

SUPERVIVENCIA DE LOS BOSQUES DE *PINUS PINEA* L. EN EL SISTEMA DE DUNAS MÓVILES DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA O ¿CÓMO CORREN LOS PINOS PERSEGUIDOS POR LAS DUNAS?

J. B. GALLEGO FERNÁNDEZ & F. GARCÍA NOVO
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla
Ap. 1095, 41080-Sevilla
Email: galfer@cica.es

RESUMEN

Se estudia el mecanismo de supervivencia de los bosques de pino piñonero en el sistema de dunas móviles de Doñana analizando la evolución de la población de pinos a lo largo de 23 años.

En el trabajo se compara la distribución espacial de los pinos en un transecto en los años 1973, 1983 y 1996 así como la variación del número de efectivos de 3 clases de edad bien diferenciadas.

Los resultados indican que el bosque ha sobrevivido gracias a que la comunidad de pinos es capaz de seguir el movimiento dunar. A pesar de que la duna en avance va eliminando a las comunidades más viejas, el espacio liberado por la duna más interna es colonizado por el pinar. La sincronización del movimiento físico y biológico es lo que ha permitido el mantenimiento del bosque en estos sistemas tan dinámicos.

P.C.: *Pinus pinea*, dinámica de poblaciones, dunas móviles, Parque Nacional de Doñana

SUMMARY

We have studied the survival mechanism of *Pinus pinea* forest at Doñana mobile dune system. 23 years of *Pinus pinea* population dynamics were analysed.

We have compared the spatial distribution for three dates, 1973, 1983 and 1996, and the dynamics of three age *Pinus pinea* cluster.

The results show that the *Pinus pinea* forest can follow the dune movement. The dune kills the old communities, and there is a new colonisation on bare soil after the inland dune pass throughout. The synchronic of both physical and biological movement is the process that result in the permanence of *Pinus pinea* forest in this dynamic system.

K.W.: *Pinus pinea*, population dynamics, mobile dune, Doñana National Park

INTRODUCCIÓN

Los pinares del Parque Nacional de Doñana ha sido objeto de estudios de autoecología, crecimiento y dinámica en las poblaciones del sistema de dunas móviles. Los estudios comenzaron en 1973 poco después de la creación del Parque Nacional en 1969, abarcando los pinares, la dinámica dunar y la fluctuación del nivel piezométrico y los tipos de vegetación que se desarrollan en función de estos últimos factores, movilidad del sustrato y disponibilidad de agua edáfica (GARCÍA NOVO *et al.* 1975; MERINO *et al.* 1978; DE LA HERA *et al.* 1981; FIGUEROA & GARCÍA NOVO 1984; DÍAZ BARRADAS & FIGUEROA 1985; FIGUEROA 1989; GALLEGO *et al.* 1991; DE CASTRO OCHOA & MUÑOZ REINOSO 1997).

En el sistema de dunas móviles, los pinos se localizan en las depresiones interdunares o corrales que presentan unos niveles intermedios de humedad y estabilidad del sustrato, normalmente situados delante de los frentes dunares más activos (ALLIER *et al.* 1975; GARCÍA NOVO 1979; RAMÍREZ & TORRES 1977). Si bien estos pinares son resultado de repoblaciones realizadas a principios del siglo XIX (GRANADOS *et al.* 1984, GRANADOS *et al.* 1988), actualmente constituyen verdaderas poblaciones, con individuos de todas las edades (GARCÍA NOVO *et al.* 1975) siendo la máxima de unos 60 años.

El trabajo que se presenta describe el mecanismo de supervivencia del pinar en un medio tan dinámico como el sistema de dunas móviles de Doñana, basado en la evolución de una población de pinos a lo largo de 23 años.

AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional de Doñana, litoral Suroeste de España, presenta un clima Mediterráneo-Subhúmedo de influencia atlántica, con una precipitación media anual de 560 mm. La sequía estival es severa estando asociada a altas temperaturas, con medias alrededor de los 23,5°C. El invierno es comparativamente templado con una temperatura media de 9,3°C para los meses más fríos.

El sistema de dunas móviles del P.N. de Doñana está formado por 5-6 trenes de dunas tipo transgresivo paralelas a la costa. El tamaño de las dunas se incrementa desde la playa (5-10 m de altura) hacia el interior, llegando a tener 30 m de altura. El avance dunar es de 5-6 metros al año de media para todo el sistema, si bien la varianza es muy grande y las tasas oscilan ente 1-13 metros al año (GARCÍA NOVO *et al.* 1975).

Los trenes de dunas están separados por depresiones húmedas de fondo plano denominadas localmente "corrales", cuya cota está estrechamente relacionada con la profundidad de la superficie piezométrica en la época de formación (GARCÍA NOVO *et al.* 1975). Las diferencias en la estabilidad del sustrato arenoso, en la profundidad del nivel freático y en las especies vegetales indicadoras, determinan distintos tipos de corrales estando muchos de ellos poblados por bosques de pinos (GARCÍA NOVO *et al.* 1975).

Los estudios se han centrado en el "Corral Largo", que tiene una longitud de 2000 metros y una anchura, entre sucesivos trenes de dunas, de 400 metros. Su superficie es ondulada, con barras arenosas o "contradunas" de unos 0,5-1 metro de altura paralelas al frente dunar. La superficie piezométrica subyacente fluctúa anualmente, estando en invierno muy cerca de la superficie o incluso descargando, profundizando 1 metro durante la sequía estival (DE CASTRO OCHOA & MUÑOZ REINOSO 1997).

MÉTODO

Los estudios de la población de pinos han sido realizados sobre un transecto (trazado en 1973), que corta al Corral Largo en dirección perpendicular al frente dunar y siguiendo la dirección del avance. Su longitud es de 330 m. y 20 m. de anchura. Esta transecto está dividido en 32 parcelas contiguas de 10x20 m., numeradas coincidiendo la número 0 con la cola de la duna que se retira y la número 32 con el frente dunar en avance. En cada parcela desde 1973 se han registrado y marcado todos los pinos, determinándose la edad de todos los individuos y su posición en el transecto (TORRES 1975; DÍAZ BARRADAS & FIGUEROA, 1985; GALLEGO *et al.* 1991).

En el presente trabajo se compara la distribución espacial de los pinos de los años 1973, 1983 y 1996, y la variación del número de efectivos de 3 clases de edad bien diferenciadas (DÍAZ BARRADAS & FIGUEROA, 1985), 1-5 años, 5-10 años y mayores de 10 años.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la distribución de los pinos de los tres grupos de edad a lo largo del transecto del Corral Largo en los 3 muestreos considerados. La variación del número de individuos a lo largo de todo el periodo (Tabla 1) muestra un descenso del número total de pinos entre 1973 y 1996. Esta variación no ha sido uniforme, ni entre periodos, ni entre grupos, ni en el espacio. La respuesta depende del grupo de edad, la precipitación y la localización.

Tabla 1. Número de individuos de pinos de cada grupo de edad registrados en 8 muestreos entre 1973 y 1996.

Clases	Años							
	1973	1980	1983	1986	1989	1992	1994	1996
>10	234	324	232	203	186	182	213	180
5-10	76	107	22	20	55	47	37	62
1-5	415	57	77	83	74	214	65	3

El grupo de edad 1-5 años muestra un número total de individuos y una distribución espacial irregular a lo largo de todo el período de estudio. Esta clase de edad depende a corto plazo del régimen de precipitaciones de los dos o tres años precedentes. Si en años anteriores las precipitaciones han sido superiores a la media, el número de pinos será alto y distribuidos a lo largo de todo el corral. Sin embargo, en períodos secos, con precipitaciones inferiores a la media, el número de pinos de esta clase de edad baja drásticamente, hasta casi desaparecer, existiendo sólo individuos aislados en las zonas más favorables del corral. Esta situación ha ocurrido en el año 1996 con sólo 3 individuos de esta clase de edad, tras una larga sequía 1992-1995.

En cuanto a su distribución a lo largo del corral, los individuos de esta edad son más frecuentes en zonas donde hay un alto número de individuos adultos productores de piñas. En los años donde se han registrado un mayor número de individuos, se observa un desplazamiento de la distribución de esta clase de edad desde las parcelas de la segunda mitad del corral (parcelas 11 a 27) a situaciones de localización intermedia (parcelas 9 a 19).

El grupo de edad 5-10 años también presenta irregularidad en cuanto al número y distribución de individuos. Es una clase de transición entre individuos jóvenes y adultos. Al depender del aporte de individuos de las clases de edad inferiores, este grupo reflejará con retraso las variaciones experimentadas por aquellas. También está afectada directamente por perturbaciones debido fundamentalmente a sequías prolongadas, que pueden disminuir sus efectivos antes de pasar a la clase de edad superior.

El grupo de edad >10 años no se encuentra uniformemente distribuida a lo largo del corral. Los datos de 1973 mostraban que existía un mayor número de individuos en las zonas más antiguas del corral. Sin embargo, tres procesos han ocasionado una variación de la distribución a lo largo del tiempo: colonización de zonas de mas reciente disponibilidad, la disminución drástica de individuos adultos en las zonas más antiguas del corral debido a la sequía de 1978-1982 y el avance dunar.

Figura 1. Distribución del número de individuos de pinos de los tres grupos de edad consideradas a lo largo del transecto en los años 1973, 1983 y 1996. En el eje de abcisas se representa el número de la parcela desde Parcela 0 hasta Parcela 32.

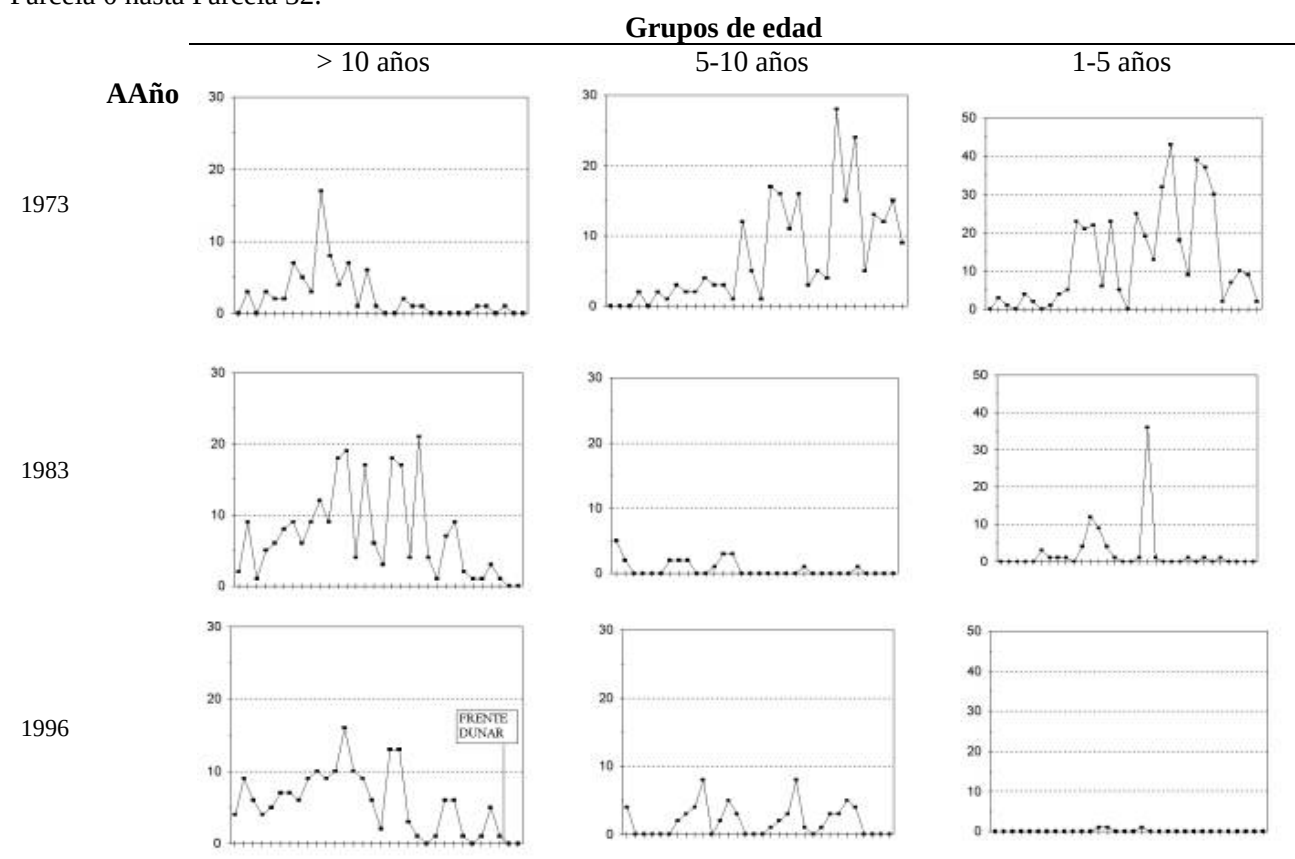
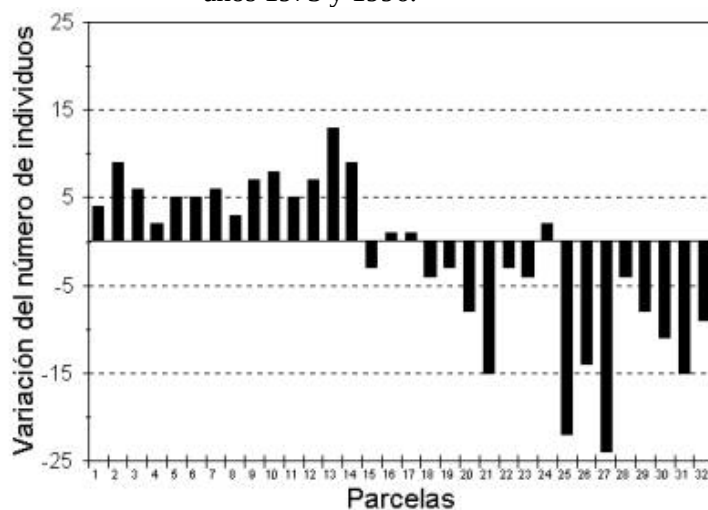


Figura 2. Variación del número de individuos de la clase de edad >10 años a lo largo del transecto entre los años 1973 y 1996.



Al comienzo del estudio la distribución de los pinos mayores de 10 años era mayor en las parcelas mas cercanas al frente dunar en avance, donde además se situaban los pinos mas viejos (GARCIA NOVO 1976). La distribución de los pinos de las otras clases de edad sigue patrones diferentes. El grupo 1-5 años tiene una distribución similar a la de mayor de 10 años, debido a que donde mayor es la densidad de pinos adultos es esperable un mayor número de individuos de las clases de edad mas bajas. Sin embargo la clase 5-10 años sigue un patrón inverso, habiendo un mayor numero de individuos en la primera mitad del corral, indicándonos que es en esta zona donde la supervivencia es mayor.

Esta descripción de lo ocurrido con la población de pinos entre 1973 y 1996 sólo ha tenido en cuenta el número de pinos por cada clase de edad y año. Si añadimos la componente espacial, es decir, las variaciones a lo largo del transecto, y sólo consideramos el grupo de edad >10, que refleja mejor lo que le ha ocurrido en el periodo de 23 años (Figura 2), se puede observar que hay dos zonas claramente diferentes en el transecto. Por una parte tenemos las parcelas 16 a 30 situadas delante del frente dunar en avance que han experimentado un claro descenso en el número de pinos (82%), debido a sequías (DÍAZ BARRADAS & FIGUEROA 1985) y al avance dunar. En la otra zona, parcelas 1-15, situada tras la cola de la duna, ha aumentado el número de los individuos del grupo de edad >10, por crecimiento de los más jóvenes (105%).

Si examinamos la variación del número de individuos de las tres clases de edad a lo largo del tiempo y distinguiendo entre las dos zonas del transecto, podemos ver que la dinámica seguida por los dos grupos superiores, 5-10 y >10, es distinta en cada zona. En la zona 1-15, el grupo >10 casi cuadruplicado el número de individuos entre 1973 y 1983. En las parcelas 16 a 30 para el mismo periodo, 1973-1983, el grupo >10 redujo su número a la mitad. Otra diferencia apreciable entre las dos zonas es el mayor número de efectivos del grupo 5-10 que ha habido a lo largo de todo el periodo estudiado en la zona inicial del transecto, parcelas 1 a 15. Respecto al grupo 1-5 la evolución del número de pinos ha sido similar.

CONCLUSIONES

En un periodo de 23 años se ha observado que la distribución espacial de la población de pino piñonero el Corral Largo se ha modificado, reduciendo el número de efectivos en la zona más cercana al frente dunar en avance y colonizando las nuevas zonas descubiertas por la duna que se retira.

Aparentemente, como refleja el hecho de que existen pinares en los corrales, el “movimiento” del bosque de pinos está perfectamente ajustado al movimiento dunar. Esta situación hace que los pinos de los corrales tengan una vida media máxima de unos 60 años, que sería el tiempo que tarda la duna en alcanzar los pinos recién implantados en el frente de colonización del bosque sobre el suelo descubierto por la duna que se retira. En el transecto estudiado, en los 60 años de vida de los pinos más viejos el frente dunar progresa unos 300-360 m (velocidades medias de 5-6 m/año).

La eliminación del bosque se realiza a partir de dos procesos encadenados, por un lado el avance de la duna y por otro lado, la muerte generalizada de pinos adultos en determinadas zonas interiores debido a sequías prolongadas. La instalación de nuevos pinos se ve impedida por periodos de sequía o de encharcamiento en años de elevadas precipitaciones o por el incremento de la cobertura de vegetación freatofita.

El avance del bosque se produce por colonización de superficies de suelo despejadas por la duna en retirada, colonización que se puede producir tanto de forma pasiva, a partir de piñas caídas de pinos cercanos, como mediante zoocoria, por la dispersión mediada por aves.

BIBLIOGRAFIA

- ALLIER, C.; GARCÍA NOVO, F.; RAMÍREZ DÍAZ, L. TORRES MARTÍNEZ, A.; (1975). *Dynamique actuelle et végétation du système dunaire littoral de Doñana (Golfe de Cadix)*. C.R. Soc. Biogeographie, pp.95-111.
- DE CASTRO OCHOA, F. & Muñoz Reinoso, J.C.; (1997). *Model of long-term water-table dynamics at Doñana National Park*. Water Research 31, pp:2586-2596.
- DE LA HERA, C.; FIGUEROA, M.E. & GARCÍA NOVO, F.; (1981). *Control climático del pino piñonero en el Bajo Guadalquivir*. Actas del Simposio Avances sobre investigación en Bioclimatología. pp:625-634.
- DÍAZ BARRADAS, M.C. & FIGUEROA, M.E.; (1985). *Influencia dos processos geomorfológicos do Sistema de Dunas Vivas do Parque Nacional de Doñana nas provoacoes de pinheiro manso (Pinus pinea,L.)*. Proceedings of the I Reunión del Cuaternario Ibérico. Vol 1, pp.545-557. Lisboa.
- FIGUEROA, M.E. & GARCÍA NOVO, F.; (1984). *Dinámica de las poblaciones de Pinus pinea L. en relación*

- con las fluctuaciones del régimen de precipitaciones en el Parque Nacional de Doñana. En: Avances sobre la investigación en bioclimatología. Blanco de Pablos, A. (eds.). CSIC. Ediciones Universidad de Salamanca.
- FIGUEROA, M.E.; (1989). *Ecology of Pinus pinea L. in the sand dune system of Doñana National Park (Huelva, SW Spain)*. Studies in Plant Ecology, 18, pp:82-85.
- GALLEGO FERNÁNDEZ, J.B.; MEDIALDEA, J.M. & GARCÍA NOVO, F.; (1991). *The flooding effects on Pinus pinea L. population at Doñana National Park (SW Spain)*. Naturalia Monspeliensia, pp.608-609.
- GARCÍA NOVO, F.; (1979). *The ecology of vegetation of the dunes in Doñana National Park (South-West Spain)*. En: R.L. Jefferies and A.J. Davy (eds.), Ecological Processes in Coastal Environments. Blackwell, Oxford, pp. 571-592.
- GARCÍA NOVO, F. & MERINO, J.; (1993). *Dry coastal ecosystems of SW Spain*. In: van der Maaarel (ed.). Drycoastal ecosystems. Ecosystems of the world 2A.Elsevier, Amsterdam, pp.349-360.
- GARCÍA NOVO, F.; TORRES MARTÍNEZ, A. & RAMÍREZ DÍAZ, L. 1975. *El sistema de dunas móviles de Doñana*. Naturalia Hispanica N°5. ICONA. Madrid.
- GRANADOS CORONA, M.; MARTÍN VICENTE, A.; FERNÁNDEZ ALÉS, R. & GARCÍA NOVO, F.; (1984). *Étude diachronique d'un ecosystème a longue échelle. La pinède de Marismillas (Parc National de Doñana)*. Mélanges de la Casa de Velazquez XX, pp:393-481.
- GRANADOS CORONA, M.; MARTÍN VICENTE, A. & GARCÍA NOVO, F.; (1988). *Long term vegetation changes on the stabilized dunes of Doñana National Park (SW Spain)*. Vegetatio 75, pp.73-80.
- MERINO, J.; FIGUEROA, M.E.; RAMÍREZ DÍAZ, L. & GARCÍA NOVO, F.; (1978). *Influencia del Clima y la topografía sobre el crecimiento del pino piñonero en las dunas del Parque Nacional de Doñana*. Trabajos Compostelanos de Biología, N°6.
- TORRES MARTÍNEZ, A.; ALLIER, C.; RAMÍREZ DÍAZ, L. & GARCÍA NOVO, F.; (1977). *Ecosistemas del área de Doñana. Estudios ecológicos: Sistema de dunas. Doñana. Prospección e inventario de ecosistemas*, Monografía 18. ICONA. Madrid.