

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE MATERIAL DE BASE PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES FORESTALES DE REPRODUCCIÓN SELECCIONADO DEL GEN. *PINUS*, CON OBJETIVO PRODUCCIÓN DE MADERA.

Francisco Javier Auñón (3), Marta Dopazo (1), Ricardo Alía (2), Salustiano Iglesias (1)

- (1) Dirección General para la Biodiversidad (DGB), Servicio de Material Genético. Gran Vía de San Francisco, nº 4.
- (2) Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Ctra. de La Coruña km. 7,5.
- (3) TRAGSA, C/ Jesús García Perdiges nº 9, Guadalajara.

Mesa temática nº2, Mejora genética forestal, viveros y repoblaciones

RESUMEN

La selección del material de base para la producción de materiales forestales de reproducción de la categoría seleccionado, tiene como objetivo, garantizar un mínimo de calidad genética manteniendo a su vez una elevada variabilidad. Para ello se han evaluado a nivel población diversos caracteres fenotípicos en distintas masas de las especies del género *Pinus*. Mediante el análisis factorial de los mismos, se ha determinado para cada especie, los caracteres de forma más influyentes de cara a la selección de este material de base. Por otro lado, los rangos de variación que presentan los distintos rodales selectos, dentro de su región de procedencia y entre las distintas regiones de procedencia de su especie.

Palabras clave: rodal selecto, región de procedencia, selección.

SUMMARY

The goal of the selection of basic materials intended for the production of forest reproductive materials of the selected category is to assure a minimum of genetic quality, maintaining at the same time a high degree of variability. In order to achieve this, in the selection process, several phenotypic characters are assessed, at a stand level. By means of a factorial analysis of the values of this phenotypic characters obtained in different stands of the genus *Pinus* it has been established, for each species, the most shape characters with a higher influence on the selection of the basic materials. Besides, an analysis of the variation of these variables in the selected seed stands, within each provenance region and between provenance regions for every species.

Keywords: selected stand, provenance region, selection

INTRODUCCIÓN

El trabajo de selección de materiales de base para la producción de materiales forestales de reproducción de la categoría seleccionado, comenzó a realizarse en el año 1989 tras la entrada en vigor de la Orden Ministerial de 21 de enero (BOE nº 33, del 8 de febrero), que transponía a la normativa nacional las Directivas 66/464/CEE y 71/161/CEE sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción de ciertas especies, entre ellas *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris*. Casi una década más tarde, en el año 1998, se promulga el Real Decreto 1356/1998 de 26 de junio (BOE nº 153, del 27 de junio), que regula a nivel nacional la producción, comercialización y utilización de los materiales forestales de reproducción de especies de interés en nuestro país, que no se contemplaban en la normativa comunitaria; entre otras, las especies *Pinus canariensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, y *Pinus uncinata*.

Desde entonces y hasta la fecha de hoy, el Servicio de Material Genético de la actual Dirección General para la Biodiversidad, en colaboración con los órganos competentes de las diferentes Comunidades Autónomas, ha venido realizando una serie de trabajos encaminados a la selección de materiales de base para la producción de materiales forestales de reproducción de la categoría

seleccionado de distintas especies, entre las que se encuentran las del género *Pinus* mencionadas anteriormente.

El objeto de la selección de este tipo de material es garantizar un mínimo de calidad genética, manteniendo a la vez una elevada variabilidad. La selección se realiza a nivel población, tomando como base la región de procedencia que es la unidad básica de comercialización. Los rodales selectos deben cumplir los criterios que se establecen en el anexo III del Real Decreto 289/2003 de 7 de marzo sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción (BOE nº 58, del 08 de marzo).

En el proceso de selección se distinguen, de acuerdo con la metodología propuesta por GALERA *et al* (1997), tres fases bien diferenciadas: caracterización ecológica, preselección y caracterización fenotípica, cada una de las cuales ha de superarse para pasar a la siguiente.

En la caracterización ecológica, se verifica que la estación en la que vegeta el rodal se encuentra dentro de los rangos de variación ecológica de su región de procedencia, en la que está localizado.

Posteriormente, en la fase de preselección, se realiza un reconocimiento previo del rodal en el que se comprueba si alcanza unos mínimos en una serie de parámetros, generales y específicos, entre ellos: tamaño efectivo de la población, edad, desarrollo adecuado, uniformidad, vigor y estado fitosanitario, condiciones de acceso, clara delimitación del mismo, etc. Esta fase es muy importante, ya que en ella se seleccionan aquellos rodales de mejores características fenotípicas, reduciendo el rango de variación de las variables que se miden en la siguiente fase y sobre las que se realiza el análisis de datos.

La tercera fase, que como ya se ha mencionado, se realiza únicamente en los rodales que han superado las dos fases anteriores, es la caracterización fenotípica. En esta fase se estiman, como su nombre indica, una serie de caracteres fenotípicos.

Se ha realizado un análisis estadístico del conjunto de datos de caracterización fenotípica de los rodales de especies del género *Pinus* caracterizados en este periodo de tiempo, con los siguientes objetivos:

- Estudiar qué caracteres de forma que son los más representativos para cada especie.
- Analizar cuál es la variación de los rodales dentro y entre las distintas regiones de procedencia en cada una de las especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los rodales selectos caracterizados, pertenecen a distintas especies del género *Pinus* y se ubican en distintas regiones de procedencia (ver distribución en la Tabla 1). El número de rodales selectos por especie y región de procedencia está muy influenciado por la demanda de semilla que se ha producido durante estos años de trabajo.

En la caracterización fenotípica, el número de árboles evaluados por rodal es directamente proporcional a la superficie del mismo. Por lo general, se realizan entre uno y dos transectos por rodal, raramente más de dos. Cada transecto de muestreo está compuesto por 48 árboles.

Los caracteres de forma medidos son aquellos que más incidencia tienen en la calidad de la madera y dependen en mayor grado de la calidad genética del individuo (GALERA *et al*, 1997). Son los siguientes: rectitud, inclinación y bifurcación de fuste; ángulo y grosor de ramas y tamaño de copa. Para cada rodal se calcula el porcentaje de árboles de cada una de las clases definidas para cada variable (Tabla 2).

Sobre la totalidad de rodales caracterizados durante estos años, independientemente de si están aprobados como rodales selectos en la actualidad, se ha realizado un análisis de componentes principales sobre las variables estimadas, con un doble objetivo:

- conocer qué variables son las más influyentes para cada una de las especies a la hora de realizar la selección y,
- mediante la representación gráfica de los factores calculados, conocer la variación de los rodales dentro de cada región de procedencia y entre las distintas regiones de procedencia.

RESULTADOS

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos del análisis factorial para cada una de las especies, indicando que variables son representadas por cada factor, así como el porcentaje de variación total explicada.

Para analizar la variación de los rodales dentro de cada región de procedencia y entre las distintas regiones, para cada una de las especies, se representan gráficamente el valor de los dos primeros factores para cada rodal. Se considera suficiente representar sólo estos dos primeros factores, pues son los que absorben mayor porcentaje de variación.

En la figura 1, se muestra un ejemplo para la especie *Pinus canariensis*, en ella se representa en abscisas el factor 1 y en ordenadas el factor 2.

No se muestran este tipo de gráficos para todas las especie, pero sí un resumen de los resultados obtenidos por especie en función de los mismos.

Pinus canariensis

Para esta especie, en la que se han analizado rodales de dos regiones de procedencia se observa, a nivel de región, una gran dispersión dentro de las mismas, sobre todo dentro de la región de procedencia 2701, así como un cierto grado de solapamiento entre ambas regiones (2701 y 2704). Aumentando el nivel de precisión se puede descender a nivel de subregión de procedencia (CLIMENT et al, 1996). De esta manera, se observa una delimitación más clara de cada uno de los grupos, y una gran similitud entre la región de procedencia 2704 y la subregión de procedencia 2701b.

Pinus halepensis

En esta especie hay gran dispersión dentro de cada una de las regiones de procedencia analizadas. Sólo hay cierta tendencia al agrupamiento en los rodales de la región de procedencia 2419 (Repoblaciones Meseta Norte). Con respecto a la variación entre ellas no se han apreciado diferencias claras.

Pinus nigra

Esta especie muestra un gran desequilibrio en cuanto al número de rodales analizados en sus distintas regiones de procedencia. Se observa, aunque con cierta variación dentro de las regiones que presentan suficiente número de rodales analizados, una tendencia al agrupamiento por regiones de procedencia, con una clara diferenciación entre la región de procedencia 2506 (Alto Maestrazgo) y el resto.

Pinus pinaster

El número de rodales analizados en esta especie presenta un claro desequilibrio entre las regiones de procedencia 2601 (Noroeste) y 2608 (Meseta Castellana), en las que se han analizado muchos más rodales, y el resto de regiones. Se aprecia que, a excepción de las regiones de procedencia 2601, 2604 (Sierra de Gata – Las Hurdes) y 2605 (Bajo Tiétar), los rangos en los que se distribuyen los rodales son muy estrechos, y que hay un cierto grado de solapamiento entre las mismas. Los rodales de la región de procedencia 2601, presentan un rango de variación tal, que incluye dentro del mismo al resto de rodales de las otras regiones de procedencia, con excepción de los de la 2604 y 2605.

Pinus sylvestris

Igual que para las dos especies anteriores, existe un gran desequilibrio entre el número de rodales analizados en las regiones de procedencia 2108 (Montaña Soriano Burgalesa), 2110 (Sierra de Guadarrama) y 2112 (Montes Universales), más numerosos y el resto. Se observa un elevado rango de dispersión en la distribución de los rodales de esta especie. No se observa tendencia a la agrupación de rodales por regiones de procedencia.

Pinus uncinata

Todos los rodales analizados pertenecen a la misma región de procedencia, apreciándose dispersión de los mismos.

CONCLUSIONES

Del mismo modo que en la presentación de resultados, las conclusiones se presentan diferenciadas para cada una de las especies. Sin embargo, como conclusión común a todas ellas se puede decir que todos los parámetros fenotípicos medidos son importantes a la hora de hacer selección fenotípica de rodales, independientemente del grado de importancia que cada uno tenga en las distintas especies estudiadas, ya que todos participan de los factores que explican la variación total (Tabla 3).

Pinus canariensis

Para esta especie, las variables más influyentes de cara a la selección de rodales son aquellas relacionadas con la rectitud, inclinación y bifurcación de fuste, quedando en segundo plano las variables relacionadas con el ángulo y grosor en la inserción de las ramas.

Los rodales selectos de la región de procedencia 1 muestran una clara diferenciación fenotípica a nivel subregión. Los de la región de procedencia 4 son fenotípicamente similares a los de la subregión b, de la región de procedencia 1.

Pinus halepensis

En general todas las variables de forma medidas en esta especie son importantes para la selección de rodales.

Los rodales de cada una de las regiones de procedencia de esta especie presentan bastante dispersión, con cierto grado de solapamiento entre ellas.

Pinus nigra

El factor 1, que absorbe el 67% del total, recoge casi la totalidad de las variables fenotípicas medidas.

Los rodales selectos de esta especie son por lo general fenotípicamente próximos, a excepción de los de la región de procedencia 6 que muestran unos valores claramente distintos.

Pinus pinaster

Para la selección de rodales de esta especie todas las variables de forma medidas son importantes.

Salvo alguna excepción, el rango de variación en el que se distribuyen los rodales es muy estrecho, lo que podría indicar el elevado grado de repercusión que ha tenido la fase de preselección.

Pinus sylvestris

Las variables que más influyen en la selección de rodales para esta especie son la rectitud e inclinación de fuste y el grosor de ramas en el punto de inserción.

Los rodales de esta especie son los que presentan un mayor rango de variación de todas las estudiadas, con comportamientos fenotípicos de muy distantes a muy parejos entre las distintas regiones de procedencia. Esto podría estar motivado por un escaso grado de repercusión en la fase de preselección.

Pinus uncinata

El escaso número de rodales analizados, impide que se pueda concluir algo respecto a que variables son más influyentes en la selección fenotípica.

La región de procedencia analizada, presenta cierto grado de variación.

BIBLIOGRAFÍA

ALÍA , R; MARTÍN ALBERTOS, S; DE MIGUEL , J; GALERA , RM; AGÚNDEZ, D; GORDO, J; SALVADOR , L; CATALÁN, G; GIL, L. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Ait.

Organismo Autónomo PARQUES NACIONALES.

CATALÁN, G; GIL, P; GALERA, RM; MARTÍN ALBERTOS, S; AGÚNDEZ, D; ALÍA, R. 1991. Las regiones de procedencia de *Pinus sylvestris* L. y de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco. ICONA.

CLIMENT, J; GIL, L; DE TUERO, M; 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus canariensis* Chr.Sm. ex DC. ICONA.

GALERA, R; MARTÍN, S; DE TUERO, M; IGLESIAS, S. 1997. Caracterización fenotípica del material de base de *Pinus nigra* Arn. II Congreso Forestal Español IRATI 97.

GALERA, RM; MARTÍN, S; ALÍA, R; GORDO, J; AGUADO, MA; NOTIVOL, E.1997. Manual de selección de masas productoras de semillas. Evaluación de caracteres. MAPA. INIA.

GIL, L; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P; JIMÉNEZ, P; ROLDÁN, M; ALÍA, R; AGÚNDEZ, D; DE MIGUEL, J; MARTÍN, S; DE TUERO, M. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill. Organismo Autónomo PARQUES NACIONALES.

MARTÍN ALBERTOS, S; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P; DE MIGUEL, J.1998. Regiones de procedencia de las especies forestales españolas. Géneros *Abies*, *Fagus*, *Pinus* y *Quercus*. Organismo Autónomo PARQUES NACIONALES.

ORDEN de 21 de enero de 1989, por la que se regula la comercialización de los materiales forestales de reproducción. (BOE nº 33, 8-II-1989).

REAL DECRETO 1356/1998 de 26 de junio por el que se establecen las normas aplicables a la producción, comercialización, y utilización de los materiales forestales de reproducción de especies no sometidas a normativa comunitaria. (BOE nº 153, 27-VI-1998).

REAL DECRETO 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. (BOE nº 58, 08-III-2003).

RESOLUCIÓN de 27 de abril de 2000 de la Dirección General de Agricultura, por la que se publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativo a diversas especies forestales. (BOE nº 114,12-V-2000).

RESOLUCIÓN de 21 de septiembre de 2001, de la Dirección General de Agricultura, por la que se publica la ampliación Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativo a las especies *Pinus halepensis* Mill, *Pinus nigra* Arn., *Pinus sylvestris* L. y *Quercus suber* L. (BOE nº 247, 15-X-2001).

TABLAS

Tabla 1. Número de rodales caracterizados de *Pinus* spp, por especie y región de procedencia.

ESPECIE / REGION DE PROCEDENCIA	Nº DE RODALES	ESPECIE / REGION DE PROCEDENCIA	Nº DE RODALES
<i>Pinus canariensis</i>		<i>Pinus pinaster</i> (cont.)	
2701.- Isla de Tenerife	10	2608.- Meseta Castellana	15
2704.- Isla de Gran Canaria	7	2609.- Montaña de Soria	4
<i>Pinus halepensis</i>		Burgos	
		2610.- Sistema Ibérico Central	1
2401.- Alta Cataluña	3	2612.- Serranía de Cuenca	5
2403.- Cataluña Interior	2	2614.- Maestrazgo	1

2405.- Ibérico Aragonés	1	2616.- Levante	1
2409.- Maestrazgo-Los serranos	1	2617.- Sierra de Segura-Alcaraz	2
2410.- Levante Interior	2	2620.- Sierra Bermeja	1
2419.- Repoblaciones Meseta Norte	4	2617.- Sierra de Segura-Alcaraz	2
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>		2620.- Sierra Bermeja	1
2503.- Prepirineo Catalán	1	<i>Pinus sylvestris</i>	
2504.- Alto Ampurdán	1	2101.- Alto Valle del Porma	1
2506.- Alto Maestrazgo	6	2102.- Alto Ebro	3
2507.- Sistema Ibérico Meridional	30	2105.- Pirineo Montano Húmedo Aragonés	1
2508.- Cordilleras Béticas	3	2107.- Prepirineo Catalán	2
2510.- Soria	4	2108.- Montaña Soriano Burgalesa	24
<i>Pinus pinaster</i>		2110.- Sierra de Guadarrama	29
2601.- Noroeste	28	2111.- Sierra de Gredos	2
2602.- Sierra del Teleno	2	2112.- Montes Universales	24
2603.- Sierra de Oña	2	2113.- Sierra de Javalambre	1
2604.- Sierra de Gata-Las Hurdes	1	2114.- Sierra de Gúdar	5
2605.- Bajo Tiétar	1	2115.- Sierras de Tortosa y Beceite	1
2606.- Sierra de Gredos	4	<i>Pinus uncinata</i>	
2607.- Sierra de Guadarrama	3	2202.- Pirineo Oriental	3

Tabla 2. Parámetros de forma medidos en cada rodal

Rectitud de fuste (r)	
Clase	Descripción
1	Totalmente rectos.
2	Ligeramente curvados. Curvatura inferior al diámetro normal en el tercio superior del fuste o en la copa.
3	Ligeramente curvados. Curvatura inferior al diámetro normal en la parte central del fuste o en la zona basal.
4	Medianamente curvados. Curvatura inferior al diámetro normal en la parte central y basal del fuste o en todo el árbol.
5	Fuertemente curvados. Curvatura entre el diámetro normal y 2 veces el diámetro normal.
6	Totalmente curvados. Curvatura superior a 2 veces el diámetro normal
Bifurcación de fuste (b)	
Clase	Descripción
1	Sin bifurcación.
2	Bifurcados en el tercio superior, correspondiente a la copa.
3	Bifurcados en el 2º tercio, correspondiente al centro del fuste
4	Bifurcados en el 3º tercio, correspondiente a la zona basal del fuste.
Inclinación del fuste (i)	
Clase	Descripción
1	Totalmente rectos
2	Inclinación respecto a la vertical inferior a 30º
3	Inclinación respecto a la vertical entre 30º y 45º
4	Inclinación respecto a la vertical superior a 45º
Ángulo de ramas (a)	
Clase	Descripción
1	Ángulo de inserción de las ramas próxima a 90º.
2	Ángulo de inserción de las ramas entre 30º y 60º.
3	Ángulo de inserción de las ramas inferior a 30º.
Grosor de ramas (gr)	
Clase	Descripción
1	Delgadas. Diámetro menor de ¼ del grosor del fuste en el punto de inserción.
2	Medias. Diámetro entre ¼ y ½ del grosor del fuste en el punto de inserción.
3	Gruesas. Diámetro superior a ½ del grosor del fuste en el punto de inserción.

Tamaño de copa (tc)	
Clase	Descripción
1	Mayor de ½ de la altura total.
2	Entre ½ y 1/3 de la altura total.
3	Menor de 1/3 de la altura total.

Tabla 3. Clases más significativas para cada factor principal y porcentaje explicado del total, para cada factor y especie

ESPECIE	VARIABLES MAS SIGNIFICATIVAS	% EXPLICADO DE LA VARIACIÓN TOTAL
<i>Pinus canariensis</i>	Factor 1: r1, r2, r4, r5, i1 e i2 Factor 2: r1, r3, b1, b2 y b3 Factor 3: a1, a2, gr1y gr2	40 20 14 total explicado: 74%
<i>Pinus halepensis</i>	Factor 1: r4, b1, b2, i1 e i2 Factor 2: a1, a2, gr1y gr2 Factor 3: r5, b3 e i3 Factor 4: r1, r2 y r3	23 21 17 13 total explicado: 74%
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>Salzmannii</i>	Factor 1: r2, r3, r4, r5, b1, b2, b3, i1, i3, a1, a2, gr1y gr2 Factor 2: i2 y tc1 Factor 3: r1	67 7 6 total explicado: 80%
<i>Pinus pinaster</i>	Factor 1: r5, b1, b2, i3, a1 y a2 Factor 2: gr1 y gr2 Factor 3: r2 y r3 Factor 4: r1, r4, i1 e i2	32 15 12 8 total explicado: 67%
<i>Pinus sylvestris</i>	Factor 1: r1, r4, i1, i2, gr1y gr2 Factor 2: r5, b3 y i3 Factor 3: b1, b2, i1, i2 y tc2 Factor 4: r3 y tc1	50 10 8 6 total explicado: 74%
<i>Pinus uncinata</i>	Factor 1: r3, b1, b2, i3, a1 y gr2 Factor 2: r1, r2, r4, b3, i1, i2, a2 y gr1	58 42 total explicado: 100%

FIGURAS

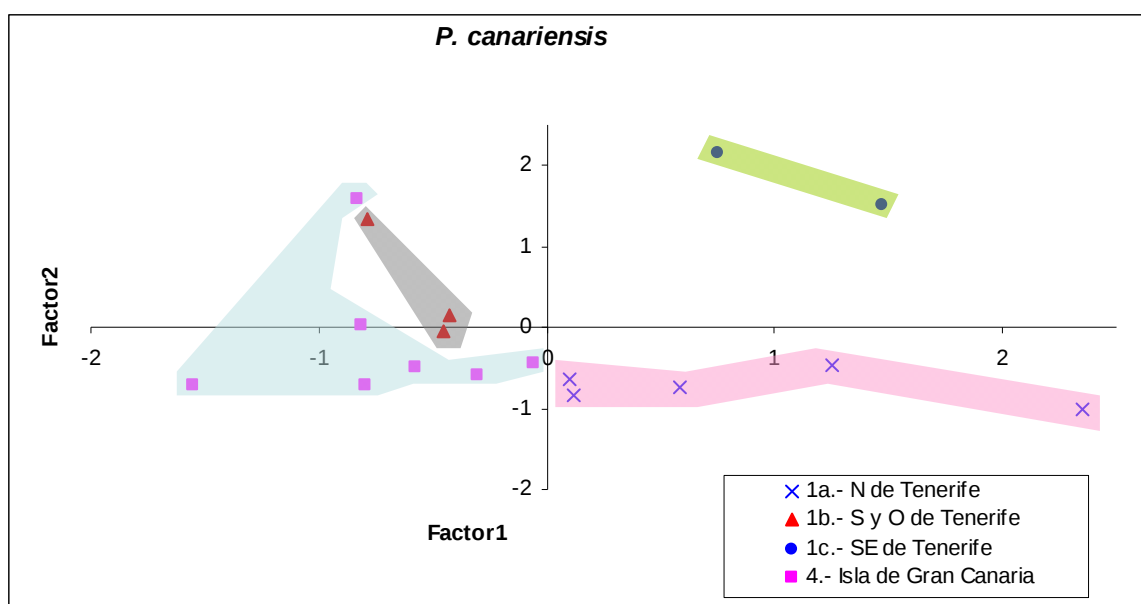


Figura 1: Distribución de rodales selectos de *P. canariensis* para los factores 1 y 2 a nivel de subregión de procedencia

