

**ESTUDIO REPRODUCTIVO Y CUANTIFICACIÓN DE CONTENIDOS  
DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN UN HUEVO  
DE AVUTARDA (*OTIS TARDA*)**

M.<sup>a</sup> V. FALCETO<sup>1</sup>  
M.<sup>a</sup> C. MARTÍNEZ B.-G.<sup>1</sup>  
J. I. CRUZ<sup>1</sup>  
M. P. FERRANDO<sup>1</sup>  
J. MALUENDA<sup>1</sup>  
V. SANZ<sup>1</sup>

RESUMEN.—Se ha realizado un estudio morfológico, reproductivo, microbiológico y toxicológico de un huevo de avutarda (*Otis tarda*) recogido en junio de 1991 en las cercanías de Belchite (Zaragoza). Las características externas estudiadas eran normales. Tras el estudio reproductivo se apreció la no existencia de fecundación. No se encontró ningún tipo de bacteria en la muestra remitida para el estudio microbiológico. El estudio toxicológico demostró la presencia de hexaclorociclohexano ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ), DDT y metabolitos, heptacloro, Heptachlor epoxide, Aldrin, Endosulfan I y II, Dieldrin, Endrin, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfato. La acumulación de residuos ha sido 6,5 veces mayor en la cáscara que en el contenido del huevo.

---

<sup>1</sup> Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. E-50013 ZARAGOZA.

ABSTRACT.—A morphological, reproductive, microbiological and toxicological study has been carried out in one egg of great bustard (*Otis tarda*). The morphology and the rest of external characteristics were normal. It was not fertilized and no bacteria were detected. The toxicological study showed the presence of hexachlorideciclohexane ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ), DDT and its metabolites, Heptachlor, Aldrin, Endosulfan I y II, Dieldrin, Endrin, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfato. The toxic contents in the shell was 6,5 times bigger than in the yolk.

KEY WORDS.—Organochloride, egg, reproduction, great bustard (*Otis tarda*).

## INTRODUCCIÓN

La avutarda es muy recelosa y abandona el nido con más frecuencia que otras aves, circunstancia que está haciendo disminuir, junto con una caza abusiva (RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F., 1981) y la repoblación forestal (BURTON, M. y cols., 1974), los efectivos de la especie. Las avutardas son presa de numerosos enemigos: los zorros matan tanto a las crías como a los adultos, los cuervos devoran sus huevos (BURTON, M. y cols., 1974) y además son perseguidas por las aves rapaces (ALVARADO, R., 1970). La situación demográfica de la avutarda se ve agravada porque rara vez saca adelante más de uno o dos pollos y éstos no alcanzarán la madurez sexual hasta cumplir los cuatro años; si a todo esto unimos las consecuencias de la presencia de organoclorados en el medio ambiente de las aves, que producen, entre otras consecuencias, disminución de la producción de huevos y fragilidad de la cáscara de los huevos que ponen, no es de extrañar que su número se halle en regresión.

Durante la segunda guerra mundial y en el primer periodo de la posguerra, en numerosos lugares se recuperó de manera notable la población de todas las aves, al no practicarse el deporte de la caza. Este periodo duró hasta 1955; entonces empezó un descenso general. Indudablemente, y es un hecho que las estadísticas demuestran, este declive fue paralelo al gran auge que experimentó la caza a final de los años 50. Pero el descenso fue tan importante y se extendió tan ampliamente que era evidente que existía alguna otra causa.

En Gran Bretaña la súbita disminución que experimentaron especies tales como el ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y el esmerejón (*Falco columbarius*) estuvo por primera vez claramente correlacionada con el uso de compuestos organoclorados tales como el DDT.

El daño causado fue en algunos casos increíble. El halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el ejemplo mejor conocido, fue casi erradicado en Europa y sólo unas pocas poblaciones se mantuvieron en lugares aislados, como Escocia, ciertas comarcas de España y algunas islas pequeñas del Mediterráneo (BIJLEVELD, 1984).

En estos últimos años se han realizado determinaciones toxicológicas de organoclorados en huevos de especies como: halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (JOIRIS, C. y cols., 1979; VENANT, A., 1980; ENDERSON, H. y cols., 1982; LUOMA, J. R., 1991), águila imperial (*Aquila heliaca adalberti*) (GONZÁLEZ, L. M.; HIRALDO, F., 1981), milano negro (*Milvus nigrans*) (GONZÁLEZ, J. y cols., 1984), milano real (*Milvus milvus*) (GONZÁLEZ, J. y cols., 1984), alcotán (*Falco subbuteo*) (GONZÁLEZ, J. y cols., 1984), águila calzada (*Hieraetus pennatus*) (GONZÁLEZ, J. y cols., 1984), azor (*Accipiter gentilis*) (JOIRIS, C. y cols., 1979; FROSLIE, A., 1986), gavián (*Accipiter nisus*) (EGGERS, H., 1978; JOIRIS, C. y cols., 1979; FROSLIE, A., 1986), ratonero (*Buteo buteo*) (JOIRIS, C. y cols., 1979), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) (VENANT, A., 1980), mochuelo (*Athene noctua*) (JOIRIS, C. y cols., 1979; VENANT, A., 1980), búho real (*Bubo bubo*) (JOIRIS, C. y cols., 1979), lechuza (*Tyto alba*) (JOIRIS, C. y cols., 1979), cigüeña (*Ciconia ciconia*) (EGGERS, H., 1978). No hemos encontrado bibliografía referente a la especie que nos ocupa (*Otis tarda*).

Actualmente, el interés sobre la conservación de especies animales en peligro de extinción aumenta cada día. Bien sabido es que las aves están sufriendo en algunas zonas de nuestro territorio nacional serias amenazas, que ponen en peligro a medio plazo sus posibilidades de supervivencia. Incluso existe legislación actual sobre estas especies amenazadas [Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna silvestres (B.O.E. 28-3-89) y Real Decreto 439/90, que regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (B.O.E. n.º 82 del

5-4-90)] y ya se han realizado los primeros actos judiciales frente a delitos ecológicos (MARRACO, J. M., 1985; FALCETO y cols., 1990).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El huevo de avutarda (*Otis tarda*) fue recogido en Belchite (Zaragoza) a finales de junio de 1991 por el Servicio de Conservación del Medio Natural de la Diputación General de Aragón.

Hemos utilizado en esta especie la misma metodología que en otras ocasiones con huevos de halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (FALCETO y cols., 1989 y 1990). Tras una cuidadosa limpieza del mismo, observamos las características macroscópicas (color, distribución del moteado pardo por la superficie del huevo, brillo, diámetro longitudinal y transversal, etc.) para su clasificación e identificación. Al ser un huevo no eclosionado se procedió a su apertura para conocer la existencia o no de un embrión en su interior. Posteriormente observamos al microscopio óptico la posible presencia de disco germinal, que nos indicaría si el huevo había sido fecundado en su trayecto por el oviducto antes de su oviposición. También tomamos con las precauciones adecuadas y con un hisopo estéril una muestra del contenido del huevo para cultivo, aislamiento e identificación microbiológica.

El estudio toxicológico se realizó en la cáscara y también en un homogeneizado de yema y clara. Para la identificación de los organoclorados hemos utilizado un patrón de los más completos del mercado (16 identificaciones) tanto en la cáscara como en el contenido del huevo. Hemos utilizado cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica y con columna capilar. Los resultados se han expresado en  $\mu\text{g/L}$ .

## RESULTADOS

El huevo es de polos redondeados, liso y moderadamente brillante. Su color es gris oliva grisáceo con marcas alargadas de pardo claro - pardo oscuro. Las medidas son 79 mm de diámetro longitudinal y 56 mm de diámetro transversal.

Tras su apertura se vio que no existía un pollo o embrión macroscópico en su interior. Tampoco se observó al microscopio óptico la existencia de disco germinal, por lo que concluimos que este huevo no había sido fecundado.

No se encontró ningún tipo de bacteria en la muestra remitida para el estudio microbiológico.

El estudio toxicológico demostró la presencia de hexaclorociclohexano ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ), DDT y metabolitos, Heptachlor, Heptachlor epoxide, Aldrin, Endosulfan I y II, Dieldrin, Endrin, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfato. La acumulación de residuos ha sido 6,5 veces mayor en la cáscara que en el contenido del huevo.

Podemos considerar que la presencia de organoclorados puede afectar a la reproducción de la especie.

Los resultados obtenidos por cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica y con columna capilar pueden verse en Tablas I y II.

## DISCUSIÓN

Las características del huevo coinciden con las descritas por otros autores (HARRISON, C., 1977; PEDROCCHI, C., 1978; RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F., 1981).

El hecho de encontrar el huevo abandonado en el nido en el mes de junio no nos aclara si la avutarda lo abandonó en la época de incubación por una agresión que la asustó y la hizo huir (RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F., 1981) o posteriormente, cuando ya había terminado el tiempo de incubación.

Las puestas tienen lugar sobre todo durante el mes de mayo, aunque a veces se depositan ya a finales de abril (RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F., 1980). La incubación la realiza sólo la hembra, durante 25-28 días (HARRISON, C., 1977), por lo que en el mes de junio ya ha terminado y los pollos han nacido o los huevos son abandonados.

<b>Tabla I.</b>	
CÁSCARA	
Plaguicida	Cantidades (µg/L)
Hexaclorociclohexano	
α-HCH	128,093
β-HCH	128,093
γ-HCH (lindano)	12.168,850
δ-HCH	256,186
TOTAL	12.681,222
DDT y metabolitos:	
pp'-DDT	1.857,350
pp'-DDD	448,326
pp'-DDE	422,707
TOTAL	2.728,383
Heptachlor	256,186
Aldrin	480,349
Heptachlor epoxide	384,279
Endosulfan I	1.216,885
Dieldrin	320,232
Endrin	1.152,838
Endosulfan II	1.216,885
Endrin aldehyde	640,465
Endosulfan sulfato	1.921,397
TOTAL de residuos de pesticidas organoclorados detectados en yema y clara	22.999,121

La puesta consiste generalmente en 2 ó 4 huevos (PEDROCCHI, C., 1978) y aquí sólo se encontró uno, con lo que se supone que del resto o eclosionaron los pollos o desaparecieron en otras circunstancias, como por robo, o ingeridos por cuervos (BURTON, M., 1974) o perros asilvestrados o zorros (RUIZ GORDON, L. M., 1992).

Tabla II.

## CONTENIDO DEL HUEVO: YEMA Y CLARA

Plaguicida	Cantidades ( $\mu\text{g/L}$ )
Hexaclorociclohexano	
$\alpha$ -HCH	20,580
$\beta$ -HCH	20,580
$\gamma$ -HCH (lindano)	192,136
$\delta$ -HCH	205,860
TOTAL	439,156
DDT y metabolitos:	
pp'-DDT	398,037
pp'-DDD	123,516
pp'-DDE	41,172
TOTAL	562,725
Heptachlor	54,890
Aldrin	343,101
Heptachlor epoxide	795,994
Endosulfan I	82,344
Dieldrin	108,792
Endrin	137,240
Endosulfan II	82,344
Endrin aldehído	370,549
Endosulfan sulfato	539,125
TOTAL de residuos de pesticidas organoclorados detectados en yema y clara	3.517,260

EGGERS, H., 1978; JOIRIS, C. y cols., 1979; VENANT, A., 1980; GONZÁLEZ, L. M., 1981; ENDERSON, H. y cols., 1982; GONZÁLEZ, J. y cols., 1984; FROSLIE, A., 1986; LUOMA, J. R., 1991, entre otros, han detectado diferentes organoclorados en aves silvestres, pero no tenemos datos referentes a huevos de avutarda para poderlos comparar con los nuestros.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, R.; CONTI, C.; FRIEDEL, H.; RINGUELET, R. 1970. *El mundo de los animales*. Vol. 6. Ed. Noguer. Barcelona.
- BIJLEVELD, M.F.I. J. 1984. *Animales en peligro*. Ed. Salvat.
- BURTON, M.; BURTON, R. 1974. *Purnell's encyclopedia of animal life*. B.P.C. Publishing.
- EGGERS, H.; RIEMER, F.; GRISK, A. 1978. Presence of chlorinated organic compound DDT poly chlorinated bi phenyls in the eggs of birds of prey and white storks. *Beitr Vogelkd*, 24 (5): 253-256.
- ENDERSON, H. H.; CRAIG, G. R.; BUANHAN, W. A.; BERGER, D. D. 1982. Eggshell thinning and organochlorine residues in rocky mountain peregrines (*Falco peregrinus*) and their prey. *Canadian Field Naturalist*, 96: 255-264.
- FALCETO, M. V.; CRUZ, J. I. y cols. 1989. Estudio de una puesta de Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) obtenida en cautividad. *IV Jornadas Internacionales de Reproducción e Inseminación Artificial*. León.
- FALCETO, M. V.; CRUZ, J. I. y cols. 1990. Estudio de la actividad sexual de la hembra de halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en reproducción dirigida. *V Jornadas Internacionales de Reproducción e Inseminación Artificial*.
- FALCETO, M. V.; CRUZ, J. I. y cols. 1990. Experiencia sobre recuperación de especies protegidas en Aragón. Adopción de pollos de halcón peregrino (*Falco peregrinus*). *Azara*, 2: 29-33.
- FROSLIE, A.; HOLT, G.; NORHEIM, G. 1986. Mercury and persistent chlorinated hydrocarbons in owls strigiformes and birds of prey falconiformes collected in Norway during the period 1965-1983. *Environ Pollut ser B Chem Phys*, 11 (2): 91-108.
- GONZÁLEZ, L. M.; HIRALDO, F. 1981. Organochlorine and heavy metal contamination in the eggs of the spanish imperial eagle *Aquila-Adalberti* and accompanying changes in eggshell morphology and chemistry. *Environ Polut*, 51 (4): 241-258.
- GONZÁLEZ, J.; HERNÁNDEZ, L. M.; RICO, C.; BALUJA, G. 1984. Residues of organochlorine pesticides polychlorinated biphenyls and heavy metals in the eggs of predatory birds from Doñana National Park Spain. 1980-1983. *J. Environ Sci. Health part. B pestic. Food Contam. Agric. Wastes*, 19 (8-9): 759-772.
- HARRISON, C. 1977. *Guía de campo de los nidos, huevos y polluelos de las aves de España y de Europa*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- JOIRIS, C.; JAEGER, J.; DELBEKE, K. 1979. Changes of eggshell trichness in belgian bird of prey. *Gerfaut*, 69 (2): 195-221.



- LUOMA, J. R. 1991. The Deadly Legacy of DDT. *Wildlife Conservation*.
- MARRACO, J. M. 1989. Campaña para ampliar la legislación sobre el delito ecológico. *Quercus*, 36: 13-15.
- PEDROCCHI, C. 1978. *Las aves de Aragón*. Editorial Librería General. Zaragoza.
- RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F. 1980. *La aventura de la vida: crónica de viajes de Félix Rodríguez de la Fuente*. Ed. Urbion.
- RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F. 1981. *Fauna*. Tomo V. Ed. Salvat.
- RUIZ GORDON, L. M. 1992. El sino de las avutardas en un entorno periurbano. *Quercus*, 72: 40-41.
- VENANT, A.; RICHOU-BAC, L.; GLEIZES, E.; TERRASSE, M.; JUILLARD, M. 1984. Contamination of eggs of birds of prey by chlorinated organic hydrocarbons between 1974 and 1980. *Environ Pollut. ser. B Chem. Phys.*, 7 (3): 179-192.