

PROGRAMA ENCE DE MEJORA GENÉTICA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS* ssp. *GLOBULUS*

G. Toval, F. Soria, F. Basurco, I. Cañas, M. Noriega & J. Oller

ENCE

RESUMEN

ENCE desarrolla desde 1982 un programa de mejora genética de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* en dos zonas de mejora, Suroeste de España y Norte. Su objetivo principal es aumentar el crecimiento volumétrico, la densidad básica de la madera, el contenido en celulosa y la resistencia a factores ambientales limitantes. Las acciones emprendidas incluyen la selección de árboles sobresalientes, el establecimiento de 15 sitios de ensayos de procedencias y progenies con 260 familias pertenecientes a 46 procedencias, y la transformación genética de los clones seleccionados.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el incremento estimado para el año 2.000 del consumo de madera para la fabricación de pastas de celulosa, tomando como año de referencia 1.986, será según FAO (1.988)*, del 44 %.

Ante estas perspectivas en el XIX Congreso Mundial de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO), celebrado en Montreal en 1990, se propusieron una serie de objetivos que debían cubrir los programas de investigación con el fin de conseguir paliar los déficits que se

están produciendo a nivel mundial y que se pueden resumir en los siguientes :

A.- Nuevas repoblaciones que aumenten la superficie forestal de especies cuya madera sea materia prima apropiada para la industria de celulosa.

B.- Incremento de la producción de materia seca por unidad de superficie de bosque.

C.- Obtener los mejores árboles que proporcionen el mejor papel.

D.- Profundizar en el conocimiento de la ecología de las especies forestales, sus masas y las técnicas selvícolas.

En este contexto, el déficit estructural de madera de *Eucalyptus* en la Península Ibérica, estimado en tiempos normales de demanda de esta materia prima en 2 millones de m³ anuales (Tabla I), puede considerarse como un caso particular, siéndole de aplicación las soluciones apuntadas

Por ello no es de extrañar que ENCE, el mayor consumidor de madera de Eucalipto de España, iniciara en 1982 acciones de investigación forestal en el mismo sentido que se señala internacionalmente, aunque particularizadas a sus intereses.

Dichas particularidades se refieren a las especies de interés, todas ellas pertenecientes al género *Eucalyptus* y muy especialmente *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*, a las condiciones ecológicas del área de actuación

* FAO. 1988, Forestry papers 84: Forest Products, world outlook projections. FAO, Roma.

Tabla I. Consumo actual de madera de eucalipto en España y Portugal

DESTINO	CONSUMO DE MADERA (m ³)	PRODUCCIÓN DE MADERA (m ³)	DÉFICIT (m ³)
ESPAÑA			
Pasta de Celulosa	3.800.000		
Tableros	300.000		
Minería y otros	200.000		
Total	4.300.000	2.800.000	1.500.000
PORTUGAL			
Pasta de Celulosa	3.800.000		
Serrería y tableros	700.000		
Total	4.500.000	3.800.000	700.000
TOTAL PENINS. IBÉRICA	8.800.000	6.600.000	2.200.000

Norte y Suroeste de la Península Ibérica, con sus propios factores limitantes, tanto naturales como socio-económicos y a la propia infraestructura de Investigación Forestal de ENCE.

2. ESPECIE OBJETO DE ESTUDIO

La especie de interés es *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* dada sus características como materia prima óptima para la producción de pasta de celulosa. En comparación con otras especies del mismo género como *E. grandis*, utilizada como materia prima de la industria pastera de Sudáfrica y América del Sur, la madera de *E. globulus* es un 15% superior en densidad básica, un 17% en rendimiento en cocción y se adapta mejor a las condiciones ambientales de la península, donde llega a alcanzar crecimientos de más de 40 m³/ha/año.

3. OBJETIVO

Para cada Zona de Mejora y de acuerdo con sus características, aumentar la producción de materia prima industrial de forma continua, por un mayor crecimiento volumé-

trico, mayor densidad básica de la madera, mayor contenido en celulosa, mejores características técnicas de la madera y resistencia a factores limitantes específicos de cada Zona de Mejora, mediante ciclos repetidos de selección y reproducción que mejoren la composición genética de las especies del Plan, manteniendo al mismo tiempo una reserva de genes con una amplia variación genética que sirva de soporte de las poblaciones mejoradas.

4. ACTUACIONES REALIZADAS

ENCE desarrolla su programa de Mejora Genética de *E. globulus* ssp. *globulus* a través de los siguientes líneas de actuación:

Selección de individuos superiores

Se han seleccionado árboles fenotípicamente superiores, de las masas españolas, que destacan por su volumen maderable, densidad básica, rectitud y limpieza de fuste, poda natural, espesor de corteza, porcentaje de copa y perfecto estado sanitario.

La selección se basa en la comparación del árbol candidato dentro de una masa mono-

pecífica y coetánea, frente a cuatro testigos elegidos entre los mejores dentro de un círculo de 20 m. de radio en proyección ortogonal en el caso de Huelva y, de 15 m. en el caso de Galicia, tomando como centro el árbol candidato. Se evita que el árbol candidato esté localizado en zonas particulares del monte, tales como, vaguadas, bordes de caminos, montículos de tierra para delimitar predios, corrientes de agua próximas y todas aquellas, que de alguna manera afecten de forma decisiva a las características fenotípicas del árbol candidato. De este modo se evita la elección de árboles superiores cuyos rasgos de interés estén enmascarados, ya sea por exceso o por defecto, en comparación a los que le rodean. Los datos que se comparan de acuerdo a los criterios de selección son: diámetro normal, excentricidad, altura total, ángulo de inserción de la primera rama viva, porcentaje de copa, porcentaje de corteza, coeficiente mórfico y resistencia a la penetración, esta última usada como medida indirecta de la densidad básica.

En el período comprendido entre 1984 y 1994 se preseleccionaron en el S. O. español 1.744 árboles superiores, de los cuales se seleccionaron y cortaron 808 (el 46,3% de los preseleccionados), en un total de 81 montes de la provincia de Huelva con una superficie de selección que abarca 41.352 ha., es decir, un árbol plus cada 51 ha o lo que es lo mismo 1 árbol cada 25.500.

La selección en Galicia es más reciente. Durante el período comprendido entre 1992 y 1995 se seleccionaron 137 árboles superiores en montes de propiedad de la Empresa o en montes de propiedad particular.

Actualmente existen 16 clones en Huelva y 6 clones en Galicia destinados a la producción comercial aplicando técnicas de reproducción por estaquilla.

Ensayos de procedencias y familias

Durante los primeros meses de 1.990, se establecieron 15 sitios de ensayo, 8 en el Suroeste de España (Huelva) y 7 en el Norte (5 en Galicia y 2 en Cantabria), con 260 familias pertenecientes a 46 procedencias

australianas, 2 familias de procedencia gallega (Chavín en Lugo y Figueirido en Pontevedra) y un lote de semilla comercial para el Norte y 2 clones, (el 334-1-AR y el 115-2-PM) seleccionados en Huelva y un lote de semilla comercial para el Sur. Cada familia está representada por más de 150 individuos en cada región (Norte y Sur). De esta manera, se ha creado una red de ensayo cubriendo muy diferentes condiciones ambientales que va desde el nivel del mar hasta los 600 m de altitud, desde suelos arenosos hasta arcillosos y con una diferencia próxima a 7º de latitud.

Transformación genética directa

A través de dos proyectos europeos OPLIGE y TIMBER, se trata de transformar directamente los clones seleccionados ensayando diferentes técnicas de transformación tales como el cocultivo con *Agrobacterium*, técnicas de biolística y electroporación, con el fin de introducir un gen que interfiera en los procesos de sintetización de lignina y conseguir una reducción que se estima en el 6% de su contenido total.

Con objeto de poder regenerar la planta transformada se han puesto a punto las técnicas de cultivo in-vitro de explantos nodales y de regeneración a través del cultivo de tejidos.

En estos momentos nuestros esfuerzos se dirigen a la obtención de embriones somáticos de los clones seleccionados.

5. MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO

Selección masal

El material genético utilizado en la selección de árboles superiores, son las masas establecidas en Galicia y el S. O. español.

Ensayos de procedencias y familias

El material empleado procede del área de distribución natural de la especie en Australia y Tasmania, utilizando como testi-

Tabla II. Localización de procedencia australiana							
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i>							
Proc. N°	Lote N°	LOCALIDAD	LATITUD SUR		LONGITUD ESTE		ALTITUD (m)
			grad.	min.	grad.	min	
1	16240	OTWAY STATE FOREST -Vic-	38	45	143	27	150
2	16241	SW OF LAVERS HILL -Vic-	38	44	143	18	130
3	16223	19 Km W APOLLO BAY PO -Vic-	38	46	143	32	200
4	16224	21,6 Km SW APOLLO BAY -Vic-	38	49	143	34	145
6	16226	8 Km SW APOLLO BAY -Vic-	38	48	143	37	130
7	16227	9,5 Km SW APOLLO BAY -Vic-	38	47	143	37	150
9	16401	10,2 Km W KENNETT RIVER -Vic-	38	40	143	48	300
10	16402	5,4 Km W KENNETT RIVER -Vic-	38	39	143	48	250
11	16403	0,6 Km W KENNETT RIVER -Vic-	38	40	143	50	130
12	16405	12,1 Km S LORNE PO -Vic-	38	36	143	54	200
13	16406	2,4 Km NW LORNE PO -Vic-	38	31	143	57	210
14	16407	17,1 Km W LORNE PO -Vic-	38	32	143	56	210
16	16409	W LORNE PO -Vic-	38	33	143	58	100
18	16400	8,5 Km. TOORA PO -Vic-	38	37	146	21	180
19	16319	JEERALANG NORTH -Vic-	38	19	146	33	220
20	16399	WILSONS PROMONTORY -Vic-	39	8	146	25	60
21	16424	KING ISLAND -Tas-	40	0	144	0	60
22	16426	NW FLINDERS ISLAND -Tas-	39	46	147	52	20
23	16427	N FLINDERS ISLAND -Tas-	39	45	147	57	40
24	16428	W FLINDERS ISLAND -Tas-	39	51	147	50	20
25	16429	CENT FLINDERS ISLAND -Tas-	39	55	147	57	40
26	16430	CENT FLINDERS ISLAND -Tas-	39	55	148	2	20
27	16431	CENT FLINDERS ISLAND -Tas-	40	2	148	1	190
28	16433	CENT FLINDERS ISLAND -Tas-	40	4	148	4	150
29	16425	S FLINDERS ISLAND -Tas-	40	14	148	8	120
30	16434	S FLINDERS ISLAND -Tas-	40	16	148	10	12
31	16432	E FLINDERS ISLAND -Tas-	39	59	148	11	60
34	16418	W CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	24	148	3	220
35	16419	NW CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	21	148	7	20
36	16420	NW CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	22	148	5	60
37	16421	SW CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	26	148	3	40
38	16416	NE CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	19	148	19	60
39	16417	N CAPE BARREN ISLAND -Tas-	40	22	148	13	20
40	16415	CLARKE ISLAND -Tas-	40	32	148	8	40
41	16411	NEAR BINALONG BAY -Tas-	41	16	148	18	120
42	16474	N OF ST MARYS -Tas-	41	34	148	12	400
43	16410	BADGERS CK QUARRY RD -Tas-	41	59	145	18	120
44	16412	LITTLE HENTY RIVER -Tas-	41	56	145	12	10
46	16472	ELLENDALE -Tas-	42	38	146	42	460
47	16470	MOOGARA -Tas-	42	47	146	55	500
48	16473	NE NEW NORFOLK -Tas-	42	43	147	9	300
49	16475	SW OF JERICHO -Tas-	42	25	147	16	500
50	16471	NW DOVER -Tas-	43	16	146	59	190
51	16476	S GEEVESTON -Tas-	43	12	146	54	250
52	16477	N GEEVESTON -Tas-	43	8	146	57	200
53	16478	KOONYA TASMAN PEN	43	4	147	50	20

gos dos familias seleccionadas dentro de las procedencias Chavín (Lugo) y Figueirido (Pontevedra), dos clones procedentes de árboles plus seleccionados en las masas de Huelva y semilla comercial de Galicia y de Huelva.

Transformación genética directa

El material utilizado en esta línea de investigación, son los clones que se encuentran en cada momento en fase de producción.

6. RED DE ENSAYOS DISPONIBLES

La relación de los sitios de ensayo se muestra en la tabla III.

<i>Tabla III. Localización de los sitios de ensayo</i>					
NOMBRE	TERMINO MUNICIPAL Y PROVINCIA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD m	SUPERFICIE ha
CAMBRE	Cambre (La Coruña)	43° 15'	8° 8'	125	6,1
CESURES	Pontecesures (Pontevedra)	42° 43'	8° 38'	300	6,5
SOMOZAS	Somozas (La Coruña)	43° 33'	7° 54'	300	4,5
IBIO	Mazcuerras (Santander)	43° 16'	4° 09'	400	4,5
OROL	Orol (Lugo)	43° 32'	7° 33'	550	5
LAS NIEVES	Las Nieves (Pontevedra)	42° 10'	8° 24'	350	4,5
MARISMA	S. V. de la Barquera (Santander)	43° 22'	4° 22'	0	5,5
VALDEOSCURO	Gibraleón (Huelva)	37° 22'	7° 06'	140	9
COIN	Moguer (Huelva)	37° 15'	6° 50'	70	9
CORTECILLAS	El Almendro (Huelva)	37° 35'	7° 19'	200	9
EL SOTILLO	Calañas (Huelva)	37° 41'	6° 54'	180	9
MANANTIALES	Zalamea la Real (Huelva)	37° 41'	6° 41'	350	9
LA GARNACHA	San Telmo (Huelva)	37° 48'	6° 58'	240	9
C. SONOBLE	Aroche (Huelva)	38° 01'	6° 53'	550	9
NAVAFRESNO	Aracena (Huelva)	37° 50'	6° 33'	515	9