

## PAPEL DE LA CODORNIZ EN LA AGROECOLOGÍA DE MALAS HIERBAS (II). INFLUENCIA DE LA DIGESTIÓN EN LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

Guerrero L., López-Navarro P., González-Redondo P., Urbano J.M.\*

*Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera km 1, 41013 Sevilla, España.*

\*urbano@us.es

**Resumen:** El papel de las aves granívoras en la agroecología de las malas hierbas es poco conocido. La codorniz es un ave granívora migratoria frecuente en la campiña española. El objetivo de este trabajo ha sido conocer el potencial predador y dispersor de la codorniz sobre una serie de malas hierbas frecuentes y problemáticas en la agricultura mediterránea. Los resultados obtenidos han permitido demostrar que la codorniz es fundamentalmente predadora de semillas de malas hierbas, eliminando cerca del 95 % de las semillas que consume, aunque también tiene un potencial dispersor durante el periodo comprendido entre las 12 y las 48 horas posteriores a su consumo.

**Palabras clave:** Manejo del hábitat, biodiversidad, emergencia.

**Summary: Role of quail in weed agroecology (II). Influence of digestion on seed viability.** The role of granivorous birds on weed agroecology is not fully understood. The quail is a migratory granivorous bird commonly found in Spanish farms. The aim of this study was to determine the potential as predator and as seed-disperser of the quail on weed species considered problematic in the Mediterranean agriculture. The results have shown that the quail is fundamentally a predator of weed seeds, eliminating about 95% of the seeds they eat, but also has a disperser potential during the period comprised between 12 and 48 hours after seed consumption.

**Keywords:** Agroecology, habitat management, biodiversity, emergence.

### INTRODUCCIÓN

Las aves afectan de forma diferente a las semillas que consumen actuando como dispersoras o como predadoras (o depredadoras) (Howe & Estabrook, 1977; Barnea et al., 1991; Tiffney, 2004; Domínguez-Domínguez et al., 2006). La depredación de semillas es un factor que influye en

la dinámica poblacional de las malas hierbas. Estudios realizados confirman que el papel del ave como predador o dispersor de semillas vegetales y su calidad como dispersor dependen de la morfología, forma de presentación y características de la semilla. De ellas, el principal factor determinante es el tamaño de la semilla (Montaldo, 2005). Al pasar por el tracto digestivo del dispersor, las semillas con frecuencia son viables y su tasa de germinación puede aumentar o disminuir (Herrera, 1984; Figueroa & Castro, 2002; Traveset & Verdú, 2002). Traveset et al. (2007) indican que tanto la velocidad de germinación de las semillas como el porcentaje en que germinan, dependerán del procesamiento de las semillas en el tracto digestivo (entre otros factores).

Las aves endozoócoras son fundamentalmente las frugívoras y las granívoras, pues al ingerir en su alimentación los frutos y las semillas de las plantas, respectivamente, contribuyen a dispersar las semillas excretadas tras la digestión. Ello permite tanto la regeneración de la vegetación en sus localizaciones como la colonización de nuevos lugares alejados de la planta parental (Willson & Traveset, 2000). Existen dos casos principales en los que la endozoocoria, y en concreto la ornitocoria como caso particular de ésta realizada por las aves, afecta a la modificación de las biocenosis y causa perturbaciones en los agrosistemas: la dispersión de especies vegetales alóctonas invasoras y la infestación de los cultivos agrícolas por malas hierbas (Meisenburg & Fox, 2002).

Este trabajo es la continuación de un estudio previo (Guerrero et al., 2015) realizado sobre el patrón de consumo de semillas arvenses por parte de la codorniz (*Coturnix coturnix*). Concretamente los objetivos de este estudio han sido conocer el potencial predador de la codorniz sobre malas hierbas habituales en la Península Ibérica, y además conocer el potencial dispersor de esta ave, en concreto conocer qué porcentaje de semillas superan el proceso digestivo y cuáles de éstas se eliminan. El tercer objetivo es conocer el tiempo que las semillas viables pueden sobrevivir en el aparato digestivo de la codorniz o dicho de otra forma, el tiempo que la codorniz puede estar dispersando semillas de malas hierbas una vez consumidas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

En la Tabla 1 se presenta el material usado, que ha consistido en las heces de 30 individuos adultos de codorniz, alojados individualmente en jaulas acondicionadas (30×30×30 cm). Se realizaron dos experimentos: a) el primero con semillas de 5 especies arvenses y 3 repeticiones, excepto para *Centaurea cyanus* que fueron 4 repeticiones y *Lolium rigidum* que fueron 5 (con 5 aves por especie y repetición); b) el segundo experimento se diseñó para conseguir mayor número de datos de dos especies ya incluidas en el primero, por lo tanto se utilizaron las heces de aves alimentadas con

semillas de 2 especies arvenses (*C. cyanus* y *L. rigidum*) y se realizaron 2 repeticiones (con 15 aves por especie y repetición).

Las aves fueron alimentadas con pienso comercial, posteriormente se mantuvieron sin alimentación durante 12 horas y a continuación se le suministró una cantidad conocida de semillas arvenses durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se volvió a suministrar pienso comercial. Las condiciones de consumo e ingestión de semillas se describieron en Guerrero et al. (2015).

Tras la fase de ingestión de semillas, en el primer ensayo se recogieron las heces en intervalos de 12 horas durante 2 días (12h, 24h, 36h y 48h desde la retirada de las semillas). Una submuestra de 0,5 g de los excrementos de cada muestra se puso en condiciones favorables para la germinación. En el segundo ensayo, las heces se recogieron solo en 2 franjas horarias (48h y 72h desde la retirada de las semillas). En el segundo ensayo se disgregó la totalidad de las heces para extraer las semillas con el fin de conocer cuántas sobrevivían a la digestión y ponerlas en condiciones favorables para la germinación. Además se puso a germinar un lote control de semillas sin ingerir por las aves, consistente en 5 placas de Petri por especie de mala hierba, con 20 semillas por placa. Los tests de germinación se realizaron durante 14 días en cámara de cultivo programada a 23 °C, 60% de humedad relativa y con fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad, con radiación fotosintética activa de 22 W\*m<sup>-2</sup>. En todos los casos se registró el número de semillas germinadas. En el primer ensayo se pesaron las heces de cada codorniz de cada franja horaria de recogida y a partir de las semillas que germinaron de cada submuestra de 0,5 g se estimó el número total de semillas germinadas por defecación. En el segundo ensayo se registró el número de semillas extraídas de la totalidad las heces de cada ave y franja horaria. A partir del porcentaje de germinación de las semillas control no ingeridas se determinó un factor de corrección de viabilidad de las semillas de cada especie.

**Tabla 1. Códigos EPPO de cada especie de mala hierba en estudio, número de semillas consumidas y porcentaje medio (±ET) de germinación de las semillas sin digerir (controles).**

Especie arvense	Código EPPO	Nº de aves	Semillas consumidas (n) <sup>(a)</sup>	Germinación (%) <sup>(b)</sup>
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	CHYCO	15	231,94	10,0 ±12,4
<i>Centaurea cyanus</i>	CENCY	50	643,49	46,5±8,4
<i>Sinapis alba</i>	SINAL	15	76,06	78,7±6,9
<i>Lolium rigidum</i>	LOLRI	51	178,15	28,0±8,3
<i>Malva sylvestris</i>	MALSS	15	99,58	1,3±1,3

<sup>(a)</sup>Número de semillas consumidas por individuo de *Coturnix coturnix*, obtenido de Guerrero et al. (2015).

<sup>(b)</sup>Porcentaje de germinación de las semillas antes del experimento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las pruebas de germinación de las heces correspondientes al primer experimento y se puede observar que las semillas de las 5 especies estudiadas tienen capacidad para sobrevivir al proceso digestivo de la codorniz; por lo tanto la especie *Coturnix coturnix* puede considerarse como dispersora de estas especies arvenses. En el caso de *C. cyanus*, *L. rigidum* y *Malva sylvestris*, se detectaron emergencias en las muestras de heces recogidas hasta las 48 horas, lo cual implica que la codorniz puede dispersar las semillas de estas malas hierbas durante los dos días posteriores a su consumo. En el caso de *Chrysanthemum coronarium* y *Sinapis alba* no se detectaron emergencias en la franja horaria de 48 horas pero sí hasta las 36 horas.

Sin embargo la comparación de las emergencias respecto a las semillas viables consumidas proporciona porcentajes de germinación iguales o inferiores al 4,24% para todas las arvenses salvo *M. sylvestris*, lo cual quiere decir que la codorniz es básicamente predadora de semillas de malas hierbas porque al menos el 95% de las semillas que consume son eliminadas del agrosistema. El resultado de germinación de las semillas de *M. sylvestris* se debe interpretar con prudencia dada la baja viabilidad de las semillas de esta arvense usadas en el estudio.

**Tabla 2. Porcentaje de semillas germinadas de las heces en función a las semillas consumidas para cada una de las especies arvenses estudiadas.**

EPPO	N <sup>(a)</sup>	Número de semillas consumidas totales	Semillas germinadas	Germinación de semillas ingeridas (%)	Germinación de semillas viables ingeridas (%) <sup>(b)</sup>
CENCY	80	32.175	26	0,08	0,17
LOLRI	100	9.086	108	1,19	4,24
CHYCO	60	3.479	10	0,29	2,87
MALSS	60	1.494	20	1,34	100,0
SINAL	60	1.141	11	0,96	1,22

<sup>(a)</sup>N indica el número de muestras de heces analizadas. Por defecto es 60 (5 individuos x 3 repeticiones x 4 franjas horarias). En CENCY el número de repeticiones fue 4 y en LOLRI fue 5.

<sup>(b)</sup>Las semillas viables se calcularon multiplicando las semillas consumidas por un factor de corrección equivalente a la proporción de semillas control viables (Tabla 1).

En la Tabla 3 se presentan los resultados del segundo experimento en el que se seleccionaron 2 especies de malas hierbas: *L. rigidum* por ser la especie que mayor número de emergencias obtuvo en el experimento 1, y *C. cyanus* por ser la especie más consumida por las codornices. En este segundo experimento todas las heces fueron disgregadas y filtradas para extraer los restos de semillas que habían sido excretadas.

Las 2 especies confirmaron su capacidad de sobrevivir al proceso digestivo de la codorniz, pero todas las emergencias fueron detectadas sólo en las heces de la franja horaria de 0 a 48 horas, lo cual indica que el papel dispersor de la codorniz es inferior a las 72 horas posteriores al consumo.

La comparación del número de semillas recuperadas respecto a las semillas consumidas confirma el papel predador de la codorniz ya que solo una pequeña proporción de las semillas consumidas pudieron ser recuperadas (0,15% en *C. cyanus* y 0,64% en *L. rigidum*).

La comparación de las semillas germinadas proporciona un porcentaje aún inferior si se compara con las semillas viables consumidas (0,06 y 0,87% en *C. cyanus* y *L. rigidum*, respectivamente), pero si se compara con las semillas recuperadas el porcentaje oscila entre el 38% de *C. cyanus* y el 100% de *L. rigidum*, lo cual significa que el proceso digestivo probablemente rompió la posible latencia en las semillas no digeridas completamente.

**Tabla 3. Porcentaje de semillas germinadas en función a las semillas consumidas y de las semillas recuperadas de las heces para cada una de las especies arvenses estudiadas.**

EPPO	N <sup>(a)</sup>	Nº de semillas consumidas	Semillas recuperadas	Germinación				
				Nº Semillas	% sobre consumidas	% sobre consumidas viables <sup>(b)</sup>	% sobre recuperadas	% sobre recuperadas viables <sup>(b)</sup>
CENCY	60	19.305	28	5	0,03	0,06	17,85	38,4
LOLRI	60	5.345	34	13	0,24	0,87	38,23	100,0

<sup>(a)</sup> N indica el número de muestras de heces analizadas. Son 15 individuos x 2 repeticiones x 2 franjas horarias (48h y 72h).

<sup>(b)</sup> Las semillas viables se calcularon multiplicando las semillas consumidas por un factor de corrección equivalente a la proporción de semillas control viables (Tabla 1).

No se ha encontrado ningún trabajo acerca del potencial depredador y dispersor de la codorniz en el campo de las malas hierbas, pero es sabido que las aves se encuentran entre los principales animales que dispersan frutos y semillas cuando realizan sus actividades alimenticias (depredación) y posteriormente expulsan éstas del aparato digestivo, pues pueden ser regurgitadas o pueden atravesar el tracto digestivo y ser defecadas (Pérez, 1983; Moreno, 1996). Esta modalidad conocida como ornitocoria, que es la dispersión de las semillas realizada por aves (García, 2014), hace que muchas aves ingieran semillas de manera casual junto con el follaje y para muchas especies vegetales esto se ha convertido en un mecanismo importante de dispersión (Moreno, 1996).

Los resultados presentados, aunque corresponden a un experimento en condiciones de granja tienen interés en el campo de la malherbología, porque demuestran el papel beneficioso de la codorniz y probablemente otras muchas aves granívoras, a la hora de drenar el banco de semillas de malas hierbas. Sin embargo no se debe olvidar el potencial dispersor de estas aves, que no tiene importancia en cuanto su magnitud pero sí es relevante el hecho de que sea posible porque permite iniciar nuevas infestaciones. Este papel dispersor tiene mayor interés si se une al potencial de generación de biotipos resistentes a herbicidas como por ejemplo ocurre en el caso de *L. rigidum*, en el que la codorniz podría estar restándole eficacia a las medidas antirresistencia empleadas.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos han permitido demostrar que:

- A) La codorniz es fundamentalmente predador de semillas de malas hierbas, eliminando cerca del 95 % de las semillas que consume.
- B) La codorniz es un potencial dispersor de semillas de arvenses. Aunque las semillas dispersadas son una pequeña minoría pueden ser relevantes en determinados casos (dispersión de biotipos resistentes, etc.).
- C) La codorniz es capaz de dispersar semillas viables hasta las 48 horas posteriores a su consumo. Las heces recolectadas a las 72 horas no contenían semillas viables.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al personal técnico perteneciente al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Sevilla por la amable ayuda prestada durante los procedimientos experimentales y a Javier Flores por su cooperación en el cuidado de los animales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BARNEA M, YOM-TOV Y & FRIEDMAN J (1991) Does ingestion by birds affect seed germination? *Functional Ecology* 5, 394-402.
- DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ LE, MORALES-MÁLVIL JE & ALBA-LAN-DA J (2006) Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae)

defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Revista de Biología Tropical* 54(2), 387-394.

FIGUEROA JA & CASTRO SA (2002) Effect of birds ingestion on seed germination of four woody species of temperate rain forest of the Chiloé island, Chile. *Plant Ecology* 160, 17-23.

GARCÍA MA (2014) Tema 2: Ecología de las plantas adventicias y tipos de comunidades que forman. En: *Malherbología*. Universidad de Valladolid. Disponible en: [https://alojamientos.uva.es/guia\\_docente/uploads/2011/427/52040/1/Documento1.pdf](https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2011/427/52040/1/Documento1.pdf). [Consultado: 18 de enero de 2015].

GUERRERO L, LÓPEZ-NAVARRO P., GONZÁLEZ-REDONDO P, URBANO JM (2015) Papel de la codorniz en la agroecología de malas hierbas (I). Consumo de semillas. En: *Proceedings XV Congreso de la SEMh* (20-21 octubre, Sevilla, España). Ed. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Sevilla, España, *aceptado*.

HERRERA CM (1984) A study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecological Monographs* 54, 1-23.

HOWE HF & ESTABROOK GF (1977) On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *American Naturalist* 111, 817-832.

MEISENBURG MJ & FOX AM (2002) What role do birds play in dispersal of invasive plants. *Wildland Weeds* 2, 8-14.

MONTALDO NH (2005) Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: Manipulación de frutos y destino de las semillas. *El Hornero* 20(2), 163-172.

MORENO CASASOLA P (1996) *Vida y Obra de Granos y Semillas*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México D.F.

PÉREZ CHISCANO JL (1983) La ornitocoria en la vegetación de Extremadura. *Studia Botanica* 2, 155-168.

TIFFNEY BH (2004) Vertebrate dispersal of seed plants through time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35, 1-29.

TRAVESET A & VERDU M (2002) A meta-analysis of the effect of gut treatment of seed germination. En: DJ Levey; WR Silva & M Galetti (eds). *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology Evolution and Conservation*. CAB International, Wallingford, pp. 339-350.

TRAVESET A, ROBERSTSON A & RODRÍGUEZ-PÉREZ J (2007) A review on the role of endozoochory on seed germination. En: Dennis A.J., Schupp E.W., Green R.J., Westcott D.A., (eds.). *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, pp. 78-103.

WILLSON MF & TRAVESET A (2000) The ecology of seed dispersal. En: Fenner, M. (Ed). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Reino Unido, pp. 85-110.