

## El declive del alcornocal en la Vera del Parque Nacional de Doñana: el papel de las colonias de aves nidificantes

RAMO HERRERO, C.<sup>1\*</sup>; GARCÍA FERNÁNDEZ, L.V.<sup>2</sup>; DÍAZ DELGADO, R.<sup>1</sup>, MARAÑÓN, T.<sup>2</sup>, SILJESTRÖM, P.<sup>2</sup>, RODRÍGUEZ OLIVARES, R.<sup>1</sup>, GARRIDO GUIL, H.<sup>1</sup>, URDIALES ALONSO, C.<sup>3</sup>, LAFFITE ALAMINOS, R.<sup>1</sup>, IBÁÑEZ FERNÁNDEZ DE ANGULO, F.<sup>1</sup> y CALDERÓN RUBIALES, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estación Biológica de Doñana (CSIC). Avda Américo Vespucio s/n, 41092 Sevilla. \*cristina@ebd.csic.es

<sup>2</sup>IRNAS-CSIC, Avda Reina Mercedes 10, 41012-Sevilla.

<sup>3</sup>Espacio Natural de Doñana. Centro Administrativo El Acebuche, 21760 Huelva

### Resumen

Desde principios del siglo XVIII y hasta mediados del siglo pasado el alcornocal de Doñana sufrió la pérdida de gran parte de sus efectivos por la acción humana. La instauración de figuras de protección a partir de 1969 minimizó esta causa de mortalidad y posibilitó la protección integral de los ecosistemas, así como el marcaje y seguimiento de más de 400 alcornoques centenarios. Por otra parte, desde mediados del siglo pasado una importante colonia de aves zancudas viene nidificando en los alcornoques centenarios situados en la Vera (ecotono entre las arenas y las marismas) de la Reserva Biológica, constituyendo la denominada “Pajarera” considerada una figura emblemática del Parque Nacional de Doñana. En este trabajo se analiza el impacto de la colonia sobre el estado de los alcornoques centenarios de la Vera. El análisis conjunto de los datos de mortalidad y de cobertura foliar, apunta a que existe una relación altamente significativa entre la presencia de la colonia y los signos de decaimiento observados en los alcornoques. La amenaza que supone, por un lado, la intensa presión de la fauna herbívora sobre las bellotas y plántulas -que impide la regeneración natural- y, por otro, el efecto deletéreo de la proliferación de las aves nidificantes ha obligado a considerar actuaciones urgentes de gestión e investigación, para garantizar la supervivencia del alcornocal en la Vera de la Reserva Biológica de Doñana.

### Palabras clave

*Quercus suber*, decaimiento, regeneración, interacciones árbol-ave

### 1. Introducción

El alcornocal es una de las formaciones vegetales más relevantes de las arenas estabilizadas de Doñana (suroeste de España). A principios del siglo XVII dominaba esta zona un bosque mediterráneo abierto con una cobertura de alcornoques próxima al 20% (GRANADOS, 1987; LÓPEZ DE HEREDIA y GIL, 2006). Desde entonces, las talas masivas y las distintas formas de aprovechamiento han determinado una drástica disminución de la población de esta especie cuyos efectivos de gran porte han pasado, en dicho periodo, de muchos miles a pocos centenares (GRANADOS, 1987; MORENÉS Y MARIÁTEGUI, 2005).

En la actualidad, la regeneración natural del alcornoque (*Quercus suber* L.) en Doñana es prácticamente inexistente a causa de la intensa herbivoría (HERRERA, 1995; VÁZQUEZ

et al, 1997). Por otro lado, la ocupación reiterada de los grandes alcornoques centenarios situados en la Vera (zona de ecotono entre las arenas estabilizadas y la marisma) por las aves zancudas para nidificar, formando la conocida “Pajarera”, puede estar afectándolos de forma negativa. Sin embargo, su efecto aún no se ha estudiado en profundidad y existe cierta polémica sobre la relación causa-efecto entre la población de aves nidificantes y el declive del alcornocal.

Para evaluar los posibles efectos de las aves sobre los alcornoques centenarios se cuenta con la inestimable ayuda del marcaje que efectuó el fundador de la Reserva Biológica de Doñana, José Antonio Valverde, a mediados de los años 60 del pasado siglo. En total se marcaron 454 grandes alcornoques, de los cuales 195 se encontraban situados en la Vera, y por tanto, disponibles para la nidificación de las aves. Estos alcornoques, a los que se les calcula una edad superior a los 250 años y en algunos casos a los 500 años (GRANADOS, 1987; CADENAS y SOLÍS, 1992), constituyen un elemento muy valioso en Doñana, tanto por lo que representan (vestigio del antiguo alcornocal) como por proveer de refugio y alimento a otras especies, y por ser elementos singulares del paisaje, auténticos monumentos naturales, encontrándose algunos de ellos en el catálogo de árboles singulares del Espacio Natural de Doñana (MULERO, 2004).

A la vista de la crítica situación en que se encuentra el alcornocal de la Vera, se han emprendido dos actuaciones financiadas por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, a través de la Empresa Pública de Gestión Medio Ambiental (EGMASA). La primera es un estudio prospectivo de urgencia orientado a evaluar el impacto de la colonia de aves sobre el alcornocal de la Vera. La segunda consiste en un proyecto de restauración de la vegetación leñosa, que incluye la plantación de alcornoques jóvenes y de otras especies leñosas autóctonas y su protección frente a la acción de los herbívoros. El proyecto se inició en agosto de 2008 y contempla la construcción de 27 cercados de exclusión distribuidos a lo largo de la Vera, abarcando 53 ha. La actuación tiene una doble finalidad: favorecer la regeneración natural del alcornocal, al impedir la entrada de grandes herbívoros, y acelerar este proceso, mediante la plantación de juveniles de alcornoque, producidos en vivero a partir de bellota autóctona, acompañados de otras especies características (acebuches, piruétanos, madroños, sauces, fresnos, entre otras), distribuidos en 268 núcleos. Parte de estas plantaciones recibirán apoyo hídrico, mediante riego por goteo (URDIALES, 2007).

## 2. Objetivos

1º. Analizar los datos disponibles sobre la dinámica del alcornocal y de la colonia de aves de la Vera y determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre la presencia de la colonia y el declive del alcornocal sobre el que se asienta.

2º. En caso afirmativo, establecer hipótesis de trabajo sobre los procesos que pueden estar operando, a la luz de los antecedentes existentes sobre la materia.

3º. Analizar el proyecto de restauración emprendido y valorar su repercusión potencial en el proceso de reemplazo de los grandes alcornoques marcados en 1965.

### 3. Metodología

Para evaluar la dinámica de la colonia de ciconiformes e identificar los grandes alcornoques ocupados, se han utilizado los censos efectuados por varios investigadores y por los técnicos del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la Estación Biológica de Doñana (EBD) desde 1985.

Para analizar la evolución de los alcornoques marcados en 1965 se han utilizado los inventarios realizados por técnicos de la EBD entre 1965 y 1996 (SOLÍS, 1996) y el realizado expresamente para este estudio, en 2008. En este último se ha caracterizado el estado de los alcornoques mediante un índice de cobertura foliar (ICF) que oscila entre 0 (árbol muerto) y 5 (árbol con alta cobertura y sin signos de deterioro o enfermedad).

Para determinar si existe una relación significativa entre la presencia de la colonia y el declive del alcornocal, se compararon los datos de mortalidad y de ICF en 2008 de los alcornoques de la Vera (195 ejemplares), con los de un grupo control (127 ejemplares) situado fuera del área de influencia de la colonia, mediante los tests de  $\chi^2$  y U de Mann-Whitney, respectivamente.

### 4. Resultados

Los primeros datos conocidos de la ocupación de los alcornoques por las aves en la Vera datan de 1920; en aquella época eran espantadas para impedir que nidificaran y así proteger los árboles (BERNIS y VALVERDE, 1952). Posteriormente, hasta 1965 no se tiene constancia de nuevas ocupaciones. Desde entonces, y hasta ahora, la colonia ha venido desplazándose por la Vera ocupando alcornoques, álamos, sauces y fresnos (AGUILERA y SAÑUDO 1986; RAMO, 1992; 2005). Está formada por unas 3.000 parejas (promedio de los últimos 25 años) de hasta siete especies diferentes de aves zancudas (el censo total oscila entre 150 y 13.000, dependiendo de las condiciones hidrológicas del año).

La tasa de mortalidad anual sufrida por los grandes alcornoques de la Vera durante los últimos 43 años ha sido de 0,93%. Esta mortalidad no ha sido uniforme a lo largo de este periodo, sino que ha ido aumentando con el paso del tiempo: 0,58% durante el periodo 1965-1981, 1,05% durante 1981-1996, y 1,79% durante 1996-2008. Como resultado se ha perdido aproximadamente el 40% de los alcornoques centenarios. En el grupo control de 127 alcornoques situados fuera del área de influencia de la colonia, la mortalidad sufrida durante este mismo periodo fue mucho menor, situándose en un 12,6%, lo que supone una tasa de pérdida anual de 0,29%. Estos datos indican que la mortalidad sufrida por los alcornoques de la Vera es más de tres veces mayor que la sufrida por el grupo control, diferencia que es estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 10,51$ ;  $p = 0,0012$ ).

Por otra parte, teniendo en cuenta los valores de ICF de los alcornoques vivos en 2008, se encontró que el estado de los ejemplares de la Vera era significativamente peor que el de los alcornoques del grupo control ( $U = 4532,5$ ;  $Z = -3,93909$ ;  $p < 0,0001$ ) (fig. 1).

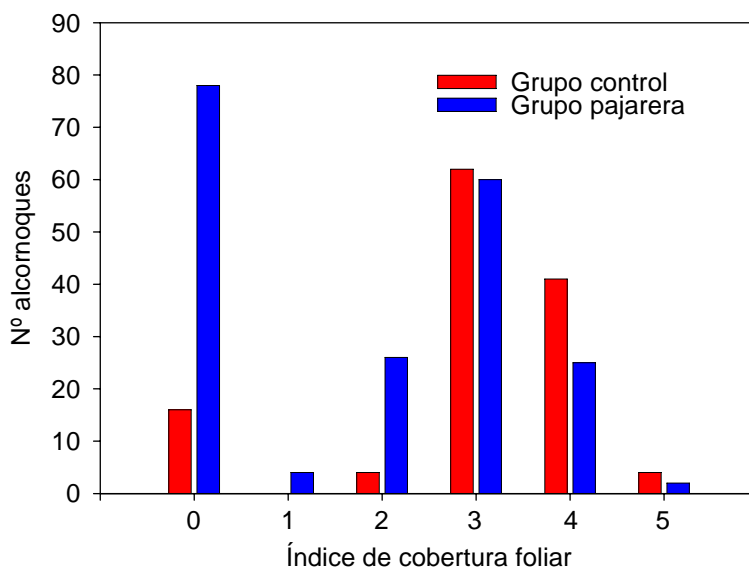


Figura 1. Índice de cobertura foliar en 2008, de los grandes alcornoques contemplados en este trabajo

Estimamos que, de estabilizarse la tasa de mortalidad en los valores medios de los últimos 43 años, la población se extinguiría totalmente hacia finales de siglo, mientras que si la tasa se estabilizara en torno a los valores de los últimos 12 años la extinción podría ocurrir a mediados de este siglo. Estos periodos son a todas luces insuficientes para que las nuevas plantaciones reemplacen a la cohorte de alcornoques marcados en 1965. No obstante, si se lograra disminuir las tasas mortalidad de los alcornoques de la Vera a los valores que registran los ejemplares del grupo control, su desaparición podría demorarse más de dos siglos, dando un margen mucho más amplio para que las nuevas plantaciones puedan llegar a reemplazarlos.

## 5. Discusión

### *Relación entre el declive del alcornocal y la dinámica de la colonia*

Los resultados derivados del análisis estadístico de los datos de mortalidad y signos de decaimiento del alcornocal de la Vera son concordantes con otros hallados en la literatura consultada y con los muestreos preliminares llevados a cabo sobre el terreno durante al año 2008 (datos actualmente en proceso). En general se destacan dos tipos de efectos de la avifauna nidificante sobre los árboles: 1º) efectos directos, derivados de la remoción de brotes para construir nidos, del recubrimiento de las hojas por las heces y de la rotura de las ramas por acumulación de nidos; y 2º) efectos indirectos, relacionados con la acumulación de detritos en el suelo y la alteración de los parámetros edáficos hacia rangos incompatibles con la supervivencia del árbol.

Procesos como la eutrofización, los cambios en la reacción del suelo, la acumulación de sales solubles, la alteración de las propiedades de intercambio iónico, de la capacidad de retención de humedad, así como de las interacciones con los microorganismos del suelo se han citado frecuentemente como responsables de los cambios observados en la distribución o vitalidad de las especies leñosas (MUN, 1997; KAMEDA et al, 2000; ISHIDA et al, 2000; FUJIWARA & TAKAYANAGI, 2001; HOBARA et al, 2001, OSONO et al, 2002; GARCÍA et al, 2002a; 2002b; TELFAIR & BISTER, 2004).

En general, se atribuye más importancia a los efectos mecánicos directos en climas húmedos, mientras que los efectos desfavorables de la alteración química del sustrato suelen destacarse más en climas áridos y semiáridos, dado que en los primeros los efectos químicos tienden a revertir durante la estación húmeda, mientras que en los segundos los efectos tienden a ser acumulativos (SOBEY & KENWORTHY, 1979; HOGG & MORTON, 1983; OTERO y FERNÁNDEZ-SANJURJO, 1999; GARCÍA et al, 2002a; 2002b).

El conocimiento previo que se tiene de los hábitos edáficos del alcornoque, tanto en general (MONTROYA, 1988; SÁNCHEZ PALOMARES et al, 2007; SERRASOLES et al, 2009), como en la propia Reserva Biológica de Doñana (CLEMENTE et al, 1988; 1998), indica que esta especie tiende a desarrollarse sobre suelos arenosos profundos, con baja capacidad de retención de nutrientes, ácidos o neutros y oligotrofos, en los que puede sobrevivir gracias al establecimiento de relaciones mutualistas con hongos micorrícicos (FISHER & BINKLEY, 2000). La diversidad y abundancia de estos últimos se ve muy influida por la alteración de las condiciones químicas del suelo, de modo que cambios drásticos en la naturaleza de los materiales aportados al suelo pueden dar lugar a cambios importantes en la composición y diversidad de las comunidades fúngicas y, por ende, afectar al hospedador (OSONO et al, 2002, AVIS et al, 2008, APONTE et al, 2009).

#### *Repercusión del proyecto de restauración del alcornocal de la Vera*

Los esfuerzos orientados a la restauración mediante siembra de bellotas, plantación de juveniles y protección frente a herbívoros, son necesarios y muy positivos para la regeneración del alcornocal en Doñana a largo plazo. Sin embargo, no pueden sustituir a corto o medio plazo el papel que desempeñan los grandes alcornoques en el ecosistema de la Vera. Trabajos recientes (MANNING et al, 2006; HERRERA y GARCÍA, 2009) sugieren que estos árboles dispersos de gran tamaño desempeñan un papel ecológico mucho más importante de lo que cabría esperar por la superficie que ocupan o la fracción de la biomasa que representan en los ecosistemas de los que forman parte. Estos árboles centenarios actúan como estructuras biológicas clave dentro del ecosistema ('keystone structures') cuya importancia apenas se empieza a comprender, por lo que su pérdida puede dar lugar al deterioro de funciones e interacciones importantes del sistema.

## **6. Conclusiones**

1ª. Los datos disponibles y los antecedentes analizados apoyan la hipótesis de que las aves nidificantes contribuyen de forma significativa al decaimiento del alcornocal centenario en Doñana.

2ª. Es necesario investigar en profundidad los procesos responsables de la mortalidad de los alcornoques ocupados por aves y determinar en qué medida dichos procesos pueden detenerse o revertirse.

3ª. El proyecto de recuperación de la vegetación, actualmente en ejecución, puede favorecer la regeneración de los grandes alcornoques, pero sólo a largo plazo. Por ello, un objetivo irrenunciable de la gestión del Espacio Natural debe ser disminuir la tasa de mortalidad de los alcornoques de la Vera, al menos a los niveles que experimentan los árboles fuera del área de influencia de la colonia.

4ª. Es necesario realizar un seguimiento de la efectividad del conjunto de las actuaciones orientadas a la recuperación de alcornocal y analizar en profundidad la dinámica poblacional de esta especie en Doñana.

## 7. Agradecimientos

Agradecemos la ayuda prestada por Eduardo Aguilera, Rocío López y David Paz de la EBD y por Eduardo Gutiérrez, Cristina Aponte, Lorena Gómez-Aparicio, Maite Domínguez, Adela Moreno y Juan Cara del IRNASE, así como a Ildefonso Martín, de EGMASA y a Esperanza Sánchez, de la Universidad de Córdoba. La EBD puso a nuestra disposición la información disponible en sus bases de datos y EGMASA los fondos para llevar a cabo los trabajos. Valoramos muy especialmente la atención recibida del personal de la Reserva Biológica de Doñana y el apoyo constante de los responsables de la Estación Biológica, Fernando Hiraldo, y del Espacio Natural de Doñana, Francisco Quirós y Juan Carlos Rubio.

## 8. Bibliografía

AGUILERA, E.; SAÑUDO, J.; 1986. Pasado y presente de las colonias de ciconiformes en Doñana y Odiel. *Bios* 2, 11-13.

APONTE, A.; MARAÑÓN, T.; GARCÍA, L.V.; GARDES, M.; 2009. La comunidad de hongos micorrícicos en un bosque de quercíneas mediterráneo. En: Actas V Congreso Forestal Español. 000-000. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Ávila.

AVIS, P.G.; MUELLER, G.M.; LUSSENHOP, J.; 2008. Ectomycorrhizal fungal communities in two North American oak forests respond to nitrogen addition. *New Phytologist* 179, 472-483.

BERNIS, J.; VALVERDE, J.A.; 1952. La gran colonia de garzas del Coto de Doñana (año 1952). *Munibe* 4, 201-213.

CADENAS, R.; SOLÍS, J.C.; 1992. Restauración de los alcornocales de la Pajarera del Parque Nacional de Doñana. En: JIMÉNEZ, E. y MARCO, P. (Eds.): Recopilación de trabajos del Simposium Mediterráneo sobre regeneración del monte alcornocal. 145-148. Instituto de Promoción del Corcho. Badajoz.

CLEMENTE, L.; GARCÍA, L.V.; SILJESTRÖM, P.; 1998. Los suelos del Parque Nacional de Doñana. Colección Técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales, MMA. 206 pp. Madrid.

CLEMENTE, L.; SILJESTRÖM, P.; GARCIA, L.V.; 1988. Les facteurs écologiques de la pédogénese dans la Réserve Biologique de Doñana: le cadre d'évolution du sol". *Cah. ORSTOM ser. Pedol.* XXIV, 117-128.

FISHER, R. F.; BINKLEY, D.; 2000. Ecology and management of forest soils. 3ª edición. John Wiley. 489 pp. New York.

FUJIWARA, S.; TAKAYANAGI, A.; 2001. The influence of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* Kuroda on forest decline. *App. For. Sci.* 10, 85-90.



- GARCIA, L.V.; MARAÑÓN, T.; CLEMENTE, L.; 2002a. Animal influences on soil properties and plant cover in the Chafarinas Islands (NW Africa). En: RUBIO, J.L.; MORGAN, R.P.C.; ASINS, S. (Eds.): Man and soil at the third millennium. Vol. 1, 705-712. Geofoma Ediciones, Logroño.
- GARCÍA, L.V.; MARAÑÓN, T.; OJEDA, F.; CLEMENTE, L.; REDONDO, R.; 2002b. Seagull influence on soil properties, chenopod shrub distribution, and leaf nutrient status in semi-arid Mediterranean islands. *Oikos* 98, 75-86.
- GRANADOS, M.; 1987. Transformaciones históricas de los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana. Tesis Doctoral. 485 pp. Sevilla.
- HERRERA, J.; 1995. Acorn predation and seedling production in a low-density population of cork oak (*Quercus suber* L.). *For. Ecol. Manag.* 76, 197-201.
- HERRERA, J.M.; GARCÍA, D.; 2009. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. *Biol. Cons.* 142, 149-58.
- HOBARA, S.; OSONO, T.; KOKA, K.; TOKUCHI, N.; FUJIWARA, S.; KAMEDA, K.; 2001. Forest floor quality and N transformations in a temperate forest affected by avian-derived N deposition. *Water Air Soil Pollut.* 130, 685-690.
- HOGG, E.H.; MORTON, J.K.; 1983. The effects of nesting gulls on the vegetation and soil of islands in the Great Lakes. *Can. J. Bot.* 61, 3240-3254.
- ISHIDA, A.; MATSUZAWA, T.; KAMEDA, K.; NARUSUE, M.; 2000. The population increase of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* and its damaging effect on fisheries and trees in Japan -The present situation, the problems in each area and future measures-. *Strix* 18, 1-27.
- KAMEDA, K.; KOKA, K.; YOSHIMIZU, C.; FUJIWARA, S.; HOBARA, S.; KOYAMA, L.; TOKUCHI, N.; TAKAYANAGI, A.; 2000. Nutrient flux from aquatic to terrestrial ecosystem mediated by the Great Cormorant. *Sylvia* 36 Suppl., 54-55.
- LÓPEZ DE HEREDIA, U.; GIL, L.; 2006. La diversidad en las especies forestales: un cambio de escala. El ejemplo del alcornoque. *Ecosistemas* 15, 24-33.
- MONTOYA, J.M.; 1988. Los alcomocales. M.A.P.A.-S.E.A. Serie Manuales Técnicos. 267 pp. Madrid.
- MORENÉS Y MARIÁTEGUI, C.; 2005. Historia del Coto de Doñana (1865-1985). Fundación Patrimonio Natural. 431 pp. Madrid.
- MULERO, M.; 2004. Catálogo de árboles y arboledas singulares del Parque Nacional de Doñana. Informe sin publicar, 71 pp. Sevilla.
- MANNING, A.D.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D.B.; 2006. Scattered trees are keystone structures – implications for conservation. *Biol. Conserv.* 136, 311-321.



MUN, H.; 1997. Effects of colony nesting of *Adrea cinerea* and *Egretta alba modesta* on soil properties and herb layer composition in a *Pinus densiflora* forest. *Plant Soil* 197, 55-59.

OSONO, T.; HOBARA, S.; FUJIWARA, S.; KOKA, K.; KAMEDA, K.; 2002. Abundance, diversity, and species composition of fungal communities in a temperate forest affected by the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo*. *Soil Biol. Biochem.* 34, 1537-1547.

OTERO, X.L.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M.J.; 1999. Seasonal variation in inorganic nitrogen content of soils from breeding sites of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*) in the Cies Islands Natural Park (NW Iberian Peninsula). *Fresenius Environ. Bull.* 8, 685-692.

RAMO, C.; 1992. Estudio sobre la viabilidad de traslado de la pajarera del Parque Nacional de Doñana. Memoria final, Convenio de Cooperación ICONA-CSIC, 50 pp.

RAMO, C.; 2005. Actualización de algunos datos del informe “Estudio sobre la viabilidad de traslado de la pajarera del Parque Nacional de Doñana. Informe para el Parque Nacional, 14 pp.

SÁNCHEZ PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A.; GANDULLO, J.M. 2007; Las estaciones ecológicas de los alcornocales españoles. Monografías INIA, Serie Forestal, nº 14. INIA. 232 pp. Madrid.

SERRASOLES, I.; PÉREZ-DEVESA, M.; VILAGROSA, A.; PAUSAS, J.G.; SAURAS, T.; CORTINA, J.; VALLEJO, V.R.; 2009. Soil properties constraining cork oak distribution. En: ARONSON, J.; PEREIRA, J.S. & PAUSAS, J.G. (Eds.): *Cork Oak Woodlands on the Edge. Ecology, Adaptive Management, and Restoration*, 89-99. Island Press. Washington DC.

SOBEY, D.G.; KENWORTHY, J.B.; 1979. The relationship between herring gulls and the vegetation of their breeding colonies. *J. Ecol.* 67, 469-496.

SOLÍS, J.C.; 1996. Plan de ordenación del alcornocal de Doñana. Informe Técnico, 105 pp.

TELFAIR, R.C.; BISTER, T.J.; 2004. Long-term breeding success of the cattle egret in Texas. *Waterbirds* 27, 69-78.

URDIALES, C.; 2007. Actuaciones para la recuperación de la pajarera de Doñana en el Espacio Natural Doñana. Informe Técnico, 13 pp.

VÁZQUEZ, F.M.; SUÁREZ, M.A.; TORRES, E.; 1997. Limitaciones a la regeneración natural de los alcornocales en el Parque Nacional de Doñana (Huelva, España). En: PUERTAS, F. y RIVAS, M. (Eds.). *Actas II Congreso Forestal Español*, 547-552. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Pamplona.