¿Puede el cultivo de triticale (X *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) ayudar al control de la abundancia de conejos silvestres (*Oryctolagus cuniculus* L.) en agrosistemas cerealísticos?

Carlos Calvete[1,3*] y Rosa Estrada[2,3]

[1] Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Dpto. de Ciencia Animal. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España.
[2] Universidad de Zaragoza, Facultad de Veterinaria, Dpto. de Patología Animal. Avda. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España.
[3] Instituto Agroalimentario de Aragón IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza) Zaragoza, España.

Resumen

El conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus* L) puede ocasionar grandes daños a la agricultura, especialmente en agrosistemas cerealísticos en los que puede alcanzar densidades elevadas. El control de sus poblaciones suele requerir un esfuerzo cinegético intenso y prolongado que puede originar conflictos entre los sectores agrícola, cinegético y de la conservación, por lo que la reducción de los recursos tróficos que suponen los propios cultivos podría ser una estrategia complementaria que facilitase el control de esta especie. Observaciones empíricas han sugerido que el triticale (X *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) podría ser un cereal candidato para la implementación de esta estrategia de control debido a una aparente menor preferencia por parte de los conejos para consumirlo en comparación a otros cultivos. Por este motivo, el objetivo del presente estudio fue determinar a lo largo de cuatro años la asociación del índice de abundancia kilométrica de conejos (IKA) con la predominancia de diferentes cultivos, incluido el triticale, en un agrosistema cerealístico de secano en el nordeste de la península ibérica. Los resultados evidenciaron una clara asociación negativa de la abundancia de conejos con la práctica del barbecho y con el porcentaje de superficie dedicada al cultivo del triticale, sugiriendo la posibilidad de implementar ambas prácticas agrícolas en estrategias dirigidas a aumentar la eficacia del control de las poblaciones de conejos. No obstante, serían necesarios más trabajos de investigación para caracterizar los mecanismos implicados causantes de esta asociación negativa del triticale con el IKA y validar la conveniencia del cultivo de este cereal dentro de las estrategias de control.

Palabras clave: Conflictos con fauna salvaje, control de plagas, conservación agrosistemas, daños a la agricultura, lagomorfos.

* Autor para correspondencia: ccalvete@aragon.es

Cita del artículo: Calvete C., Estrada R. (2025). ¿Puede el cultivo de triticale (X *Triticosecale Wittm*. ex A. Camus) ayudar al control de la abundancia de conejos silvestres (*Oryctolagus cuniculus* L.) en agrosistemas cerealísticos?. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 121(3): 204-222. https://doi.org/10.12706/itea.2025.005

Copyright: © 2025 de los autores. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0)

Can farming triticale (X *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) help to control the abundance of European wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.) in cereal cropping systems?

Abstract

The European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.) can cause significant damage to crops in cereal agrosystems where rabbit populations can reach high densities. Control of rabbit populations is usually achieved by applying intensive hunting efforts over time, which can generate conflicts between hunters, farmers and conservationists. In this scenario, however, the reduction of trophic resources provided by crops could be a complementary strategy to increase the effectiveness of rabbit control programs in this type of agrosystems. Recently, empirical observations have suggested that triticale (X *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) could be a candidate cereal to be considered in this strategy, since the preference of rabbits for this cereal was apparently lower than for other ones. In this way, the aim of this study was to determine, over four years, the association of a rabbit kilometric abundance index (KAI) with the presence and relative extent of different crops (including triticale) in a cereal agrosystem located in the northeast of the Iberian Peninsula. The results showed a clear negative association of KAI with the percentage of uncultivated agricultural land (annual fallow) and the percentage of crop area occupied by triticale, suggesting that both agricultural practices could increase control efficacy if were included in rabbit control strategies. However, further research is needed to elucidate the underlying mechanisms involved in the negative relationship between KAI and triticale cultivation to validate its application in rabbit control strategies.

Keywords: Agricultural systems conservation, crop damage, lagomorphs, pest control, wildlife conflict.

Introducción

El conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus* L.) es una especie clave de los ecosistemas mediterráneos de la península ibérica, tanto por su papel como presa para numeras especies de predadores como por su capacidad modeladora de estos ecosistemas (Delibes-Mateos *et al*., 2008). Paradójicamente, aunque el conejo silvestre está clasificado como especie en peligro según la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Villafuerte y Delibes-Mateos, 2019) en numerosas áreas de la península ibérica esta especie es considerada plaga debido a los daños que ocasiona a la agricultura, los cuales se han incrementado notablemente durante las dos últimas décadas. Aunque la magnitud de estos daños no siempre está directamente relacionada con la abundancia de conejos, ésta suele ser un factor determinante, especialmente en agrosistemas cerealísticos en donde los conejos pueden alcanzar densidades elevadas (Delibes-Mateos *et al*., 2018).

En la mayoría de los hábitats, la abundancia de conejos está íntimamente ligada a la presencia de especies vegetales palatables para los conejos que impliquen la disponibilidad de proteína de calidad para su alimentación, ya que ello mejora su estado fisiológico e incrementa su éxito reproductivo (Villafuerte *et al*., 1997; Virgós *et al*., 2003; Llobat y Marín-García, 2022). Estudios realizados en áreas agrícolas han mostrado la preferencia de los conejos por el consumo de gramíneas cultivadas, preferentemente trigo (*Triticum* spp.) o cebada (*Hordeum* spp.) (Homolka, 1988; Chapuis y Gaudin, 1995). Estos cultivos presentan las mejores cualidades nutritivas durante las fases iniciales de crecimiento, coincidiendo con el período álgido de reproducción de los conejos (Marín-García y Llobat, 2021), de tal manera que en agrosistemas cerealísticos en donde la vegetación natural presenta una baja productividad, la abundancia de conejos es modulada por la presencia y distribución espacial de cereales de invierno como trigo o cebada (Calvete *et al.*, 2004).

Tradicionalmente la responsabilidad del control de las poblaciones de conejos ha recaído sobre el sector cinegético, básicamente mediante la intensificación de prácticas de caza y captura. No obstante, los mecanismos inherentes a la especie, capaces de compensar dinámicas poblacionales negativas (Myers *et al*., 1994; Twigg *et al*., 2000), y la idiosincrasia de los sectores implicados conlleva que estas medidas de control directo suelan resultar insuficientes o muy lentas, prolongando en el tiempo los daños a la agricultura y generando conflictos entre agricultores, cazadores y conservacionistas (Cabezas-Díaz *et al*., 2009; Delibes-Mateos *et al*., 2014).

Como opción menos conflictiva a las medidas de control directo, algunos estudios han considerado el manejo de los recursos tróficos de los conejos como estrategia para reducir los daños a la agricultura, aunque con escaso éxito (Barrio *et al*., 2011). Siguiendo esta estrategia, una opción plausible en agrosistemas cerealísticos sería reducir la oferta del alimento de calidad que suponen los cultivos de cereal, lo que debería redundar en una disminución del éxito reproductivo y por lo tanto de la abundancia de conejos.

Durante los últimos años, observaciones puntuales realizadas por gestores cinegéticos y agricultores han sugerido que los daños producidos por el conejo en cultivos de triticale (X *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus), un cereal híbrido derivado del cruce entre trigo y centeno (*Secale cereale* L.), son sensiblemente menores que los registrados en cultivos de otros cereales como el propio trigo o la cebada. En general, se considera que el triticale es menos atractivo para los conejos durante su crecimiento vegetativo que otros cereales (Royo *et al*., 2004), hasta tal punto que en algunas ocasiones se comercializa publicitado como "resistente" a los conejos sin ningún estudio consistente que respalde esta apreciación. De manera similar, en poblaciones de conejos silvestres mantenidas a elevada densidad dentro de cercados experimentales también se ha observado la casi nula preferencia de éstos hacia el triticale en presencia de otros recursos alimenticios (p. ej. pienso compuesto) y la notable reticencia para consumirlo aun siendo la única fuente de alimento (C. Calvete, personal obs.), lo que también sugiere una limitada aceptación de este cereal por los conejos.

Debido al interés de identificar otras herramientas complementarias a los métodos de control directo tradicionales, que sean menos conflictivas con la conservación, y que puedan servir para reducir el ingente esfuerzo cinegético necesario para mantener poblaciones a niveles aceptables en los agrosistemas cerealísticos de secano, el objetivo del presente estudio ha sido determinar la asociación entre la abundancia de conejos y la variación de los recursos tróficos ofrecidos por diferentes cultivos propios de estos agrosistemas, con especial interés en evaluar la hipótesis de si el cultivo del triticale podría estar asociado a una disminución de la abundancia de conejos en estos sistemas agrarios de la península ibérica.

Material y métodos

Área de estudio

El área de estudio se localizó en el municipio de Zuera (provincia de Zaragoza, nordeste de España), ubicado en el valle medio del río Ebro a 290 m de altitud sobre el nivel del mar. En esta área el clima es típicamente mediterráneo continental (Guerrero, 1998), caracterizado por la escasez de precipitaciones, que no suelen superar los 300 mm anuales, y una temperatura media de 13,5 °C. Específicamente, el estudio se realizó en el área comprendida entre las estribaciones de la sierra de los Montes de Zuera y las terrazas fluviales del río Gállego, un área eminentemente

agrícola de relieves suaves y suelos blandos compuestos de yesos casi puros que configuran un hábitat idóneo para el conejo (Guerrero, 1998; Calvete *et al*., 2004). La orografía dominante en esta zona se caracteriza por la existencia de planicies y valles de escasa profundidad y fondo plano dedicados a la agricultura (denominados "vales"), separados por áreas de mayor pendiente ocupadas por comunidades de vegetación natural xerófila entre las que destacan especies pertenecientes a la alianza *Rosmarino-Ericion,* como *Rosmarinus officinalis*, *Genista scorpius* o *Lygeum spartum* entre otras (Guerrero, 1998). Estas comunidades vegetales son de carácter arbustivo-estepario, de escasa densidad y están muy degradadas por la acción antrópica, por lo que su valor como recurso alimentario para los conejos es inferior al de los cultivos.

La mayoría de las madrigueras de conejos se localizan en estas áreas de vegetación natural, las cuales constituyen aproximadamente el 30 % de la superficie total, mientras que el restante 70 % es superficie agrícola dedicada predominantemente al cultivo de cereales de invierno (sobre todo trigo y cebada), y de forma ocasional al cultivo de otros cereales y leguminosas. Debido a las características del suelo las parcelas de cultivo son sembradas normalmente una vez cada dos años, dejándolas en barbecho el año entre dos siembras consecutivas.

Monitorización de la abundancia de conejos

Dentro del área de estudio se seleccionaron cuatro zonas (Z1 a Z4) en las que se monitorizó la variación de las poblaciones de conejos durante cuatro años consecutivos (2021 a 2024). Estas zonas fueron elegidas por ser zonas en las que tradicionalmente se venían registrando daños producidos por los conejos y por estar emplazadas a lo largo de vales con orografía y porcentaje de superficie de cultivo similares (Tabla 1). Las cuatro zonas se

Tabla 1. Superficie total, porcentaje de superficie cultivada, longitud del transecto e índice kilométrico medio de abundancia de conejos IKA (media ± DS) en cada una de las zonas de estudio. Se muestran también los porcentajes medios (y su rango) ocupados por cada categoría de cultivo respecto al área total cultivable.
Table 1. Total area, percentage of cultivated soil, transect length and mean rabbit abundance index IKA (mean ± SD) in experimental zones. The mean percentage (and range) of soil cultivated with every crop category relative to the total crop area is also included.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Superficie total (ha)*	42,05	30,05	37,55	29,75
Superficie cultivada (%)*	86,24	79,20	88,40	79,69
Longitud transecto (m)	1400	1000	1250	990
IKA (conejos/km)	37,87 ± 22,29	21,52 ± 11,11	43,26 ± 10,22	9,88 ± 3,29
Barbecho (%)	11,67	40,58	20,85	48,44
	(8,65-13,96)	(26,38-54,34)	(6,75-28,87)	(20,45-82,86)
Triticale (%)	55,69	35,38	34,04	35,86
	(37,16-84,71)	(20,47-43,68)	(17,38-64,26)	(8,95-79,46)
Otros (%)**	32,64	24,04	49,90	15,69
	(6,64-49,98)	(19,01-30,07)	(8,57-72,58)	(0,08-33,22)

* Calculada sobre el área total que rodea a cada transecto (radio 150 m).
** Suma de cebada, trigo, avena y leguminosas (guisante y veza).

localizaron en el centro de una extensa matriz homogénea desde el punto de vista paisajístico, con orografía, tipo de suelo, vegetación y uso agrícola similares, con el fin de evitar posibles interferencias en los resultados debidas a variaciones de la calidad del hábitat en la proximidad de alguna de las zonas. Con el fin de minimizar la dependencia espacial de las estimas de abundancia obtenidas en las cuatro zonas, éstas se ubicaron a distancias entre 500 m y 2500 m, distancias superiores al diámetro medio del rango máximo del área de campeo de esta especie en hábitats mediterráneos (Cabezas-Díaz y Virgós, 2022).

Cuando se realizan ensayos de este tipo se recomienda, si es factible, estimar la densidad poblacional ya que facilita la comparabilidad de las poblaciones entre diferentes estudios. El conteo de letrinas a lo largo de un recorrido o el conteo de conejos teniendo en cuenta su distribución espacial, se consideran métodos válidos para obtener tales estimas (Cabezas-Díaz y Virgós, 2022). Sin embargo, debido a la elevada densidad de conejos en el área de estudio, se descartó la utilización de estos métodos porque que en tales escenarios la correlación entre la densidad y el número de letrinas disminuye sensiblemente (Cabezas-Díaz y Virgós, 2022) y la dificultad de registrar la distribución espacial de los conejos durante un recorrido aumenta dramáticamente, haciendo inviable su aplicación. Por este motivo en el presente trabajo cuyo principal objetivo fue detectar cambios poblacionales se recurrió a la simple monitorización de la variación de la abundancia de conejos a lo largo del período de estudio.

Para estimar la abundancia de conejos se estableció un transecto de longitud fija siguiendo el fondo de cada val (rango 990-1400 m) (Tabla 1). Cada transecto fue recorrido a velocidad constante de 5 km/h en un vehículo todoterreno ocupado por dos observadores, siempre los mismos y equipados con un foco manual, procediéndose al recuento de conejos vistos a lo largo de toda la longitud del transecto. Para disminuir la variación en los conteos debida tanto a cambios en la actividad circadiana de los conejos como a diferentes condiciones climáticas, los recuentos se iniciaron 90 min antes del amanecer, recorriéndose los cuatro transectos en la misma jornada y siempre con predicción de climatología estable, esto es, con ausencia de precipitación y velocidad media del viento inferior a 10 km/h 24 h antes y después de la realización de los conteos.

Cada año se realizaron entre 7 y 9 conteos en cada zona (155 conteos en total) en el período comprendido entre los meses de julio a septiembre. Los conteos se realizaron durante este período porque la probabilidad de detección de los conejos fue máxima debido a que todos los cultivos se encontraron ya cosechados, fue posible transitar con vehículo por las parcelas de cultivo y sobre todo porque la dinámica poblacional de los conejos fue más estable al haber finalizado la reproducción asociada al crecimiento vegetal de invierno-primavera y no haber comenzado el siguiente período reproductor en otoño (Calvete *et al*., 2002). La abundancia de conejos se expresó mediante un índice kilométrico de abundancia (IKA) que se estimó dividiendo el número de conejos avistados por la longitud de cada transecto expresada en kilómetros (número de conejos/km).

Distribución y monitorización de cultivos

El área de influencia de los cultivos sobre la abundancia de conejos en un transecto (área total) se determinó como el área comprendida alrededor de cada transecto en un radio de 150 m (Figura 1), ya que esta distancia engloba la práctica totalidad de las áreas medias de campeo descritas para conejos silvestres en diferentes tipos de hábitats (2-7 ha) (Daniels *et al*., 2003; Moseby *et al*., 2005; Devillard *et al*., 2008; Rouco *et al*., 2019).

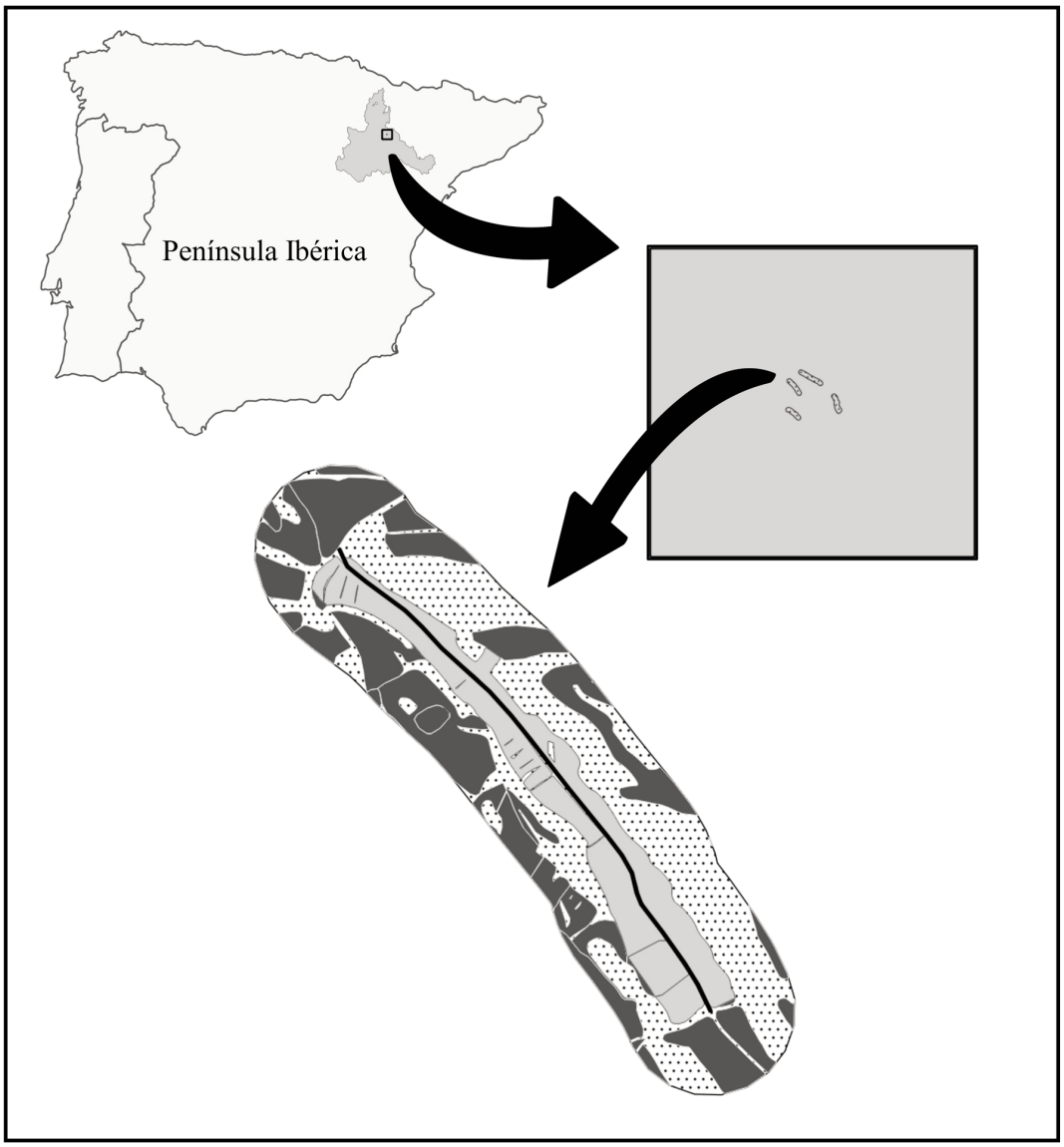

Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio (Z1 a Z4) en la provincia de Zaragoza (en gris). En la parte inferior, ejemplo de distribución de las parcelas de cultivo de una de las zonas en el área total circundante (150 m de radio) al transecto (línea negra). En color gris claro las parcelas situadas en el fondo de la val en donde se realizaron todos los avistamientos de conejos. En color gris oscuro las parcelas periféricas en donde no se pudo realizar ningún avistamiento. En punteado negro las zonas de vegetación natural.

Figure 1. Location of the four study areas (Z1 to Z4) in the Iberian Peninsula (Saragossa province in grey). At the bottom of the figure, example of crop distribution surrounding (150 m radius) one of the transects (thick black line). In light grey colour, crops in which rabbit counts took place. In dark grey colour, peripheral crops beyond the limit distance to sight rabbits. Black dotted areas, natural vegetation areas.

Sin embargo, debido a la orografía de las vales y a la metodología empleada, la totalidad de los avistamientos durante los conteos tuvo lugar exclusivamente en las áreas de cultivo del fondo de las vales y en los primeros metros de las áreas de vegetación natural aledañas. Por este motivo, el área total de cada zona se subdividió en dos subáreas: subárea central, en la que tuvieron lugar todos los avistamientos de conejos y comprendió las parcelas de cultivo del fondo de cada val hasta una anchura máxima de 75 m a cada lado –ya que esta distancia fue la distancia máxima a la que se pudo detectar conejos con ayuda del foco manual– y subárea periférica, la cual comprendió el resto de superficie de cultivo en la que no se pudo avistar ningún conejo, bien porque no alcanzaba el haz de luz del foco o bien por encontrarse al otro lado de áreas más elevadas o de vegetación natural (Figura 1).

La información relativa a los tipos de cultivos sembrados en otoño de cada año en las parcelas agrícolas se obtuvo a través del servicio de descargas del Fondo de Garantía Agraria (FEGA) del Sistema de información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC, 2024), complementada con información proporcionada directamente por la Cooperativa Agraria San Licer (Zuera). Esta información se recabó para los años 2019 a 2023, calculándose el porcentaje de superficie ocupado por cada cultivo respecto a la superficie total cultivable, tanto a nivel del área total circundante a cada transecto (Tabla 1) como para ambas subáreas: central y periférica. Toda la información referente a la distribución de las parcelas, superficies y tipos de cultivo se elaboró con el programa para tratamiento de información geográfica QGIS (2020).

Las medias ± DS de los porcentajes de superficie ocupados por cada tipo de cultivo calculadas para las cuatro zonas a lo largo de los cuatro años de estudio evidenciaron un claro predominio de triticale (40,21 % ± 22,55) y cebada (24,30 % ± 22,15) y una presencia marginal de otros cultivos como trigo y avena (*Avena* spp.), con una media conjunta del 0,88 % ± 2,21 para ambos cereales, o de leguminosas (4,23 % ± 9,31), representadas únicamente por guisante (*Pisum* spp.) y veza (*Vicia* spp.), mientras que el barbecho estuvo presente en un 30,38 % ± 21,84 de media. Por este motivo, el porcentaje de superficie cultivable se clasificó en tres categorías: superficie en barbecho (Barb), superficie cultivada de triticale (Trit) y superficie cultivada de otros cultivos (Otros), los cuales englobaron al resto de cereales y leguminosas.

Respecto a las variedades de triticale, a lo largo del estudio se cultivaron de forma indistinta las variedades 'Bondadoso', 'Rumboso' y 'Valeroso', con los códigos de identificación (UUID) NLI/AGR/ES/TRITL/226379, NLI/AGR/ES/TRITL/226758 y NLI/AGR/ES/TRITL/226916 del Catálogo Común Europeo de plantas agrícolas y especies vegetales (EUPVP, 2024).

Análisis estadístico

En un primer análisis se determinó la asociación entre el IKA estimado en cada conteo y el porcentaje de superficie agrícola total ocupado por cada una de las categorías de cultivo, estimado este porcentaje respecto al área circundante a cada transecto en un radio de 150 m. Para ello se ajustó un modelo mixto de regresión lineal en el que la variable dependiente fue el IKA y las variables predictoras los porcentajes de superficie total (suma de la superficie de las subáreas central y periférica) ocupada por triticale (T-Trit) y barbecho (T-Barb) durante la campaña actual (invierno-primavera previo a los conteos) y el porcentaje de superficie ocupada por otros cultivos en la campaña del año anterior (T-Otros^{-1}). Dado los mecanismos existentes en la dinámica poblacional de los conejos capaces de compensar la disminución en el éxito reproductivo, esta última variable se incluyó

para modelizar el posible efecto acumulativo de la campaña anterior sobre la abundancia de conejos registrada tras la campaña actual. Al tratarse de estimas de abundancia obtenidas de forma repetida en las mismas zonas se incluyeron éstas como factor aleatorio. También se consideró inicialmente la inclusión de los años como factor aleatorio ante posibles variaciones interanuales debidas a efectos no controlados como climatología o factores de mortalidad como enfermedades o caza.

En un segundo análisis, debido a que el número de conejos observados durante los recorridos en la subárea central pudo haber estado condicionado por su preferencia (positiva o negativa) hacia el tipo de cultivos existentes en la subárea periférica, y que la variación del IKA, por lo tanto, pudiese estar determinada por la preferencia de los conejos a desarrollar su actividad en un tipo u otro de cultivos más que por la variación en la propia abundancia de conejos, se procedió a ajustar un segundo modelo mixto de regresión lineal con las zonas como variable aleatoria, y como variables predictoras de efectos fijos, el porcentaje de superficie de la subárea central cultivada con triticale (C-Trit), en barbecho (C-Barb), cultivada con otros cultivos en la campaña anterior (C-Otros^{-1}) y el porcentaje de superficie cultivada con otros cultivos en la subárea periférica en la campaña actual (P-Otros).

Debido a que las variables predictoras fueron porcentajes, T-Otros y C-Otros fueron excluidas respectivamente de los dos modelos anteriores debido a su completa colinealidad con el resto de variables predictoras. Pese a ello, variables como T-Trit y T-Barb siguieron presentando correlaciones moderadas (Pearson r = –0,61) que podrían implicar la existencia de multicolinealidad y, por lo tanto, de inestabilidad en las estimaciones de los coeficientes de regresión. Para verificar que esto no fuese un problema en las estimaciones, se calculó los factores de inflación de la varianza (FIV) de todas las variables predictoras incluidas en cada modelo, obteniendo valores de FIV que oscilaron entre 1,17 y 2,62, muy por debajo del valor 10 considerado como valor umbral a partir del cual se puede sospechar de multicolinealidad (Zuur *et al*., 2010). La ausencia de inestabilidad en las estimaciones también se comprobó verificando que los errores estándar asociados a cada coeficiente de regresión fueron reducidos en comparación al valor de éste.

Para expresar la variación explicada por los modelos mixtos de regresión, siguiendo a Nakagawa y Schielzeth (2013), se calcularon dos tipos de coeficiente de determinación R^2 para cada modelo: el coeficiente de determinación marginal ($R^2_{(m)}$) indicador de la variación explicada por los factores fijos del modelo, y el coeficiente de determinación condicional ($R^2_{(c)}$), indicador de la variación explicada conjuntamente por los factores fijos y aleatorios. La bondad de ajuste de cada modelo mixto se comparó, mediante el test de la razón de verosimilitud (test LR), con la bondad de ajuste de su correspondiente modelo nulo (sin variables predictoras) y con la del mismo modelo homólogo ajustado sin los efectos aleatorios. Para la comparación de modelos mixtos de regresión ajustados con diferentes efectos aleatorios se utilizó también el test LR junto con el cálculo del criterio de información de Akaike (AIC) (Akaike, 1981). Todos los cálculos estadísticos se realizaron con el programa Stata 18 (StataCorp, 2023).

Resultados

El valor medio del IKA de todos los conteos fue de 26,39 conejos/km (DS = 18,81), con un rango de 0-86,43 conejos/km. Los valores medios del IKA para cada una de las cuatro zonas estuvieron comprendidos entre los 9,88 conejos/km (DS = 3,29) de la Zona 4 hasta los 43,26 conejos/km (DS = 10,22) de la Zona 3,

valores que estuvieron directamente relacionados con el porcentaje medio de superficie de cultivo ocupada por la categoría Otros cultivos (Tabla 1).

El modelo de regresión ajustado al IKA utilizando como predictores los porcentajes de cultivos en el área total y los efectos aleatorios de la zona y el año (Modelo 1) mostró un efecto mínimo de estos últimos, con un test LR entre el modelo mixto y su homólogo sin efectos aleatorios lejos de la significación, y unos coeficientes de determinación R^2 marginal y condicional muy similares (0,62 y 0,63, respectivamente), indicando la escasa aportación de estos factores aleatorios a la explicación de la varianza del IKA (Tabla 2). Así pues, se procedió al ajuste del mismo modelo excluyendo el factor aleatorio de los años y dejando, por convención, el efecto aleatorio de las zonas por tratarse de un diseño de medidas repetidas (Modelo 2). Este modelo no fue significativamente diferente del Modelo 1, presentando un AIC menor y un valor estimado similar de 0,63 para ambos R^2, confirmando el bajo poder explicativo del factor aleatorio debido a la zona y el elevado poder explicativo de las variables predictoras relacionadas con los porcentajes de los diferentes cultivos. Como se puede apreciar en la Tabla 2, el IKA estuvo inversamente relacionado con el porcentaje de superficie en barbecho (T-Barb) o dedicada al cultivo de triticale (T-Trit) en la campaña agrícola actual, pero di-

Tabla 2. Coeficientes de regresión y su intervalo de confianza 95 % (95 % IC) de las variables predictoras incluidas en los modelos lineales de regresión ajustados al índice kilométrico de abundancia de conejos (IKA) en función del porcentaje de superficie ocupado por cada tipo de cultivo en el área total de cada zona.
Table 2. Regression coefficients and 95 % confidence interval (95 % CI) of predictor variables included in the lineal regression models fitted to rabbit abundance index (IKA). Predictor variables quantified the percentage of agricultural soil devoted to each crop in the total area of experimental zones.

	Modelo 1 Efectos aleatorios: zona, año Test LR modelo nulo*: Wald X^2 = 256,08 P < 0,001 $R^2_{(m)}$ = 0,62 $R^2_{(c)}$ = 0,63		Modelo 2 Efectos aleatorios: zona Test LR modelo nulo*: Wald X^2 = 262,90 P < 0,001 $R^2_{(m)}$ = 0,63 $R^2_{(c)}$ = 0,63	
	Coeficientes (95 % IC)	*P*	Coeficientes (95 % IC)	*P*
T-Trit	–0,45 (–0,56 - –0,34)	<0,001	–0,47 (–0,57 - –0,37)	<0,001
T-Barb	–0,57 (–0,70 - –0,45)	<0,001	–0,58 (–0,71 - –0,46)	<0,001
T-Otros^{-1}	0,42 (0,32 - 0,53)	<0,001	0,42 (0,32 - 0,53)	<0,001
Intercepto	49,88 (40,64 - 59,12)	<0,001	50,56 (41,40 - 59,73)	<0,001
	Test LR efectos aleatorios: X^2 = 0,14 P = 1		Test LR efectos aleatorios: X^2 = 0 P = 1	
AIC	1216,66		1208,81	
	Test LR Modelo 1 *vs.* Modelo 2: X^2 = 0,14 P = 0,997			

* Modelo en el que se asume un efecto nulo de las variables predictoras. LR: Test de razón de verosimilitud (likelihood ratio test). AIC: Criterio de información de Akaike (Akaike, 1981).

rectamente relacionado con la superficie dedicada a otros cultivos en la campaña del año anterior (T-Otros^{-1}). La magnitud absoluta de los coeficientes de regresión fue relativamente similar para las tres variables, sugiriendo una fuerza de asociación con el IKA similar. Reajustando el Modelo 2, dejando como variable base T-Barb e introduciendo en su lugar T-Otros entre las variables predictoras, el coeficiente de regresión obtenido para T-Trit fue de 0,11 (95 % IC: 0,02-0,21; P = 0,020) indicando que la magnitud de la relación inversa del triticale con la abundancia de conejos fue significativamente menor que la del barbecho.

La relación inversa de las variables T-Trit y T-Barb con el IKA se ha representado gráficamente en la Figura 2. En el caso del triticale se pueden observar valores bajos del IKA asociados a valores bajos de T-Trit, lo que se debió a situaciones en que un bajo porcentaje de cultivo de triticale coincidió en una misma campaña con un elevado porcentaje de superficie de cultivo en barbecho. De forma similar, en el gráfico correspondiente al barbecho, también se observan valores bajos del IKA asociados a valores bajos de T-Barb que coincidieron con elevados porcentajes de cultivo de triticale en la misma campaña. Sumando los porcentajes de superficie dedicada al cultivo de triticale y en barbecho la relación inversa de ambas variables combinadas con el IKA resulta más evidente.

Para valorar si estos resultados pudieron haber estado influenciados por la preferencia de los conejos hacia un tipo u otro de cultivo más que por un cambio en su abundancia, se procedió a ajustar el Modelo 3 (Tabla 3), utilizando como variables predictoras los porcentajes de cada uno de los tipos de cultivo en la subárea central de cada zona. Este modelo confirmó las mismas asociaciones entre el IKA y el porcentaje de cada uno de los cultivos que las ya evidenciadas por el Modelo 2, incluido el reducido efecto del factor aleatorio debido a las zonas. Posteriormente se volvió a ajustar el Modelo 3 añadiendo como variable predictora el porcentaje de superficie de cultivo dedicada a otros cultivos en la subárea periférica de cada zona (P-Otros) (Modelo 4). Como se puede observar en la Tabla 3, el coeficiente de regresión estimado para esta variable fue de signo positivo y no significativamente diferente de cero. La inclusión de esta variable no incrementó la capacidad explicativa del Modelo 4, el cual tampoco fue estadísticamente diferente del Modelo 3, presentando, además, un valor AIC superior. Este resultado sugiere que las variaciones observadas del IKA no estuvieron asociadas a la distribución de los diferentes tipos de cultivos entre las subáreas central y periférica de cada zona.

Discusión

Los resultados obtenidos estuvieron de acuerdo con la hipótesis planteada en el presente estudio, sugiriendo que el cultivo de triticale podría constituir una nueva herramienta para el control de las poblaciones de conejos en determinados agrosistemas. No obstante, la funcionalidad de esta herramienta estaría condicionada a si los cambios detectados en el índice de abundancia de conejos se correspondieron realmente con variaciones en la densidad poblacional o, simplemente, con variaciones de su comportamiento motivadas por la selección de recursos tróficos alternativos, si bien en este último caso los resultados seguirían siendo indicativos de una selección negativa de los conejos hacia las áreas cultivadas de triticale incluso después de haber sido ya cosechado.

El número de conejos observados a lo largo de un transecto puede variar debido a cambios de su actividad sujetos al ritmo circadiano o estacional, evitación de riesgos de predación, comportamiento reproductivo o por

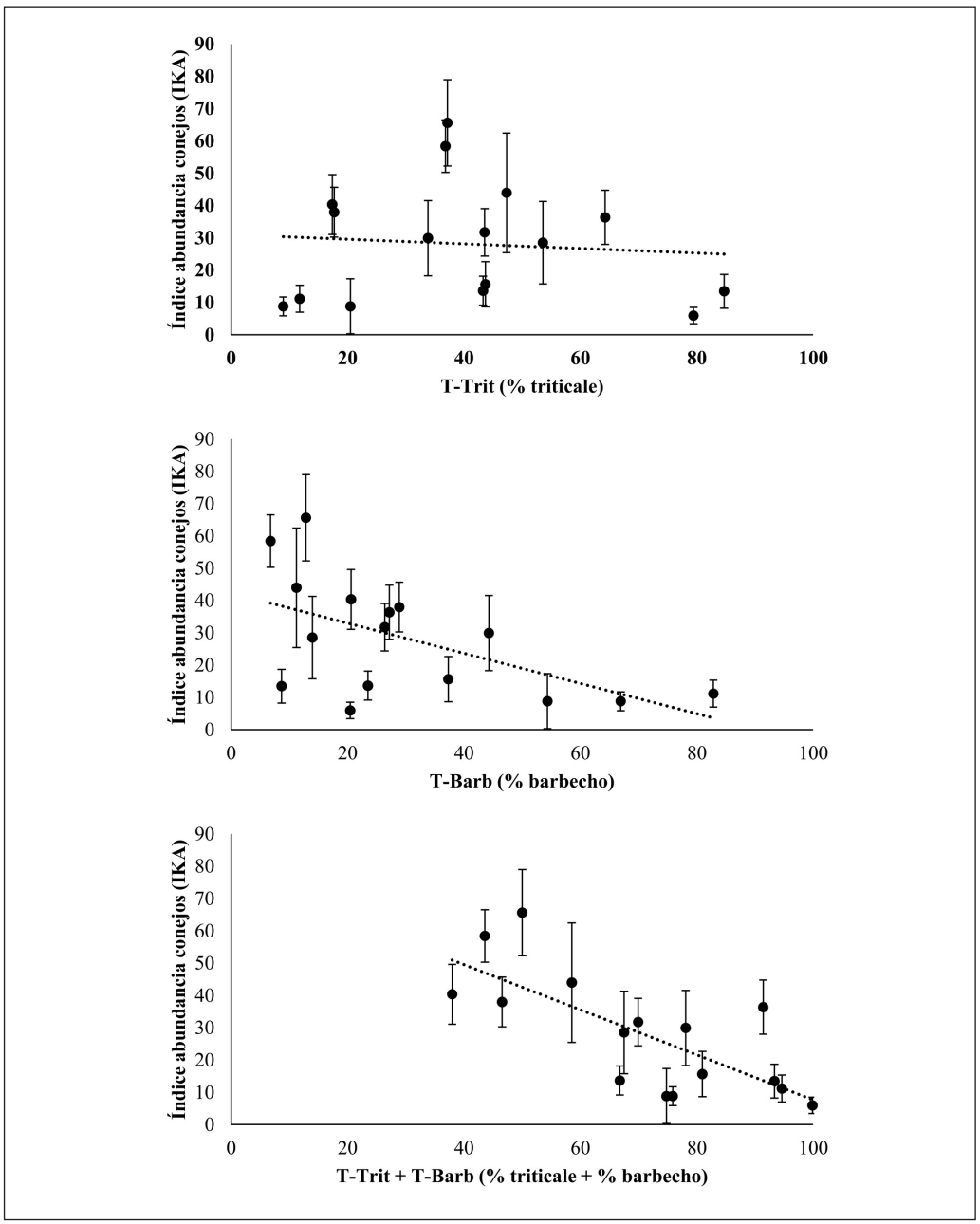

Figura 2. Medias ± DS del índice de abundancia de conejos (IKA) estimadas para cada zona y año en función del porcentaje de la superficie de cultivo total ocupada por triticale, barbecho o la suma de ambos. IKA, número de conejos avistados por kilómetro.
Figure 2. Mean ± SD of the rabbit abundance index (IKA) estimated from each experimental zone and year plotted against the percentage of total agricultural area occupied by triticale, yearly resting or triticale plus yearly resting. IKA, number of rabbits sighted per kilometre.

Tabla 3. Coeficientes de regresión y su intervalo de confianza 95 % (95 % IC) de las variables predictoras incluidas en los modelos lineales de regresión ajustados al índice kilométrico de abundancia de conejos (IKA) en función del porcentaje de superficie ocupado por cada tipo de cultivo en las subáreas central y periférica de cada zona.
Table 3. Regression coefficients and 95 % confidence interval (95 % CI) of predictor variables included in the lineal regression models fitted to rabbit abundance index (IKA). Predictor variables quantified the percentage of agricultural soil devoted to each crop in the central and peripheral subareas of experimental zones.

	Modelo 3 Efectos aleatorios: zona Test LR modelo nulo*: Wald X^2 = 254,32 P < 0,001 $R^2_{(m)}$ = 0,61 $R^2_{(c)}$ = 0,68		Modelo 4 Efectos aleatorios: zona Test LR modelo nulo*: Wald X^2 = 255,26 P < 0,001 $R^2_{(m)}$ = 0,61 $R^2_{(c)}$ = 0,68	
	Coeficientes (95 % IC)	*P*	Coeficientes (95 % IC)	*P*
C-Trit	–0,27 (–0,33 - –0,21)	<0,001	–0,27 (–0,33 - –0,21)	<0,001
C-Barb	–0,35 (–0,45 - –0,25)	<0,001	–0,35 (–0,45 - –0,25)	<0,001
C-Otros^{-1}	0,19 (0,13 - 0,26)	<0,001	0,19 (0,12 - 0,26)	<0,001
P-Otros			0,02 (–0,09 - 0,12)	0,769
Intercepto	38,92 (31,85 - 45,98)	<0,001	38,48 (30,76 - 46,21)	<0,001
	Test LR efectos aleatorios: X^2 = 2,32 P = 0,677		Test LR efectos aleatorios: X^2 = 2,04 P = 0,729	
AIC	1186,51		1188,42	
Test LR Modelo 3 *vs.* Modelo 4: X^2 = 0,08 P = 0,771				

* Modelo en el que se asume un efecto nulo de las variables predictoras. LR: Test de razón de verosimilitud (likelihood ratio test). AIC: Criterio de información de Akaike (Akaike, 1981).

condiciones climatológicas adversas entre otras causas (Villafuerte *et al*., 1993; Díez *et al*., 2013). Por estos motivos, y en orden de minimizar estas fuentes de variación, todos los conteos se realizaron en la misma época del año, en ausencia de actividad reproductora y en condiciones climatológicas favorables. Además, con el fin de reducir la variabilidad entre zonas y la posible perturbación de actividades humanas realizadas el día anterior, los conteos en las cuatro zonas se realizaron en la misma jornada antes del amanecer.

La actividad de los conejos también puede variar por cambios de sus preferencias hacia determinados recursos tróficos (Rouco *et al.*, 2019). Debido a que en el presente estudio los transectos se ubicaron en el fondo de las vales, el número de ejemplares avistados podría haber disminuido debido a la presencia de cultivos más atractivos para los conejos en las subáreas periféricas de las zonas o viceversa. No obstante, el hecho de que no se encontrase ninguna asociación entre la variación del IKA y la distribución de cultivos en

las subáreas central y periférica sugiere que el IKA estuvo condicionado principalmente por la abundancia real de conejos, y no por las preferencias de éstos a desarrollar su actividad en un tipo de cultivo u otro, por lo que los resultados se deberían interpretar bajo esta perspectiva.

Por otro lado, la variación del IKA estuvo escasamente condicionada por diferencias entre años o zonas, a pesar de que posibles diferencias en el aprovechamiento cinegético, en la mortalidad causada por enfermedades como mixomatosis y enfermedad hemorrágica (EHC), o diferencias en las condiciones climáticas que condicionan el ciclo y la productividad vegetal, podrían haber sido factores de variación interanual y entre zonas. Esta aparente independencia del IKA respecto de ambos factores pudo deberse a que, aunque no fue posible conocer el esfuerzo cinegético aplicado específicamente en el área de estudio, las cuatro zonas experimentales estuvieron incluidas en un único coto de caza municipal con directrices de gestión uniformes, lo que habría propiciado un aprovechamiento cinegético relativamente homogéneo entre años y zonas. De forma similar, en poblaciones de alta densidad como la del presente estudio, la incidencia de las enfermedades víricas es relativamente estable, originando tasas de mortalidad reducidas (Calvete *et al*., 2022), no detectándose, en consonancia, ningún proceso de mortalidad anormal durante los cuatro años de seguimiento. Por otro lado, aun bajo condiciones climáticas desfavorables para la productividad vegetal, los conejos pueden aprovechar los cereales de invierno como alimento de calidad para su reproducción desde la misma nascencia y primeras fases de desarrollo del cereal, lo que facilita el éxito reproductivo de la especie durante, al menos, las primeras fases del período reproductivo. Dado que la disminución del éxito reproductivo puede ser compensada con el aumento de las tasas de supervivencia del total de la población (Twigg *et al*., 2000) y que el IKA fue estimado cada año durante el período post-reproductor, la variación interanual del IKA debida a condiciones climáticas desfavorables podría haber sido también minimizada.

Por el contrario, los modelos estadísticos evidenciaron una marcada asociación entre el IKA y la predominancia de las diferentes categorías de cultivos, así como con la práctica agrícola del barbecho, tal y como sugieren los elevados valores de los coeficientes de determinación. La asociación positiva del IKA con la categoría Otros cultivos durante la campaña anterior sugirió que las elevadas densidades de conejos que se suelen señalar en este tipo de agrosistemas estarían originadas por el efecto positivo y acumulativo de estos cultivos sobre el éxito reproductor de la especie campaña tras campaña, confirmando la importancia que puede tener la oferta de recursos tróficos asociados a los cultivos en la existencia y mantenimiento de estas poblaciones.

Dentro de la categoría de Otros cultivos, la cebada fue el mayoritario con diferencia, por lo que los resultados estarían de acuerdo con estudios anteriores en los que ya se ha apuntado la elevada preferencia de los conejos hacia este cereal, el cual puede constituir un recurso trófico primordial durante su reproducción (Homolka, 1988; Chapuis y Gaudin, 1995). Respecto al resto de cultivos incluidos de forma minoritaria en esta categoría, el trigo ha sido también señalado por los mismos autores como un recurso trófico con gran preferencia para los conejos, mientras que otros trabajos han descrito la preferencia de los conejos hacia leguminosas silvestres debido a su elevado contenido en proteína (Rogers *et al*., 1994), por lo que cabría esperar una asociación similar con las leguminosas cultivadas.

El resultado de mayor interés, no obstante, fue la asociación negativa entre el IKA y el porcentaje de superficie de cultivo en barbecho o sembrada con triticale. La asociación negativa de la práctica del barbecho con el

IKA estaría de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios anteriores realizados en agrosistemas similares (Calvete *et al*., 2004), según los cuales la capacidad de la vegetación natural que brota espontáneamente en las parcelas en barbecho para cubrir las necesidades nutricionales de los conejos durante la reproducción sería inferior a la de los cultivos (especialmente aquellos como la cebada), implicando un menor éxito reproductivo y probablemente una mayor tasa de mortalidad por predación debido al aumento de la actividad necesaria para la búsqueda de alimento (Gibb y Morgan Williams, 1994; Moreno *et al*., 1996).

Adicionalmente, la disminución de la cobertura vegetal en las parcelas en barbecho podría considerarse otro factor implicado en el incremento de la mortalidad por predación. No obstante, en hábitats conformados por un mosaico de áreas de refugio y áreas abiertas con menor cobertura vegetal (parcelas de cultivo), los conejos optimizan su estrategia de evitación de la predación minimizando su actividad diurna en estas últimas, con el fin de reducir el riesgo de predación por aves rapaces y maximizando su uso durante la noche, tanto para alimentarse como para disminuir el riesgo de predación por carnívoros terrestres, cuya estrategia de caza basada en el acecho se ve favorecida en las áreas de refugio y sus inmediaciones (Moreno *et al*., 1996). Por ello, teniendo en cuenta que la siembra de una parcela también conlleva una reducción notable de la cobertura durante las primeras fases de crecimiento del cereal y que en los estadios finales de desarrollo del mismo (si el desarrollo ha sido normal) la propia cobertura proporcionada por el cultivo puede implicar la extensión de refugio que facilite la predación por predadores terrestres, es difícil dilucidar si la disminución de cobertura vegetal del barbecho, por sí misma, podría contribuir a un aumento neto de la predación en comparación a una parcela sembrada.

Respecto al triticale, aunque la magnitud de su asociación negativa con el IKA fue inferior a la del barbecho, claramente fue de signo opuesto a lo observado para otros cultivos, lo que demostraría la existencia de una relación de naturaleza muy diferente entre el triticale y la abundancia de conejos, en consonancia con la percepción que se tiene sobre este cereal. En el área de estudio los daños producidos por los conejos han sido uno de los principales problemas de rentabilidad para los agricultores desde hace más de una década. Según el Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA, 2024), del total de superficie dedicada al cultivo de cereales en España en el año 2021 (último con datos disponibles), sólo el 4,43 % se dedicó al cultivo del triticale, similar al reducido porcentaje asignado a este cereal (7,0 %) en el total de superficie dedicada al cultivo de cereales en secano en la provincia de Zaragoza para el mismo año. Ambos porcentajes, sin embargo, fueron muy inferiores al porcentaje medio de superficie cultivada de triticale en las cuatro zonas de estudio durante el mismo año (40,20 %), o al porcentaje medio a lo largo de los cuatro años de estudio (40,21 %; rango 27,57-54,44 %). Esta predominancia del triticale fue consecuencia de las observaciones realizadas por los agricultores a lo largo del tiempo, al ir constatando que los rendimientos de las cosechas en zonas de abundancia de conejos eran superiores cuando se sembraba triticale en vez de otros cultivos como trigo o cebada. Estas observaciones estarían también en consonancia con los resultados obtenidos por Frontera *et al.* (2013) en un ensayo sobre la idoneidad de diferentes cultivos para especies cinegéticas, quienes observaron que el uso alimentario que hacían los conejos del triticale fue tan solo del 3 %, frente al 47 % registrado para el trigo o el 28 % para la cebada, de tal manera que la producción de biomasa de cultivo estimada siempre fue superior dentro de las jaulas de exclusión

anti-conejos instaladas en los cultivos de cereal que fuera, con excepción del triticale.

Los resultados obtenidos en el presente estudio apoyarían, por lo tanto, la hipótesis de que el cultivo de triticale podría ser una herramienta de interés para reducir el impacto de los daños producidos por los conejos en agrosistemas de estas características, posibilitando cierto grado de producción cerealística en presencia de esta especie y reduciendo simultáneamente sus densidades poblacionales con una estrategia de control totalmente diferente a los principales métodos aplicados hasta ahora, basados en la extracción de ejemplares mediante caza y trampeo, por lo que la siembra de triticale podría potenciar la eficacia de los métodos de control convencionales en períodos puntuales, ayudando a reducir la intensidad del esfuerzo cinegético necesario para controlar las poblaciones de conejo y contribuyendo a disminuir la conflictividad entre los sectores agrícola y cinegético.

Otra ventaja adicional sería que la implementación de esta herramienta dependería directamente del sector agrícola, el principal afectado, lo que debería posibilitar el desarrollo de estrategias exclusivamente agronómicas dirigidas al control sostenido de las poblaciones de conejos; estrategias basadas en la combinación de prácticas como el barbecho, la siembra de triticale y la sincronización de parcelas agrícolas contiguas para llevar a cabo la siembra de los cultivos apetecibles al conejo y del posterior barbecho, ya que esta práctica disminuye la idoneidad del hábitat para el conejo en este tipo de agrosistemas (Calvete *et al.*, 2004). Por otro lado, los resultados obtenidos serían también de interés en el ámbito de la conservación, ya que la implementación de estas estrategias agronómicas contribuiría a reducir la presión de control con métodos extractivos, algunos de ellos no autorizados por su afección a la biodiversidad pero ocasionalmente practicados de forma ilegal (Delibes-Mateos *et al.*, 2014). En otra vertiente de la conservación, desde hace varias décadas se vienen realizando grandes esfuerzos de gestión para conservar y recuperar poblaciones de conejo en otras áreas de la península ibérica, siendo la mejora del hábitat una de las estrategias de conservación más importantes y más frecuentemente implementadas mediante la implantación de diferentes tipos de cultivos de gramíneas, principalmente cereales (Cabezas y Moreno 2007; Ferreira *et al.*, 2014). Dado que en nuestro país el cultivo del triticale está también aumentando durante los últimos años de forma continuada para la producción de grano (MAPA 2024), pero también para ser utilizado como forraje para rumiantes domésticos gracias a su capacidad de rebrote tras la herbivoría, es factible pensar que en algún momento se pueda considerar un cereal candidato para ser utilizado también en los programas de recuperación del conejo, precisamente por esta cualidad. Sin embargo, los resultados obtenidos indicarían claramente la contraindicación de sustituir por triticale otros cereales que tradicionalmente se han mostrado más adecuados para los conejos.

Pese a estas aparentes ventajas, existen ciertas incertidumbres respecto a los factores que podrían condicionar la eficacia de utilizar el cultivo del triticale (en combinación o no con otras medidas agronómicas), para el control de las poblaciones de conejo silvestre. En primer lugar, se desconocen las causas reales subyacentes a la asociación negativa de estas prácticas agrícolas con la abundancia de conejos. En el caso del triticale, las evidencias existentes sugieren que se debe a una menor aceptación de este cereal como alimento, si bien se desconocen los mecanismos implicados (palatabilidad, toxicidad, composición nutricional, etc.). En este sentido, el uso de triticale en alimentación ganadera está en aumento a nivel mundial debido a sus notables cualidades nutricionales, en especial en el sector avícola (Gaviley *et al.*, 2024). Sin embargo, la presencia de factores antinutricio-

nales en su composición (p. ej. arabinoxilanos entre otros) hace que su administración en especies monogástricas requiera de un adecuado racionamiento e incluso de la adición de factores enzimáticos que favorezcan su digestibilidad, de tal manera que en conejos domésticos se ha observado una reducción de la ingesta cuando la fracción de heno de triticale aumenta en la dieta (Salama *et al*., 2021), así como alteraciones histológicas en la morfología intestinal asociadas a un detrimento de la capacidad de digestión y absorción de nutrientes cuando se les administran dietas basadas en triticale sin adición de la enzima xilanasa (Galeano Diaz *et al*., 2024). Ello sugiere que la presencia de estos factores antinutricionales podría ser la causa más probable de la reticencia de los conejos silvestres para recurrir al triticale como recurso trófico, no obstante, se desconoce si esta cualidad podría verse disminuida debido a variaciones en la concentración de factores antinutricionales entre diferentes variedades de triticale o dentro de una misma variedad si es cultivada en diferentes suelos o condiciones agronómicas (Gaviley *et al*., 2024).

Otro condicionante a tener en cuenta es que la preferencia de los conejos a alimentarse de los cultivos depende en gran medida de las características intrínsecas de la vegetación natural como recurso trófico, pero también de cómo se gestiona esta y de su afección por las actividades antrópicas (Barrio *et al*., 2013), por lo que los resultados de las medidas agronómicas propuestas pueden variar en función de las características de los agrosistemas; todo ello sin olvidar el aspecto económico, ya que la rentabilidad del triticale en España, que suele ser inferior a la de otros cereales como trigo o cebada y, al igual que éstos, está supeditada al precio del cereal importado (Royo *et al*., 2004), puede limitar la aceptación y utilidad de estas herramientas. Parece evidente, por tanto, la necesidad de nuevos ensayos que confirmen los resultados obtenidos en el presente estudio y que ayuden a despejar las incógnitas planteadas para poder aplicar esta estrategia de control con mayores garantías.

Conclusión

Los resultados del estudio sugieren que en agrosistemas cerealísticos en los que la vegetación natural parece ser insuficiente para que los conejos exhiban plenamente su potencial reproductivo, bien porque la superficie ocupada por vegetación natural es minoritaria en comparación a los terrenos cultivados y/o porque la productividad de la propia vegetación es escasa (zonas semiáridas), la abundancia de conejos depende en gran medida del recurso trófico que representan los cultivos. Ello implica que en situaciones de daños a la agricultura como consecuencia de la abundancia de conejos, la reducción de los recursos tróficos disponibles mediante la implantación de estrategias agronómicas basadas en el cultivo de triticale –y también con el barbecho allí donde se realice esta práctica– podría ser una herramienta eficaz para ayudar a controlar las poblaciones de conejo en grandes áreas, al ser una herramienta susceptible de ser aplicada de forma extensiva por los propios agricultores. También podría implementarse como complemento a otros métodos de control directo, de aplicación más local, y que requieren el concurso de otros sectores como el cinegético. La combinación de ambas estrategias debería derivar en un control más rápido, extenso y eficaz de estas poblaciones, si bien todavía son necesarios más trabajos para dilucidar los mecanismos implicados, confirmar la eficacia de esta estrategia en diferentes agrosistemas y refinar su estrategia de implementación.

Declaración de autoría

– Carlos Calvete: conceptualización, adquisición de fondos, investigación, análisis formal, redacción del borrador original y revisión, y edición final del mismo.

– Rosa Estrada: investigación, redacción del borrador original y revisión, y edición final del mismo.

Agradecimientos

El presente estudio ha sido financiado con fondos del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020, Gobierno de Aragón y fondos FEADER, dentro de las subvenciones de cooperación de agentes del sector agrario, proyecto GEST-CONEJO (GCP2021002200). Agradecimientos especiales por su colaboración para D. Gregorio y L. Izquierdo, técnicos de la Sociedad Cooperativa Agraria San Licer (Zuera), así como para los revisores anónimos cuyos comentarios y aportaciones mejoraron sustancialmente el manuscrito.

Referencias bibliográficas

Akaike H. (1981). Likelihood of a model and information criteria. Journal of Econometrics 16: 3-14. https://doi.org/10.1016/0304-4076(81)90071-3

Barrio I.C., Villafuerte R., Tortosa F.S. (2011). Can cover crops reduce rabbit-induced damages in vineyards in southern Spain? Wildlife Biology 18: 88-96. https://doi.org/10.2981/10-110

Barrio I.C., Bueno C.G., Villafuerte R., Tortosa F.S. (2013). Rabbits, weeds and crops: Can agricultural intensification promote wildlife conflicts in semiarid agro-ecosystems? Journal of Arid Environments 90: 1-4. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.10.016

Cabezas S., Moreno S. (2007). An experimental study of translocation success and habitat improvement in wild rabbits. Animal Conservation 10: 340-348. https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00119.x

Cabezas-Díaz S., Lozano J., Virgós E. (2009). The declines of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and the Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Spain: Redirecting conservation efforts. En: Handbook of Nature Conservation (Ed. Aronoff J.B.), pp. 283-310. Nova Science Publishers, Inc. New York, EE. UU.

Cabezas-Díaz S., Virgós E. (2022). Latrine counts to estimate wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) density as a tool for biodiversity conservation and management. Ecological Indicators 145: 109684. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109684

Calvete C., Estrada R., Villafuerte R., Osácar J.J., Lucientes J. (2002). Epidemiology of viral haemorrhagic disease and myxomatosis in a free-living population of wild rabbits. Veterinary Record 150: 776-782. https://doi.org/10.1136/vr.150.25.776

Calvete C., Estrada R., Angulo E., Cabezas-Ruiz S. (2004). Habitat factors related to wild rabbit conservation in an agricultural landscape. Landscape Ecology 19: 531-542. https://doi.org/10.1023/B:LAND.0000036139.04466.06

Calvete C., Capucci L., Lavazza A., Sarto M.P., Calvo A.J., Monroy F., Calvo J.H. (2022). Changes in European wild rabbit population dynamics and the epidemiology of rabbit haemorrhagic disease in response to artificially increased viral transmission. Transboundary and Emerging Diseases 69: 2682-2696. https://doi.org/10.1111/tbed.14421

Chapuis J.L., Gaudin J.C. (1995). Utilisation des ressources trophiques par le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) en garrigue sèche aménagée. Gibier Faune Sauvage 12: 213-230.

Daniels M.J., Lees J.D., Hutchings M.R., Greig A. (2003). The ranging behaviour and habitat use of rabbits on farmland and their potential role in the epidemiology of paratuberculosis. The Veterinary Journal 165: 248-257. https://doi.org/10.1016/S1090-0233(02)00238-1

Delibes-Mateos M., Delibes M., Ferreras P., Villafuerte R. (2008). Key role of European rabbits in the conservation of the western Mediterranean basin hotspot. Conservation Biology 22: 1106-1117. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00993.x

Delibes-Mateos M., Ferreira C., Rouco C., Villafuerte R., Catalán Barrio I. (2014). Conservationists, hunters and farmers: the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* management conflict in the Iberian Peninsula. Mammal Review 44: 190-203. https://doi.org/10.1111/mam.12022

Delibes-Mateos M., Farfán M.A., Rouco C., Olivero J., Márquez A.L., Fa J.E., Vargas J.M., Villafuerte R. (2018). A large-scale assessment of European rabbit damage to agriculture in Spain. Pest Management Science 74: 111-119. https://doi.org/10.1002/ps.4658

Devillard S., Aubineau J., Berger F., Bergerb F., Leonard Y., Roobrouckb A., Marchandeau S. (2008). Home range of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in three contrasting French populations. Mammalian Biology 73: 128-137. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2007.01.003

Díez C., Sánchez-García C., Pérez J.A., Bartolomé D.J., González V., Wheatley C.J., Alonso M.E., Gaudioso V.R. (2013). Behavioural activity of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) under semi-natural rearing systems: Establishing a seasonal pattern. World Rabbit Science 21: 263-270. https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1332

EUPVP (2024). Common Catalogue Information System. Disponible en: https://ec.europa.eu/food/plant-variety-portal/ (Consultado: 11/10/2024)

Ferreira C., Touza J., Rouco C., Díaz-Ruiz F., Fernández-de-Simón J., Ríos-Saldaña C.A., Ferreras P., Villafuerte R., Delibes-Mateos M. (2014). Habitat management as a generalized tool to boost European rabbit *Oryctolagus cuniculus* populations in the Iberian Peninsula: a cost-effectiveness analysis. Mammal Review 44: 30-43. http://doi.org/10.1111/mam.12006

Frontera J., Seguí B., Gulías J., Cifre J. (2013). Ensayo de cultivos herbáceos con fines cinegéticos en la Marina de Llucmajor (Mallorca). En: Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades. (Ed. Olea L., Poblaciones M.J., Rodrigo S.M., Santamaría O.), pp. 433-440. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP).

Galeano Diaz J.P., Sánchez Torres J.E., Garrido Fariña G.I., Domínguez Vara I.A., Morales Almaraz E. (2024). Histological and histochemical evaluation of the small intestine and caecal appendix of rabbits fed triticale-based diets with added xylanase. World Rabbit Science 32: 259-267. https://doi.org/10.4995/wrs.2024.20929

Gaviley O.V., Katerynych O.O., Ionov I.A., Dekhtiarova O.O., Griffin D.K., Romanov M.N. (2024). Triticale: a general overview of its use in poultry production. Encyclopedia 4: 395-414. https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010027

Gibb A., Morgan Williams J. (1994). The rabbit in New Zealand. En: The European rabbit. The history and biology of a successful colonizer (Ed. Thompson H.V., King C.M.), pp. 158-204. Oxford University Press. New York, EE. UU. https://doi.org/10.1093/oso/9780198576112.003.0006

Guerrero J. (1998). Respuestas de la vegetación y de la morfología de las plantas a la erosión del suelo. Valle del Ebro y Prepirineo aragonés. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza en Aragón, Zaragoza. 257 pp.

Homolka M. (1988). Diet of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in an agrocoenosis. Folia Zoologica 37: 121-128.

Llobat L., Marín-García P.J. (2022). Application of protein nutrition in natural ecosystem management for European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) conservation. Biodiversity and Conservation 31: 1435-1444. https://doi.org/10.1007/s10531-022-02426-5

MAPA (2024). Anuario de Estadística. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadistica-digital/powerbi-cultivos.aspx (Consultado: 1/09/2024)

Marín-García P.J., Llobat L. (2021). What are the keys to the adaptative success of European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in the Iberian Peninsula? Animal 11: 2453. https://doi.org/10.3390/ani11082453

Moreno S., Villafuerte R., Delibes M. (1996). Cover is safe during the day but dangerous at night: the use of vegetation by European wild rabbit. Canadian Journal of Zoology 74: 1656-1660. https://doi.org/10.1139/z96-183

Moseby K.E., De Jong S., Munro N., Pieck A. (2005). Home range, activity and habitat use of European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in arid Australia: implications for control. Wildlife Research 32: 305-311. https://doi.org/10.1071/WR04013

Myers K., Parer I., Wood D., Cooke B.D. (1994). The rabbit in Australia. En: The European rabbit. The history and biology of a successful colonizer (Ed. Thompson H.V., King C.M.), pp. 108-157. Oxford University Press. New York, EE. UU. https://doi.org/10.1093/oso/9780198576112.003.0005

Nakagawa S., Schielzeth H. (2013). A general and simple method for obtaining R^2 from generalized linear mixed-effects models. Methods in Ecology and Evolution 4: 133-142. https://doi.org/10.1111/j.2041-210x.2012.00261.x

QGIS Development Team (2020). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Disponible en: https://qgis.org (Consultado: 26/05/2022)

Rogers P.M., Arthur C.P., Soriguer R.C. (1994) The rabbit in continental Europe. En: The European rabbit. The history and biology of a successful colonizer (Ed. Thompson H.V., King C.M.), pp. 22-63. Oxford University Press. Oxford, UK. https://doi.org/10.1093/oso/9780198576112.003.0003

Rouco C., Barrio I.C., Cirilli F., Tortosa F.S., Villafuerte R. (2019). Supplementary food reduces home ranges of European wild rabbits in an intensive agricultural landscape. Mammalian Biology 95: 35-40. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2019.01.006

Royo C., Villegas D., García del Moral L.F. (2004). Triticale in Spain. En: Triticale improvement and production (Ed. Mergoum M., Gómez-MacPherson H.), pp. 139-148. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma.

Salama H.S., Safwat A.M., Elghalid O.H., Abd El-Hady A.M. (2021). Agronomic and in vitro quality evaluation of dual-purpose cereals clipped at variable ages and their utilization in rabbit feeding. Agronomy 11: 1147. https://doi.org/10.3390/agronomy11061147

SIGPAC (2024). Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas. Disponible en: https://www.fega.gob.es/es/pepac-2023-2027/sistemas-gestion-y-control/sigpac (Consultado: 30/09/2024)

StataCorp. (2023). Stata Statistical Software: Release 18. College Station, TX: StataCorp LLC.

Twigg L.E., Lowe T.J., Martin G.R., Wheeler A.G., Gray G.S., Griffin S.L., O'Reilly C.M., Robinson D.J., Hubach P.H. (2000). Effects of surgically imposed sterility on free-ranging rabbit populations. Journal of Applied Ecology 73: 16-39. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00471.x

Villafuerte R., Kufner M.B., Delibes M., Moreno S. (1993). Environmental factors influencing the seasonal daily activity of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in a Mediterranean area. Mammalia 57: 341-347. https://doi.org/10.1515/mamm.1993.57.3.341

Villafuerte R., Lazo A., Moreno S. (1997). Influence of food abundance and quality on rabbit fluctuations: conservation and management implications in Doñana National Park (SW Spain). Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie) 52: 345-356. https://doi.org/10.3406/revec.1997.2237

Villafuerte R., Delibes-Mateos M. (2019). Oryctolagus cuniculus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T41291A45189779. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T41291A45189779.en

Virgós E., Cabezas-Díaz S., Malo A., Lozano J., López-Huertas D. (2003). Factors shaping European rabbit abundance in continuous and fragmented populations of central Spain. Acta Theriologica 48: 113-122. https://doi.org/10.1007/BF03194271

Zuur A.F., Ieno E.N, Elphick C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods in Ecology and Evolution 1: 3-14. https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x

(Aceptado para publicación el 12 de febrero de 2025)