

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA RED DE HUERTOS SEMILLEROS DEL GENERO *PINUS* EN ESPAÑA

J. M. Climent*, S. Martín**, L. A. Gil* & J. A. Pardos*

* Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal. ETSIM, MADRID.

** Servicio de Material Genético, DGCONA. MADRID

RESUMEN

En esta comunicación se revisa el estado actual de los huertos semilleros del genero *Pinus* instalados desde 1985 merced a convenios entre ICONA (DGCONA) y la Universidad Politécnica de Madrid. Las diferentes características de especies y procedencias, y su interacción con las condiciones ecológicas de cada sitio ocasionan comportamientos muy diferentes entre las plantaciones que componen la red. Así, se ha logrado un huerto de *P. halepensis*, localizado en Alaquas (Valencia), con producciones superiores a 70 kg / ha desde 1994, mientras que en *P. nigra salzmannii* se pueden esperar cosechas de 30 kg / ha a partir de 1998 en el huerto de El Serranillo (Guadalajara), y en otros huertos semilleros de la red los valores quedarían por debajo de los 10 kg / ha. Se hace hincapié en la influencia de los condicionantes ecológicos: edáficos y climáticos (en especial la influencia de las heladas) en la idoneidad de la localización de cada huerto, y se apuntan unas características generales que serían deseables. Finalmente, se comentan brevemente aquellos aspectos científico-técnicos más necesitados de investigación.

1. LA RED NACIONAL DE HUERTOS SEMILLEROS DEL GÉNERO *PINUS*

Los trabajos previos encaminados hacia la creación de una Red de Huertos Semilleros

en España se reflejaron en la Monografía nº 44 de ICONA (PARDOS y GIL; 1986), fruto del convenio establecido entre ICONA y la UPM. En este estudio se establecen las bases teóricas para la instalación de huertos clonales de las principales especies españolas del género *Pinus*, por ser éstas las más empleadas en los trabajos de reforestación. En 1984 se establece un Contrato de Asistencia Técnica entre los mismos organismos, para abordar la planificación y establecimiento de una red de huertos semilleros clonales del género *Pinus*. Posteriormente, nuevos convenios vigentes de 1987 a 1991, y de 1992 a 1996 han continuado desarrollando los planteamientos iniciales y se han abordado otros, surgidos del análisis del trabajo anterior y de circunstancias nuevas.

En esta comunicación se tratan exclusivamente los huertos semilleros de *Pinus* instalados en el marco de los convenios mencionados, si bien algunos están actualmente bajo competencia de las Comunidades Autónomas. No se contemplan otros programas desarrollados íntegramente por las CC. AA., como los que se refieren al *Pinus radiata* en el País Vasco, o *Pinus pinaster* en Galicia (VEGA ALONSO & al., 1993).

2. PLANTEAMIENTOS INICIALES

- Tipo de huertos: clonales; propagación

de los individuos seleccionados mediante injerto de sustitución de yema terminal.

- *Diseño y espaciamento*: bloques completos al azar, con la restricción de no contigüidad de los mismos clones. Marco de 5 x 5 m (400 pies por hectárea).

- *Finalidad*: intermedia o mixta entre investigación y producción.

- *Selección*: masal o fenotípica, basada principalmente en caracteres de forma (rectitud, dominancia apical, ausencia de bifurcación, ramas finas y horizontales), cuya heredabilidad se ha mostrado en varias especies relativamente alta. Se imponen unos condicionantes: individuos no emparentados (la separación es normalmente de varios kilómetros, mínima de 200 m), buen estado sanitario y crecimiento, situación no especialmente favorable, etc. Métodos: subjetivo, por comparación con controles del rodal y por línea-base.

- *Elección de procedencias*: Previamente a la selección, se abordó una primera división en regiones de procedencia (GIL y PARDOS; 1987). Posteriormente, fueron revisadas con más detalle, por lo que alguno de los huertos participa de varias de las regiones actuales. La elección se basa en alguno de los siguientes aspectos:

- demanda de la semilla por los repobladores.
- buen comportamiento en los ensayos de procedencias (*P. pinaster*).
- calidad y extensión de las masas.

Asimismo, en algunas procedencias se restringe la selección a determinadas poblaciones (ej.: Pinar de Valsaín, dentro de la Sierra de Guadarrama, para *P. sylvestris*).

- *Número de clones*: de 49 a 72. Cuando la recogida de púas coincide con la existencia de piñas cerradas, (*P. halepensis*, *P. pinaster* y *P. canariensis*) se recoge simultáneamente semilla de los ortets para conocer su bondad genética mediante ensayos de progenies de polinización libre.

- *Ubicación*: condicionada a los terrenos dependientes de la Administración (Central

o Autonómicas), viveros o centros de investigación. Se intenta cumplir los requerimientos de aislamiento de polen externo y climatología más cálida que la de las masas naturales de cada especie para favorecer la fructificación.

3. PRODUCCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LOS PRINCIPALES HUERTOS DE LA RED

Las diferentes características de las especies y de las localizaciones de los huertos de la Red Nacional hacen que su estado sea muy diverso. Así, los únicos huertos cuya edad les permite estar en plena producción son los de *P. halepensis*. A continuación se detallan los resultados, por especies:

- *P. halepensis*. El huerto de *Alaquas* es el de mayor producción de la Red, alcanzando de 72 a 74 kg. de semilla por hectárea y año. Este valor se encuentra aparentemente estabilizado merced a las podas, necesarias por el espaciamento de 5 x 5 m. El tamaño de la semilla (57.500 piñones / kg.) resulta intermedio respecto a los valores del conjunto de la especie (CATALÁN, 1991). La ausencia de datos sobre producción de otros huertos de pino carrasco hace difícil establecer una comparación de estos resultados. En cualquier caso, la producción de este huerto supera a los valores que se recogen para el conjunto de especies de *Pinus* en la bibliografía. La producción actual permitiría repoblar unas 2.500 ha por año, a una densidad de 1.500 plantas por hectárea, más del doble de lo repoblado con esta especie entre 1993 y 1994 en la Comunidad Valenciana en el marco de la PAC. El rápido desarrollo de los injertos en *Alaquas* ha hecho ver la necesidad de aumentar el espaciamento en futuros huertos de esta especie, lo que podría permitir alcanzar mayores producciones. La evolución de este huerto se debe tanto a su ubicación favorable (clima templado-cálido, ausencia de heladas tardías, suelo profundo y fértil) como a la potencialidad reproductiva del pino carrasco. La combinación de ambos factores permite obtener hasta tres ciclos consecutivos de fructificación anuales, sien-

Tabla 1. Huertos completamente instalados

Especie	Procedencia	Localización	Ubic. (Flor.)	Clones	BL/SUP	Instalación Injertos	Entrada producción	Ensayos de progenies
<i>P. halepensis</i>	Levante	Alaquas	***	49	22/2,69	1985-87	1991	Enguera (1986, 18 familias) Marines (1988, 20 familias destruido por incendio) Cucalón (1992, 48 familias)
<i>P. halepensis</i>	Centro-Levante (7,5,9)	El Serranillo	*	49	17/2,08	1985-87	1991	Disponible semilla de 46 clones del huerto
<i>P. nigra salzm.</i>	S. Ibérico	El Serranillo	**	64	18/2,88	1986-88	1997	NO
<i>P. sylvestris</i>	Sª Guadarrama (10)	Valsain	*	72	28/5,04	1986-90	1988	Vaquerizas (1989, 74 famili.) Riaza (1989, 50 familias)
<i>P. nigra nigra</i>	Na-Z-Hu	Valsain	*	49	15/1,83	1987-90*	2000	NO
<i>P. sylvestris</i>	Pirineo aragonés (5)	Javierregay	**	49	16/1,96	1986-87	1997	NO
<i>P. nigra nigra</i>	Na-Z-Hu	Javierregay	**	49	15/1,83	1990	2000	NO

do dos el número más frecuente (ROLDAN & al, 1992).

En el huerto de *El Serranillo*, por el contrario, la máxima cosecha obtenida hasta ahora ha sido de 10 kg/ha en 1993. El desarrollo vegetativo de los injertos es similar, o incluso superior al que se da en Alaquas, así como el número de ciclos potencialmente florales (PARDOS MINGUEZ & al, 1995), pero la continentalidad del clima local impide la expresión de todos ellos. Las temperaturas extremas entre febrero y abril (máximas elevadas y heladas nocturnas), impiden tanto la diferenciación de las yemas florales como el normal desarrollo de los estróbilos. En 1993 se obtuvo un rendimiento aceptable de semilla de buen tamaño: 38 piñones por piña, y 40.800 piñones / kg. Por el contrario, en 1994 y 1995 se observó un escaso porcentaje de transformación de flores a piñas, reducido tamaño de las piñas y bajo porcentaje de semillas viables, circunstancias que se deben también a los condicionantes climáticos de estos años, que han combinado fuertes sequías y gran frecuencia de heladas durante el período vegetativo.

La instalación en el CNMGF *La*

Almoraima de un huerto semillero de la procedencia Alcarria de pino carrasco, cuyos trabajos se han iniciado en 1996, supondrá un importante avance para esta especie dentro de la red, dadas las óptimas condiciones climáticas de esta localización.

- *P. sylvestris*. Al igual que en el caso de *P. halepensis*, los huertos de esta especie manifiestan claramente la importancia de la localización, si bien con el condicionante de su evolución más lenta. Así, las cantidades máximas de piñas contabilizadas en el huerto de *Valsain* hasta 1995 (16 piñas por ramet en los injertos de nueve y diez años) resultan de dos a cuatro veces inferiores a las observadas en *Javierregay*, con edades semejantes de los ramets. Las producciones del huerto de *Valsain* en ese período se situarían en unos 0,5 a 1 kg. de semilla por hectárea, menores que las producciones estimadas para *Javierregay* (2-4 kg/ha). Como comparación, se conocen producciones en huertos ya maduros (>15 años) de esta especie en Suecia, de 10 kg/ha; en Finlandia 20-25 kg/ha; Gran Bretaña 20 kg/ha; Francia 20 kg/ha. Por otra parte, los conos de ambos huertos son aún de menor tamaño que la

media dada para la especie (CATALÁN, 1991).

Si comparamos los datos climáticos de San Ildefonso y Artieda, estaciones más próximas a ambos huertos, observamos que el período libre de heladas se reduce en la primera localidad a los meses de junio y julio, mientras que en la segunda abarca de marzo a octubre. Por tanto, a pesar de la fenología tardía de esta especie (MARTÍN & AGÚNDEZ, 1992), el clima puede condicionar la producción del huerto de Valsaín. Entre 1994 y 1995, los ramets de esta plantación han acusado notablemente la sequía, manifestándose en un incremento de las marras, pequeño tamaño de las piñas, y ataques de roya favorecidos por el debilitamiento general. Actualmente, la mejora del régimen pluviométrico ha permitido una notable recuperación.

El interés de la procedencia del Sistema Central podría hacer recomendable la instalación de una replica del huerto semillero de Valsaín (depurada, tras analizar los resultados de los ensayos de progenies) en una zona más favorable. Esto no es óbice para que la plantación actual produzca cosechas abundantes en años como 1996, de climatología favorable, una vez que la mayoría de los ramets vayan alcanzando la madurez reproductiva.

- *P. nigra salzmannii*. El huerto semillero de El Serranillo ofrece buenas perspectivas de producción. Los condicionantes climáticos, adversos para el pino carrasco, no afectan tan llamativamente a *P. nigra* debido a su fenología más tardía (la fase final de desarrollo de los estróbilos oscila entre mediados de abril a mediados de mayo). Atendiendo a las producciones actuales de estróbilos femeninos y al constante aumento de la producción de polen, se pueden esperar a corto plazo (1998-99) producciones de 20 a 30 kg. de semilla por ha, semejantes o superiores a los que se obtienen en Francia (ARBEZ; 1987). Estos valores podrían verse incrementados, o al menos obtenerse en un plazo más breve, si en el futuro se abordara la instalación de huertos de esta especie con injertos heteroblásticos sobre *Pinus brutia*, *P. eldari-*

ca o, posiblemente, *P. halepensis*. Así, según los resultados obtenidos en este huerto, podrían alcanzarse producciones de 30 kg./ha en 6-7 años para las mismas condiciones de estación. El principal problema de este huerto estriba en su heterogeneidad, debida a diferentes características (vigor, sistema radical) de los patrones entre grupos de clones y a las edades de los ramets. Sin embargo, este inconveniente puede verse atenuado con un plan de podas que incida sobre los ramets más desarrollados.

- *P. pinaster*. Un ensayo de clones de la procedencia Mña. de Soria instalado en 1988 en Valsaín, ETSIM y La Almoraima permitió determinar que la primera localidad era la más adecuada para la floración de la especie (NOTIVOL; 1992). En efecto, tanto en el citado ensayo como en el huerto de esta procedencia que se está instalando en Valsaín, los primeros estróbilos femeninos aparecen con uno o dos años de edad del injerto, y ya el segundo año se observaron los primeros estróbilos masculinos, lo que parece confirmar la adecuada interacción especie y procedencia-ubicación. Esta precocidad reproductiva de los injertos de *P. pinaster* se ve corroborada por los resultados obtenidos en Galicia por VEGA ALONSO & al.; 1993. Las heladas tardías que se registraron en este centro no han impedido sin embargo la fructificación del pino negral entre 1993 y 1995, mientras que, en 1991 y 1996, el número de estróbilos femeninos se redujo considerablemente. Ello evidencia la importancia de la cronología exacta de las heladas en relación con la aparición de los estróbilos. Por otra parte, dada el mayor xerofitismo de la especie, los injertos de *P. pinaster* presentes en Valsaín han tolerado mejor que *P. sylvestris* las pasadas sequías, sin que hayan mostrado una pérdida significativa de vigor.

En cuanto a las producciones máximas esperables, se tiene constancia de valores en torno a 40 kg / ha para esta especie en huertos semilleros franceses (CEMAGREF, 1982).

- *P. canariensis*. La evolución del huerto en fase de instalación en La Almoraima muestra la idoneidad de su localización de cara a la fructificación. Actualmente, los

Tabla 2. Huertos parcialmente establecidos

Especie	Procedencia	Localización	Ubic.	Clones	BL/SUP	% Ocup.	Inicio (injertos)	Ensayos de progenies
<i>P. uncinata</i>	Pirineos	Valsain	**	36/49	14/1,71	32%	1989	NO
<i>P. sylvestris</i>	Mña. Soria-Burgos (8)	Valonsadero	*	64/64	22/3,52	50%	(86)-1993	NO
		Valsain	**	50/64	8/1,28	41%	(86)-1993	
<i>P. canariensis</i>	Tenerife (1A, 1B y 1C)	Almoraima	**	59/49	20/2,45	58%	(91)-1993	La Almoraima (1996, 54 fam.) Cucalón, Valencia (1996, 10 f.) Cueto, León (1996, 47 famili.)
<i>P. pinaster</i>	Soria-	Valsain	**	51/56	24/3,36	68%	1993	Disponible semilla de 43 ortets
<i>P. pinaster</i>	S. de Gredos	Almoraima	**	41/56	previsto 20/4,03	-	1993	Arenas, Ávila (11 familias) V. del Fresno, Cáceres (11 f.) Sembra. ensayo con 46 f./1996
<i>P. nigra salzm.</i>	C. Béticas (8)	Pta. Hierro	**	58	-	Bco. clonal	1992	Disponible semilla de 25 ortets de Albacete
<i>P. halepensis</i>	Alcarria (7)	Almoraima	**	46/49	-	-	1996	Disponible semilla de todos los clones

injertos más viejos, con cinco años de edad, producen una media de 4,1 piñas por ramet, y ya se detecta una pequeña producción de estróbilos masculinos. El tamaño de las semillas (16.000 piñones/kg.) está aún por debajo de lo normal para la especie.

El principal problema de este huerto es la heterogeneidad en edades de los ramets, motivada por el bajo porcentaje de prendimiento de los injertos en esta especie (<30 %). La única vía posible para equilibrar en un futuro la composición genética de la semilla sería la poda selectiva de los injertos más desarrollados. Este huerto debería alcanzar su plena producción en un plazo no superior a unos cinco años. No se tiene constancia de la existencia de ningún huerto semillero de esta especie, por lo que no puede establecerse una comparación de los resultados obtenidos que permita predecir su producción a medio plazo.

4. LOCALIZACIÓN DE LOS HUERTOS. SUELO, CLIMA, FENOLOGÍA

Como se ha visto en los apartados anteriores, es este un aspecto fundamental en los

huertos semilleros. Además, resulta especialmente crucial en nuestro país, donde las acusadas diferencias ecológicas y microecológicas, incluso entre zonas próximas, pueden determinar el éxito o el fracaso de una actuación. La larga y costosa instalación de los huertos hace imprescindible contar con la mayor información posible sobre la idoneidad de un lugar para una determinada especie y procedencia. A este respecto, se ha visto la gran conveniencia de instalar, con varios años de anticipación, ensayos de los mismos clones en varias localizaciones posibles, comparando su desarrollo y comportamiento reproductivo, tal como se hizo con *P. pinaster*.

La presencia o el buen desarrollo vegetativo de una especie en una zona o sus proximidades no es suficiente garantía para predecir la evolución de un huerto semillero, ya que las condiciones necesarias para una fructificación abundante y regular pueden ser muy diferentes.

- *Climatología.* La abundancia y distribución de las precipitaciones afecta principalmente a la supervivencia de los ramets, a la sincronización entre la emisión del polen y la receptividad de los estróbilos femeninos y al tamaño de los frutos.

Dado que la escasez de precipitaciones puede ser paliada en cierta medida mediante el riego, resulta mucho más determinante el riesgo de heladas tardías, tan frecuentes en muchas zonas del interior de la Península. Como ya se ha comentado, es este uno de los factores más negativos para la obtención de cosechas abundantes y regulares en los huertos semilleros. Las condiciones climáticas atlánticas de Europa occidental hacen que la mayoría de las referencias bibliográficas sobre este aspecto se refieran al este de Europa y Norteamérica, donde la influencia continental es más acusada (SCHMIDTLING; 1983; ENESCU; 1987).

El efecto de las heladas es muy variable y difícil de predecir según los años, especies, procedencias e incluso clones, debido a la interacción con las características fenológicas particulares. Dentro de la Red española, los huertos situados en Valsain y El Serranillo, se han visto muy condicionados por la incidencia de las heladas entre febrero y mayo. Desde 1992, pero acentuándose notablemente en 1995, se han sucedido unos meses de invierno y comienzo de primavera muy cálidos, seguidos de heladas en abril y mayo. Como ejemplo, durante el mes de abril de 1994 se registraron veinte días con mínimas bajo cero en el observatorio de El Serranillo.

Por otra parte, se ha puesto de manifiesto como algunas especies y procedencias necesitan temperaturas bajas invernales para que se produzca la diferenciación de los estróbilos. Así, los injertos de *P. pinaster* proc. Soria instalados en La Almoraima no produjeron flores en los cinco años después de su plantación, lo que se achacó a los inviernos demasiado suaves (NOTIVOL; 1992).

- *Suelo*. Las características edáficas de cada huerto inciden tanto en la supervivencia y el desarrollo vegetativo de los ramets como en la fructificación. Las diferencias edáficas dentro del huerto constituyen con frecuencia un factor de heterogeneidad, dificultando la interpretación de los resultados. Obviamente, junto con la climatología y las necesidades de cada especie, el suelo del huerto condiciona las necesidades de riego. Este tratamiento se ha mostrado en estos últi-

mos años indispensable en casi todas las localidades, debido a la escasez general de precipitaciones, pero se ha hecho más patente en las que presentan suelos poco profundos o pedregosos, como el de *P. sylvestris* de Valsain.

La incompatibilidad de determinadas especies o procedencias con suelos calizos puede verse soslayada, si la localización es climáticamente adecuada, mediante la elección de un patrón de injerto más tolerante a este medio: *P. nigra* o *P. halepensis*. De no ser así, pueden darse casos como el del huerto de pino silvestre de Javierregay (D.G.A), donde las deficiencias de hierro y fósforo, motivadas por el alto contenido en caliza activa, tuvieron que ser compensadas mediante la adición de quelatos de hierro y abono fosfórico.

5. DISCUSIÓN SOBRE LAS UBICACIONES DE LOS HUERTOS SEMILLEROS DE *PINUS*

- Dada la actual distribución de los huertos semilleros en los actuales Centros de Mejora Genética Forestal de DGCONA, cabe hacer las siguientes consideraciones:

CNMF Valsain: presenta una moderada aptitud para *P. nigra*, *P. sylvestris* y procedencias frías de *P. pinaster*, ya presentes, pese a que la producción de estróbilos para las distintas especies se encuentra condicionada por la cronología de las heladas entre marzo y junio. La gran heterogeneidad del suelo y la necesidad de incorporar el riego a los tratamientos son otros factores a tener en cuenta en esta localidad.

CNMF El Serranillo: idoneidad para *P. nigra salzmannii*. Existe la posibilidad de ensayar *P. sylvestris* mediante injertos heteroblásticos sobre *P. brutia-eldarica* y *P. halepensis*. La producción de *P. halepensis* está condicionada por las heladas entre febrero y abril.

CNMF Alaquas: idoneidad para *P. halepensis*, pero no existen posibilidades de ampliación.

CNMF La Almoraima: Idoneidad climática para *P. canariensis* y previsiblemente para *P. halepensis*. Un posible inconveniente, aún no cuantificado, lo constituyen los vientos fuertes y constantes.

- Las posibles localizaciones para nuevos huertos semilleros de producción, deberían reunir los siguientes requisitos para todas las especies, excepto *P. canariensis*:

- Normal ausencia de heladas desde el mes de marzo, para evitar la pérdida de yemas florales ya inducidas.

- Temperaturas invernales moderadamente bajas, para evitar las alteraciones fenológicas y permitir la inducción floral en las especies de montaña.

- Veranos calurosos y secos: necesarios para inducir la formación de abundantes primordios florales.

- Suelos profundos franco-arenosos, preferiblemente silíceos, sin carencias llamativas de nutrientes: menores necesidades de riego, fertilización y laboreo y buena transitabilidad.

- Pluviometría >600 mm. anuales, para favorecer la supervivencia y buen desarrollo de los ramets, así como reducir las necesidades de riego.

- Ausencia de vientos fuertes y constantes para favorecer la panmixia.

Las zonas más favorables coinciden con las más cálidas del fitoclima IV₆ de ALLUÉ; 1989. Para *Pinus canariensis*, los fitoclimas más adecuados serían los IV₃ y IV₄.

Otros requisitos deseables serían el alejamiento de fuentes de polen de la misma especie, pendiente suave, facilidad de acceso, protección contra el ganado o fauna silvestre, protección contra incendios, plagas, inundaciones, etc.

6. NECESIDADES ACTUALES Y PREVISTAS DE SEMILLA

Algunas circunstancias relacionadas con las necesidades actuales de semilla son las siguientes:

- Dificultad de previsión, demanda muy aleatoria.

- Escasez crónica de algunas especies y procedencias, como *P. nigra* a causa de la vecería de la especie, *P. pinaster* del Valle del Tiétar, por la gran demanda, o *P. sylvestris* de Valsaín por ambos factores.

- La aplicación de la P.A.C. ha supuesto un incremento de la superficie reforestada con pinos: 45.684 ha entre 1993 y 1994 (SANTOS; 1995). En orden de las especies, por superficie reforestada, sería: pino carrasco, piñonero, negral, laricio y silvestre. Muchos de los terrenos susceptibles de repoblación resultan idóneos para la utilización de semilla mejorada, por la expectativa de mayores rendimientos que en los terrenos forestales al uso.

Estos factores muestran claramente la creciente necesidad de los huertos semilleros como fuente productora de semilla forestal de calidad a bajo coste, además de la posibilidad de obtención de ganancias genéticas mediante las técnicas de mejora. De ahí surge la importancia de concretar los principales aspectos y condicionantes que aseguren la consecución de sus objetivos.

7. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos en los huertos semilleros de nuestro país apoyan la necesidad de la investigación, dada la gran cantidad de variables que intervienen en el proceso y el escaso conocimiento sobre la floración y fructificación en nuestros árboles forestales. Los trabajos desarrollados hasta ahora han permitido concretar varios aspectos, mientras que otros siguen precisando una experimentación contrastada:

- *Determinación de la fenología de cada huerto y su relación con el clima local.* El interés de los resultados obtenidos en los huertos de *P. sylvestris* de Valsaín (MARTÍN & AGÚNDEZ; 1992) y *P. halepensis* de Alaquas y El Serranillo (ROLDÁN & al; 1992; PARDOS MÍNGUEZ & al; 1995), apoya la necesidad de

extender estos estudios a otros huertos, bancos y ensayos clonales. En especial, los esfuerzos deben centrarse en aquellas localizaciones y especies que presentan condicionantes climáticos para la floración o fructificación.

- *Riego frente a sequía estival.* Si bien la mayoría de los autores coinciden en apuntar a los veranos cálidos y secos como inductores de la floración en la mayoría de las especies (RIEMENSCHNEIDER; 1985; ENESCU; 1987), no es menos cierto que un estrés hídrico importante y continuado impide la obtención de cosechas abundantes y semillas de buen tamaño. El hecho de que los veranos sean secos y calurosos en todos los huertos de la Red, hace que tenga más sentido estudiar el efecto del riego sobre la cosecha, mediante tratamientos selectivos en distintas zonas de cada huerto. Se tiene constancia de la obtención de incrementos significativos en la fructificación de los huertos semilleros de pinos mediante el riego (GREGORY & al; 1982; SCHMIDTLING; 1985).

- *Podas.* La literatura existente sobre la poda muestra, en general, efectos variables dependiendo del vigor de las ramas tras el tratamiento. Las podas realizadas en el huerto de *P. halepensis* de Alaquas han supuesto la estabilización de la producción, al mantener las copas a un tamaño compatible con el espaciado actual. En *P. sylvestris* (Valsaín), el despunte de las guías principales, ensayado en 1995 y extendido este año al conjunto del huerto, ha cumplido el objetivo de incrementar muy significativamente la floración masculina. A medio plazo, el mayor número de ápices generado por la pérdida de la dominancia apical revertirá previsiblemente en un aumento de la producción de conos de ambos sexos.

La poda selectiva puede ser también una forma de equilibrar la composición genética de la semilla en aquellos huertos en los que determinados clones fructifican más abundantemente (por edad, capacidad florífera, etc.). En todo caso, las grandes diferencias de comportamiento de las distintas especies frente a la poda aconsejan, a falta de información anterior, la realización de ensayos previos en una muestra reducida de árboles.

- *Combinación favorable púa-patrón.* La presencia de injertos homoblásticos y heteroblásticos (sobre *P. brutia*) de varios clones de *Pinus nigra salzmannii* en el huerto de El Serranillo, ha permitido detectar una floración femenina acumulada de los segundos nueve veces superior a la de los primeros en el período 1990-94 (CLIMENT & al, en prensa). Así mismo, cinco injertos pertenecientes a dos clones de *P. sylvestris* sobre patrón de *P. halepensis*, presentes en el mismo Centro, vegetan satisfactoriamente y muestran una fructificación muy superior a la del huerto de Valsaín, a la misma edad. En este caso, sin embargo, las diferencias ambientales de ambas localidades no permiten concretar la influencia del patrón. Por esta razón, este año se ha iniciado un ensayo con seis clones de esta especie y procedencia para determinar el efecto del patrón (*P. sylvestris*, *P. halepensis* y *P. eldarica*) en distintas condiciones ambientales. También se están ensayando los injertos de *P. canariensis* y *P. pinaster* sobre *P. halepensis*.

Además de los efectos directos sobre la fructificación, el uso de patrones más rústicos puede permitir la instalación de los huertos en localizaciones climáticamente favorables para la producción de semilla, pero que resultan limitantes para el crecimiento vegetativo de una especie o procedencia. Como ejemplos tenemos la favorable evolución de injertos de *P. uncinata* sobre *P. sylvestris* en Valsaín, y la ya mencionada supervivencia de *P. sylvestris* sobre *P. halepensis* en El Serranillo, donde apenas se alcanzan los 350 mm de lluvia anual.

La principal prevención sobre esta práctica es la posibilidad de que la vida productiva de los ramets heteroblásticos pueda verse reducida por algún grado de incompatibilidad, aún no manifiesta.

- *Fertilización.* La conveniencia de fertilizar con nitrógeno los huertos semilleros, para incrementar la producción de estróbilos, se ha puesto de manifiesto en varias especies (NANSON; 1965; SCHMIDTLING; 1983b; DANUSEVICIUS; 1987). La fertilización no sólo mejora la producción (cantidad y tamaño de las semillas), sino que además existen

evidencias de que puede equilibrar la estructura genética de la semilla, al lograrse mayores incrementos en los clones poco productivos. Por esta razón, se plantearán próximamente ensayos de riego y fertilización selectivos en los huertos más maduros, como el de *P. halepensis* de El Serranillo o *P. sylvestris* de Valsain.

- *Tratamientos hormonales.* La aplicación de giberelinas, especialmente la GA_{4/7}, puede aumentar significativamente la cantidad de estróbilos producidos, con efectos cuantitativos y cualitativos (sexo de los estróbilos) dependientes del estado vegetativo de la planta, época y forma de aplicación, etc. Sin embargo, la necesidad de optimizar previamente el resto de los factores implicados, no han aconsejado hasta la fecha la aplicación de estas sustancias en los huertos de la Red Nacional. Se tiene previsto su ensayo, junto con otros tratamientos, a corto o medio plazo.

- *Diseño de los huertos.* El empleo de diseños alternativos al de bloques aleatorios completos (como el de vecindades permutadas), puede ayudar a solventar algunos de los problemas actuales surgidos de la heterogeneidad de los ramets, la necesidad de incorporación de nuevos genotipos, etc.

- *Avance en el programa de mejora.* Para ello, se precisa de la instalación de nuevos ensayos de progenies, evaluación de los ya existentes y depuración de los huertos. Es necesario poner a punto las técnicas de polinización artificial como herramienta básica para acceder a generaciones sucesivas de mejora en las especies y procedencias más productivas.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALLUÉ, J.L.; 1989. *Atlas fitoclimático de España*. Ministerio de Agricultura, INIA. Madrid. 221 pp.

ARBEZ, M. (Dir); 1987. *Les ressources génétiques forestières en France*. Tome 1: Les conifères. INRA- BRG, Paris, 236 pp.

CATALÁN, G.; 1991. *Semillas de árboles y*

arbustos forestales. MAPA (ICONA). Colección Técnica. Madrid, 392 pp.

CEMAGREF; 1982. *Les semences forestières*. Note Technique n° 48, 80 pp.

CLIMENT, J., PRADA, A., GIL & L., PARDOS, J.A.; (En prensa). Increase of flowering in *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco by means of heteroplastic grafts. *Annales des Sciences Forestières*.

DANUSEVICIUS, J.; 1987. Flowering and seed production of clones and their stimulation in seed orchards. *For. Ecol. Manage.*, 19: 233-240.

ENESCU, V.; 1987. Climate and the choice of seed orchard sites. *For. Ecol. Manage.*, 19: 257-266.

FEILBERG, L. & SÖEGAARD, B.; 1975. Historical review of seed orchards. *For. Comm. Bull.* 54: 1-8.

GIL, L. & PARDOS, J.A.; 1987. ETSIM-ICONA, Informe sin publicar.

GREGORY, J.D, GUINNESS, W.M., DAVEY, & C.B.; 1982. Fertilization and irrigation stimulate flowering and cone production in a loblolly pine seed orchard. *Southern Journal of Applied Forestry*, 6 (1): 44-48.

MARTÍN, S., AGÚNDEZ, D.; 1992. Crecimiento y floración de diversos clones de *Pinus sylvestris* en un huerto semillero clonal. *Montes*. 28: 46 - 48.

NANSON, A.; 1965. Stimulation de la production de strobiles femelles dans un verger à graines de *Pinus sylvestris* L. par application d'engrais. *Sylvae Genetica* 14: 94-97.

NOTIVOL, E.; 1992. Localización de un huerto semillero de *Pinus pinaster* procedencia "Montaña de Soria". *Montes* 28: 53 - 55.

PARDOS, J.A. & GIL, L.; 1986. *Los huertos semilleros: estudios básicos para su establecimiento en España*. ICONA, Monografía n° 44. 128 pp.

PARDOS MÍNGUEZ, M., CLIMENT, J., GIL, L. & PARDOS, J.A.; 1995. Fenología de *Pinus halepensis* en un huerto semillero clonal. IV Congreso Luso-Espanhol de Fisiología

Vegetal. Estoril, 3-6 Octubre de 1995.

RIEMENSCHNEIDER, D.E.; 1985. Water stress promotes early flowering in jack pine. *North-Central For. Exp. Stat. Res. Note* No.NC-331.

ROLDÁN, M., GIL, L., CATALÁN, G., & PARDOS, J.A.; 1992. Flowering and fructification in a clonal seed orchard of *Pinus halepensis* Mill. Actas del Congreso IUFRO, Burdeos, 14-18 Sept. 1992. Vol. II: 87-95.

SANTOS, M.P.; 1995. De la roturación forestal a la forestación agrícola. *Ecosistemas*, 14: 32-39.

SCHMIDTLING, R.C.; 1983. Geographic location affects flowering of loblolly pines. *Proc. of 17th Southern Forest Tree Improvement Conference*; Athens, Georgia. June, 6-9, 1983.: 42-48.

SCHMIDTLING, R.C., 1983b. Fertilizer timing to increase flowering in eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *Proc. of 3rd. North-Central Tree Improvement Conference*. Wooster, Ohio. 17-19 Agosto 1983.

SCHMIDTLING, R.C.; 1985. Irrigation effective in increasing fruitfulness of a shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.) seed orchard. *Tree Planter's Notes*. 36 (2): 18-22.

VEGA ALONSO, P., VEGA ALONSO, G., GONZÁLEZ ROSALES, M., RGUEZ. SAN JOSÉ, A.; 1993. Mejora genética del *Pinus pinaster* en Galicia. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Pontevedra, 14-18 Junio 1993. Tomo II: 129-134.

ZOBEL, B.J., BARBER, J., BROWN, C.L., & PERRY, T.O.; 1958. Seed orchards; their concept and management. *Jour. For.* 56 (11): 815-825.