

Evaluación precoz de la producción de miera en *Pinus pinaster* Ait.

W. TADESSE ¹ *, F.J. AUÑÓN ², J.A. PARDOS ², L. GIL ², R. ALÍA ¹

¹ Dpto. de Mejora Genética y Biotecnología, CIFOR-INIA, correo elec. apdo. 8111

² Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética, ETSI de Montes

Ciudad Universitaria s/n

wubalem@inia.es

RESUMEN

El presente trabajo analiza la eficacia de la minirresinación en árboles injertados de *Pinus pinaster* para evaluar la selección de árboles grandes productores de miera realizada en campo, así como estimar la heredabilidad clonal de la producción de miera. La minirresinación se realizó en 69 ramets de 17 clones de árboles grandes productores de miera y en 10 árboles controles (árboles no injertados, de producción normal) situados en el banco clonal de Carbonero (Segovia). La técnica consistió en picas cuadradas de 2,5 cm de lado durante los tres meses de máxima producción de miera (junio-agosto). Se dieron en total seis picas, una cada 15 días con posterior aplicación de estimulante (ácido sulfúrico en forma de pasta).

La producción media de los árboles seleccionados es de 183 g, frente a una media de 107 g para los árboles control. Se han obtenido correlaciones positivas entre la producción de miera con la altura total del árbol evaluado ($r = 0,45$, $\alpha = 0,01$) y con su diámetro ($r = 0,43$, $\alpha = 0,01$). Existe un efecto significativo del clon en la producción de miera. La heredabilidad clonal (o repetibilidad) tiene un valor de 0,501 para la producción de resina, tras ajustar la producción mediante las covariables de altura y diámetro de cada uno de los árboles evaluados. La alta correlación ($r = 0,63$; $\alpha = 0,05$) entre la superioridad del ortet (árbol seleccionado en monte, medida por su intensidad de selección) y la producción media de sus ramets (evaluados mediante minirresinación) demuestra la eficacia de ambos métodos de evaluación en los programas de mejora de la especie *Pinus pinaster*.

PALABRAS CLAVE: Minirresinación
Pinus pinaster
Heredabilidad
Selección precoz

INTRODUCCIÓN

La miera es uno de los productos forestales que ofrece innumerables usos en diferentes industrias, y con muy diversas aplicaciones desde hace miles de años. Características,

* Autor para correspondencia
Recibido: 13-12-00
Aceptado para su publicación: 5-3-01

como la solubilidad, compatibilidad y viscosidad, permiten a la miera y a sus derivados ser la base de una extensa gama de usos industriales (Magrans *et al.*, 1999) entre los que se destacan la fabricación de jabón, de papel, de productos farmacéuticos, de cosméticos y de pinturas.

La importancia socioeconómica de la extracción de la miera ha motivado la realización de investigaciones destinadas a incrementar la producción de miera, mediante la optimización de diferentes métodos de resinación, la aplicación de estimulantes químicos o fertilizantes, o el desarrollo de programas de mejora genética de las especies objeto de resinación.

En los programas de mejora genética para la producción de miera se requieren períodos prolongados para completar un ciclo de mejora (al realizar la selección fenotípica, propagación, cruzamientos, evaluación de progenies, selección final). Estos plazos son más elevados para un carácter como la producción de miera, que para la producción de madera. En *Pinus pinaster* Ait., por ejemplo, para evaluar la producción de miera sería necesario esperar a que el árbol adquiriera el diámetro suficiente que permita su resinación, y que son cerca de 40 años según los proyectos de ordenación de la especie (Serrano, 1994). Para reducir este periodo se han ensayado diferentes técnicas de evaluación precoz, entre las que cabe destacar la minirresinación. Esta técnica, dando seis picas cuadradas de 2,54 cm de lado, fue utilizada por primera vez en *Pinus elliottii* Engelm (Ostrom y True, 1946, citado por Goddard y Peters, 1965). Garrido *et al.* (1986) compararon distintas técnicas de minirresinación, siendo el método más utilizado la resinación durante un periodo reducido, con una anchura y altura de las caras de pequeña longitud, para poder aplicarse a árboles de pequeñas dimensiones. Kraus (1965) señala que existe una correlación significativa entre la producción de miera de 75 árboles obtenida por el método convencional (durante una campaña normal de resinación) y por minirresinación (6 picas en las épocas de máxima producción). También se ha comprobado que existe un efecto clonal significativo en la producción obtenida por minirresinación (Goddard y Peters, 1965; Peters, 1971) al resinar injertos de *Pinus elliottii* de 6 y 7 años de edad. El control genético de este carácter es alto (Álvarez *et al.*, 1987) como parece deducirse de la evaluación del rendimiento de miera en *Pinus caribaea* Mor. También se ha comprobado una fuerte correlación juvenil-adulto (Squillace y Gansel, 1974) al comparar los resultados en progenies de *Pinus elliottii* a los 10 años de edad (evaluados por minirresinación) y a los 18 años (resinados por el método convencional). Todo lo anterior permite aceptar la utilidad del método para estimar parámetros genéticos en los programas de mejora de producción de miera.

En el año 1994 se inició en España un programa de mejora genética de *Pinus pinaster*, basado en la existencia de pies grandes productores de miera en los montes resineros de Segovia (Prada *et al.*, 1997; Gil, 1998). Inicialmente se eligieron 2.995 pinos en los que se suponían una elevada producción en el monte; pues en la mayoría hacía años que habían dejado de resinarse. De esta selección inicial, la población de mejora quedó formada por 143 árboles. Con ellos se establecieron 2 parcelas de progenies (con semillas de polinización abierta de 118 árboles), un banco clonal (59 clones con 225 ramets) y un huerto semillero. De la población de mejora se eligieron 54 árboles (población de evaluación) donde se centraron los diferentes estudios necesarios para la mejora, como son la evaluación de la producción de miera de los árboles grandes productores, realizar cruzamientos controlados, evaluación precoz de su producción y estudio de la composición química de la miera (Tadesse *et al.*, 2001).

En el presente trabajo se analizan los resultados de la minirresinación realizada durante los años 1999 y 2000 en 17 clones de *Pinus pinaster* situados en el banco clonal de Carbonero el Mayor (Segovia). Los clones proceden de árboles grandes productores de miera seleccionados y evaluados en campo. Se pretende determinar la correlación entre la producción de miera de los clones minirresinados y la producción de los ortets, evaluados en el monte mediante el método tradicional. También se ha calculado el valor de la heredabilidad clonal de la producción de miera y se ha evaluado la superioridad de los clones ensayados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

El estudio se ha realizado en un banco clonal establecido en 1995 y 1996 en el monte UP 132 «Cafria» término municipal Carbonero el Mayor, provincia Segovia, con injertos de árboles grandes productores de miera. Este banco clonal está constituido por 59 clones y 225 ramets.

Para efectuar la minirresinación se eligieron clones cuyos ortets (árboles seleccionados en monte de los que se recogieron púas para realizar los injertos) habían sido evaluados en campo por su producción de miera. Esta evaluación se realizó en monte durante los años 1998 y 1999 (Tadesse *et al.* 2001), y consistió en la resinación en campaña normal del árbol seleccionado y 10 árboles control alrededor de cada uno de los árboles seleccionados. A partir de los valores de producción obtenidos se calculó la superioridad de cada árbol, como su valor normalizado frente a los controles (intensidad de selección). Los clones minirresinados contaban con más de 2 ramets y un diámetro por encima de la unión del injerto mayor de 4 cm.

Se incluyeron árboles control, que eran brinzales sin injertar de la misma edad de los portainjertos y situados en el mismo banco clonal. Se escogieron los más próximos a los injertos que presentaban una altura y diámetro similar a los ramets elegidos.

En 1999 se resinaron 8 clones con 35 ramets y 5 árboles control. En el año 2000 se resinaron un total de 17 clones con 69 ramets y 10 árboles control, cuyos datos son la base del presente trabajo.

Métodos

Minirresinación

La preparación de los árboles se realizó entre los meses de abril y mayo. El trabajo consistió en colocar grapas, pasar el trazador y colocar los potes unos centímetros por encima de la unión del injerto. La minirresinación se realizó en los 3 meses de máxima producción de miera. La primera pica se dio la primera semana de junio, mientras que la última se efectuó la primera semana de septiembre. Se dieron picas cuadradas de 2,5 cm utilizando la técnica descrita por Ostrom y True (1946) (citado por Goddard y Peters, 1965), tal como se recoge en la Figura 1. Después de cada pica se aplicó estimulante pasta IFIE (Solís y Zamorano, 1974). Las picas y la aplicación del estimulante se realizaron cada 2

semanas hasta un total de 6 picas. Los instrumentos de resinación tradicionales (escoda, trazador y grapas) se han preparado a escala reducida, y para recoger la miera se han utilizado pequeños potes de cerámica.

En el caso de los árboles control, que no estaban injertados, la minirresinación se efectuó en una altura de un metro del suelo, aproximadamente, que es la altura media donde han sido resinados los ramets.



Fig. 1.—Detalle de minirresinación en un pie de *Pinus pinaster* injertado en 1995

Después de 2 semanas de la última pica (sexta pica) se pesó la miera producida por cada árbol. Adicionalmente se midieron la altura total y el diámetro (a la altura de la primera pica) de todos los árboles resinados.

Análisis de Datos

Se ha calculado el coeficiente de correlación de Pearson entre la producción de miera y la altura total y el diámetro de todos los árboles evaluados (clones y árboles control), y entre la producción de miera obtenida en 1999 y 2000. También se ha calculado la correlación entre la producción media de miera de los ramets de cada clon y la intensidad de selección evaluada en monte de cada ortet. A partir de los valores de producción de miera

de los 40 árboles resinados tanto en 1999 como en 2000 se ha realizado una prueba «t» para dos muestras emparejadas para comprobar la significación de las diferencias existentes entre los dos años.

La producción de miera está positivamente correlacionada con el diámetro y altura total de los árboles evaluados. Para los ramets se ha efectuado un análisis de covarianza, incluyendo el efecto del clon, para ajustar la producción de miera en función de ambas variables.

Para la determinación de la variación de la producción de miera entre clones se ha realizado un análisis de varianza siguiendo el Modelo Lineal General (Proc GLM, SAS 1996) a partir de los valores ajustados.

$$y_{ij} = \mu + c_i + \varepsilon_{ij}$$

donde y_{ij} es la producción de miera del ramet j del clon i , μ es la producción media de miera. Los cuadrados medios esperados se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1
Componentes de la varianza de la producción de miera

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio Esperado
Clon	c-1	$\sigma_w^2 + k\sigma_c^2$
Error	k-1	σ_w^2

La heredabilidad clonal (o repetibilidad) es determinada por la formula de Falconer y Mackay (1996):

$$h^2 = \frac{V_g + V_{eg}}{V_p} = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_{w/K}^2}$$

Donde: V_g es varianza genética, V_{eg} es varianza ambiental general y V_p es varianza fenotípica.

El error de la estimación de la heredabilidad se ha calculado mediante la aproximación recogida por Jain (1982):

$$\frac{32 [1 + (k-1)r]^2 (1-r)^2}{k(k-1)(c-1)}$$

donde: h^2 es la heredabilidad clonal de la producción de miera, c es el número de clones y k es el número de ramets por clon.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se recogen los valores descriptivos de la producción de miera obtenida durante el año 2000, así como de la altura y el diámetro de los árboles resinados. Los ramets, con altura y diámetro medio ligeramente menores a los árboles controles no injertados, tienen una producción individual de miera que oscila entre 44 y 525 g, con 183 g de promedio. La producción media de los árboles control ha sido de 107 g.

Tabla 2

Valores descriptivos de la producción de miera, altura total y diámetro de los ramets y árboles control

	RAMETS N=69				ÁRBOLES CONTROL N=10			
	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.
Peso miera (g)	183	44	525	84	107	65	142	27
Diámetro (cm)	6,2	3,9	11,4	1,7	7,5	6,2	9,5	1,9
Altura total (cm)	296	207	441	60	345	271	402	44

La producción de miera de los ramets presenta una distribución ligeramente asimétrica hacia la cola de la máxima producción (Fig. 2), presentando sólo 5 ramets con producciones menores a la media de los árboles control.

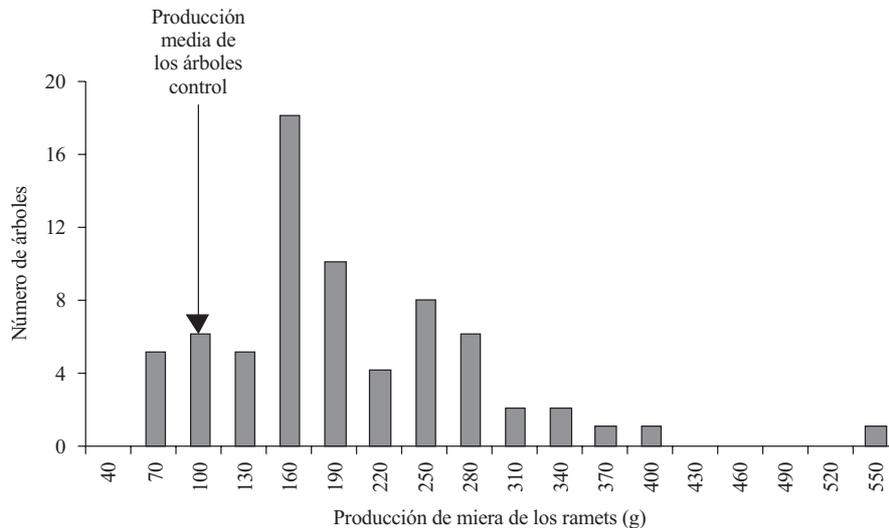


Fig. 2.—Frecuencia de distribución de resina de los ramets

La producción de miera de los árboles está correlacionada positivamente con la altura total ($r = 0,45$, $\infty = 0,01$) y con el diámetro de los árboles ($r = 0,43$, $\infty = 0,01$), lo que ha permitido ajustar los valores obtenidos por individuo, obteniéndose los valores por clon expresados en la Tabla 3. En esta tabla también se incluyen los valores obtenidos en la campaña de resinación de 1999, para un número reducido de árboles (35 ramets y 5 controles), que es algo inferior al año 2000. Esta diferencia es achacable a las distintas condiciones meteorológicas, principalmente ligadas a una primavera más fría durante el año 1999. La producción de miera de estos dos años está significativamente correlacionada ($r = 0,545$; $\infty = 0,01$), existiendo diferencias significativas entre la producción individual de los árboles entre ambos años ($t = 3,5$; $\infty = 0,001$). Como se observa, la variación entre los ramets de un mismo clon es de aproximadamente el 36 % de la media (excluyendo el valor del clon 21).

Tabla 3

Valores descriptivos de los ortets y de la producción de miera de los clones y árboles control minirresinados en los años 1999 y 2000

Clon	1999					2000				
	Intensidad de selección del Ortet	N.º Ramets	Prod. Media (g)	Desv. típica	CV	N.º Ramets	Prod. Media (g)	Prod. media ajustada	Desv. típica	CV
1	2,58	4	141,58	35,85	25,32	5	199	200,87	54,03	26,90
4	0,73	5	84,02	22,63	26,94	5	163	165,24	52,04	31,50
6	1,89	4	121,91	50,62	41,52	4	167	169,31	35,54	20,99
7	3,04					4	149	150,82	34,64	22,96
10	0,89	3	150,51	49,46	32,86	4	214	215,19	44,35	20,61
12	3,83					3	228	229,26	76,04	33,17
15	3,04					2	181	182,10	74,86	41,11
20	2,48	7	157,50	44,71	28,39	7	192	194,23	54,65	28,14
21	2,48					4	237	239,37	199,06	83,16
25	0,67					5	128	129,96	60,75	46,75
27	1,83	4	99,97	36,49	36,50	4	239	240,76	116,03	48,19
29	2,04	5	168,51	64,34	38,18	5	221	223,22	100,82	45,17
31	0,69					3	234	235,11	111,96	47,62
36	0,99	3	113,86	39,85	35,00	3	171	173,00	65,88	38,08
44	4,42					4	161	162,95	70,44	43,23
82	0,41					4	143	145,37	78,25	53,83
104	1,08					3	63	66,21	16,59	25,05
Control	0,00	5	84,52	29,12	34,46	10	107	110,72	25,89	23,39

Existen diferencias significativas en la producción de miera entre clones ($\infty = 0,05$). El clon menos productivo es el 104 (con 63 g de miera), mientras el clon 27 que es el de mayor producción triplica este valor (239 g de miera). La heredabilidad clonal de la producción de miera presenta un valor alto ($h^2 = 0,501$), presentando un error de la estimación de 0,29. Este valor, que también es alto, está motivado por que el número medio de ramets por clon es de 4.

La producción de los clones minirresinados en el banco clonal está altamente correlacionada ($r = 0,63$; $\infty = 0,05$) con el valor de la intensidad de selección de los ortets (evaluados en el monte), tal como se recoge en la Figura 3. Esta intensidad de selección es una estimación de la superioridad de los árboles seleccionados para la producción de miera.

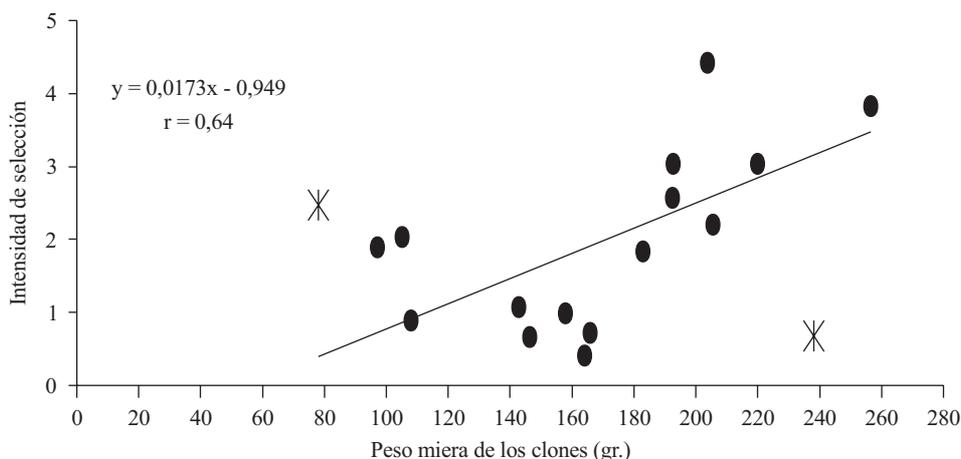


Fig. 3.—Relación entre la evaluación en el banco clonal (producción de resina de los clones ajustada al tamaño de los ramets) y en el campo (Intensidad de selección de los ortets)

Nota: * Árboles no incluidos en el cálculo de las correlaciones por tener datos anormales.

DISCUSIÓN

La técnica de minirresinación utilizada en el presente trabajo es eficaz para evaluar la correlación de la evaluación en el monte y en el banco clonal y realizar las primeras estimaciones de la heredabilidad clonal de la producción de miera en *Pinus pinaster*.

La distribución ligeramente asimétrica hacia la cola de la máxima producción se ha mencionado por Squillace (1965), Peters (1971), y Nanos *et al.* (2000). El último trabajo se realizó para estudiar la distribución de la producción de miera de *Pinus pinaster* en los montes resineros de la provincia Segovia. Estas propiedades de la distribución de la producción de miera hacia la cola de máxima producción son las que facilitan la selección de superiores genotipos en los programas de mejora genética.

Las correlaciones positivas encontradas entre la producción de miera con la altura total y con el diámetro de los árboles también confirman los resultados obtenidos por Squillace (1965), Goddard y Peters (1965), Peters (1971) y Sehgal *et al.* (1994) en otras especies de pinos productores de miera. Por tanto, puede esperarse una selección eficaz para los caracteres de producción de miera y producción de madera.

En el presente trabajo se ha obtenido una alta heredabilidad clonal ($h^2 = 0,501$) para *Pinus pinaster*, que indica que más del 50 % de la variación de la producción de miera entre clones es debido a factores genéticos. La variación encontrada entre ramets de un mismo clon es muy importante. En esta variación puede ser importante la interacción púa-pa-

trón al haber realizado la evaluación en injertos. Sin embargo, no existen estudios que hayan analizado este aspecto. También hay que tener en cuenta que el diseño del banco clonal, establecido en una repoblación de la especie, sin un diseño concreto, no ha permitido eliminar gran parte de la variación ambiental existente en la zona.

Una de las propiedades que ha motivado la ejecución de los programas de mejora genética en la producción de miera es la alta heredabilidad de la misma. Así, Squillace y Bengston (1961) determinaron valores de heredabilidad para la producción de miera entre 0,45 y 0,9 para *Pinus elliottii*. Garrido *et al.* (1988) obtuvieron entre 0,38 y 0,52; Álvarez *et al.* (1987) han estimado un valor de 0,67 para *Pinus caribaea*. Mientras que Pswarayi *et al.* (1996) calcularon una heredabilidad de 0,37. Los valores encontrados en *Pinus pinaster* son parecidos a los señalados por estos autores, y aseguran que se puede obtener ganancias genéticas elevadas y por tanto un incremento de producción de miera en las plantaciones mejoradas. Se necesita, sin embargo, ampliar el número de clones y ramets evaluados para obtener estimaciones más precisas para su aplicación en los programas de mejora de la especie.

Basándose en estos resultados se pueden realizar las primeras estimaciones de la ganancia genética ($\Delta G = h^2 * S$) para *Pinus pinaster*. Considerando un valor de heredabilidad (h^2) de 0,50, y un diferencial de selección S de 76, se puede obtener una ganancia del 35,5 %. Garrido y Garrido (1988) indican ganancias mayores, con valores de 39 %, 74 % y 40 %, para *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. oocarpa* respectivamente.

Las altas correlaciones obtenidas entre la evaluación en el banco clonal y en el monte está de acuerdo con los resultados mencionados por Kraus (1965) y Squillace y Gansel (1974) que indicaban valores próximos a 0,6. Estos resultados confirman que la minirresinación es una herramienta muy útil para la selección y la determinación de diferentes parámetros genéticos en los programas de mejora. Así mismo permite seleccionar los mejores genotipos por los resultados de las evaluaciones en el campo (intensidad de selección de cada árbol) de que se dispone (evaluación de 51 genotipos, durante dos años), al asegurarnos que están correlacionados con futuras evaluaciones en ensayos clonales o de progenies. Estos árboles pueden ser objeto de cruzamientos y propagación en plantaciones comerciales lo que permite acortar el ciclo de mejora de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la colaboración de Fidel García en el diseño de las herramientas y la ejecución de la minirresinación. Aránzazu Prada realizó la selección de los árboles grandes productores de miera y el establecimiento del banco clonal. Agradecemos al Servicio de Medio Ambiente y O.T. de Segovia de la Junta de Castilla y León las facilidades prestadas para llevar a cabo este trabajo, que se ha realizado dentro del proyecto INIA SC97-118 del Plan Sectorial del MAPA.

SUMMARY

Early testing of resin yield in *Pinus pinaster* Ait.

Micro-chipping was carried out in a clonal bank of *Pinus pinaster* with 17 clones and 69 ramets and 10 control (non grafted trees) trees. The micro-chipping consisted on the tapping of an area of 2.5 square cm above the graft union, every two weeks. Six tapping were made during the 3 months of the maximum resin yield (June, July and August).

A high clonal heritability value ($h^2 = 0,501$) for resin yield was computed. This demonstrates that more than 50 % of clonal resin yield variation is due to genetic factors. Moderately strong correlation was recorded

between resin yield of the ortets and their micro-chipped clones ($r = 0,63$, with $\alpha = 0,05$) showing the effectiveness of both evaluation methods. The resin yield of clones has been very superior to the production of the control trees. The resin yield has been positively correlated with the total height ($r = 0,45$, $\alpha = 0,01$) and with the diameter ($r = 0,43$, $\alpha = 0,01$) of the trees.

KEY WORDS: Micro-chipping
Pinus pinaster
Heritability
Early selection

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ A., STEPHAN G., GONZÁLEZ A., BLANCO J., 1987. Alternativas para el mejoramiento genético de los rendimientos de resina en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. I. El mejoramiento genético de los rendimientos de resina. Revista Forestal Baracoa, 17, 55-63.
- FALCONER D.S., MACKAY T.F.C., 1996. Introduction to quantitative Genetics. Prentice Hall, fourth edition. 464 pp.
- GARRIDO L.M.A.G., ZANDARIN M.A., SALLES L.M.A.B., GURGEL-GARRIDO L.M.A., 1986. Comparação entre técnicas de micro-resinagem. Boletim Técnico do Instituto Florestal. Sao Paulo, 40A(2), 545-575.
- GARRIDO L.M.A.G., GARRIDO M.A.O., KAGEYAMA P.Y., 1988. Teste de progenies precoce de meios-irmãos de *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* de árvores superiores para produção de resina 1. Silvicultura em Sao Paulo, 20-22, 31-39.
- GARRIDO L.M.A.G., GARRIDO M.A.O., 1988. Seleção em *Pinus* tropicais para produção de resina. Silvicultura em Sao Paulo, 20-24, 41-46.
- GIL L., 1998. La Mejora Genética de la producción de resina. Primer simposium de aprovechamiento de resinas naturales. Actas científicas 39-48.
- GODDARD E., PETERS W.J., 1965. Progress in the selection and breeding of superior trees to upgrade gum yield. Naval stores review. February 4-5, 13, 15.
- JAIN J.P., 1982. Statistical techniques in quantitative genetics. McGraw-Hill publishing company limited. New Delhi. 328 pp.
- KRAUS J.F., 1965. Conversion of oleoresin yields from short –season Microchipping to full– season yields from standard chipping. U.S. Forest Service Research Note SE - 48, 4pp.
- NANOS N., TADESSE W., MONTERO G., GIL L., ALIA R., 2000. Modelling resin production distributions for *Pinus pinaster* Ait. using two probability functions. Ann. For. Sci., 57, 369-377.
- OSTROM C.E., TRUE R.P., 1946. A «test tube» method for experiments in gum flow. Amer. Turp. Farmers Assoc. Journal, 9 (2), 10.
- PETERS W., 1971. Variation in oleoresin yielding potential of selected Slash Pines. Forest Science.17(3), 306-307.
- PRADA M.A., ALLUÉ M., GIL L., PARDOS J.A., 1997. Programa de mejora genética de *Pinus pinaster* Ait. grandes productores de miera en la provincia de Segovia. Cuadernos de la SECF 5, 67-71.
- PSWARAYI I.Z., BARNES R.D., BIRKS J., KANOWSKI P.J., 1996. Genetic parameter estimates for production and quality traits of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* in Zimbabwe. Silvae Genetica, 45, 216-222.
- SEHGAL R.N., CHAUHAN, S.K., KOSHLA P.K., 1994. Variation in cone, seed and nursery characters in high resin yielding trees selected in Himachal Pradesh. Indian Journal of Forestry, 17, 105-111.
- SERRANO M., 1994. Métodos de Ordenación de Pinares de resinación. Cap. 13. En: A. Madrigal (Coord.). Ordenación de Montes Arbolados. Colección Técnica. ICONA. Madrid. pp:255-265
- SOLÍS W., ZAMORANO J. L., 1974. Características y utilización de la «pasta IFIE» como estimulante de resinación. Hoja técnica INIA, 19pp.
- SQUILLACE A.E., 1965. Combining superior growth and timber quality with high gum yield in slash pine. Proc. 8th South Conf. Forest Tree Impr., 73-76
- SQUILLACE A.E., BENGSTON W., 1961. Inheritance of gum yield and other characteristics of slash pine. South conference on forest tree improvement proceedings.6 th. 85-96.
- SQUILLACE A.E., GANSEL C.R., 1974. Juvenile: Mature correlation in slash pine. Forest Science, 20, 225- 229.
- TADESSE W., NANOS N., AUÑÓN F.J., ARRABAL C., GARCÍA C., GIL L., ALIA R., PARDOS J.A., 2001. Genetic improvement of resin yield from Maritime pine in Spain. Forest Chemicals Review. Jan.-Feb.: 10-16.