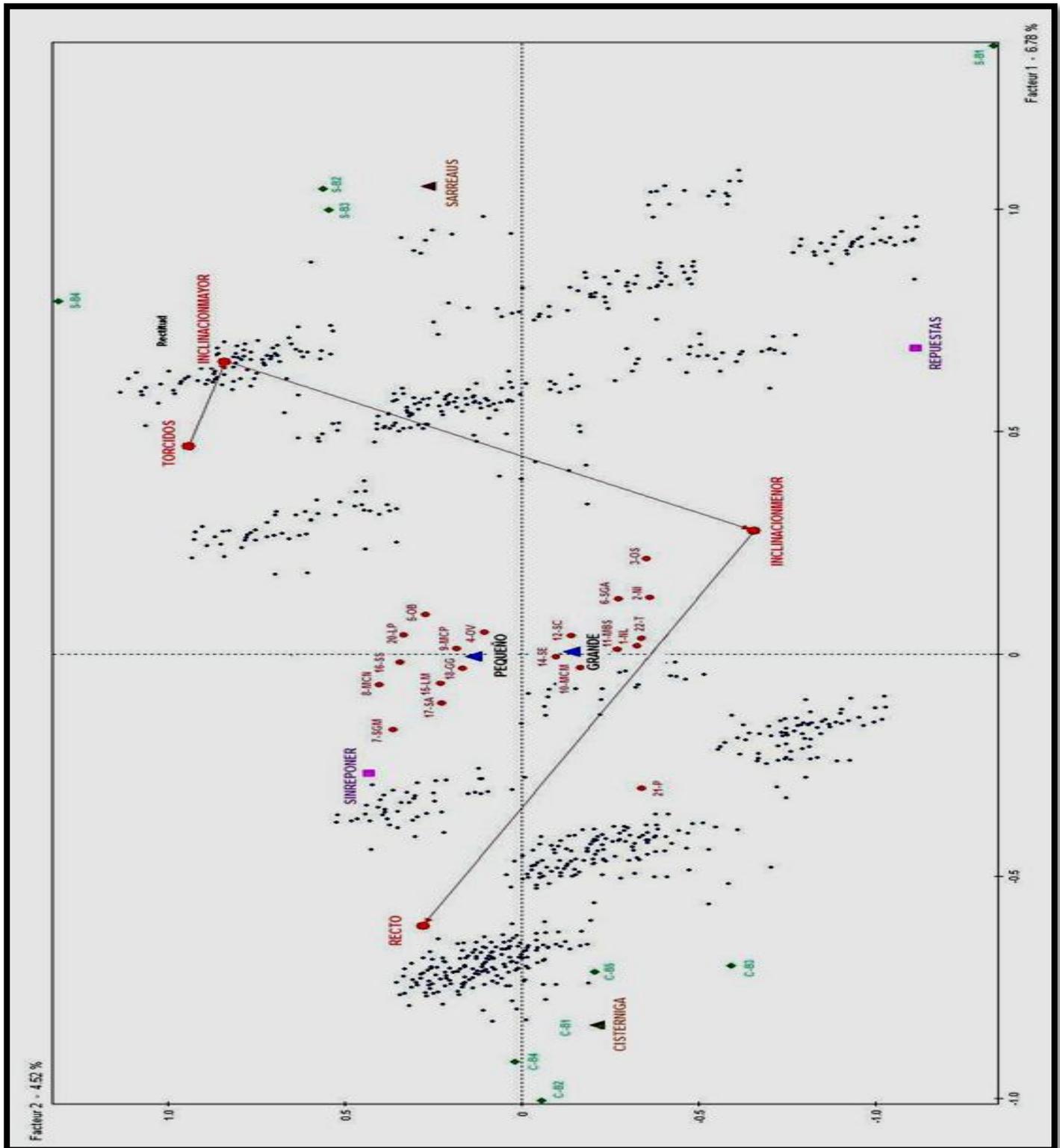


Figura 15. Análisis de correspondencia que refleja el nivel de asociación entre los niveles de los diferentes factores analizados con la rectitud y verticalidad de las plantas.

Recto = Clase 1 Inclinacionmenor = Clase 2 Inclinacionmayor = Clase 3 Torcidos= Clase 4

6. DISCUSIÓN

En el análisis de supervivencia se obtuvo una mortalidad de un 28 % del total de plantas entre los dos sitios de plantación y un 72% de supervivencia. En Sarreaus la mortalidad es de un 38,7% y de 20,2 % en La Cistérniga, por lo que se hace pertinente explicar porque en Sarreaus es casi el doble de la mortalidad. Este resultado se debió en gran parte a que en el ensayo de Sarreaus el tratamiento 2 y el bloque 1, el porcentaje de marras resultó significativo., El bloque 1 se encuentra en una zona que favoreció la acumulación del agua y debido a las abundantes precipitaciones de ese año se produjeron inundaciones persistentes. Las plantas que se encontraban en las zonas inundadas murieron en el primer año de plantación, dado que esta conífera tolera mal el encharcamiento. Según el Manual Técnico de Selvicultura del *Pinus pinaster*, sobre todo en Galicia suele vivir en suelos asentados sobre rocas silíceas, siendo más favorables las que dan lugar a suelos sueltos y ligeros (Rodríguez *et al.*, 1997). El suelo de este sitio es arcilloso, y al no drenar con facilidad favorece el encharcamiento.

En este mismo bloque, en la zona inundada se encuentra establecido el tratamiento con envase grande, y la gran mayoría de las plantas con este tratamiento murió, provocando una disminución en la cantidad de plantas para este tratamiento. La mortalidad de estas plantas no ha sido por el tipo de envase sino por encontrarse en la zona que permaneció inundada. Los contenedores de mayor tamaño suelen dar mejores resultados que los de menor tamaño, pero estos mejores resultados no afectan a la supervivencia de las plantas, que suele ser equivalente para todos los contenedores, (Cañellas *et al.*, 1999)

En el segundo año tras la plantación, fue casi nulo el número de marras en los dos sitios de plantación. Hubo muy pocas marras en Sarreaus, porque en la parte donde se acumulaba más el agua se hicieron unas zanjas para facilitar la escorrentía.

No obstante el porcentaje de marras en ambos sitios de plantación no afectó la estabilidad del diseño para esta investigación.

La altura ha revelado diferencias en función de las condiciones climáticas de ensayo, además de demostrar la existencia de interacción procedencia x sitio, lo que implica una adaptación diferencial de las procedencias a los sitios de ensayo (Alía *et al.*, 2001). Este comportamiento está influenciado por la constitución genética del individuo y varía según la procedencia. Las razas del norte (Las Landas y Noroeste de la Península Ibérica) son más resistentes al frío mientras que las del sur, son más sensibles a las bajas temperaturas. Las procedencias del norte son menos resistentes al estrés hídrico mientras que las del sur de la península y las del norte de África son más resistentes, determinado por una mayor proporción de biomasa radical (Pera, 1992).

La Cistérniga presenta alturas significativamente mayores el primer año por las buenas condiciones del clima (el valor medio de la precipitación sobre España superó en más de un 25% al valor normal) y del terreno, no ocurrieron encharcamientos. Durante el verano sin embargo las condiciones fueron duras, con los meses de julio y agosto más secos de lo normal. Debido a esto, la parcela hubo que regarla, aunque por su capacidad de resistir suelos muy pobres y sequías prolongadas sobrevivieron, pero la altura disminuyó con respecto a el ensayo de Sarreaus.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait plantados en Valladolid y Ourense.

En el caso del ensayo de Sarreaus, la altura en el primer año fue menor que en La Cistérniga. En verano las plantas aumentaron mucho su altura comparadas con las de La Cistérniga, debido a la competencia por la luz con las gramíneas, por lo que la altura en el segundo año resultó ser mucho mayor que la primera medición y que las del ensayo de la Cistérniga. Peñuelas y Ocaña, (2000) dicen que la competencia herbácea es uno de los motivos del fracaso de muchas repoblaciones forestales realizadas sobre terrenos agrícolas abandonados. Estos mismos autores en su investigación explican los resultados obtenidos aplicando luz de fotoperiodo con diferentes especies de pinos, entre los que se encuentra el *Pinus pinaster*, plantean que la altura es el parámetro más influenciado en todas las especies y que en el caso del *Pinus pinaster*, pueden producirse ahilamientos no deseados, si la aplicación de esa técnica no va compensada con otros factores de cultivo, entre los que destaca, la nutrición y la densidad.

Se observan importantes diferencias en la altura de las procedencias, las procedencias gallegas se encuentran entre las de mayor altura, junto con las de Sierra de Gredos. Molina (1965) encontró comportamientos similares en su ensayo realizado en Galicia, demostrando que las procedencias gallegas se adaptaron mejor a las condiciones de ensayo locales. Las de Sierra de Oña por lo general presentan crecimiento lento y las de Pisa y Leiria junto con las de la Meseta Castellana están entre las de crecimiento intermedio, comportamiento similar observaron (Alía *et al.*, 1991).

De forma general Tamjout (22), destaca por su bajo crecimiento. Resultado similar tuvieron Alía *et al.*, (1991) analizando el crecimiento en altura de 52 procedencias del área natural de *Pinus pinaster*, situadas en una parcela del centro oeste de España, observando que se mantenía indiferente a la mejora de las condiciones del medio, ya que el clima de origen de esta procedencia se caracteriza por grandes sequías y temperaturas extremas sobre todo en el interior del país, limita al máximo la pérdida de agua y la movilización del agua en el período seco, es menos importante porque baja la tasa de transpiración mediante una protección cerosa que presenta en sus acículas (Alía R., 1996). En otro extremo está la procedencia de Gironde (18), esta procedencia presenta los valores más altos de altura, lo cual demuestra una buena adaptación al medio y a las condiciones climáticas en ambos sitios de plantación, este resultado se debe en buena parte porque el lote de semillas del que proceden es de una población seleccionada situada en la zona bioclimática de las Landas a 66 metros sobre el nivel del mar, y posiblemente tengan algún ciclo de mejora. Entre estas dos procedencias se encuentran otras con alturas intermedias con una variación continua en el crecimiento, observándose la ya conocida variación asociada al origen geográfico entre las procedencias establecidas en un ambiente común (Langlet, 1971). Las procedencias de la Meseta Castellana, presenta valores intermedios bajos. Alía, (1996) plantea que la utilización de orígenes de la Meseta Castellana en Galicia da lugar a rodales con una baja calidad de fuste y escaso crecimiento, lo que no aconseja su utilización en dicha región. No obstante, estas etapas iniciales del desarrollo no permite asegurar qué procedencias serán las de mayor crecimiento en altura, ya que según Kremer, (1981) y Alía *et al* (1991), el crecimiento juvenil de *Pinus pinaster* está caracterizado por una variabilidad del término del error importante, que no permite seleccionar eficazmente a estas edades. Recomiendan hacerlo a partir de los 5 años de edad.

La variabilidad observada en la altura de los bloques de la localidad de la Cistérniga es quizás debido a factores edáficos.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

El tamaño de los envases no tuvo influencia en los ensayos en la primera toma de datos en ninguna de las dos parcelas, y tampoco las hubo en la segunda medición en la Cistérniga. Sin embargo en Sarreaus las plantas cultivadas en envase pequeño fueron significativamente más altas que las del envase grande si bien las diferencias de altura fueron pequeñas. Por regla general, a mayores volúmenes de contenedor y mayores espaciamentos entre plantas se obtienen mayores desarrollos aéreos y radicales y por tanto mayor desarrollo de la planta (Peñuelas y Ocaña, 1993; Cañellas *et al.*, 1999). Posiblemente es demasiado pronto para detectar influencia del envase en el posterior desarrollo de la plantación. Por ejemplo, el cabeceo no se suele detectar en el norte de España hasta que las plantas alcanzan los 90 cm de altura (Lario *et al.*, 2004). La relación positiva entre el tamaño del envase y el de la planta tiene especial importancia en campo, donde un mayor tamaño de planta se asocia en muchas ocasiones a mayores tasas de supervivencia y crecimiento, debido, entre otros factores a su mayor capacidad para competir con la vegetación herbácea existente. Sin embargo, un excesivo crecimiento longitudinal del tallo da lugar a plantas poco endurecidas y, normalmente, con escasa capacidad para sobrevivir a las duras condiciones de campo tras la plantación. (Cañellas *et al.*, 1999)

Otra posibilidad es que el tiempo que han pasado las plantas en envase (8-9 meses) no haya sido suficiente para provocar deformaciones importantes en las raíces de los envases pequeños y por tanto seguirán sin detectarse. Peñuelas y Ocaña, (2000) plantean que *Pinus pinaster* en contenedores pequeños se reduce su crecimiento, se ahíla y sus acículas amarillean, siendo una especie que se cultiva bien en una savia. Serrada (2000), plantea que el envase (Forest-pot 150) de forma troncocónica, 4.2 cm de diámetro superior, 2 cm de diámetro inferior, 13 cm de longitud y 150 cc de capacidad, es útil para planta de una savia en invernadero o exterior.

Cañellas *et al.*, (1999), en su experimento con varios tipos de envases y dosis de fertilización (envases Forest-pot 150 con dosis de fertilización de 7,5g/l; 30 g/l y 15 g/l; Forest-pot 300; SI- 130 y SL- 200) observaron que todas las plantas que crecieron en los envases mayores (Forest-pot-300 Y SL-200) y las más fertilizadas (Forest-pot-150) presentaron alturas totales mayores. Según Rozas *et al.*, (1995) las limitaciones en el crecimiento de las plantas cultivadas en envases más pequeños puede superarse mediante una fertilización suplementaria, pero hay que tener en cuenta que se pueden presentar desequilibrios entre la parte aérea y radical, que se traduce en plantas demasiado altas y esbeltas. Sin embargo la influencia del envase sobre la altura de la planta tiende a incrementarse con el tiempo (Cañellas *et al.*, 1999).

En Sarreaus, la mayoría de las procedencias no muestran diferencias de altura debidas al tipo de envase. Sin embargo, hay dos casos atípicos: la procedencia Noroeste Litoral, cuyas plantas del envase pequeño son significativamente más altas que las del envase grande, y las de la procedencia Levante Muela de Cortes, en las que sucedió al revés. En futuras mediciones habrá que observar si realmente aparecen dos tipos de respuesta en las diversas procedencias, que aunque haya un par de datos dispares, en la inmensa mayoría no hay diferencias entre envases.

El tamaño ideal del envase para una especie en particular depende de muchos factores entre ellos, las condiciones ambientales del sitio de plantación, comportamiento y respuesta de la raíz al medio de crecimiento (Navarro *et al.*, 1998). Debido al corto periodo de tiempo transcurrido no se puede identificar el envase ideal para las procedencias ya que entre los dos envases estudiados no han existido diferencias significativas grandes.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

La localidad de Sarreaus presenta mayor cantidad de plantas inclinadas y torcidas, esta observación coincide con que, son las plantas que más han crecido debido a la competencia por la luz. La falta de luz provoca en las plantas un desarrollo anómalo, llamado ahilado o etiolación, que consiste en el alargamiento de la planta a costa de perder resistencia en sus tejidos estructurales (entre nudos más largos, menor grosor, mayor fragilidad) (Albert *et al.*, 2003). El tallo al no tener resistencia suficiente para sostener una estructura tan alta, en cuanto hay un ligero desequilibrio, padea y posteriormente trata de enderezarse formando madera de compresión, lo que origina curvaturas a lo largo del tallo.

Las plantas repuestas son plantas de reserva, que se sembraron a la vez que las inicialmente plantadas, han estado más tiempo en vivero, lo cual ha hecho que estas plantas estén más altas y casi todas inclinadas, quizás por la forma en que han sido plantadas o por algún efecto fototrópico en la fase de cultivo en vivero. Al mismo tiempo están muy asociadas al bloque 1 de Sarreaus porque fue donde murió la mayor cantidad de plantas debido a las inundaciones.

El tamaño del envase no ha influido significativamente en la rectitud y verticalidad de las plantas, quizás haya que seguir observando para poder apreciar si el diseño de los contenedores influyen en la inclinación de las plantas en estado de repoblado.

7. CONCLUSIONES

En los dos primeros años tras la repoblación, el tamaño del envase no ha producido diferencias importantes en la altura y rectitud de las procedencias estudiadas, en ninguno de los dos sitios de ensayo. Probablemente se requiere un mayor tiempo de observación para poder apreciar este efecto, o bien el tiempo pasado en envase no ha sido suficiente como para provocar diferencias.

- Supervivencia

Efecto del sitio de plantación: las máximas mortalidades fueron debidas al encharcamiento en determinadas zonas, especialmente en la parcela de Sarreaus.

Efecto de la procedencia: Las procedencias muestran comportamientos similares en cuanto a la supervivencia. La procedencia de Sierra Almirante en ambos sitios de ensayo, está entre las procedencias que más sobreviven.

- Altura

Efecto de la procedencia: Tamjout es la menos alta en ambos sitios. Las procedencias gallegas crecen bien tanto en Sarreaus como en La Cistérniga y en el caso de la procedencia Meseta Castellana (8) el primer año tenía mayor altura en La Cistérniga, en el segundo año es de las que menos altura tiene en este mismo sitio y una de las más altas en las condiciones de Sarreaus. La procedencia más alta es Gironde. El resto de las procedencias mantienen una altura intermedia en ambos sitios. El factor procedencia es altamente significativo en todos los análisis realizados, esto demuestra el alto nivel de variabilidad entre ellas.

Interacción procedencia x sitio de plantación: Se han encontrado diferencias significativas entre procedencias y entre sitios de ensayo. El primer año se registraron alturas mayores en La Cistérniga y en el segundo año en Sarreaus. La procedencia Meseta Castellana (8) que al principio era más alta en La Cistérniga ahora es más alta en Sarreaus y la procedencia Oña Villanañe (4) que tenía similar altura en ambos sitios en el primer año, ahora es más alta en Sarreaus.

Efecto del tiempo transcurrido: La evolución del crecimiento en altura vista a través de la interacción sitio x tiempo y procedencia x tiempo permitió comparar unas procedencias con otras. La altura en el primer año de plantación fue mayor para La Cistérniga y para el segundo año resultó mayor para Sarreaus. Procedencias que al principio son muy pequeñas debido a que las condiciones climáticas no son favorables, luego aumentan la altura, en este caso está la procedencia Meseta Castellana. Y procedencias que mantienen un ritmo de crecimiento en altura medio a lo largo de las mediciones como las de Leiria y Pisa.

- Rectitud

Efecto de la procedencia: Las clases de rectitudes se asocian de forma similar con las procedencias. Las procedencias se encuentran próximas entre sí, puesto que hay comportamientos similares en cuanto a las clases de rectitudes entre ellas.

Efecto del sitio de plantación: En Sarreaus hay mayor cantidad de plantas inclinadas y torcidas que en la Cistérniga.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

Efecto de la reposición: En las plantas sin reponer la cantidad de plantas rectas es máxima, esta cantidad disminuye cuanto peor es la rectitud. En las plantas repuestas no sucede igual, el máximo de plantas está en la clase 2 o sea tienen una inclinación menor de 45°.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la AECID por financiar este trabajo mediante una Beca concedida al primer autor. Este estudio se realiza dentro del proyecto AGL97 0809, financiado por el MEC y FEDER, que tiene por título: Identificación de caracteres de selección para la mejora de la rectitud en Pinus pinaster Ait. A Ainhoa Calleja por su ayuda en los trabajos de campo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET) (en línea). Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/La_Cist%C3%A9rniga#Clima (Consulta: 10 de marzo de 2011).
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET) (en línea). Disponible en: <http://www.aemet.es/es/s/pdf/noticias/2010/10/hidrologico20092010>. (Consulta: 10 de marzo de 2011).
- ALBERT N., ALMEIDA M., ANDRÉS J., AÑÍBARRO J., ARIZPE D., DEL CAMPO A., CAMPOS E., FARIA C., GÁLVEZ C., GARCÍA J., JIMÉNEZ P., MARTÍNEZ F., PERÉZ E., ARÁNZAZU M., RUEDA J., VENTIMILLA P., 2003. Manual de propagación de árboles y arbustos de ribera. Una ayuda para la restauración de riberas en la región mediterránea. RIPIDURABLE. Valencia, España. 205 pp.
- ALÍA, R.; GÓMEZ, A.; AGÚNDEZ, M.D.; BUENO, M.A. y NOTIVOL, E.; 2001. Levels of genetic differentiation in *Pinus halepensis* Mill. in Spain using quantitative traits, isozymes, RAPDs and cpmicrosatellites. In: Müller Starck, G. & Shubert, R. (eds.). *Genetic Response of Forest Systems to Changing Environmental Conditions*. 70, 151-159. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London.
- ALIA, R. y MARTIN, S. 2009. Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino negral (*Pinus pinaster*) en España. Foresta. Madrid. España. 2 páginas.
- ALÍA, R., MARTÍN, S., DE MIGUEL, J., GALERA, R., AGÚNDEZ, D., GORDO, J., SALVADOR, L., CATALÁN, G., GIL, L.; (1996). *Regiones de procedencia. Pinus pinaster Aiton*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.
- CAÑELLAS I., FINAT L., BACHILLER A., MONTERO G. 1999. Comportamiento de plantas de *Pinus pinea* en vivero y campo: ensayos de técnicas de cultivo de planta, fertilización y aplicación de herbicidas. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 8 (2). 334-359.
- CIFUENTES, B., MERLO, E., MOREIRA, L., ARGIBAY, A., 2001. Ensayo piloto para estudiar la influencia del envase y el tiempo de cultivo en el desarrollo y estructura del sistema radical de *Pinus pinaster* Ait. III Congreso Forestal Español, Granada, Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente. Grupo Tragsa. SECF.
- COXE, I., MENZIES, M., AIMERS-HALLIDAY, J., HOLDEN, G., 2005. Results of toppling trials in Norhtland. Tree Grower. February.
- CHAMBEL, R. 2006. *Variabilidad adaptativa y plasticidad fenotípica en procedencias de 8 pinos ibéricos*. Tesis doctoral. Departamento de Silvopascicultura, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de *Pinus pinaster* Ait. plantados en Valladolid y Ourense.

- GONZÁLEZ DUEÑAS A., SIERRA DE GRADO R., 2001. Evaluación de una parcela de ensayo de procedencias de *Pinus pinaster* Ait. sita en el T.M de la Pedraja de Portillo (Valladolid). *Ecología* 15. 67-88 pp.
- KREMER A., 1981. Determinisme génétique de la croissance en hauteur du Pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.). II. Comportement interannuel, interaction genotype- année. *Ann. Sci. For.* 38: 331-355.
- LANGLET, O. (1971). Two hundred years genecology. *Taxon* 20 (5/6): 653-722. CORTINA J., PEÑUELAS J L., PUÉRTOLAS J., SAVÉ R., VILAGROSA A., 2006. Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. *NATURALEZA Y PARQUES NACIONALES*. Madrid, España. 193 pp.
- LARIO LEZA F.J., OCAÑA BUENO L. 2004. Base mecánica de la inestabilidad de *Pinus pinaster* Aiton en plantaciones juveniles de climas Atlánticos. III Reunión sobre Repoblaciones Forestales, Murcia, 17-19 de noviembre. Tomo 17. pp. 175-180.
- LARIO LEZA F.J., OCAÑA BUENO L., RODRÍGUEZ, J.R., MARINO, E., GÓMEZ, J.A. 2005. Calidad de forma del fuste de *Pinus pinaster* Aiton en climaatlántico. Respuesta del árbol al momento de vuelco producido por el viento en función del sistema de cultivo en vivero. 4º Congreso Forestal Español. Zaragoza.
- MOLINA F., 1965. Comportamiento racial de *Pinus pinaster* en el Noroeste de España. *An. Inst. For. Invest. Expert.* 11: 232-238.
- NAVARRO R., GÁLVEZ C., CONTRERAS V., D. DEL CAMPO A., 1998. Protocolo para la caracterización del cultivo de plantas forestales en contenedor. Granada. 77 páginas.
- OCAÑA, L., SANTOS, M.I., GÓMEZ, J.A., RENILLA, I., CUENCA, B., 2001. Comparación de siete modelos de contenedores y raíz desnuda en repoblaciones de *P. pinaster* en Galicia. III Congreso Forestal Español, Granada, Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente. Grupo Tragsa. SECF.
- ORTEGA L., KINDELAN D., HEVIA C., ÁLVAREZ R., MAJADA G., 2006. Control de la calidad de planta forestal (en línea) Disponible en:
<http://www.viverolamata.es/investigacion/Control%20de%20calidad%20de%20planta%20forestal.pdf>
f (Consulta: 3 de abril 2011)
- PARDOS M., CAÑELLAS L., MONTERO G., 2002. Seguimiento en campo de un ensayo sobre calidad de planta de alcornoque (*Quercus suber* L.). *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 14.
- PERA G., 1992. Selección de hongos ecmicorríticos de *Pinus pinaster* Ait. para su aplicación en reforestación. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Influencia del tamaño del envase en la altura, supervivencia y rectitud de Pinus pinaster Ait plantados en Valladolid y Ourense.

- PEÑUELAS J.L., OCAÑA L., 2000. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Principios y fundamentos. MAPA- MundiPrensa (Madrid). Segunda Edición.
- PEÑUELAS J.L., OCAÑA L., 1993. La planta forestal para repoblaciones en medio mediterráneo: hacia una nueva concepción de cultivo en vivero. I Congreso Forestal Español, tomo II: 265-270.
- PUTTOEN, P. 1989. Criteria for using seeding performance potential test. *New Forest* 3 (67-87).
- RODRÍGUEZ S., ÁLVAREZ G., CELA G., MANSILLA V., VEGA A., GONZÁLEZ R., RUÍZ Z., VEGA A., 1997. Manual técnico de selvicultura del *Pinus pinaster* Ait. (en línea) Disponible en: <http://www.agrobyte.com/publicaciones/pino/2zonas.html> (Consulta: 11 de Julio de 2011).
- RUANO MARTINEZ, J. RAFAEL. Edición: 2008. Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos. Ediciones MundiPrensa, Madrid. 286 páginas.
- SALVADOR FIGUERAS, M. 2003 "Análisis de Correspondencias", [en línea] *5campus.com, Estadística* <<http://www.5campus.com/leccion/correspondencias>> 15 de Junio de 2011.
- SERRADA, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid.
- SIERRA DE GRADO, R.; MARTÍNEZ ZURIMENDI, P.; PANDO, V.; MOULIA, B.; PEÑALVO, A.; BÁSCONES, E. 2005. Componentes genéticas de las reacciones geotrópicas de *Pinus pinaster* Ait. a nivel poblacional. Congreso Forestal Nacional. Zaragoza (Comunicación oral).
- SIERRA DE GRADO, R., PYO, V., MARTÍNEZ ZURIMENDI, P., PEÑALVO, A.; BÁSCONES, E, MOULIA, B. 2008. Nuevo enfoque para la mejora de la rectitud del fuste en *Pinus pinaster* Ait. *Cuad.Soc.Esp.Cienc.For.* 24. 107-112. Anuario de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ZOBEL, B. J., VAN BUIJTENEN, J. P. 1989. *Wood variation. Its causes and Control.* Springer-Verlag. Berlin.