



# Recordando el I Simposio del Chopo

2018



**Junta de  
Castilla y León**

Consejería de Fomento y Medio Ambiente  
Dirección General del Medio Natural

© Junta de Castilla y León

El contenido de este documento no es vinculante para el posicionamiento institucional de la Junta de Castilla y León.

# Índice

<b>Introducción</b>	4
<i>Comité Organizador</i>	
<b>Comités</b>	5
<b>Presentación</b>	7
<i>Comité Científico</i>	
<b>Discurso de inauguración</b>	8
Silvia Clemente Municio. <i>Consejera de Medio Ambiente</i>	
<b>Conferencia magistral:</b> Estrategias de mejora de chopos mediante métodos convencionales y nuevas técnicas	10
Stefano Bisoffi. <i>Presidente de la Comisión Internacional del Álamo</i>	
<b>Conferencia invitada:</b> Dos siglos de populicultura	24
Leonardo Plana Claver	
<b>Conclusiones</b>	29
<i>Responsables de las mesas del simposio</i>	
<b>Fotos</b>	32

## Introducción

### *Comité Organizador del I Simposio del Chopo*

Ahora que se está preparando la celebración del II Simposio del Chopo en Castilla y León, revisando la documentación que generó la preparación y el desarrollo del I Simposio, afloran gratos recuerdos sobre el esfuerzo intenso que realizamos el pequeño grupo de personas que estuvimos involucrados en su puesta a punto. Al término del simposio, el trabajo que se realizó generó en nosotros la satisfacción de haber cumplido con los objetivos que nos habían señalado las instituciones que tomaron la decisión de organizarlo.

En los años siguientes a la celebración de aquel I Simposio, fueron numerosos los comentarios que recibimos acerca de la buena acogida que tuvo entre sus participantes, tanto en lo que se refiere a la organización en sí, como al nivel de conocimientos expuesto en su desarrollo y a la visión práctica con que se había planteado.

Estos recuerdos nos han animado a dejar constancia ahora de algunas comunicaciones especiales presentadas en aquella ocasión. Dejando a un lado las ponencias técnicas que se enviaron al Simposio y que fueron incluidas en las actas del mismo, creemos que procede recoger aquí esos otros documentos que reflejan la situación y las perspectivas de la populicultura en aquel momento, cuya lectura quizá ayude a enfocar los objetivos que pueden tener consideración en la organización del II Simposio.

De aquella primera reunión de populicultores e interesados en los temas de la populicultura, hemos seleccionado los siguientes: La composición de los comités del simposio, la presentación del Comité Científico que apareció como introducción en las actas del simposio, el discurso de inauguración de la Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, la conferencia magistral del presidente de la Comisión Internacional del Álamo, la conferencia invitada del antiguo Jefe del Servicio de Investigación Agraria de Aragón y las conclusiones redactadas por los responsables de las distintas mesas y de la organización.

Sirva también esta publicación para no enterrar en la memoria las inquietudes que motivaron el encuentro de los principales interesados en la populicultura española y las conclusiones que se obtuvieron de unos días de exposición, aprendizaje y debate.

Se celebró el I Simposio del Chopo en Zamora los días 9, 10 y 11 de mayo de 2001, Promovido por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y con la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE). En el simposio se constituyeron seis mesas temáticas y dos mesas redondas:

Mesa temática I: Aspectos generales, históricos y legales

Mesa temática II: Selvicultura

Mesa temática III: Plagas y enfermedades

Mesa temática IV: Mejora genética

Mesa temática V: Industrias de la madera

Mesa temática VI: Economía y fiscalidad

Mesa redonda 1: Las asociaciones forestales y la populicultura

Mesa redonda 2: Líneas de ayuda a la populicultura

## Comités

### Comité organizador

Presidente:

Jesús Rueda Fernández

*Jefe del Servicio de Restauración de la Vegetación. Junta de Castilla y León*

Vocales:

Alejandro López de Roma

*Director del CIFOR-INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

José Manuel Grau Corbí

*Investigador del INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

Amelia Ramos Monreal

*Presidente de la Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León*

José Luis García Caballero

*Técnico del Servicio Territorial de Medio Ambiente de León. Junta de Castilla y León*

Secretario:

Manuel Rodríguez Hierro

*Director del Departamento del Chopo de Castilla y León. Junta de Castilla y León*

### Comité Científico

Presidente:

José Manuel Grau Corbí

*Investigador del INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

Vocales:

Jesús Rueda Fernández

*Jefe del Servicio de Restauración de la Vegetación. Junta de Castilla y León*

Gabriel Catalán Bachiller

*Dr. Ingeniero de Montes. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

Rosario Sierra de Grado

*Profesora titular de Genética Forestal y Viveros Forestales. Universidad de Valladolid*

Leonardo Plana Claver

*Dr. Ingeniero de Montes. Diputación General de Aragón*

Antonio Gutiérrez Oliva

*Investigador del INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

Manuel de Tuero y de Reyna

*Jefe del Servicio de Material Genético. Ministerio de Medio Ambiente*

Secretario:

Manuel Rodríguez Hierro

*Director del Departamento del Chopo de Castilla y León. Junta de Castilla y León*

## **Comité de Honor**

Presidente:

Silvia Clemente Municio

*Consejera de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León*

Vicepresidente:

Adolfo Cazorla Montero

*Director del INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología*

Vocales:

Antonio Vázquez Jiménez

*Alcalde de Zamora*

Pilar Álvarez Sastre

*Presidente de la Diputación de Zamora*

Inés González Doncel

*Directora General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente*

Mariano Torre Antón

*Director General del Medio Natural. Junta de Castilla y León*

Nicasio Guardia Jiménez

*Presidente de la Confederación de Organizaciones de Silvicultores de España*

## Presentación

### *Comité Científico del I Simposio del Chopo*

El chopo o álamo es característico de los paisajes ripícolas peninsulares, bien de forma espontánea o cultivada. Su valor paisajístico y bucólico ha sido notoriamente exaltado por los poetas.

Castilla y León, con casi la mitad de la superficie total de chopo en España y con más de 330.000 m<sup>3</sup> de chopo cortados en 1998 (primera Comunidad Autónoma en producción), y en concreto Zamora con extraordinarias choperas donde se alcanzan los 40m<sup>3</sup>/Ha/año, resulta un marco incomparable para este Simposio, donde populicultores, investigadores, gestores de la Administración e industriales, intentemos dar respuesta a los problemas que plantean la sociedad, la industria y el mercado actuales.

Desde la época de los romanos, los chopos, por su capacidad de estaquillado, por su avidez de agua, su capacidad de colonización y su temperamento robusto, se utilizan tanto para la producción de madera como con fines de carácter protector.

En la actualidad, la problemática del abandono de terrenos agrícolas de productos excedentarios ha originado que la plantación de choperas sea una alternativa válida de cultivo, allí donde el suelo y la disponibilidad de agua lo permita, aportando una producción de madera de alto valor económico, contribuyendo a la captura de carbono procedente de la contaminación atmosférica y a la estabilización del empleo rural.

Para el cultivo sostenible de nuestras choperas y la potenciación de las utilidades productivas y medioambientales, es necesaria la transferencia tecnológica desde la investigación a la populicultura.

El objetivo de este Simposio es impulsar la concienciación y aunar esfuerzos para que las plantaciones y las formaciones espontáneas relicticas que todavía sobreviven en los sotos, se conserven y cultiven de forma que se rentabilicen sus valores económicos y ambientales.

## Discurso de inauguración

**Silvia Clemente Muncio**  
*Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León*

ILMA. SRA PRESIDENTA DE LA DIPUTACIÓN DE ZAMORA, ILMO. SR. ALCALDE DE ZAMORA, ILMO. SR. DIRECTOR DEL CIFOR-INIA, SR. PRESIDENTE DE LA C.O.S.E., PARTICIPANTES TODOS EN ESTE I SIMPOSIO DEL CHOPO:

Es para mí un placer venir aquí, a Zamora, como Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, a inaugurar el I Simposio del Chopo, que ha organizado esta Consejería, junto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España.

Quiero expresar, en primer lugar, mi reconocimiento, no sólo a las autoridades que nos acompañan, sino también a las entidades que representan que, conocedoras de la importancia del tema que nos ocupa, no han dudado en formar parte desde el primer momento en la organización de este Simposio. Es evidente que esta conjunción de fuerzas, de la Administración Autonómica, la Administración Central y la Administración Local, junto a la más alta representatividad del sector privado, como es la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (C.O.S.E), tendrá un efecto sinérgico que garantizará el éxito del Simposio y la aplicación en el medio rural de los avances de la Populicultura.

Estamos, estáis, en Zamora, en el extremo oeste de Castilla. Y este hecho hace que en vuestro viaje a estas tierras de pan y vino hayáis comprobado la falsedad de los tópicos existentes. Nada más lejano que identificar a Castilla con la imagen de una llanura sin límites. Según haya sido el itinerario utilizado para vuestra llegada habréis atravesado la sierra de Guadarrama y los montes de Segovia, o la sierra de Gata, o los montes de León o los de la Demanda, incluso habréis podido percibir el eco del aullido del lobo en la zamorana sierra de la Culebra. Castilla es una amalgama de cumbres, llanuras y riberas.

Más aún, esta altiplanicie central, presentada como arquetipo de uniformidad y horizontalidad, sin presencia alguna de arbolado, tampoco responde exactamente a la realidad. Visitad las riberas del Esla, del Órbigo, del Carrión, del Tera o del Duero y veréis que el chopo ha dejado de ser el centinela solitario de referencias poéticas y que las formaciones y plantaciones de chopo son una constante en nuestras riberas.

Tanto es así que yo estoy por asegurar que el chopo constituye el árbol más representativo de nuestra Comunidad. Castilla y León es la región con más superficie plantada en España (45.000 hectáreas, el 45% del total nacional), la que realiza más plantaciones y con una producción en continuo ascenso, que sobrepasan los 300.000 metros cúbicos anuales de madera. Estas cifras no se alcanzan ni con la estoica encina de nuestras dehesas salmantinas o zamoranas, ni con nuestras singulares coníferas de Valsaín o Navafría.

En el Plan Forestal de Castilla y León, actualmente en periodo de debate público, se marca como uno de los principios inspiradores el elaborar hoy, ejecutar mañana y conformar los bosques de pasado mañana. En nuestro caso las características de esta especie nos permite acortar los plazos y asignarles esta afirmación en un sentido casi literal.

Pero además, el beneficio medioambiental que producen estas plantaciones es indudable. Se han minimizado los efectos negativos. Así las subvenciones que se conceden exigen para hacerse acreedoras de las mismas y cito literalmente la disposición: "...respetar una franja para garantizar la permanencia del bosque en galería, o la creación del mismo...".

Por otra parte, sus efectos positivos son innegables. El Protocolo de Kioto señala los bosques como uno de los medios para luchar contra los gases de efecto invernadero, entre los que

destaca por su importancia el CO<sub>2</sub>, cuya presencia en la atmósfera es un 25% más alta que al comienzo de la era industrial. En el mismo acuerdo se insta a los países firmantes de la Convención de la O.N.U. sobre cambio climático. Pero solo la agricultura y los bosques son capaces de fijar, es decir, secuestrar, el carbono de la atmósfera bajo la forma de dióxido de carbono.

Además, la gestión forestal de estas formaciones de chopos es altamente ecológica. El producto final, la madera, es un material renovable, reciclable y no contaminante; incluso, cuando se degrada sobre el terreno, no hace más que incorporarse a la cadena trófica de la naturaleza. Y en el proceso de producción no se utiliza la cantidad de productos químicos que se emplean reiteradamente en los cultivos agrícolas colindantes.

La cuantificación de las cantidades de carbono que un país logra eliminar de la atmósfera mediante la plantación o conservación de los cultivos forestales va a tener repercusión en el balance de las emisiones contaminantes y no es aventurado predecir que a los países le será más rentable fomentar la reforestación que reducir sus emisiones de carbono. La inmensa masa foliar del chopo hace augurar a esta especie un papel predominante en este aspecto.

La importancia del chopo en nuestra Comunidad ha dado pie a una legislación específica y pionera en el fomento de las plantaciones. Por una parte, se ha hecho partícipe a los municipios con riberas estimadas, es decir, con terrenos propios de la Comunidad, del 30% de la producción a cambio de su vigilancia y conservación y, por otra, se ha dictado un Decreto de Anticipo de Rentas por el cual el propietario privado no tiene que esperar los quince o más años del turno para recoger beneficios, ya que la propia Junta le anticipa parte de la renta futura para amortiguar la falta de beneficios durante un largo periodo de años.

Todo lo anteriormente expuesto no nos hace olvidar en ningún momento ese valor añadido que proporciona el monte a su propietario, de difícil cuantificación pero con una importancia, en muchas ocasiones, superior a la rentabilidad económica. Estamos hablando del placer de crear o mejorar una masa arbórea cargada de recuerdos y afectividad, y de historia recibida de padres y transmitida a los hijos. Una plantación de árboles es para el propietario más que una fábrica de madera; es un paisaje, un ambiente, una cultura, una comunión con la tierra que le vio nacer y un sentimiento de perpetuidad que es innato en el ser humano.

La Consejería de Medio Ambiente, que está abierta a todas las innovaciones tecnológicas, no podía hurtar, ni a la sociedad ni a sus funcionarios, la incorporación de los nuevos conocimientos científicos que posibilite una mejor gestión de nuestro patrimonio forestal. Patrimonio que entre todos debemos salvaguardar para futuras generaciones

La Comunidad de Castilla y León está obligada a emplear de forma óptima sus recursos naturales. No es otro el fin último de su Plan Forestal. Y no es razonable que la multitud de tierras que, tanto el éxodo rural a la ciudad como la aplicación de la política agraria de la Unión Europea, han conducido al ocio, permanezcan inactivas cuando esta misma Unión Europea es altamente deficitaria en madera y la sociedad entera clama unánimemente por la aplicación urgente de medidas correctoras de la contaminación atmosférica

Un Simposio es un foro de encuentro, de debate y de síntesis de trabajos y experiencias enfocados desde diversas perspectivas. Hoy comienza un Simposio sobre una especie forestal, el chopo, y tenemos entre nosotros a los más reconocidos profesionales y científicos nacionales sobre el tema, contando además con la presencia de eminentes forestales extranjeros especialistas en popicultura y con una aportación importante de las Universidades.

Desde la Consejería de Medio Ambiente, deseo el mayor éxito al Simposio que hoy comienza, estando segura de que contribuirá a fomentar el desarrollo sostenido y equilibrado de los montes de Castilla y León. **DECLARO INAUGURADO EL PRIMER SIMPOSIO DEL CHOPO.**

## Conferencia magistral

**Stefano Bisoffi**

*Presidente de la Comisión Internacional del Álamo*

### **ESTRATEGIAS DE MEJORA DE CHOPOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES Y NUEVAS TÉCNICAS**

#### **INTRODUCCIÓN**

“Poplars can be bred to order” es una famosa expresión del mejorador Norteamericano SCHREINER (1949). ¿Es realmente así? En gran medida comparto esta visión optimista de lo que puede lograr la mejora. Podemos ver la gama de productos que se derivan de los chopos y hacernos una idea de lo flexible que pueden ser los chopos para cubrir las expectativas humanas. Se utilizan, especialmente en España e Italia, en sistemas productivos enfocados a la producción de troncos de alta calidad para la industria del tablero contrachapado; en el lado opuesto nos encontramos con el sector emergente de las plantaciones de biomasa para la producción de energía: muy baja demanda de calidad, pero se necesita una producción alta por hectárea para hacer atractiva la madera como alternativa energética. En medio nos encontramos los tableros de partículas, papel, cerillas, envases, muebles, y en países menos desarrollados, madera para construcción, leñas e incluso alimentación del ganado.

Los chopos son árboles muy especiales, que fueron domesticados por los agricultores hace varios milenios (FAO, 1980). Siguió las rutas migratorias de Europa a Asia, fueron traídos desde Norteamérica a Europa por los exploradores y desde Europa al resto del mundo por los pioneros europeos, confundiendo a las personas comunes y equivocando a los botánicos. Un ejemplo: el cultivar fastigiado *P. nigra* ‘Italica’, se conoce en inglés como “Chopo lombardo” y en Sudamérica como “Álamo criollo”, aunque no es ni argentino ni de Lombardía, ni incluso italiano, sino que probablemente fue traído y distribuido ampliamente por los romanos desde el Oriente Medio durante varios siglos.

Esta unión especial de los chopos con la agricultura todavía distingue los chopos de cualquier otro árbol que se cultive por su madera. Su rápido crecimiento, el uso múltiple de la madera y su fácil propagación vegetativa fueron las principales razones para el uso del chopo como árbol de los agricultores, y fue la clave principal para el rápido crecimiento de las plantaciones con el nacimiento de la industria moderna. Los agricultores ya sabían cómo propagarlos, cultivarlos, usarlos y la investigación y el desarrollo encontraron un terreno abonado donde la innovación era bienvenida.

Las técnicas modernas de mejora encontraron otros rasgos especiales de los chopos que hicieron más fácil y más eficiente el trabajo de los mejoradores. La corta edad para la madurez hace que la sucesión de generaciones sea más rápida que en la mayoría de los árboles forestales; su amplia capacidad para los cruzamientos interespecíficos permitieron la explotación de un amplio número de híbridos.

La facilidad de propagación vegetativa mediante estaquillas, ya apreciada por los agricultores, añadió un bono extra al trabajo de los mejoradores, permitiendo la reproducción ilimitada de los mejores individuos.

El destacado progreso del trabajo de mejora durante el siglo veinte se basa principalmente en la hibridación interespecífica y en la propagación clonal. En el último cuarto de siglo, sin embargo, la mejora de las poblaciones, aunque más lenta en su progreso, se percibió como una necesidad para un progreso sostenido y se establecieron muchos programas de mejora a gran escala. La última década fue testigo de la explosión de las nuevas herramientas basadas en los logros de la biología molecular. El impacto que estas técnicas tendrán en el uso comercial de los chopos es todavía objeto de suposiciones y especulación, pero nadie puede negar el efecto tremendo que la biología molecular tiene en el avance científico y que, al menos como un efecto colateral, contribuirá a la mejora genética de los chopos.

Es mi intención, aquí, centrarme en algunos aspectos clave de la mejora de los chopos, poner los métodos tradicionales y las nuevas herramientas dentro de una perspectiva común, y proporcionar algunos criterios sencillos para el establecimiento de programas de mejora que hagan un uso eficiente de los siempre limitados recursos (Figura 1).

### **Definición de un ideotipo**

Demasiados esfuerzos de mejora han comenzado sin una clara definición de un ideotipo. Un ideotipo es una fotografía de la clase de árbol que queremos obtener respecto a las limitaciones ambientales de los sitios de cultivo, los requisitos de calidad industrial, y el contexto económico y tecnológico en el que operamos. La fotografía debe enumerar los rasgos deseables del árbol (DICKMANN et al., 1992), posiblemente con un peso asociado proporcional a su beneficio económico; idealmente, cada rasgo debe acompañarse por el valor monetario de cada unidad de cambio a lo largo de una escala de variación.

La definición de un ideotipo no es una labor que debe realizar el mejorador solo. Necesita la cooperación de muchos especialistas y, en particular, de los usuarios finales del producto.

A partir de la lista de los caracteres de importancia económica, el mejorador puede elegir aquéllos que pueden ser mejorados genéticamente, esto es, aquellos caracteres que muestran variación genética y son heredables. Por tanto, no todos los caracteres pueden mejorarse genéticamente, ni puede progresarse de igual modo en todos los frentes, ni existen “mejores” estrategias de mejora para todos los propósitos.

Sin embargo, el ideotipo constituye un marco invaluable para el trabajo del mejorador, porque reduce la posibilidad de seguir vías muertas, con pérdida de energía y recursos. La densidad de la madera puede ser un ejemplo: se ha demostrado que la resistencia mecánica de la madera está positiva y linealmente correlacionada con la densidad de la madera; cuanto mayor sea la densidad mayor será la resistencia. Como la densidad de la madera es relativamente fácil de determinar, muestra una buena correlación entre la madera juvenil y adulta y puede por tanto evaluarse a una edad temprana, se han realizado muchos esfuerzos en la mejora genética de la densidad de la madera, especialmente en Norteamérica. Sin embargo, si se considera el contexto del cultivo de chopos italiano y español, esto no tiene sentido. En ambos países el producto más apreciado es la chapa, pero la chapa de chopo no se utiliza casi nunca con fines estructurales y, por tanto, sus características mecánicas tienen una importancia escasa, mucho menor que, por ejemplo, la blancura, ausencia de madera de tensión, facilidad de desenrollado en capas finas; cualquier esfuerzo para incrementar la densidad de la madera será innecesario e incluso perjudicial.

Otro ejemplo: las cerillas se fabrican con una técnica que es similar en gran medida a la producción de chapa, es decir, ambas empiezan desenrollando el tronco; pero las cerillas son pequeñas y los rollos pueden ser cortos, hasta de 1 m. Con el tronco dividido en rollos cortos, un tronco curvado no supone grandes problemas, y un clon de crecimiento rápido pero muy sinuoso como el holandés Dutch *P. ×canadensis* Monch. ‘Dorskamp’ es totalmente adecuado; mientras que su madera puede ser una pesadilla para un fabricante de chapa, puesto que se debe perder una gran cantidad de madera en el proceso de redondeo.

Una observación común en varias naciones industrializadas es que los usos más exigentes en calidad dictan la elección de los modelos de cultivo y los objetivos de mejora, incluso aunque representen una parte menor de la producción.

De acuerdo, necesitaríamos más de un ideotipo cuando nos dirigimos a productos marcadamente diferentes con requisitos de calidad divergentes. Un sector emergente en el que los chopos pueden jugar un papel central es el de la biomasa para la producción de energía. Aunque todavía no es conveniente desde un punto de vista puramente monetario respecto a los combustibles convencionales, no puede excluirse que bien el incremento de los incentivos o unas limitaciones ambientales más estrictas o incluso un incremento en el precio del crudo, puede hacer los montes bajos de chopos a turnos cortos una fuente importante de energía renovable y una nueva fuente de ingresos para los agricultores. Contrariamente a la chapa, la densidad de la madera, positivamente correlacionada con el poder calorífico, tendría una gran importancia; por el contrario, la rectitud del fuste, la coloración de la madera, la ausencia de madera de tensión, pueden ser ignoradas. El crecimiento rápido y la resistencia a enfermedades serían probablemente los únicos objetivos comunes de un esfuerzo de mejora.

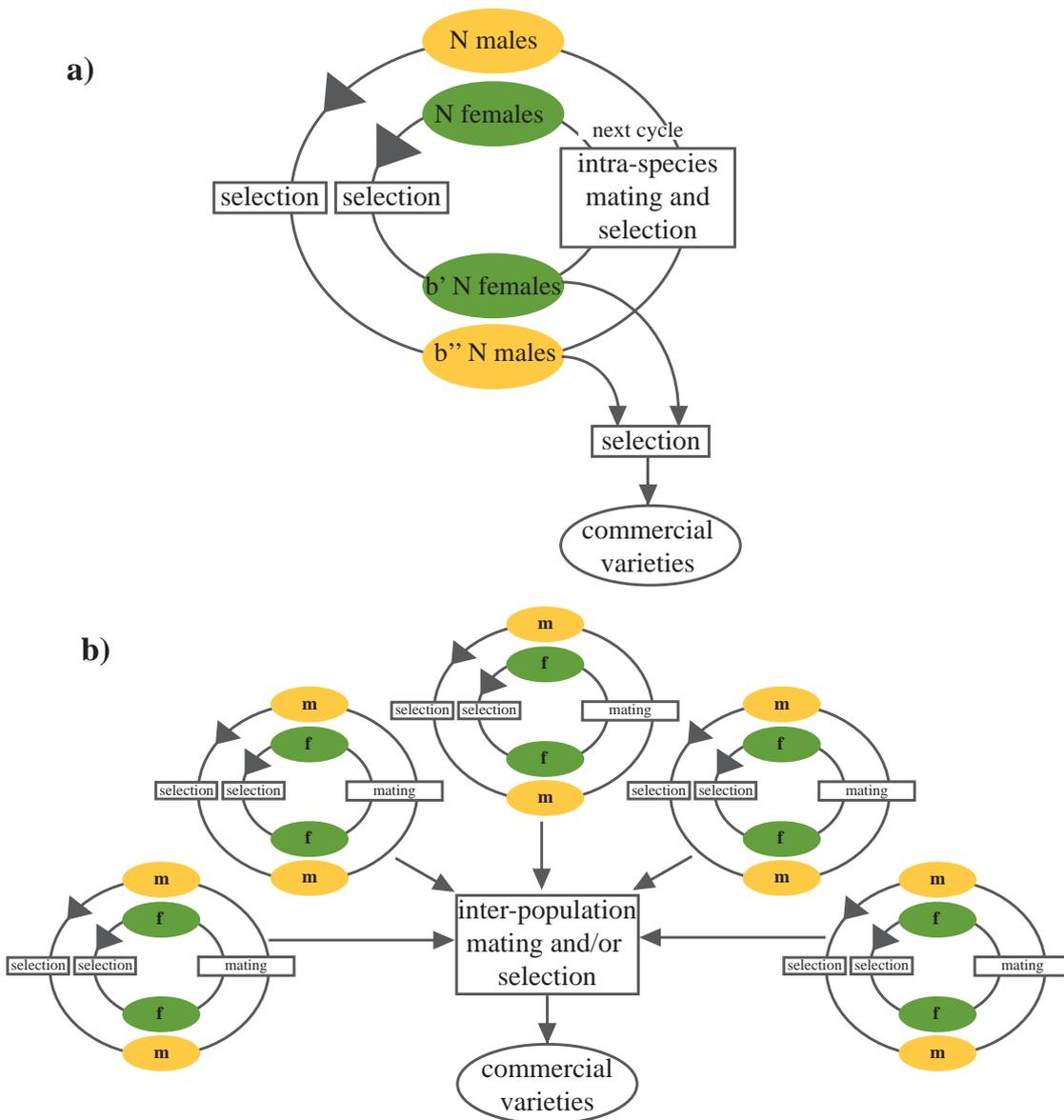


Figura 1 – Árbol de decisión para el desarrollo de una estrategia de mejora de chopos como una función del marco temporal y de los objetivos de mejora.

## El marco temporal

Es esencial una decisión sobre el marco temporal para la elección de una estrategia de mejora consistente entre las alternativas disponibles. Las estrategias a largo plazo pueden combinarse con resultados a corto plazo, pero las estrategias a corto plazo no pueden proporcionar una mejora constante en el tiempo.

Las principales aproximaciones que se discutirán respecto al marco temporal en el que se opera son:

- a) selección recurrente basada en poblaciones;
- b) cruces de parejas simples para la creación de la mayor variabilidad seguido de selección clonal;
- c) selección clonal;
- d) tecnologías genéticas.

## Selección clonal

Cualquiera que sea la estrategia, la selección clonal representa invariablemente el método para producir cultivares comercialmente viables comenzando desde un amplio rango de individuos. Los aspectos operativos y los métodos se discutirán posteriormente en detalle. Aquí, desearía señalar la selección clonal en su forma más cruda y directa como una estrategia totalmente justificada cuando se esperan resultados lo más pronto posible. Los cultivares que ya están disponibles comercialmente en todo el mundo, o que están en un estado avanzado de selección en Instituciones de mejora, pueden ser evaluados, cultivados en experimentos de ambiente común en un rango de ambientes y seleccionarse los más adecuados para su uso.

El sentido común dará preferencia a cultivares que proceden de latitudes o climas similares, aunque los chopos son conocidos por su amplia adaptabilidad a diferentes situaciones. Por ejemplo, *P. ×canadensis* 'Triplo', seleccionado en el Norte de Italia a 45°N de latitud, se comporta bien en Curitiba, Paraná, cerca de la línea del trópico.

Esta aproximación ha sido utilizada ampliamente en el pasado por las naciones que importaban clones en vez de establecer planes de mejora propios y funcionaba bien en muchas ocasiones. La principal ventaja es que aprovecha todo el trabajo realizado en el lugar de origen. Algunas características pueden ser importantes, a las que no se prestó atención en el proceso original de selección, tales como la resistencia a algunas enfermedades que no estaban presentes, pero muchos caracteres de interés general se evaluaron precisamente; capacidad de enraizamiento, crecimiento, caracteres de ramificación, calidad de la madera, resistencia al viento, etc.

Recientemente, Chile ha adoptado esta aproximación para garantizar los resultados a corto plazo en un nuevo programa de mejora que también incorpora otras estrategias a largo plazo (Francisco Zamudio, com. pers.).

## Cruzamientos seguidos de selección clonal

El siguiente paso hacia los objetivos a largo plazo es la creación de la población genéticamente más diversa con la cual alimentar el proceso de selección. La especie más adecuada puede escogerse basándose en la proximidad al ideotipo y la similitud climática y geográfica al lugar de origen. Los clones seleccionados, árboles plus, árboles no seleccionados se deben utilizar en este orden de preferencia. Si se usa más de una especie, se recomienda la hibridación interespecífica; el vigor híbrido, aunque raramente demostrado por medios estadísticamente válidos, se supone que es un rasgo común entre los chopos. La superioridad de los clones híbridos  $F_1$  se debe probablemente a la complementariedad de los genes aportados a diferentes *loci* por las especies parentales, más que a la sobredominancia, pero de todas formas, los híbridos son más exitosos que sus parentales.

El número de padres no es necesario que sea grande. Diez o incluso menos (si están seleccionados) de una pareja de especies puede ser suficiente. Tienen que cruzarse con el objetivo de crear las más amplias familias posibles, un gran número de individuos para alimentar el proceso de selección. La mayor variabilidad con el menor número de cruces se obtiene mediante cruzamientos de pares-únicos, que son cruzamientos en los que un único pie masculino se utiliza para un único pie femenino, aunque también se puede utilizar otros tipos de cruzamientos.

Todos los individuos creados constituyen una riqueza de diversidad genética, un amplio número de individuos genéticamente diferentes, una muestra muy grande de las infinitas formas en las que los genes de los padres pueden mezclarse por reproducción sexual. Cada uno de ellos será analizado para evaluar su proximidad al ideotipo.

Respecto a la comparación de clones ya seleccionados, esta aproximación tiene la ventaja del mayor número de genotipos que entran en el proceso de selección; la desventaja es que ninguna de ellas ha sido evaluada previamente. Aunque una elección juiciosa de los padres puede producir una progenie con características generales deseables, es la casualidad la que produce “la” mezcla superior de genes que hará posible un clon exitoso.

Sin embargo, se ha observado frecuentemente que, probablemente debido a la alta heterocigosidad observada entre los chopos, dentro de cada familia hay más variabilidad que entre diferentes familias. Por tanto, el tamaño de las familias, más que su número, es un prerrequisito para un esfuerzo exitoso de mejora comercial.

### **Selección recurrente basada en una población**

Si se desean resultados a largo plazo, posiblemente durante varias generaciones, barajar las cartas (genes) y esperar una mano exitosa (genotipo) no es una estrategia ganadora. La selección recurrente basada en una población se dirige a incrementar la frecuencia de alelos favorables en una población. En su forma más sencilla, la selección recurrente consiste en ciclos repetidos de cruzamientos entre los mejores parentales y de selección, dentro de la descendencia, de los individuos que se van a usar como parentales en la siguiente generación.

Cuando se desean híbridos  $F_1$  entre dos especies, la selección recurrente puede tener otras formas:

- a) Selección recurrente simple (SRS) de las dos especies parentales e hibridación de los mejores parentales de cada generación; los híbridos pueden entrar en un proceso de selección clonal (Figura 2a).
- b) Selección recurrente recíproca (RRS), en la que los parentales de cada especie parental se evalúan en ensayos de progenies por medio de progenies híbridas, esto es, pies masculinos de la especie A se cruzan con pies femeninos de la especie B y pies masculinos de la especie B con pies femeninos de la especie A. Los mejores “parentales de híbridos” se cruzan posteriormente dentro de la misma especie con objeto de obtener una recombinación de los genes y comenzar un nuevo ciclo. Los “mejores” parentales de los híbridos pueden cruzarse en una escala amplia para la producción masal de híbridos que entrarán en la selección clonal.
- c) Intermedia entre a) y b); es el caso en el que RRS es imposible por la compatibilidad en un sentido como en el caso del cruce *P. deltoides* Marsh. × *P. nigra* L. que es viable sólo cuando *P. deltoides* se utiliza como femenino. Esto da lugar a “Selección recurrente Semirrecíproca” (SRRS), que consiste en una RSR para el género compatible y SRS para los incompatibles (BISOFFI, 1989).

¿Cuándo es RRS una elección mejor que SRS? En aquellos casos en los que el valor “de mejora híbrido” de los parentales no puede predecirse por sus valores genotípicos. Incluso

correlaciones positivas moderadas recomendarían SRS si se piensa en otras ventajas de mejorar dos especies separadamente:

- a) Se hace un ciclo completo de SRS de una generación, en vez de dos de RRS;
- b) La selección genotípica puede ser muy intensa sin el riesgo de una reducción peligrosa del tamaño poblacional; por ejemplo, si se seleccionan 40 parentales de 300 en un ensayo de progenies, la intensidad de selección es 1.6 desviaciones típicas fenotípica familiar; seleccionando 40 individuos de 20000, la intensidad de selección es 3.2 desviaciones típicas fenotípica individual. Considerando que ambas varianzas fenotípicas y heredabilidades son más altas en el nivel individual que en el familiar, la diferencia en la ganancia genética es incluso mayor y ciertamente puede compensar una predicción imperfecta de los valores de mejora por los valores genotípicos.
- c) Se pueden mejorar diferentes caracteres en las dos especies.
- d) Las generaciones no tienen que durar el mismo tiempo. Las especies con menor edad de maduración pueden tener una tendencia a una generación más rápida que las especies con una fase juvenil más larga.

### **Mejora por poblaciones múltiples**

La mejora por poblaciones múltiples (KANG & NIENSTAEDT, 1987) ofrece las ventajas enumeradas antes en sus últimas consecuencias; la población de mejora, sea de una o más de una especie, se divide en subconjuntos, cada uno de los cuales se somete a procesos independientes de selección recurrente (Figura 2b). La subdivisión en subpoblaciones puede basarse en caracteres a mejorar, con cada subconjunto dirigido a la mejora de un solo carácter, o a diferentes ambientes, o ambas cosas. Las ventajas son muchas:

- a) dirigirse a un carácter solo en una población, mejora la eficiencia de la selección.
- b) se mantiene la diversidad genética, e incluso se incrementa, globalmente, por la independencia de las subpoblaciones (GULLBERG, 1987);
- c) se pueden obtener combinaciones específicas de caracteres en cualquier momento cruzando individuos pertenecientes a las subpoblaciones que sean relevantes;
- d) hay mayor protección contra cambios futuros en las prioridades sobre la importancia relativa de los caracteres; por ejemplo, se puede mejorar para incrementar la densidad de madera en un grupo y reducir la densidad de la madera en otro, y elegir los padres de cada grupo de acuerdo con el material deseado;
- e) se aumenta la flexibilidad general; cada mejorador conoce lo difícil y exigente que es el mantenimiento de una población de mejora grande, respecto al mantenimiento de grupos menores de individuos;
- f) también es más fácil la mejora cooperativa entre distintas instituciones;
- g) se pueden explorar estrategias diferentes (por ejemplo, aprovechar la endogamia, uso de  $F_1$ s como parentales, etc.).

### **Métodos empleados en selección clonal**

La selección clonal es la etapa final de todos los programas de mejora de chopos. Comienza con abundancia de individuos genéticamente diversos y finaliza con un pequeño número de cultivares comerciales. No se crea una nueva combinación genética en el proceso; por tanto, el éxito de la selección clonal se basa en la calidad de los materiales con la que comienza y en la eficiencia de su evaluación.

De nuevo, el ideotipo debe ser la referencia que guíe la elección de los caracteres a considerar, manteniendo en mente que el grado de mejora de cada uno de ellos es, hablando de forma general, la proporción inversa a su número (NAMKOONG et al., 1971). En general, el

denominador común de los programas de selección clonal, así como del trabajo de mejora, es el incremento de la producción mediante tasas altas de crecimiento y pérdidas reducidas. La tasa de crecimiento y la resistencia a factores adversos son, por tanto, los objetivos más importantes de la mejora y la selección (THIELGES, 1985).

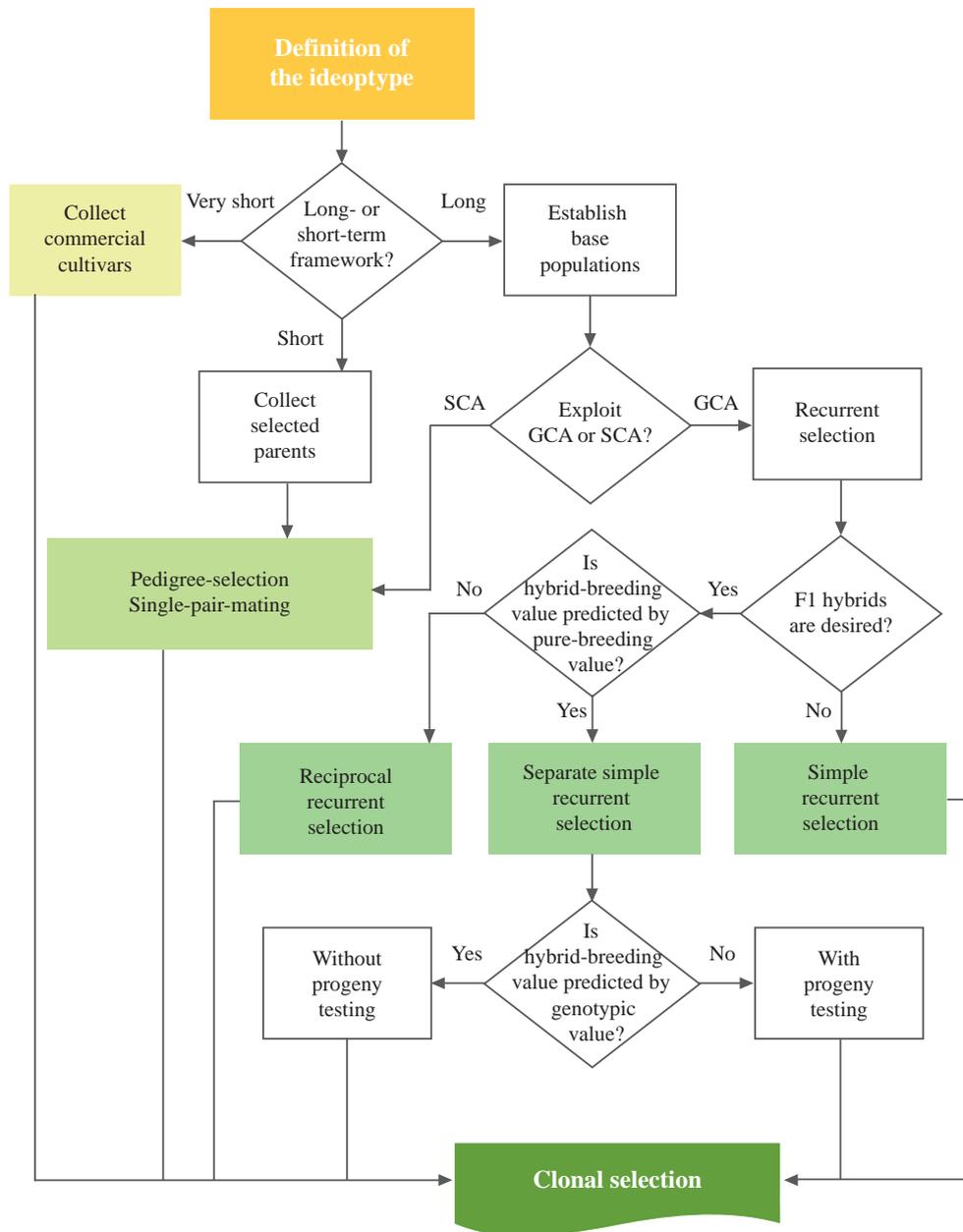


Figura 2 – a) Selección Recurrente Simple y b) Estrategia de Mejora por poblaciones múltiples en Chopos (BISOFFI & GULLBERG, 1996)

Como árboles, los chopos son exigentes en espacio y tiempo. Por tanto, adoptar métodos óptimos de selección son incluso más cruciales que con otros cultivos agrícolas. La selección clonal es un proceso típico paso a paso de evaluación; en cada etapa se consideran diferentes caracteres y se “promocionan” un número decreciente de individuos en el siguiente nivel para una prueba posterior. Es bastante normal comenzar con caracteres que son bien estables en el tiempo (fuerte correlaciones juvenil-adulto) o con caracteres que tienen importancia económica en el material juvenil (por ejemplo, ramificación en vivero). El vivero es el típico punto de inicio, puesto que requiere un espacio limitado para las plantas.

Existen varios métodos para enfrentarse a una selección multicarácter:

- a) Índice de selección (SMITH, 1936; HAZEL & LUSH, 1942; BAKER, 1986), es teóricamente el método más eficiente, cuando se basa en estimaciones fiables de la estructura de varianzas-covarianzas de los caracteres considerados y de un ideotipo apropiado, con valores económicos asignados a la variación de cada uno de ellos. Estas condiciones se cumplen raramente en la práctica, lo que hace a los índices de selección un método raramente aplicado en el mundo real.
- b) La selección en tándem, mejora un carácter a la vez, no se considera aplicable a plantas con ciclos reproductivos largos.
- c) Niveles independientes (HAZEL & LUSH, 1942) es el método de selección más utilizado usualmente en chopos, puesto que cumple el criterio de “sentido común” de ir incrementando gradualmente el número de propágulos de un número decreciente de individuos. Desde un punto de vista teórico, especialmente para caracteres selectivos correlacionados positivamente, la eficiencia de los niveles independientes está próxima al índice de selección (MUIR & XU, 1991; NAMKOONG, 1970; SMITH & QUAAS, 1982).
- d) El análisis de componentes principales puede proporcionar una solución al problema de que, en una secuencia de ensayos, la evaluación que tiene lugar en cada etapa necesariamente considera un número diferente de caracteres (GODSHALK & TIMOTHY, 1988). ACP ha probado su utilidad para reducir la complejidad de un conjunto de datos multidimensionales y para llevar criterios de selección de caracteres individuales a su combinación en caracteres independientes.

### **Selección Juvenil**

Los ciclos de selección pueden reducirse mediante la predicción del comportamiento futuro de los árboles, basándose en observaciones hechas en una edad previa (correlación edad-edad o correlación juvenil-adulto): si las predicciones son fiables, entonces las decisiones sobre el valor del material pueden acelerarse. Estadísticamente, el concepto involucrado es la correlación; no se buscan necesariamente las relaciones causales. La pregunta básica es: considerando que el comportamiento de los árboles adultos está solo imperfectamente relacionado con el comportamiento juvenil, ¿cuánta información puede sacrificarse para ganar tiempo?

En el contexto de la selección juvenil, existen esencialmente dos tipos de variables: en el primer caso el nivel observado de una variable a la edad  $T$  incluye cualquier valor obtenido a la edad  $t < T$ , en el segundo caso no. El primer caso es típico de las variables relacionadas con el tamaño: el segundo se refiere a todas las demás, tales como la resistencia a enfermedades, calidad de madera, contenidos químicos, etc. La razón para separar la discusión de los dos casos es la naturaleza matemática del coeficiente de correlación en el primer caso, que debe ser entendido adecuadamente para aplicarlo correctamente (KANG, 1991; KRÉMER, 1992; LAMBETH, 1980).

Las características de la madera se estudiaron frecuentemente en los chopos y se han encontrado grados interesantes de correlación (tanto genética como fenotípica) entre edades muy tempranas (etapas de vivero) y madurez comercial (NEPVEU et al., 1978; PICHOT, 1993; SCARAMUZZI, 1973; SCARAMUZZI & FERRARI, 1982).

También se ha dedicado mucho esfuerzo al desarrollo de ensayos precoces de susceptibilidad a enfermedades y a la evaluación de su fiabilidad. Sin embargo, debido a dificultades obvias en la expresión cuantitativa de las observaciones en este campo, el grado de correlación se traduce raramente en cifras. La fiabilidad es a menudo alta cuando los órganos afectados por la enfermedad se renuevan cada año (por ejemplo, hojas), de tal forma que la edad y el tamaño del árbol tengan una importancia secundaria, y cuando el comportamiento del agente

de la enfermedad es relativamente neutral respecto a aquellos factores microclimáticos que varían con el tamaño de los árboles. La selección juvenil es muy eficiente para *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. (ANSELMÍ et al., 1975) y *Xanthomonas populi* (RIDÉ) Ridé et Ridé (RIDÉ & RIDÉ, 1978; DE KAM & HEISTERKAMP, 1987), dudosa para *Melampsora larici-populina* Kleb. (PICHOT, 1993). Un mejor control de los factores ambientales en la evaluación juvenil, especialmente la presión del *inoculum*, ciertamente mejora la eficiencia de los ensayos precoces; éste es el caso de pruebas de laboratorio que se han desarrollado para especies de *Melampsora* (PINON et al., 1987).

Se han encontrado altas correlaciones edad-edad también para la arquitectura de la copa (MUHLE LARSEN, 1967) y para caracteres fenotípicos (PICHOT, 1993).

Así como para caracteres incrementales la naturaleza acumulativa de las variables de tamaño normalmente utilizadas determinan aspectos particulares de las correlaciones edad-edad: así, la correlación entre edad  $t$  y  $T > t$  está constituida por dos componentes, el primero es proporcional a la varianza del tamaño a la edad juvenil sólo, y el segundo a la covarianza entre el tamaño juvenil y los incrementos subsecuentes. Como el tamaño a la edad  $T$  incorpora el tamaño a la edad  $t$ , la covarianza positiva es la regla. Puede demostrarse que, si los incrementos anuales están normalmente e independientemente distribuidos,

$$r_{T,t} = \frac{t\sigma^2 + 0}{\sqrt{t\sigma^2 \times T\sigma^2}} = \sqrt{\frac{t}{T}}$$

Dadas las anteriores hipótesis,  $r_{T,t}$  para un  $T$  dado, se incrementa continuamente con la edad incluso aunque los incrementos anuales sean totalmente aleatorios y no reflejen ningún efecto genético. Por tanto, la interpretación de las correlaciones para caracteres incrementales debe considerarse cautelosamente. De todas formas, si uno quiere conocer a qué edad en un experimento de campo se alcanza un retrato fiable de los resultados finales, las correlaciones edad-edad son realmente útiles (PADRÓ & ORENSANZ, 1994). Correlaciones genotípicas  $r_{T,t} > 0.9$  se encuentran para  $\frac{1}{4}T < t < \frac{1}{2}T$ . Las plantaciones de prueba que se espera que terminen en una rotación de, por ejemplo diez años, pueden evaluarse a la edad de tres a cinco. Un ambiente fértil puede mejorar considerablemente las correlaciones edad-edad acelerando el crecimiento juvenil.

### **Interacciones Genotipo-ambiente (GEI)**

Los cultivares se ensayan en un conjunto necesariamente finito de ambientes, pero pueden emplearse en un número virtualmente infinito de situaciones una vez distribuidos para uso comercial. Estadísticamente hablando, GEI está siempre presente en los ensayos clonales, puesto que la respuesta de los clones individuales a las variaciones del ambiente, por cualquier razón, nunca es perfectamente lineal. Sin embargo, el principal problema para el mejorador no es tanto entender las causas genéticas, sino decidir cómo tratar con ella una vez detectada.

GEI disminuye la capacidad del mejorador para generalizar los resultados de sus experimentos y complica sus decisiones sobre las estrategias de selección: debe darse preferencia a clones estables con buen comportamiento general sobre el rango de ambientes, o a clones que muestran un comportamiento excelente en ambientes específicos.

No hay una clara respuesta a este dilema (BURDON & SHELBOURNE, 1977) y se han propuesto métodos estadísticos finos para aclarar la naturaleza y causas de la GEI. Sin embargo, una regla básica es dar preferencia a los clones adaptables, a menos que se sepa cuáles son las características del ambiente que afectan al comportamiento de cada clon. Hasta que se disponga de ese conocimiento, los clones adaptables son la “mejor apuesta” para utilizarlos en ambientes no probados previamente.

## Técnicas moleculares

La mayoría de los caracteres con valor económico son poligénicos y el efecto de un único componente se confunde con el efecto difuminador del ambiente. Herramientas estadísticas sofisticadas (BAKER, 1986; FALCONER, 1989; MATHER & JINKS, 1982; NAMKOONG, 1979; NARAIN, 1990) juegan un papel central en la mejora de especies forestales, pero no eliminan la principal limitación de la mejora forestal, esto es, el largo tiempo necesario para aplicar los resultados a escala comercial.

Una clase especial de selección indirecta que puede acortar los ciclos de mejora son los basados en los marcadores genéticos, caracteres que son fáciles, rápidos y baratos de identificar y pueden utilizarse como vía para la detección de otros caracteres a los que están asociados pero que no pueden observarse directamente o necesitan una gran inversión de tiempo y dinero.

RFLP, RAPD, AFLP, STS, etc. son acrónimos de uso común en genética con el boom de los métodos moleculares. Los individuos pueden compararse por sus diferencias en su ADN, así como por (o en combinación con) diferencias en la expresión de genes. Se han realizado muchas aplicaciones de herramientas moleculares en la mejora de los chopos que se han demostrado viables.

Un mapa genético es el concepto central de organización de casi todas las actividades en el campo del análisis genético, puesto que permite la integración de estudios separadas de la misma especie o género (STETTLER, 1993). Se han desarrollado mapas genéticos densos comenzando en varios pedigrís de chopos (BRADSHAW et al., 1994) y están siendo integrados. Los chopos están en ventaja entre los árboles por el pequeño tamaño de su genoma en comparación, por ejemplo, con algunas coníferas.

El primer éxito en el análisis molecular de los chopos se ha obtenido en el marco de la resistencia a enfermedades (LEFÈVRE et al., 1994; VILLAR et al., 1996), con marcadores moleculares identificados a distancias pequeñas de los genes mayores para la resistencia/susceptibilidad y se ha propuesto a veces la “selección asistida por marcadores” (Marker assisted selection, MAS) como una alternativa moderna a la evaluación convencional de la expresión fenotípica de los caracteres.

Sin embargo, cuando se aplica a especies arbóreas, MAS no promete importantes resultados, al menos no proporcionales a la alta inversión en investigación que requieren las técnicas moleculares (CHELIAK & ROGERS, 1990; NEALE et al., 1992). Las poblaciones de mejora están a menudo próximas al equilibrio de ligamiento y, en tales condiciones, es imposible predecir si un gen útil y un marcador están en ligamiento (cis) o en repulsión (trans) en un miembro cualquiera de la población.

Está también el riesgo de confiar demasiado en la acción de los genes individuales (por ejemplo, para la resistencia vertical) en vez de conjuntos de alelos con efectos aditivos (por ej. para la resistencia horizontal). La mayoría de los caracteres que tienen importancia económica para las especies forestales están bajo control poligénico (incluso con un número de genes mayores (BRADSHAW & STETTLER, 1995) y se necesitarían múltiples conjuntos de marcadores.

Los *loci* de caracteres cuantitativos (Quantitative trait loci, QTL) pueden identificarse comparando el comportamiento fenotípico de subgrupos en una población segregante y buscando pautas de segregación que encajen en los marcadores moleculares, pero es cuestionable si el esfuerzo vale la inversión, especialmente si se considera la ganancia potencial todavía esperada de los métodos convencionales. En ningún caso, como los propios biólogos moleculares reconocen, las herramientas moleculares pueden reemplazar los métodos y estrategias tradicionales. Los trabajos de mejora requerirán todavía muchos cruzamientos, selecciones cuidadosas y buena suerte; los genéticos moleculares pueden solo hacer el proceso más determinista y reducir los componentes fortuitos (YOUNG, 1992).

La libertad de la selección asistida por marcadores de cualquier impacto negativo real o temido que tienen otras técnicas innovadoras sospechosas a los ojos del público, por ejemplo, ingeniería genética, puede ser un factor adicional de éxito.

### **Tecnología genética**

Dada la facilidad de la manipulación in vitro de la mayoría de las especies de chopos y su susceptibilidad a *Agrobacterium tumefaciens*, el vector genético más común en la transformación genética de las plantas, la tecnología genética es una opción viable para los chopos. Realmente, chopos genéticamente modificados se obtuvieron en 1987 (FILLATTI et al., 1988; RIEMENSCHNEIDER & HAISSIG, 1991) y en muchos laboratorios alrededor del mundo durante la última década.

No es mi intención entrar en detalle de las técnicas involucradas, muy bien revisadas por LEPLÉ et al. (1999). Deseo colocar las tecnologías genéticas en el marco de la mejora convencional y discutir su aplicación potencial en el cultivo comercial de los chopos.

Existen dos ventajas principales de la transformación genética respecto a la mejora convencional basada en la reproducción sexual:

- a) Los genes codificados para proteínas específicas pueden “cortarse” de cualquier ser viviente, desde virus a plantas o animales superiores y “pegarse” en los chopos. Gracias a la estructura universal de los ácidos nucleicos, ADN y ARN, las secuencias extrañas pueden integrarse en el genoma y funcionar de la misma forma que en el organismo original. Por tanto, el rango de genes disponible para los chopos es potencialmente mucho mayor que el ya presente en el género.
- b) Los genotipos individuales pueden modificarse para uno o para un pequeño número de caracteres definidos mientras se preserva intacto el resto del genoma. Dada la importancia económica de los cultivares, el largo proceso de selección que deben sufrir hasta su comercialización, el amplio rango de rasgos deseables en los que deben ser exitosos, la modificación puntual de los cultivares comerciales pueden añadirles valor sin romper su genoma.

Muchos genes, controlando muchos caracteres se han probado en los chopos; resistencia a herbicidas, resistencia a plagas de insectos, resistencia a enfermedades, modificadores de la síntesis de lignina. Todos con un buen potencial para aplicaciones prácticas y, generalmente, con vistas a incrementar la rentabilidad del cultivo de chopos a la vez que se reduce el impacto ambiental del cultivo.

Los chopos que producen  $\delta$ -endotoxina o inhibidores de proteasa de *Bacillus thuringiensis* podrían defenderse de un amplio rango de insectos sin el uso de insecticidas, caros y ambientalmente negativos.

Herbicidas de bajo impacto, pero no selectivos, podrían usarse en chopos modificados para tolerarlos.

Cultivares con un bajo contenido de lignina o un tipo de lignina menos exigente en productos químicos para su eliminación podrían hacer la producción de papel, una fuente de contaminación, menos dañina para el ambiente.

Muchas más aplicaciones están disponibles y con el potencial de un crecimiento exponencial de su número dado el progreso de la genética molecular desde el punto de vista tanto del avance del conocimiento y la mejora continua de las tecnologías de laboratorio. El descubrimiento relativamente reciente de que los genes que controlan funciones equivalentes son casi idénticos en grupos sistemáticos muy diferentes y que, bastante a menudo, grupos enteros de genes se conservan en la misma disposición lineal, significa que el conocimiento (de secuencias de ADN) obtenidas de especies estudiadas intensivamente (tal como *Arabidopsis thaliana*)

pueden ser exportadas rápidamente a otros grupos sistemáticos y hacer la identificación de los genes correspondientes más directa.

Sin embargo, al menos en el mundo occidental, los organismos genéticamente modificados se están encontrando con una ola de hostilidad conducida por los movimientos ecologistas que está afectando negativamente a la opinión pública.

Como en muchos casos similares, la actitud del hombre de la calle es más emocional que racional y es evidente una profunda ignorancia de los aspectos científicos, incluso en la prensa que trata el tema. El tema mismo está sujeto a manipulación, dado que nace de la fe en la “Madre Naturaleza” como la única soberana legítima de los seres vivos. Altas personalidades han acusado a los científicos de “jugar a ser Dios”, olvidando el hecho de que el progreso de la agricultura a través de los milenios es una larga línea de intentos exitosos de vencer los límites de la Naturaleza.

Los chopos tienen buenos argumentos de su parte: no se utilizan para comida ni para alimentar animales, su producto, madera o papel, estará en contacto con los usuarios finales en un estado biológicamente inactivo; las plantas de chopo normalmente se retiran totalmente de los campos tras la cosecha. Sin embargo, no se puede excluir que los transgenes pueden migrar vía polen o semilla a los parientes silvestres (por ejemplo, *P. nigra* en Europa) con efectos probablemente despreciables, pero hasta ahora desconocidos, en las poblaciones naturales.

El denominado “principio de precaución”, que niega la aplicación de cualquier nueva tecnología hasta que se prueba la ausencia de riesgo, es sagrada para la opinión pública. Aunque es un sinsentido lógico, puesto que la ausencia de riesgo no puede evaluarse, este principio prevalece sobre el principio más racional de hacer un balance de pros y contras de las nuevas y viejas tecnologías a la luz de la evidencia científica.

## CONCLUSIONES

RIMENSCHNEIDER et al. (en prensa) ofrecen una vista realista de la mejora y la selección con chopos como “la aplicación de la mejor intuición y de la fuerza bruta empírica”.

En gran medida esto será verdad en el futuro durante un largo plazo. A pesar del desarrollo de herramientas estadísticas sofisticadas para la interpretación de datos experimentales y de una mejor comprensión de los mecanismos genéticos utilizando aproximaciones moleculares, el principal problema será siempre la asignación de los limitados recursos.

Paradójicamente, las técnicas avanzadas que se desarrollaron para apoyar la mejora de las poblaciones representan ahora la principal amenaza, puesto que compiten por los fondos de investigación. La mejora tradicional, carente del glamur de la investigación puntera, está perdida al compararla con la biología molecular y a veces la mejora convencional se presenta en las propuestas como una parte funcional para los estudios moleculares más que la forma contraria (y obvia).

Un punto débil de la mejora de poblaciones es el largo tiempo que debe contar con una estable, si no necesariamente abundante, financiación, una situación que entra en conflicto con el concepto prevalente de que la investigación debe basarse en proyectos compactos, a corto plazo, manejables de hasta tres o cuatro años.

La flexibilidad de una estrategia de mejora de múltiples poblaciones, un esfuerzo para crear programas de mejora cooperativos dentro y a través de fronteras nacionales y una cooperación con organizaciones de cultivadores durante toda la fase de la selección clonal es probablemente la respuesta para un esfuerzo sostenido de la mejora de los chopos en cualquier parte del mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANSELMINI, N.; CELLERINO, G.P.; HEATHER, W.A., 1975. Diagnosi precoce della reazione di cloni di pioppo a *Marssonina brunnea* attraverso infezioni in laboratorio. *Cellulosa e Carta* 26 (5), 29-36.
- BAKER, R.J., 1986. *Selection Indices in Plant Breeding*. CRC Press, Boca Raton.
- BISOFFI, S., 1989. Recent developments of poplar breeding in Italy. Proc. IUFRO Working Party S2-02.10, Hann.Münden, 02-06.10.1989: pp. 18-45.
- BISOFFI, S.; GULLBERG, U., 1996. Poplar breeding and selection strategies. In: *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Part I, Chapter 6. Edited by R.F. Stettler, H.D. Bradshaw, jr., P.E. Heilman and T.M. Hinkley. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, pp. 139-158.
- BRADSHAW, H.D. JR.; STETTLER, R.F., 1995. Molecular Genetics of Growth and Development in Populus. IV. Mapping QTLs With Large Effects on Growth, Form, and Phenology Traits in a Forest Tree. *Genetics* 139, 963-973.
- BRADSHAW, H.D. JR.; VILLAR, M.; WATSON, D.B.; OTTO, K.G.; STEWART, S.; STETTLER, R.F., 1994. Molecular Genetics of Growth and Development in Populus. III. A genetic linkage map of a hybrid poplar composed of RFLP, STS, and RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics* 89, 551-558.
- BURDON, R.D.; SHELBOURNE, C.J.A., 1977. Advanced selection strategies. Proceedings Third World Consultation on Forest Tree Breeding, Canberra, 21-26 March, 1977, FO-FTB-77-6/2, 1133-1147.
- CHELIAK, W.M.; ROGERS, D.L., 1990. Integrating biotechnology into tree improvement programs. *Canadian Journal of Forest Research* 20, 425-463.
- DICKMANN, D.I.; GOLD, M.A.; FLORE, J.A., 1994. The ideotype concept and the genetic improvement of tree crops. *Plant Breeding Review* 12, 163-193.
- FALCONER, D.S., 1989. *Introduction to quantitative genetics*, 3rd Ed. Longman, Harlow.
- FAO, 1980. *Peupliers et Saules*. FAO, Rome.
- FILLATTI, J.J.; HAISSIG, B.; MCCOWN, B.; COMAI, L.; RIEMENSCHNEIDER, D., 1988. Development of glyphosate-tolerant *Populus* plants through expression of a mutant *aroA* gene from *Salmonella typhimurium*. In: Hanover J.W., Keathley D.E., Ed.s. *Genetic Manipulation of Woody Plants*. Plenum Press, New York and London, 243-249.
- GODSHALK, E.B.; TIMOTHY, D.H., 1988. Factor and principal component analyses as alternatives to index selection. *Theor. Appl. Genet.* 76, 352-360.
- GULLBERG, U., 1987. Studies on the utilization of adapted forms in the breeding of *Pinus sylvestris*. SLU, Inst.f.skogsgenetik. Res. notes no. 38, Uppsala, 76 pp.
- HAZEL, L.N.; LUSH, J.L., 1942. The efficiency of three methods of selection, *Journal of Heredity* 33, 393-399.
- DE KAM, M.; HEISTERKAMP, S.H., 1987. Comparison of two methods to measure the susceptibility of poplar clones to *Xanthomonas populi*. *Eur. J. For. Path.* 17, 33-46.
- KANG, H., 1991. Components of juvenile-mature correlations in forest trees. *Theor. Appl. Genet.* 81, 173-184.
- KANG, H.; NIENSTAEDT, H., 1987. Managing long-term tree breeding stock. *Silvae Genetica* 36, 30-90.
- KRÉMER, A., 1992. Predictions of age-age correlations of total height based on serial correlations between height increments in Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Theor. Appl. Genet.* 85, 152-158.
- LAMBETH, C.C., 1980. Juvenile-Mature Correlations in Pinaceae and Implications for Early Selection. *Forest Science* 26, 571-580.
- LEFÈVRE, F.; PICHOT, C.; PINON, J., 1994. Intra- and interspecific inheritance of some components of the resistance to leaf rust (*Melampsora larici-populina* Kleb.) in poplars. *Theoretical and Applied Genetics* 88, 501-507.

- LEPLÉ, J.-C.; PILATE, G.; JOUANIN, L., 1999. Transgenic Poplar Trees (Populus Species). In: Bajaj Y.P.S. Ed. Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 44, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 219-241.
- MATHER, K.; JINKS, J.L., 1982. Biometrical Genetics, 3rd Ed. Chapman and Hall, London.
- MUHLE-LARSEN, C., 1967. Remarques concernant les tests précoces dans le travail d'amélioration du genre Populus. Forstpflanzen-Forstsaamen (2), 4 pp.
- MUIR, W.M.; XU, S., 1991. An approximate method for optimum independent culling level selection for n stages of selection with explicit solutions. Theoretical and Applied Genetics 82, 457-465.
- NAMKOONG, G., 1970. Optimum allocation of selection intensity in two stages of truncation selection. Biometrics 26, 465-476.
- NAMKOONG, G., 1979. Introduction to Quantitative Genetics in Forestry. USDA Forest Service Technical Bulletin No. 1588.
- NAMKOONG, G.; BIESTERFELDT, R.C.; BARBER, J.C., 1971. Tree Breeding and Management Decisions. Journal of Forestry 49, 138-142.
- NARAIN, P., 1990. Statistical Genetics. Wiley Eastern Ltd., New Delhi.
- NEALE, D.B.; DEVEY, M.E.; JERMSTAD, K.D.; AHUJA, M.R.; ALOSI, M.C.; MARSHALL, K.A., 1992: Use of DNA markers in forest tree improvement research. New Forests 6, 391-407.
- NEPVEU, G. ; KELLER, R. ; TESSIER DU CROS, E., 1978. Sélection juvénile pur la qualité du bois chez certain peupliers noirs. Ann. Sci. For. 35, 69-92.
- PADRÓ, A.; ORENSANZ, J.V., 1984. Correlaciones juventud-madurez en algunos clones euroamericanos de chopo. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias - Serie: Forestal 8, 63-71.
- PICHOT, CH., 1993. Variabilité au stade adulte chez Populus trichocarpa Torr & Gray et prédiction juvénile-adulte chez P.trichocarpa et P.deltoides Bartr. (Doctoral thesis) Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.
- PINON, J.; VAN DAM, B.C.; GÉNÉTET, I.; DE KAM, M., 1987. Two pathogenic races of Melampsora larici-populina in north-western Europe. Eur. J. For. Path. 17, 47-53.
- RIDE, M. ; RIDE, S., 1978. Factors affecting inoculation success in woody plants. Proc. 4th Intern. Conf. Plant Path. Bact., Angers, 116-124.
- RIEMENSCHNEIDER, D.E.; HAISSIG, B.E., 1991: Producing herbicide tolerant Populus using genetic transformation mediated by Agrobacterium tumefaciens C58: a summary of recent research. In Ahuja R.R. Editor: Woody Plant Biotechnology. Plenum, New York, pp. 247-263.
- RIEMENSCHNEIDER, D.E.; TUSKAN, J.; MOHN, C.; HALL, R.; STANOSZ, G.R.; DICKMANN, D.; ISEBRANDS, J.G. (in press). Poplar breeding and testing strategies in the North Central U.S.: Demonstration of potential yield and consideration of future research needs“ The Forestry Chronicle.
- SCARAMUZZI, G., 1973. Possibilità di miglioramento genetico delle qualità del legno. Industria della carta 11, 131-136.
- SCARAMUZZI, G., Ferrari G., 1982. Valutazione precoce delle caratteristiche del legno in Populus × euroamericana. Cellulosa e Carta 33 (11-12), 53-61.
- SCHREINER, E.J., 1949. Poplars can be bred to order. Yearbook of Agriculture 1949, 153-157.
- SMITH, H.F., 1936. A discriminant function for plant selection. Annals of Eugenics 7, 240-250.
- SMITH, S.P.; QUAAS, R.L., 1982. Optimal Truncation Points for Independent Culling-Level Selection Involving Two Traits. Biometrics 38, 975-980.
- THIELGES, B.A., 1985. Breeding poplars for disease resistance. FAO Forestry Paper no. 56, Rome, 66 pp.
- VILLAR, M. ; LEFEVRE, F. ; BRADSHAW, H.D. ; TEISSIER DU CROS, E., 1996. Molecular genetics of rust resistance in poplars (Melampsora larici populina Kleb./Populus sp.) by bulked segregant analysis in a 2 × 2 factorial mating design. Genetics 143, 531-536.
- YOUNG, N.D., 1992. Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLPs) and crop improvement. Experimental Agriculture 28, 385-397.

## Conferencia invitada

**Leonardo Plana Claver**

*Antiguo Jefe del Servicio de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón*

### **DOS SIGLOS DE POPULICULTURA**

Distinguidas Autoridades. Queridos Congresistas, amigos y colegas.

Muchas gracias, en primer lugar, por esta cariñosa presentación de José Manuel Grau que me abruma, por haberme invitado a participar en este Foro y, sobre todo, gracias por tan cálida acogida en Zamora, tierra antigua llena de historia y de cultura.

Como se observa en el programa previsto para ayer y hoy, los organizadores de este Simposio del Chopo y su comité científico han tratado de racionalizar las numerosas intervenciones e interesantes aportaciones previstas, vertebrándolas en tres ponencias y una mesa redonda cada jornada, complementadas a su vez con las correspondientes comunicaciones y debates muy diversos.

Además, y por lo que a mi respecta, se me ha hecho el honor de invitarme a participar, también, en una conferencia “libre” es decir, ni magistral ni técnica, un tanto atípica, y por ello no incluida en el libro resumen del simposio. En ella trataré de expresar libremente mi punto de vista personal, tras una experiencia profesional de 35 años (del 65 al 2000) en distintas actividades y regiones, dentro de las Administraciones primero Central y después Autonómica.

Por ello, antes de hablar de chopos, me vais a permitir presentarme haciendo una sencilla referencia en voz alta, relacionada con mi modesto “curriculum” o recorrido personal, sin hacer perder mucho tiempo a nadie, que es lo más valioso que tenemos.

Aquí asisten muchas personas muy jóvenes y sabéis que conseguir una carrera técnica y obtener una plaza en el Estado, requieren una determinada vocación, mucha constancia en los estudios y tenacidad para superar unas oposiciones. Fue la mía una opción personal de juventud de la que nunca me arrepentí después con los años.

Con este bagage comencé a trabajar directamente en el mundo rural, en el Servicio de Extensión Agraria, permaneciendo en él durante 8 años como especialista forestal, a lo largo de toda la Cornisa Cantábrica. Allí se nos inculcó espíritu de servicio y absoluta prioridad de apoyo al agricultor.

Recuerdo de entonces como positivo, después de tantos años, la satisfacción personal de considerarte útil a los demás. El obstáculo mayor se hallaba en el difícil entendimiento entre dos culturas, entre la universidad y el campo, para buscar y poder lograr credibilidad y confianza entre ambas partes.

De allí pasé a la Administración Forestal, durante 7 años, primero en Vizcaya y después en La Rioja. Entonces aprendí a practicar en el monte los conocimientos de la carrera. Por primera vez trabajas con muchos medios materiales y un curtido equipo humano y eres responsable de realizaciones y obras. No obstante, y recordando que a veces el árbol no deja ver el bosque, una obsesión estricta por el trabajo forestal, aunque sea loable, puede dejarte aislado de otros Sectores tan importantes como, por ejemplo, el ganadero o el industrial tan fundamentales en el conjunto de la economía global agraria.

Y finalmente, las décadas 80 y 90 en Zaragoza he trabajado en el Servicio de Investigación Agraria, en el conocido Campus de Aula Dei, a donde llegué en diciembre de 1979 de la mano del ingeniero de montes D. Fernando Jaime, maestro incluso después de muerto, de

sucesivas generaciones. En este período hubo también dos años intercalados dentro de la Administración General. Dos años que viví cerca de lo que se denominaban pomposamente “Altos Cargos”; tiempo muy breve pero intenso, en el cual conocí la gran complejidad de la Administración en su conjunto; complejidad inevitable que desespera a administradores y administrados, pero que “de algún modo” está justificada para que actúen los mecanismos de legalidad y control de la “cosa pública”. A ese nivel se convive a media distancia con el halago y el poder, si bien resulta muy difícil para un técnico trabajar con esa especie de lente translúcida que siempre parece interponerse entre política y realidad.

En cuanto a mi paso por la investigación y para terminar este voluntarioso análisis personal, siempre me agradó ser punto de equilibrio entre precursores y sucesores. Se goza en este trabajo de una gran independencia y creatividad, pero se soportan también graves inconvenientes de fondo: las carencias, dudas, movilidad de los funcionarios, cuestionamiento de la utilidad de tu trabajo, la búsqueda del sector y las dificultades para lograr formar y cohesionar equipos de especialistas producen inevitablemente una cierta inseguridad y estrés en los investigadores, mayor que en otros puestos de la Administración.

Deseo ahora dar la enhorabuena a todos cuantos han hecho posible la realización de este I Simposio del Chopo en tierras de Castilla y León, en aguas del Duero. Simposio, según el diccionario, es reunión celebrada por especialistas en una materia, a fin de tratar temas de su particular competencia. Añado yo que a estos especialistas se les llama también expertos y pueden presentar, bien trabajos científicos valiosos, o bien interesantes aportaciones prácticas acumuladas por su experiencia personal. Y es también el momento y el lugar, estos días, para revisar entre todos las realizaciones pasadas y de aunar fuerzas con vistas a afrontar Programas futuros.

Chopos y sauces han existido siempre, y también, en cierto modo, con otras denominaciones, hubo mejora genética e investigación. Aunque fuera en estadios menos avanzados que hoy, como eran entonces la experimentación y la selección empírica, basadas en la observación directa y la experiencia de campo.

A pesar de la escasez de datos escritos, es sabido que los chopos los conocían y aprovechaban los romanos, como a buen seguro mucho antes lo fueran por los griegos y aún los egipcios. Mis lecturas de reciente jubilado me han vuelto a recordar que el mundo es viejo y que, 4 siglos antes de Cristo, Sócrates, Platón, Aristóteles y otros menos conocidos manejaban ya en alto grado las claves de la ética y del conocimiento. Nuestro mundo cuenta día a día el avance de la civilización en los dos últimos milenios, pero no cabe olvidar el medio millón de años, de rodaje previo, de la humanidad.

## **ANTECEDENTES**

En España es bien conocido documentalmente el empeño por seleccionar el material vegetal de chopo en Cataluña, desde principios del Siglo XIX. Se trataba de reproducir sencillamente las plantas más vigorosas, obteniendo estacones de las mismas y clavándolas en espesura. Y constan en la bibliografía cultivares utilizados por los particulares en la provincia de Gerona, tales como el ‘Bordils’ en el río Ter (año 1865) y después el ‘Poncella’ en el Tordera. Hacia finales del XIX se extendió el ‘Carolino’ de Francia que fue devastado por los hongos, y en 1914 el ‘Ultramort’ (Carolino × nigra) en el Ter, entre varios otros más con nombres locales.

Hasta aquí puede comprenderse, en cierto modo, el enorme interés por la búsqueda de mejores ejemplares, dentro de ese concepto general de “selección empírica” hacia árboles menos nudosos, con mayores crecimientos, y resistentes a hongos y perforadores.

Después, pasada la I Guerra Mundial (del 14 al 18), comenzó en Europa y aquí en España, una etapa nueva de industrialización, y es entonces cuando comenzaron las plantaciones de *P. ×euramericana* con material procedente de Francia, tales como, los canadienses ‘Blanco’

y ‘Negro’ inmunes a las enfermedades habituales y de los que la industria catalana fue la primera beneficiaria. Enseguida en Andalucía, se cultivan los ‘Blanquito’ y ‘Negrito’ en las riberas del río Genil en Granada, cuyo clima y suelo los hacían muy productivos. Y, en plantaciones lineales, aparecen por Cantabria y Vizcaya, en donde Elorrieta introdujo a su vez el “Robusta” francés en terrenos frescos. Otro chopo con éxito allá por 1925 fue el ‘Lombardo’ o *P.nigra pyramidalis* de Italia. A partir de entonces, los viveros del Estado multiplicaron los “Virginiana” y “Canadiense”, y se distribuyeron miles de estaquillas a particulares y Cuencas por los Servicios Hidrológico-forestales de Aragón, Rioja y Castilla.

Bien. Sería prolijo y seguramente innecesario, extendernos en fechas, historias y pormenores que ya son anécdotas. Pero sí podemos considerar el año 1945, final de la 2ª Guerra Mundial, como el principio de la etapa moderna de la Populicultura, al igual que lo fue de otras muchas cosas.

Durante siglos, el chopo formó parte de la economía familiar, aprovechando sus hojas para el ganado, la madera para vigas y utensilios, su sombra junto a acequias y caminos.

En la primera industrialización a partir de 1918, su utilización como pasta mecánica para papel, en Italia, y la moderna fabricación de fósforos por Suecia y Bélgica, dieron un fuerte impulso a la mejora de la calidad de la madera, más que a su extensión en cantidad. Pero fue luego, a partir del 45, con la fabricación de chapas delgadas mediante la técnica del desenrollo, cuando cambiaron totalmente las normas de selección y cultivo de las nuevas plantaciones de chopo.

Quisiera hacer notar aquí, que ningún país estaba “retrasado” o lo hacía “mal”. Simplemente, producían aquello que la sociedad les demandaba en aquel momento. A finales de los 40 el modelo económico cambió a escala mundial, y el nuevo mercado de materias primas -la madera entre ellas- junto con las nuevas tecnologías industriales y la capacidad de los modernos sistemas de transporte, propiciaron un profundo cambio. Este cambio necesitó, entonces, el apoyo urgente de la Investigación y una divulgación adecuada dirigida al sector productivo.

Las décadas 40 y 50 fueron importantes. En España, la gran industria del desarrollo tardó aún en establecerse algunos años, pero ésto no quiere decir que no ocurriesen aquí eventos importantes, ni que la cultura del chopo careciera de interés. Destacaré tan sólo 7 actuaciones:

1. La Ley de 1941, sobre Repoblaciones de Riberas, propició el deslinde y recuperación de muchas hectáreas en los años subsiguientes. Y, si bien en aquella época la mayoría de los clones y variedades actuales aún eran desconocidos, se utilizaron en Aragón ‘Pinseque’, ‘Negrito de Granada’, híbridos locales, negras e incluso albas. El marco era muy denso (hasta de 2x2 metros) y los cuidados aplicados, mínimos; y estas repoblaciones se complementaban con trabajos de ingeniería civil mediante gaviones y empalizadas de defensa. El objeto principal era la consolidación de márgenes y la formación de suelo, controlando los arrastres en las épocas de avenidas ordinarias. Así se instalaron muchas hectáreas en Pina, Pastriz y Pinseque, junto al Ebro, en Oliete (Teruel) río Martín y luego a lo largo del Cinca, en Huesca.
2. En las décadas 40 y 50 surgieron la creación de las Comisiones Nacionales del Chopo en diversos países, siendo pionera Francia. Y en 1947 se hizo posible la Comisión Internacional, bajo los auspicios de la FAO, que congregó a los mejores especialistas y cuyos trabajos, puestos anualmente en común, crearon la moderna populicultura, de la que España no estaba ausente.
3. Coetáneamente, en el antiguo IFIE, la Sección de Repoblaciones puso en marcha en 1948 el Plan de Mejora del Chopo. Importaron estaquillas de Norteamérica, de distintos países europeos e incluso de Marruecos, iniciándose la instalación de viveros de experimentación con más de 150 clones. Al mismo tiempo, se pusieron en marcha programas de mejora,

realizándose hibridaciones naturales “in situ” de árboles plus femeninos euramericanos, cruzamientos controlados al aire libre, y otros en estufa sobre injertos. De esta época data el ‘Campeador’, que fue muy utilizado durante años.

4. Un reducido grupo de especialistas españoles, entre ellos el aragonés Jaime Fanlo, lograron que se crease al fin nuestra Comisión Nacional, con tal ímpetu que consiguieron que se celebrase en Madrid la 8ª Sesión de la Comisión Internacional, el año 1955.
5. Al año siguiente, 1956, el Ministerio de Agricultura español edita un librito de tan sólo 60 páginas titulado “El chopo”, cuyo autor era el mencionado Jaime Fanlo. En él se condensaban, con sencillez y claridad inimitables, y se divulgó por primera vez la forma práctica del cultivo de esta valiosa especie de crecimiento rápido. Hacía especial hincapié en la calidad de la planta, el marco amplio, los riegos de verano, la poda, el abonado, el seguimiento prematuro de las plagas, los clones de calidad conocidos, el turno de aprovechamiento, la cubicación, los defectos de la madera, la industria del desarrollo, comparación de rendimientos, precios, etc.; todo un tratado en su tiempo, útil y preciso.
6. En el mismo año 56 se instalan las primeras parcelas de ensayo en Montalbán (Teruel), entre las plantaciones nuevas del Patrimonio Forestal del Estado, con los últimos clones italianos: ‘I-214’, ‘I-262’, ‘I-455’ e ‘I-488’, y otras parcelas similares en Oliete (Teruel) en el 58, con estos mismos clones.
7. Según datos de la FAO, en el año 1957 los principales Institutos de Investigación europeos que trabajaban en la Mejora Genética del Chopo eran: Ahrensburg en Alemania, Grammont en Bélgica, Nancy en Francia, Casale en Italia y Wageningen en Holanda

La Populicultura moderna tomó un auge importantísimo en todo el Mundo, incluso no europeo.

Pues bien: todo lo expuesto hasta aquí, podría servir como un gran preámbulo de lo que después ha ido ocurriendo en la práctica, durante los últimos 20 años. El género *Populus* es bien conocido y apreciado y, además, se reproduce con facilidad y vegeta bien. Conocemos sus necesidades para poder obtener extraordinarios crecimientos. Se ha avanzado mucho en aspectos de su identificación, selección y mejora, en su selvicultura, sanidad y rendimiento económico. Cabría el preguntarnos, ¿y a partir de ahora, qué? Todos sabemos en este simposio que quedan problemas sin resolver y muchas preguntas sin respuesta todavía. Precisamente estamos aquí para dialogar sobre algunas de ellas y analizarlas.

No pretendo ser exhaustivo, pero podemos ir abriendo ya un abanico de aspectos totalmente diferentes: Así, existen las plantaciones intensivas en parcelas de regadío. Plantaciones a raíz profunda hasta la capa freática. Plantaciones de defensa específica de los cauces. Plantaciones ornamentales y lineales. Sotos naturales para la conservación de riberas y humedales, etc.

Existen también distintos tipos de explotación que pueden servir, bien para la producción de diámetros gruesos para desarrollo, o de maderas delgadas para pasta, e incluso biomasa, así como otros tipos intermedios, conjugando marco y turno. O puede tratarse de otros casos concretos, como la finalidad de los filtros verdes para el control de aguas residuales de pequeñas poblaciones, saneamiento de vertederos y zonas contaminadas.

Por otro lado, está la difícil elección de los clones más adecuados según suelos y estaciones, a fin de dar respuesta a cada populicultor en su clima y en su suelo.

Y, por último, no me olvido de la calidad, a veces variable para un mismo clon. Me refiero a la calidad de la madera en el proceso industrial y, en especial, de su aptitud para el desarrollo, tema en el que queda mucho por hacer.

Este abanico de posibilidades de estudio y actuación necesitaría, como soporte, cursos de especialización, seminarios y reuniones y charlas específicas, que llegaran con facilidad a los interesados.

Voy a tratar de terminar:

Creo que nos daríamos todos por satisfechos si este I Simposio del Chopo sirviera para dos cosas: la primera, para reconocer, tanto la propiedad privada como la Administración, que la Populicultura es un Sector importante hoy, aquí en Castilla y León, en el Duero; y la segunda, para irnos formando todos una visión conjunta de la dispersión de problemas que conlleva el cultivo del chopo, su explotación y transformación y también su conservación.

La asistencia tan numerosa a este congreso demuestra su acierto y el gran interés que ha levantado. Interés por parte de las autoridades, de los gestores e investigadores de la Administración, de los profesores y docentes de escuelas y universidad, de los propietarios de explotaciones, de expertos en muchas especialidades.

De aquí debería salir una mayor cohesión y continuidad de los grupos de trabajo; su coordinación periódica entre equipos diferentes; la puesta al día de los avances científicos y económicos que se vayan obteniendo y, sobre todo, hay que intensificar al máximo la transferencia de resultados al Sector. Sólo demostrando fortaleza, las asociaciones y conocimientos actualizados, nos haremos creíbles.

Finalizo ya, por mi parte. Hoy pronostico un día duro. Temas como la mejora, la industria y la economía, son como tres densos tratados. Os deseo mucho éxito. Gracias y enhorabuena.

## Conclusiones

### MESA TEMÁTICA I: Aspectos generales, históricos y legales

- El futuro inmediato de las plantaciones de chopo está enmarcado por dos directrices: una es la Estrategia Forestal Española, donde se contempla la necesidad de fomentar las ayudas al sector forestal privado, sobre todo el asociacionismo de propietarios como medida para llevar a cabo una concentración de los predios forestales; y otra es la reforma de la Política Agrícola Común (PAC) que está desarrollada en la “Agenda 2000”, según la cual es preciso incluir las medidas forestales en el régimen de ayudas al desarrollo rural.
- Una novedad que en los próximos años tendrá una incidencia notoria en la populicultura es la certificación forestal, que garantiza la procedencia de la madera de los bosques gestionados de forma sostenible de acuerdo con los principios medioambientales, sociales y económicos, además de establecer la mejora de la calidad de los procesos de transformación de la madera.
- Cuando se trata de la gestión pública, la populicultura, en el momento actual y en el futuro, tendrá que ir más allá de la visión productivista y mercantilista para ofrecer a la sociedad todo un conjunto de externalidades de gran importancia, pero normalmente de difícil cuantificación.
- La populicultura de gestión privada, entendida como cultivo intensivo y tecnificado, es actualmente una opción del máximo interés.
- La distancia mínima obligatoria de las choperas a los cultivos debe regularse por las Administraciones de forma clara, para evitar el confucionismo actual con las distintas disposiciones de los Ayuntamientos en determinadas zonas.

### MESA TEMÁTICA II: Selvicultura

- La populicultura se encuentra en una situación determinada por un mercado de la madera en expansión y por una visión ecológica de la sociedad actual, que cada vez está más sensibilizada con los asuntos que conciernen al medio ambiente. Ambas tendencias, mercantil o productivista y medioambiental o conservacionista, se pueden considerar complementarias
- Hay que obtener madera de calidad y, para ello, la poda es fundamental, además de los otros cuidados culturales. No olvidemos que la selvicultura del chopo es artificial en la cuenca mediterránea y que no podemos competir en cantidad, pero sí en calidad, con otras populiculturas mundiales.
- No debemos olvidar que el “efecto sumidero” de carbono de estos árboles es superior al de otras especies arbustivas o herbáceas y que desempeñan una labor “depuradora”, que junto a la correcta administración y gestión forestal de las choperas presentes en las riberas y otras zonas genera unos beneficios indirectos muy importantes.
- Como respuesta científica a las demandas del mercado y del medio ambiente, se está desarrollando una populicultura sostenible de media montaña y de terrenos marginales abandonados por la agricultura que, sin olvidar la producción de madera, sea más compatible con la conservación del medio ambiente y el uso integral de las zonas forestadas.

### MESA TEMÁTICA III: Plagas y enfermedades

- Los principales factores que influyen en la productividad del chopo son: la calidad de la estación, la disponibilidad hídrica y la incidencia de enfermedades y plagas
- Es necesario, cada vez más, incorporar la variabilidad genética frente a enfermedades y determinadas plagas en los programas de mejora genética existentes.

- En la estrategia de lucha contra las plagas y las enfermedades tiene gran importancia considerar tanto los métodos directos con aplicación de tratamientos fitosanitarios, como los métodos indirectos de prevención.
- La populicultura se desarrolla fundamentalmente en las proximidades de los cursos fluviales, que son ecosistemas frágiles, por lo que es importante utilizar métodos de control de las enfermedades y plagas razonables y respetuosos con el medio natural. En el futuro será una exigencia básica.

#### **MESA TEMÁTICA IV: Mejora genética**

- Es necesario aumentar la disponibilidad clonal, de forma que se adapte a las nuevas demandas del mercado y a un más amplio rango de condiciones ecológicas.
- Se han dado nuevos pasos en la identificación mediante marcadores moleculares, que facilitarán en un inmediato futuro el control más eficaz del material de reproducción.
- La transformación genética se muestra como una herramienta con un gran potencial en la mejora de los chopos, si bien debe ser complementaria de las líneas de mejora clásica, y presenta el inconveniente de una importante oposición en la opinión pública.
- Las especies autóctonas *Populus alba*, *P. nigra* y *P. tremula* requieren acciones positivas encaminadas a su conservación. Asimismo, es necesario profundizar en el conocimiento de la variabilidad natural.

#### **MESA TEMÁTICA V: Industrias de la madera**

- El futuro del chopo está en producir madera de calidad con la que sustituir a las especies tropicales tradicionalmente utilizadas en la industria del contrachapado.
- El tablero contrachapado seguirá siendo el principal producto de la industria de la madera de chopo. Esta industria deberá adaptarse a la sociedad actual: profesionalizando la gestión, aumentando la capacidad y tecnología de las unidades productivas, asegurando la calidad, realizando más investigación y desarrollo y localizando nuevos mercados que den mayor valor añadido al tablero de chopo.
- La industria deberá implicarse con los agentes sociales, propietarios, investigadores y Administraciones, para conseguir el intercambio de conocimientos que optimicen los resultados del cultivo del chopo.

#### **MESA TEMÁTICA VI: Economía y fiscalidad**

La populicultura se ha convertido en una actividad selvícola que requiere un alto grado de especialización en la técnica forestal y en los sistemas de gestión de las explotaciones forestales.

Las fuertes inversiones y el manejo pormenorizado de la explotación obligan a realizar un análisis económico-financiero previo a la toma de decisiones por parte del propietario forestal. Dicho análisis constituye igualmente un requisito imprescindible en la articulación de las políticas agroambientales.

Así, en esta mesa temática de economía y fiscalidad se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En un entorno económico estable (bajos tipos de interés y demanda de madera de chopo creciente) y en las estaciones de buena calidad, las plantaciones de chopo muestran umbrales de rentabilidad aceptables que le hacen competir con diversos cultivos agrícolas. No obstante, bajo ciertos escenarios de agricultura intensiva, el chopo no alcanza las rentabilidades de los cultivos hortofrutícolas.
- Bajo las condiciones antes mencionadas, se comprueba que la influencia de las subvenciones comunitarias, en el caso del chopo, es mucho más reducida que en el de los cultivos agrícolas

- Las recientes medidas fiscales incluidas en el régimen de estimación objetiva del I.R.P.F. conllevan un marco tributario favorable hacia el pequeño propietario forestal, lo que constituye un atractivo añadido para este tipo de inversiones.

### **MESA REDONDA 1: Las asociaciones forestales y la populicultura**

- Son indispensables las Asociaciones de Propietarios Populicultores que deben contar con la dirección de un Técnico Forestal y deben trasladar a los propietarios populicultores la información generada por los Investigadores.
- Convendría crear una Sectorial Nacional de Productores del Chopo, que estaría integrada por las Sectoriales Autonómicas. Se comenzaría creando las Sectoriales del Chopo en las Asociaciones Forestales ya existentes y promocionando la creación de ellas en las zonas productoras donde todavía no existen.
- Actualmente las Asociaciones existentes son: las Asociaciones Provinciales de Zamora y León pertenecientes a la Federación de Castilla y León, Asociación Forestal de Navarra, Consorci Forestal de Catalunya y Asociación Granadina de Cultivadores de Chopos. Debería promoverse en La Rioja, Aragón y en cualquier otra Comunidad Autónoma que se considere conveniente.
- Las Asociaciones de Propietarios deberían cambiar impresiones con las industrias transformadoras del chopo sobre la oportunidad de realizar las certificaciones de gestión sostenible. Estas certificaciones podrán ser individuales, de grupos y autonómicas. Se recomiendan las últimas.

### **MESA REDONDA 2: Líneas de ayuda a la populicultura**

- Las ayudas a la populicultura no sólo deben ser un elemento económico, sino que también deben ser un elemento que asegure que las plantaciones y los tratamientos culturales se están haciendo correctamente desde un punto de vista técnico.
- Los propietarios deben “tomar las riendas” de la gestión, siendo tutelados por la Administración, la cual debe tener un papel muy importante en la información, divulgación, investigación y experimentación.
- Hay que seguir avanzando en el estudio de los seguros forestales, intentando subvencionar estos seguros.
- Cuando los turnos de explotación sean superiores a 25 años, las plantaciones con especies de “crecimiento rápido” deberían ser subvencionadas con las mismas cantidades que las estipuladas para las especies de interés especial (*Populus alba*, *P. nigra* y *P. tremula*).

### **CONCLUSIONES GENERALES**

- El Simposio ha puesto de manifiesto la necesidad de aunar los intereses comunes de viveristas, productores e industriales.
- La Administración debe ser poco intervencionista, pero sí debe impulsar el sector y difundir las nuevas tecnologías.
- La populicultura tiene un gran porvenir en España y se acentuará en el futuro si estamos preparados para asumir las expectativas que, sin duda, se nos abrirán a partir de 2006.
- Vista la respuesta del sector a este I Simposio del Chopo, pensamos que sería conveniente celebrar nuevas reuniones de forma regular.
- No obstante las anteriores conclusiones, la conclusión final es que estamos seguros de que todos hemos aumentado nuestros conocimientos sobre el chopo y, también, que la lectura sosegada de la información que hemos recibido nos reportará alguna luz que nos ayudará a mejorar nuestra populicultura.

Fotos





