

INFLUENCIA DE LA POSICION EN LA COPA Y DEL AÑO DE MADURACION EN LA GERMINACION DE LAS SEMILLAS DE *PINUS PINASTER* AIT. DE LA SIERRA DEL TELEN0 (LEON, NOROESTE DE ESPAÑA)

**C. MOLINA
R. TAPIAS
L. GIL**

Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética. ETSI de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
Av. Ramiro de Maeztu, s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

La procedencia de *Pinus pinaster* Ait. de las estribaciones de la Sierra del Teleno (Suroeste de León, España) desarrolla conos serótin0s. Este carácter ha sido estudiado en otras especies de pinos por su significado como estrategia de adaptación al fuego. En el presente artículo, se analiza la gran variabilidad de durmiciones encontradas en las semillas de esta procedencia. Los resultados indican que los piñones procedentes de conos situados en el lado sur de la copa germinan más rápido que aquéllos localizados al norte o en el ápice de la copa. La germinación a los 25 días de lotes de piñones está correlacionada con la temperatura media de las máximas diarias imperante durante su verano de maduración. Por el contrario, diferentes temperaturas de maduración no se corresponden con diferentes porcentajes de viabilidad en estos piñones. Se interpreta la relación germinación-temperatura de maduración del piñón como un eficiente mecanismo para diversificar la duración de las durmiciones innatas y, de esta forma, conseguir una germinación prolongada en el tiempo.

PALABRAS CLAVE: Conos serótin0s
Pinus pinaster
Adaptación al fuego
Durmición

INTRODUCCION

La procedencia de *Pinus pinaster* Ait. de la Sierra del Teleno (Suroeste de León, España) presenta estrategias de adaptación a los incendios forestales que la separa de las poblaciones naturales más cercanas y de las que se encuentra aislada geográficamente (más de 150 km hasta los pinares de Valladolid). La presencia de conos serótin0s constituye un rasgo que le permite almacenar un importante banco aéreo de semillas preparadas para diseminar tras el paso del fuego, hasta el punto de que se han encontrado conos de más de 40 años que conservaban viables sus semillas. Esta estrategia permite al *P. pinaster* regenerarse en un rodal quemado a partir de propágulos (semillas) del mismo rodal y

Recibido: 14-6-96

Aceptado para su publicación: 20-3-97

no necesariamente de la existencia de rodales próximos que no hubieran sido afectados por el incendio.

Estos pinares se extienden por las estribaciones meridionales de la Sierra del Teleno, en el Suroeste de la provincia de León. Las masas crecen entre los 800 y 1.300 m de altitud, comprendiendo unas 15.000 ha sobre suelos de fragmentos de cuarzo, cuarcitas y algunas areniscas bastante consolidadas. La temperatura media anual es de unos 8° C y la precipitación media anual es de 700 mm, con una sequía estival marcada.

Estudios previos (Tapias, 1993) muestran que esta procedencia es capaz de almacenar a los dieciocho años un banco aéreo de dos a cuatro millones de semillas por hectárea. Tal cantidad de semillas es parcialmente reducida durante el incendio y posteriores predaciones, finalmente se alcanzan unas densidades de 40.000 a 150.000 plántulas por hectárea cuya germinación se extienden en el tiempo desde el otoño siguiente a la dispersión hasta la primavera del tercer año, en mucha menor proporción. Durante este período, los piñones pueden entrar en durmiciones inducidas, generadas después de la dispersión de las semillas (Harper, 1957).

La producción de semillas con una amplia gama de intensidades de durmición es una conocida adaptación de las plantas para alcanzar la regeneración en estaciones de condiciones meteorológicas irregulares (Gutterman, 1986), como es el caso del clima mediterráneo. Su función parece ser múltiple: ayuda a prevenir germinaciones precoces en la planta madre (muy frecuente en el clima tropical donde las condiciones de humedad y temperaturas son óptimas en todo momento), asegura una mayor dispersión de las semillas y reduce las posibilidades de que unas condiciones desfavorables posteriores a una hipotética germinación masiva abortasen el esfuerzo de regeneración de la especie. Esta variación de las durmiciones innatas (definidas como aquéllas generadas en el embrión durante la maduración de la semilla) son consecuencia de la diversidad de genotipos y de ambientes de maduración de las semillas. Así, como afirma Gutterman (1992), la influencia del genotipo asegura que la germinación de la mayor parte de las semillas ocurrirá en el lugar y la estación adecuados, mientras que la influencia del ambiente garantiza que sólo una parte de éstas germinarán a la vez. La alta variabilidad de genotipos es una característica de las poblaciones naturales, mientras que la variación ambiental se debe fundamentalmente a la diferente posición de las semillas en la planta y a las condiciones meteorológicas imperantes durante el período de desarrollo del embrión.

Tanto los mecanismos de apertura de conos seróticos como la capacidad germinativa de los piñones que encierran han sido objeto de múltiples estudios en varias especies de pinos, donde se encontró alta viabilidad en conos seróticos abiertos a altas temperaturas (*Pinus banksiana*, Beaufait, 1960; *Pinus ponderosa*, Larson, Schrubert, 1969; y *Pinus pungens*, Barden, 1979). En la germinación de los piñones de *Pinus pinaster* se ha estudiado la influencia de diferentes factores, tales como la temperatura de apertura de los conos (David, Guerindon, 1952), la morfología del piñón (Bonilla, 1963; Kandya, Ogino, 1986), el año de maduración (Giannini *et al.*, 1983; Prada, 1992) o la luz (Bonnet-Masimbert, 1975). En este artículo, se analiza el efecto de la posición de la piña en la copa, así como, de la temperatura existente durante el período de desarrollo del embrión, sobre la germinación, concretamente sobre la durmición innata.

Para ello, se compara, por un lado, piñas procedentes del mismo pie y maduras el mismo año, pero recogidas en distinta posición de la copa. Y, por otro, piñas de un mismo individuo, recogidas en la misma posición de la copa (fuste), pero de distintos años, es decir, con distintas temperaturas de maduración de las semillas.

METODOLOGIA

Obtención del material

El material utilizado fueron piñones extraídos a conos seróticos de ejemplares de *Pinus pinaster* recogidos en el monte número 24 del Catálogo de Montes de U.P., perteneciente a Tabuyo del Monte (León). La recogida del material vegetal se realizó durante el mes de julio de 1994.

Influencia de la posición en la copa

Se señalaron dos pinos maduros, separados más de 100 m, con la copa plenamente formada y con su lado sur al borde de un camino para que el efecto posición estuviera suficientemente marcado. Se escogieron las piñas maduras en los años 1989 y 1990, por ser cosechas de las que se disponía de un número adecuado de conos, distinguiendo tres clases, según se recogieran en la parte inferior de la copa (a unos 8 m de altura) en su exposición norte (N), sur (S) o en el ápice del pino (A). La edad (E), altura total (HT) y diámetro a la altura del pecho (ϕ) de los pies y número de piñas recogidas por clase se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

CARACTERISTICAS DE LOS PIES ESTUDIADOS

Characteristics of trees assayed

E1	37	12,0	30,0	8	4	5
E2	64	12,0	38,0	5	6	5

E: edad, HT: altura total, ϕ : diámetro normal, N: Norte, S: Sur y A: ápice.

Influencia de las condiciones meteorológicas del año

Se buscaron otros dos árboles que poseyesen a lo largo del fuste (que supone la misma posición en la copa a lo largo de los años) una serie completa de piñas serótinas maduras durante el mayor número de años consecutivos (los últimos seis años). La edad (E), altura total (HT), diámetro normal (ϕ) de estos pinos y el número de piñas recogidas en cada año se muestran en la Tabla 2.

Germinación

Las piñas se abrieron a una temperatura que no superó nunca los 55° C. Tras la separación de los piñones vanos por flotación en agua se realizó un tratamiento fungicida de las semillas por inmersión durante 15 min en una solución con CAPTAM al 2,5 p. 100, tras la cual se lavaron con agua y se pusieron a germinar. Se utilizaron dos cámaras de germinación programadas a una temperatura de 20° C y un fotoperíodo de 12 h. De acuerdo con el

número de piñones extraídos para cada tratamiento se dividieron en repeticiones que contenían entre 20 y 35 semillas. Se realizó un diseño completamente aleatorizado con seis repeticiones por árbol y tratamiento.

TABLA 2

CARACTERISTICAS DE LOS PIES ESTUDIADOS Y NUMERO DE PIÑAS RECOGIDAS DE CADA COSECHA

Characteristics of trees assayed and number of cones collected each year

A1	18	4,0	9,0	1	2	3	2	1	2
A2	16	4,0	11,0	2	7	4	7	2	2

El año se refiere al de maduración de la piña.

Se realizaron controles de germinación cada tres días hasta los 30 días, posteriormente se continuó con controles semanales hasta los 90 días. A una muestra de piñones no germinados, se le realizó el test del tetrazolio para dilucidar su viabilidad, para lo cual se siguió la metodología de Leadem (1984).

Elaboración de los datos

La dificultad de encontrar árboles que aunasen todas las características buscadas y la existencia de años con gran número de piñones vanos obligaron a reducir el número de semillas en algunas muestras. Aun así, se consiguió desarrollar el experimento con un número de piñones por tratamiento aceptable (el mínimo fue de 64 piñones).

Para el análisis de los datos se seleccionaron las variables de porcentaje de germinación acumulada a los 25 y 90 días. La elección de la germinación a los 25 días se realizó por ser el período en el que se encontraron las mayores diferencias, ya que las máximas germinaciones diarias se observan entre los 20 y 25 días según se manifiesta en las curvas de germinación acumulada. El 90 p. 100 de germinación se alcanzó a los 90 días en la mayoría de los tratamientos.

El número de días en los que se alcanza la máxima germinación diaria por tratamiento se calculó como la media de los períodos necesarios para cada una de sus repeticiones.

Para relacionar la germinación de los árboles A1 y A2 con las condiciones climáticas durante la maduración de los embriones se calcularon los coeficientes de correlación entre las germinaciones medias y distintos parámetros térmicos del período de maduración de la piña. Estos fueron la temperatura media del mes de septiembre (Tm9), la media de las máximas de septiembre (Tmm9) (que es el mes en el que termina el desarrollo del embrión), la temperatura media (Tm7-9) y media de las máximas diarias en el período de julio a septiembre (Tmm7-9) (que es el período en el que ocurre la mayor parte del desarrollo del embrión, Francini, 1958). Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la Estación de Tabuyo del Monte, situada a 980 m de altitud, a unos cuatro kilómetros de los árboles donde se recogieron las muestras.

Tras efectuar la transformación angular de Bliss (arcoseno de la raíz del porcentaje dividido por 100) a los datos se les realizó un análisis de varianza donde se consideran tres factores para el ensayo de exposiciones: genotipo (árbol), macroambiente (año de maduración) y microambiente (posición en la copa) y las interacciones que resultaron significativas, mientras que para el ensayo de los años de maduración el número de factores fue de dos: genotipo (árbol) y clima (año). Se empleó un modelo de factores fijos dado el reducido número de individuos, años y posiciones en la copa muestreados.

Se llevó a cabo un análisis de comparación de medias mediante el método Tukey y se diferenciaron grupos homogéneos para los tres factores y sus interacciones.

RESULTADOS

En las Tablas 3 y 6 se presentan los porcentajes de germinación. Las diferencias observadas tanto entre árboles como dentro del mismo árbol, evidencian una gran variabilidad de dormiciones innatas en estos piñones.

Análisis de la germinación según la posición de los piñones en la copa

En los dos árboles y años de maduración estudiados, la germinación de los piñones se comporta de una forma similar según su exposición. Los resultados se resumen en la Tabla 3:

TABLA 3

GERMINACION ACUMULADA DE LOS PIÑONES SEGUN LA POSICION DE LA PIÑA EN LA COPA

Accumulated germination of seeds according to position of the crown where cone ripened

AÑO 1989					AÑO 1990				
			25 días	90 días			25 días	90 días	
Sur	131	16	65,4 ± 4,3	91,5 ± 2,2	203	14	89,8 ± 2,2	94,6 ± 1,7	
Norte	209	24	43,5 ± 3,3	97,1 ± 1,9	203	15	83,1 ± 3,1	96,0 ± 1,5	
Apice	176	24	45,9 ± 5,7	97,0 ± 1,5	208	16	77,6 ± 3,3	97,0 ± 1,1	

			25 días	90 días			25 días	90 días
Sur	210	21	62,9 ± 5,2	89,5 ± 2,0	209	14	91,4 ± 1,3	97,5 ± 1,4
Norte	210	25	37,6 ± 7,6	79,0 ± 6,1	163	17	34,1 ± 5,9	70,5 ± 3,2
Apice	210	34	11,4 ± 2,8	86,0 ± 3,0	186	16	85,7 ± 4,7	96,3 ± 1,6

(1) Número de días necesarios para alcanzar el máximo de germinación diaria.

TABLA 4

**RESUMEN DE LOS ANALISIS DE LA VARIANZA
PARA LA GERMINACION A LOS 25 (G25) Y 90 DIAS (G90):
NIVELES DE SIGNIFICACION EN EL ENSAYO DE
GERMINACION SEGUN LA POSICION EN LA COPA, MODELO
DE TRES FACTORES FIJOS CON INTERACCIONES,
Y EN EL ENSAYO DE GERMINACION SEGUN EL AÑO
DE MADURACION, MODELO DE DOS FACTORES FIJOS
CON INTERACCION**

*Analysis of variance for germination: signification level for germination
25 (G25) and 90 days (G90), according to cone position in the crown, and
according to year of cone repening*

Modelo	8	0,0001	0,0001	Modelo	13	0,0001	0,0001
Error	61			Error	47		
Total	69			Total	60		
ARBOL	1	0,0001	0,3075	ARBOL	1	0,4637	0,3918
AÑO	1	0,0004	0,0001	AÑO	6	0,0001	0,0001
EXPO	2	0,0001	0,0004	ARBOL * AÑO	6	0,0141	0,0404
ARBOL*EXPO	2	0,0004	0,0004				
AÑO * EXPO	2	0,0131	0,0001				
R²		0,75	0,64			0,76	0,59
C.V.		18,56	10,24			10,24	16,67
Media		60,53	89,97			65,26	80,11
Root MSE		14,20	7,15			12,40	12,80

Los lotes de piñones madurados en la parte sur de la copa (donde se alcanzan mayores temperaturas) llegan en un menor número de días a su máximo de germinación, y es mayor su porcentaje de germinación acumulada a los 25 días, que en aquellos lotes madurados al norte o en el ápice de la copa. Esto se puede ver en el análisis de grupos realizado (Tabla 5, Fig. 1) donde también resultan distintos los factores, individuo y año de maduración.

En el análisis de la varianza realizado para la germinación a los 25 días (Tabla 4), resultan significativos todos los factores y las interacciones de la exposición (microambiente) con el árbol (genotipo) y año de maduración (macroambiente).

La existencia de interacciones se observa en la Figura 1. Los porcentajes de germinación a los 25 días de las semillas maduras al sur son siempre superiores a los del norte, en los dos árboles y años estudiados. La magnitud de esta diferencia varía con el genotipo y con las condiciones macroambientales de cada año de maduración. Las semillas maduras en la posición apical muestran distinta germinación en relación a las otras exposiciones según

el árbol y año de maduración, así, los porcentajes de germinación en el ápice del árbol E1 son inferiores a los del norte mientras que en el A2 son superiores; y en el año 1989 son similares al norte y en el 1990 superiores, resultado de una germinación muy baja en el árbol A1 (11 p. 100, muy inferior al norte) y alta en el A2 (86 p. 100, superior al norte).

TABLA 5

CUADRO DE MEDIAS Y ANALISIS DE GRUPOS, METODO DE COMPARACION DE MEDIAS DE TUKEY, PARA LOS PORCENTAJES DE GERMINACION A LOS 25 Y 90 DIAS

Analysis of groups from a Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable germination at 25 and 90 days (G25 and G90)

Nivel	Rep.	Media G25	Error		Media G90	Error	
Total	70	60,5	3,3		89,9	1,6	
Arbol							
1	34	43,2	3,6	A	89,9	1,8	A
2	36	76,9	3,6	B	90,0	2,7	A
Año							
1989	34	67,7	3,5	B	95,8	0,7	B
1990	36	53,8	5,2	A	84,5	2,8	A
Exposición							
Norte	24	49,6	4,8	A	82,7	3,7	A
Sur	22	78,4	3,3	B	93,4	1,1	B
Apice	24	55,1	6,4	A	94,1	1,4	B

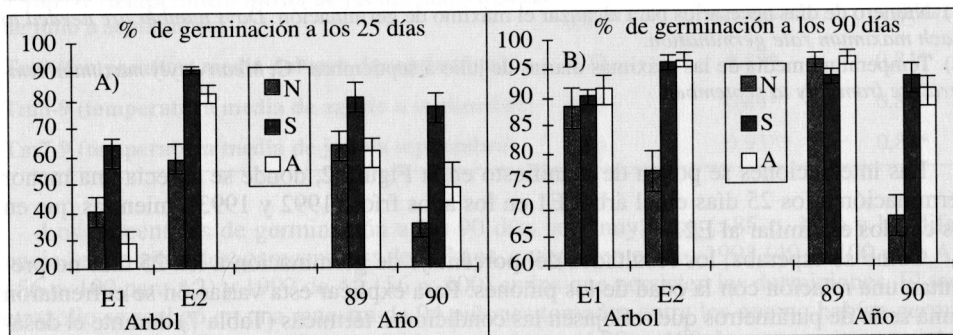


Fig. 1.—Porcentajes de germinación a los 25 (A) y 90 días (B) por árbol y año de maduración en las tres exposiciones de copa (N: norte, S: sur y A: ápice)

Accumulated germination of seed 25 (A) and 90 days (B) according to position in the crown, tree and cone maturation year

Los porcentajes de germinación acumulados a los 90 días fueron muy altos, con un valor medio del 90 p. 100 para todo el ensayo. Aunque en el análisis de varianza realizado sigan siendo significativos el año, la exposición y sus interacciones, las diferencias entre posiciones se diluyeron salvo para la exposición norte del año 1990 (79 p. 100 para E1 y 71 p. 100 para E2), donde las durmiciones fueron más fuertes.

Análisis de la germinación según el año de maduración de los piñones

Las diferencias de porcentaje de germinación acumulada a los 25 días entre distintos años de maduración son mayores que las diferencias entre individuos, que no son significativas como se observa en el análisis de varianza realizado (Tabla 4). Los resultados quedan resumidos en la Tabla 6.

TABLA 6

GERMINACION ACUMULADA DE LOS PIÑONES SEGUN EL AÑO DE MADURACION DE LA PIÑA

Accumulated germination of seeds according to cone maturation year

				25 días	90 días			25 días	90 días	25 días
27,0	1988	72	18	74 ± 2	86 ± 2	88	20	67 ± 4	84 ± 6	71 ± 4
27,0	1989	175	19	79 ± 4	88 ± 4	64	18	78 ± 7	89 ± 4	79 ± 1
27,8	1990	281	20	80 ± 2	89 ± 2	268	17	82 ± 3	87 ± 3	81 ± 1
28,0	1991	172	20	61 ± 7	83 ± 3	447	18	81 ± 3	94 ± 1	72 ± 10
25,9	1992	86	20	32 ± 1	57 ± 2	101	20	60 ± 9	90 ± 5	46 ± 14
23,4	1993	138	22	22 ± 4	47 ± 5	64	20	21 ± 8	44 ± 15	22 ± 1

(1) Número de días necesarios para alcanzar el máximo de germinación. *Days number are needed to reach maximum rate germination.*

(2) Temperatura media de las máximas diarias de julio a septiembre ° C. *Mean daily maximum temperature from july to september.*

Las interacciones se ponen de manifiesto en la Figura 2, donde se aprecia una menor germinación a los 25 días en el árbol E1 en los años fríos (1992 y 1993), mientras que en los cálidos es similar al E2.

Como se esperaba, los resultados del porcentaje de germinación a los 25 días no presentan una relación con la edad de los piñones. Para explicar esta variación se enfrentaron a una serie de parámetros que reflejasen las condiciones térmicas (Tabla 7) durante el desarrollo del embrión.

Los lotes de piñones madurados durante veranos fríos (años 1992 y 1993) necesitan más días para alcanzar su velocidad máxima de germinación que aquéllos desarrollados durante veranos más cálidos. En la Tabla 7 se observa cómo los porcentajes de germinación a los 25 días están relacionados con la temperatura a la que maduraron los piñones (Fig. 3).

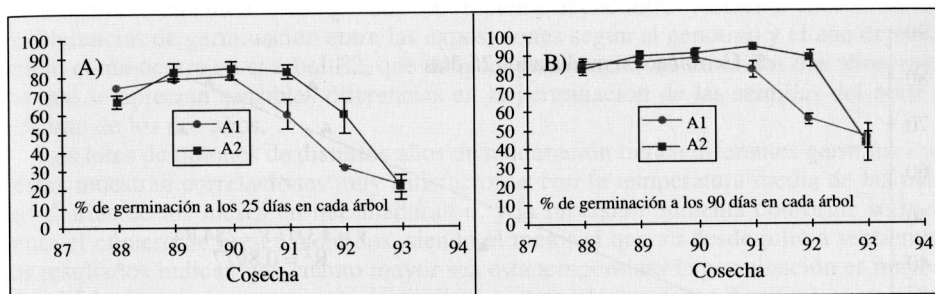


Fig. 2.—Porcentajes de germinación a los 25 (A) y 90 días (B) para cada cosecha y cada árbol
Accumulated germination 25 (A) and 90 days (B) according to cone maturation year

TABLA 7

**COEFICIENTES DE CORRELACION DE LA GERMINACION
A LOS 25 DIAS (ARBOLES A1, A2 Y MEDIA DE AMBOS)
CON DISTINTAS VARIABLES TERMICAS**

Correlation coefficient between germination and different temperatures

	A1 (R)	A2 (R)	Media (R)
TMm9 (temperatura media de las máximas diarias del mes de septiembre)	0,79*	0,86*	0,86*
TMm8-9 (temperatura media de las máximas diarias de agosto a septiembre)	0,75	0,88*	0,83*
TMm7-9 (temperatura media de las máximas diarias de julio a septiembre)	0,84*	0,99**	0,95**
Tm9 (temperatura media del mes de septiembre)	0,72	0,88*	0,84*
Tm8-9 (temperatura media de agosto a septiembre)	0,66	0,89*	0,80*
Tm7-9 (temperatura media de julio a septiembre)	0,66	0,93**	0,82*

Los porcentajes de germinación a los 90 días son muy altos (>85 p. 100) y las diferencias entre años desaparecen (test de Tukey), excepto en el año 1993 (49 p. 100 para A1 y 56 p. 100 para A2) y 1992 de A1 (56 p. 100) en los que persisten las durmiciones. El test tetrazolio se realizó en una muestra de 94 piñones tomados entre los que no habían germinado a los 90 días, las semillas no viables supusieron el 28 p. 100, lo que arroja una viabilidad media del 96 p. 100.

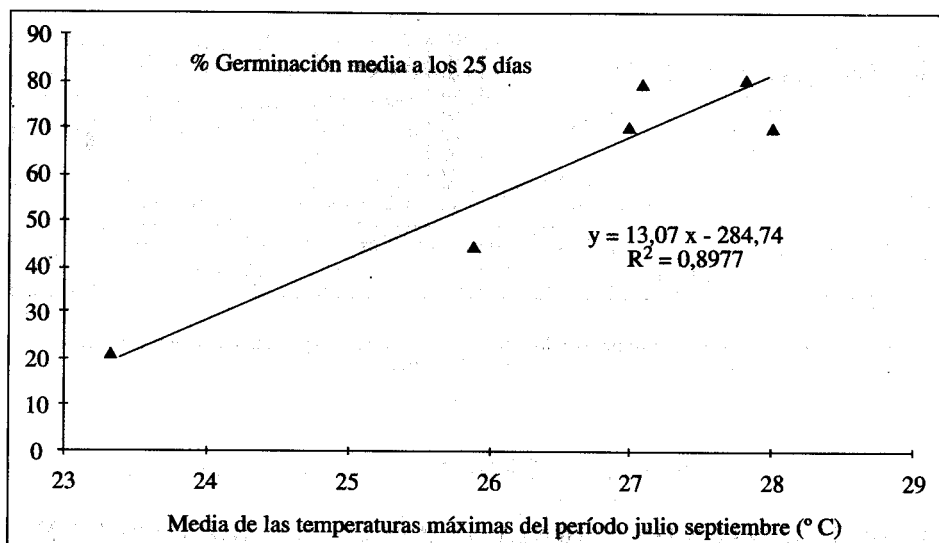


Fig. 3.—Media de los porcentajes de germinación a los 25 días, según la media de las temperaturas máximas del período de julio a septiembre
Germination according to mean daily maximum summer temperatures in maturation year

DISCUSION

La dormición es un proceso generalizado en las semillas de *Pinus pinaster* de la procedencia de la Sierra del Teleno. De los 20 tratamientos analizados con semillas procedentes de cuatro árboles, en sólo dos tratamientos las germinaciones fueron superiores al 90 p. 100 a los 25 días, y ambos pertenecen al mismo genotipo. Los porcentajes de viabilidad fueron superiores al 90 p. 100 en dos tercios de los tratamientos y el más desfavorable fue del 84 p. 100 (árbol A2, piñas de 1993).

Los piñones desarrollados en conos seróticos del *Pinus pinaster* de la Sierra del Teleno presentan una gran variabilidad de dormiciones innatas, como consecuencia de unas destacadas diferencias entre genotipos y unas condiciones ambientales que varían según años y localizaciones de la piña en el árbol. La influencia del ambiente se debe fundamentalmente a la diferenciación de microclimas en las distintas partes de la copa y a las condiciones meteorológicas cambiantes de un año para otro. Esta influencia ha sido descrita en otras plantas como *Xanthium pensylvanicum* (Esashi, Leopold, 1968), *Aegilops ovata* (Datta *et al.*, 1972) y *Apium graveolens* (Thomas *et al.*, 1979).

La posición del piñón en la copa influye en su germinación. Los piñones en la cara sur desarrollan dormiciones innatas más cortas que aquéllos generados al norte (estas diferencias no se mantienen para la viabilidad, que es alta en todas las posiciones). Estudios en otras plantas han puesto de manifiesto que la posición en la planta influye en el tamaño, morfología y germinación de la semilla (Datta *et al.*, 1972, para *Aegilops ovata* y Thomas *et al.*, 1979, para *Apium graveolens*); estos efectos pueden durar en la semilla almacenada durante años (Guterman, 1990).

Se observa una interacción genotipo x ambiente al encontrar variación en la cuantía de las diferencias de germinación entre las exposiciones según el genotipo y el año de maduración; como ocurre en el árbol E2, que da igual germinación al sur en los dos años, mientras que se aprecian sensibles diferencias en la germinación de las semillas del norte de cada uno de los dos años.

Los lotes de piñones de distintos años de maduración tienen diferentes germinaciones y éstas muestran correlaciones muy satisfactorias con la temperatura media de las máximas diarias de los meses en que maduraron, y la precisión aumenta conforme se incrementa el número de meses incluidos, siendo el mejor el que va desde julio a septiembre. Los resultados indican que cuanto mayor sea esta temperatura la germinación es mayor y más rápida. Este comportamiento es similar en otras plantas como *Aegilops ovata* (Datta et al., 1972) *Chenopodium bonus-henricus* (Dome, 1981) y *Avena fatua* (Peters, 1982), pero no siempre como es el caso del *Chenopodium album* (Karssen, 1970).

La influencia del ambiente en la generación de durmiciones innatas se ha estudiado ampliamente en gran número de plantas anuales o bianuales, donde son determinantes los últimos 5 a 15 días de maduración del embrión (Guterman, 1992). Nuestro estudio se ha realizado en una especie arbórea (*Pinus pinaster*), con período de formación del embrión notablemente más largo, por tanto, la influencia del ambiente se manifiesta durante todo este tiempo. La fecundación se produce a mediados de junio y el embrión se encuentra en pleno desarrollo hacia la mitad de agosto (Francini, 1958), de forma que el período de maduración del embrión se extiende a lo largo de todo el verano y es el mes de septiembre el período que más condiciona la durmición innata de los piñones.

En *Pinus pinaster*, Giannini et al. (1983) han encontrado diferencias significativas de germinación según el año de maduración y un aumento del peso del piñón según disminuía la altitud del rodal. Por otra parte, Kandya, Ogino (1986) han descrito una fuerte relación entre el aumento del tamaño del piñón y la disminución del número de días necesarios para germinar. Estos dos trabajos refuerzan la relación entre la temperatura de maduración, tamaño y la durmición innata de las semillas debido a la evidente influencia de la altitud sobre la temperatura.

Una vez madurado el piñón permanece en el cono serótino formando parte del banco aéreo de semillas del rodal. En esta fase de durmición forzada sufre durante años importantes oscilaciones térmicas y, en menor medida, de humedad. Roberts (1965) asegura que, tras la maduración de la semilla, existe una relajación de la durmición innata con el tiempo. Esto concuerda con los datos obtenidos por Prada (1992) para esta misma procedencia; cuanto mayor es la edad del lote de piñones menor es su relación germinación-temperatura de maduración.

CONCLUSION

La población de *Pinus pinaster* Ait. de las estribaciones de la Sierra del Teleno presenta conos seróticos como adaptación al fuego. Estas piñas encierran piñones de una alta viabilidad y una gran variabilidad de durmiciones innatas. Esta variación tiene una clara influencia ambiental (y genética) y está relacionada con la temperatura a la que maduraron los piñones. La relación germinación-temperatura de maduración del piñón es un eficiente mecanismo para diversificar las duraciones de las durmiciones innatas y, de esta forma, conseguir una germinación prolongada en el tiempo. Es, así, una eficaz estrategia para superar las perturbaciones recurrentes que suponen los incendios forestales.

SUMMARY

Seed germination according to crown position and maturation year of *Pinus pinaster* Ait. Closed-cones from Teleno Mountains (León, Northwest Spain)

Pinus pinaster Ait. from Teleno Mountains (NW Spain) has closed-cones. This character has been extensively studied in other pines due to its meaning as a fire adaptative strategy. This paper analyses seed innate dormancy of this pine population. The results indicate that south exposed seeds germinate faster than north or top-crown located seeds. Seed germination rates are correlated to mean daily maximum summer temperature in maturation year. On the contrary, different summer temperatures does not correspond to different percentage of seed viability. We interpret the germination-maturation temperature relation as an efficient mechanism to diversify the length of seed innate dormancy and, in this way, to get an extended germination in time.

KEY WORDS: Closed-cones
Pinus pinaster
Fire adaptation
Dormancy

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARDEN L.S., 1979. Serotiny and seed viability of *Pinus pungens* in the Southern Appalachians. *Castanea*, 44 (1): 44-47.
- BEAUFAIT W., 1960. Some Effects of High Temperatures on the Cones and Seeds of Jack Pine. *Forest Science*, 6(3): 194-199.
- BONILLA J.A., 1963. Selection of *Pinus pinaster* seed on the basis of morphological characteristics of cones and seeds. *Bol. Dep. For. Uruguay*, 6: 11-19.
- BONNET-MASIMBERT M., 1975. Germination of *Pinus pinaster* seeds. I Evidence of the role of the light. *Annales des Sciences Forestières*, 32(2): 93-112.
- DAITA S.C., EVENARI M., GUTTERMAN Y., 1972. Photoperiodic and temperature responses of plants derived from the various heteroblastic caryopses of *Aegilops ovata* L. *Journal of the Indian Botanical Society* 50A, 546-559.
- DAVID R., GUERINDON A., 1952. The effect of drying "stimulated" seeds of *Pinus pinaster* on their germination. *C.R. Acad. Agriculture of France*, 39 (7): 278-280.
- DORNE C.J., 1981. Variation in seed germination inhibition of *Chenopodium bonus-henricus* in relation to altitude of plant growth. *Canadian Journal of Botany*, 59, 1893-1901.
- ESASHI Y., LEOPOLD C., 1968. Physical forces in dormancy and germination of *Xanthium* seeds. *Plant Physiology*, 43, 871-876.
- FRANCINI E., 1958. Ecología comparada di *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait. et *P. pinea* L. sulla base del comportamento del gametofito femminile. *Accademia Italiana di Scienza Forestale*, vol. 7. Firenze.
- GIANNINI R., SCARASCIA-MUGNOZZA G., BELLAROSA R., 1983. Influenza dell'anno di maturazione su alcuni caratteri del seme e delle plantule di pino domestico e pino marittimo. *L'Italia forestale e montana*, 4: 173-183.
- GUTTERMAN Y., 1981. Review: Influences on seed germinability: phenotypic maternal effects during seed maturation. *Israel Journal of Botany*, 29, 105-117.
- GUTTERMAN Y., 1986. Influences of environmental factors on germination and plant establishment in the Negev Desert Highlands of Israel. *Australian Academy of Science, Canberra*, pp. 441-443.
- GUTTERMAN Y., 1990. Do the germination mechanisms differ in plants originating in deserts receiving winter or summer rain? *Israel Journal of Botany*, 39, 355-372.
- GUTTERMAN Y., 1992. Maternal effects on seeds during development. In Fenner, M. 1992, *Seeds, The ecology of regeneration in plant communities*. C.A.B. International Wallingford. Oxon OX10 8DE. UK.
- HARPER J.L., 1957. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. *International Congress of Plant Protection*, 4, 415-420.
- KANDYA A.K., OGINO K., 1986. Reserve dry weight of seed: a significant factor governing the germination potential of seeds in some conifers. *Journal of tropical forestry*. Jan.-March, vol. 2(1).
- KARSSSEN C.M., 1970. The light promoted germination of the seeds of *Chenopodium album* L. III. Effect of the photoperiod during growth and development of the plants on the dormancy of the produced seeds. *Acta Botanica Neerlandica*, 19, 81-94.

- LARSON M., SCHUBERT G., 1969. Effect of osmotic waterstress on germination and initial developement of ponderosa pine seedling. *Forest Science*, 15. 1: 30-36.
- LEADEM C.L., 1984. Quick Test for Tree Seeds Viability Britisg Columbia. Ministry of Forests and Lands research Branch. Management Report, 18, 45 pp.
- PETERS N.C.B., 1982b. The dormancy of wild oat seed (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions. *Weed Research*, 22, 205-212.
- PRADA A., 1992. Viabilidad y Letargo en Semillas de Conos Serotinos de *Pinus pinaster* Ait. de la procedencia de Sierra de Teleno (León). *Revista Montes*, n.º 28.
- ROBERTS E.H., 1965. Dormancy in rice seed. IV. Varietal responses to storage and germination temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 16, 341-349.
- TAPIAS R., 1993. La dinámica vegetal en los pinares de la Sierra del Teleno, León. Proyecto Fin de Carrera, no publicado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- THOMAS T.H., BIDDINGTON N.L., O'TOOLE D.F., 1979. Relationship between position on the parent plant and dormancy characteristics of seed of three cultivars of celery (*Apium graveolens*). *Physiologia Plantarum*, 45, 492-496.