



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo:

Estudio del hábitat y la diversidad de las rapaces
del Cinca Medio (Aragón)

English tittle:

Prey bird habitat and diversity in Cinca Medio
(Aragón)

Autor/es

Álvaro Duró Ortiz

Director

Ernesto Pérez Collazos

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Año 2019

Agradecimientos

En primer lugar agradecer a Ernesto Pérez Collazos, director de este TFG por ayudarme y resolver todas las dudas que me han ido surgiendo en el desarrollo del trabajo. Gracias a ello he podido seguir adelante con el trabajo y mejorar continuamente.

Agradecer a los autores del trabajo en 1988, Ignacio Duró y Jesús Lavedán por la información aportada no recogida en su trabajo que ha ayudado en cierta medida a realizar el mío. En especial a Jesús Lavedán Rodríguez por haber ayudado en la toma de datos como observador y por la propuesta de hipótesis y bibliografía recomendada en base a esos resultados.

A aquellas personas que se han interesado y que han aportado su grano de arena en la realización de este trabajo, que me han apoyado y me han ayudado para seguir adelante animando para que todo sea más fácil y ameno. En especial a mi madre, siendo constante en todo momento y ofreciéndose a colaborar en todo lo posible.

Por último, agradecer al Centro de Estudios de Monzón y Cinca Medio por becar este proyecto con la XXXIII Beca de Investigación "Ciudad de Monzón". Gracias por elegir este trabajo entre otros muchos y por apostar por la biodiversidad del entorno de Monzón.

Muchas gracias a todos.

Resumen

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más diversos del mundo con alrededor de 10 mil especies, encontrando su mayor diversidad en las regiones de centro y Sudamérica con una representación de más del 35% del total.

En este trabajo se ha estudiado la densidad, diversidad y riqueza de las rapaces de una zona de la comarca del Cinca Medio en la provincia de Huesca (Aragón). Este estudio ha encontrado y cartografiado cuatro agrosistemas diferentes, *Secano*, *Huerta*, *Regadío de 50 años* y *Regadío de 130 años*. Mediante varios índices de riqueza y diversidad se ha encontrado que los agrosistemas más diversos son *Secano* y *Regadío de 50 años*. Se han detectado un total de 1109 ejemplares de 17 especies con una clara dominancia de tres especies; el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y milano real (*Milvus milvus*). Sus densidades, calculadas mediante el Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), más altas han sido 0.443, 0.496 y 3.801, respectivamente, todas ellas en invierno. Estas especies son menos sensibles a la alteración de sus hábitats. También se ha detectado una gran representación de las rapaces migratorias como el milano negro (*Milvus migrans*) debido a la llegada de contingentes de otros países mientras que las poblaciones de las rapaces menos generalistas y más sensibles se han visto mermadas (aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) y aguilucho pálido (*Circus pygargus*)).

Estos resultados no se corresponden con los resultados obtenidos 30 años atrás habiendo disminuido en gran medida la diversidad (3.12 en 1988 frente a 2.05 en 2018). Los cambios en los sistemas agrícolas, las nuevas variedades de cultivo y la modernización de las maquinarias podrían ser los principales causantes de estos cambios. La antropización del entorno, la destrucción de los ecosistemas y la expansión de la superficie dedicada al sector primario podría estar provocando que determinadas especies elijan otras zonas menos alteradas.

Abstract

Birds are one of the most diverse groups of vertebrates in the world with around 10 thousand species, finding their greatest diversity in the regions of Central and South America with more than 35% of the total representation.

In this work we have studied the density, diversity and richness of prey birds in the Cinca Medio region situated in the province of Huesca (Aragón). This study has found and mapped four different agrosystems: *Secano*, *Huerta*, *Irrigation of 50 years* and *Irrigation of 130 years*. Through various indices of wealth and diversity it has been found that the most diverse agrosystems are *Secano* and *Irrigation of 50 years*. A total of 1109 individuals of 17 species with a clear dominance of three species have been detected; the buzzard buzzard (*Buteo buteo*), the marsh harrier (*Circus aeruginosus*) and the red kite (*Milvus milvus*). Its densities, calculated using the Kilometric Abundance Index (IKA), have been higher than 0.443, 0.496 and 3.801, respectively, all of them in winter. These species are less sensitive to the alteration of their habitats. A large representation of migratory raptors such as the black kite (*Milvus migrans*) has also been detected due to the arrival of contingents from other countries while the populations of less generalist and more sensitive raptors have been depleted (Montagu's harrier (*Circus cyaneus*) and pale harrier (*Circus pygargus*)).

These results do not correspond to the results obtained 30 years ago, having greatly reduced diversity (3.12 in 1988 compared to 2.05 in 2018). Changes in agricultural systems, new crop

varieties and the modernization of machinery could be the main causes of these changes. The anthropization of the environment, the destruction of ecosystems and the expansion of the area dedicated to the primary sector could be caused by the fact that certain species choose other less disturbed areas.

Palabras clave

Agrosistema, aves, densidad, diversidad, equitatividad, inventario, itinerario, riqueza.

Índice

1.	Introducción	6
1.1.	Avifauna del Cinca Medio.....	7
1.2.	Los agrosistemas	7
1.3.	Inventarios biológicos	9
2.	Antecedentes.....	9
3.	Área de estudio	10
4.	Objetivos.....	14
5.	Materiales y métodos.....	14
6.	Resultados	19
6.1.	Primavera	20
6.2.	Verano	21
6.3.	Otoño	22
6.4.	Invierno	23
6.5.	Total.....	25
7.	Discusión.....	26
7.1.	Agricultura y ganadería	26
7.2.	Época del año	27
7.2.1.	Primavera	28
7.2.2.	Verano	28
7.2.3.	Otoño.....	29
7.2.4.	Invierno	30
7.3.	Total.....	31
7.4.	Rapaces del área de estudio en 1988 y en 2018	34
7.5.	Rapaces nocturnas. Búho real (Bubo bubo).....	37
8.	Conclusiones.....	38
9.	Bibliografía.....	39
10.	Anexos	43
10.1.	Anexo 1: Usos del suelo por municipio	43
10.2.	Anexo 2: Índices de riqueza y diversidad para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno.....	45
10.2.1.	Primavera	45
10.2.2.	Verano	45
10.2.3.	Otoño.....	45
10.2.4.	Invierno	45

1. Introducción

Las aves son un grupo de vertebrados con alrededor de 10 mil especies a nivel mundial provistos de una gran adaptabilidad, lo que les permite estar presente en prácticamente todos los ambientes terrestres y acuáticos, siendo un excelente grupo para evaluar la variación temporal y espacial de la diversidad biológica (José et al, 2014). La diversidad máxima del grupo se encuentra en la región neotropical que incluye los bosques tropicales que van del sur de México a través de Centroamérica hasta Sudamérica. Esta región representa alrededor del 35% de las especies del mundo (José et al, 2014).

Destaca la gran importancia ecológica de este grupo desempeñando complejos y diversos papeles en la dinámica y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Existen aves capaces de polinizar determinadas especies vegetales, frugívoras o dispersoras de semillas, insectívoras y depredadoras. En ocasiones, estas últimas pueden regular las poblaciones de diferentes especies con comportamiento invasor o consideradas plagas (José et al, 2014).

Dentro de este phylum podemos diferenciar varios grupos como las aves acuáticas, paseriformes o rapaces. Estas últimas, se sirven de la caza para alimentarse mediante garras afiladas y su pico. Se sitúan en lo más alto de las redes tróficas alimentándose de roedores, reptiles, anfibios y otras aves. En España, resultan de gran importancia en ecosistemas agrarios debido a su función de control biológico o control de especies plaga, como por ejemplo pequeños roedores (Muñoz Pedreros, 2004).

En Europa podemos encontrar un total de 45 especies de rapaces diurnas de tamaños y formas variables, que pertenecen a tres familias distintas. Todas ellas son principalmente carnívoras con el pico ganchudo y garras fuertes. Excepto los buitres, el resto de las especies capturan y matan a sus presas (Mullarney et al, 2001). Las tres familias son: Accipitridae, que incluye a gavilanes, ratoneros, águilas, milanos, buitres y aguilucho siendo la mayor de las 3 familias con un total de 32 especies. Se caracterizan por tener las alas anchas y con apéndices especializados para remontarse y planear. Pandionidae, formada por una única especie, el águila pescadora. Se caracteriza por capturar peces tras cernerse sobre el agua y zambullirse con los pies por delante. Por último, Falconidae, la familia de los halcones, con un total de 12 especies de vuelo rápido y ágil, con las alas puntiagudas. Capturan sus presas en el aire, a veces después de una larga caída en picado (Mullarney et al, 2001). En cuanto a rapaces nocturnas tenemos los búhos y lechuzas de la familia de las Stringiformes con un total de 17 especies caracterizadas por tener altamente desarrollados los sentidos de la vista y el oído. Algunas de las especies de esta familia son el cárabo (*Strix aluco*), el búho real (*Bubo bubo*), la lechuza (*Tyto alba*) o el mochuelo (*Athene noctua*) (Mullarney et al, 2001).

Las aves rapaces son un grupo amenazado ya que del total de las 557 especies reconocidas a nivel mundial, el 18% se encuentra en la categoría de En Peligro de extinción y el 52% presenta poblaciones en declive (McClure et al, 2018). Entre las principales amenazas se encuentran la alteración o destrucción del hábitat, muerte por disparos, el envenenamiento intencional, la electrocución, la acuicultura, la tala y extracción de madera y el cambio climático. Además, se conocen otras amenazas indirectas como el envenenamiento por plomo, o la intoxicación por pesticidas (McClure et al, 2018). En España, la principal causa continúa siendo modificación y alteración del hábitat por parte de la agricultura junto con envenenamientos y muertes por colisión (McClure et al, 2018).

En el catálogo de especies amenazadas de la comunidad autónoma de Aragón se incluyen 7 especies. En la categoría “en peligro de extinción” se encuentra el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) y el águila azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*). El alimoche (*Neophron percnopterus*) y el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) se encuentran en la categoría de “vulnerables”. Catalogados como “sensibles a la alteración de su hábitat” se encuentran el milano real (*Milvus milvus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) y el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) (Gobierno de Aragón, 2007a). Varias de estas especies se encuentran en la zona de estudio de este TFG.

1.1. Avifauna del Cinca Medio

La avifauna presente en el Cinca Medio se encuentra condicionada por las características geográficas del territorio como son el clima, la tierra, el agua y la vegetación; todos ellos unidos a la mano del hombre y que, juntos, están modelando un espacio con una gran biodiversidad. Se pueden encontrar rapaces catalogadas como altamente sensibles a la alteración del hábitat como el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) y el milano real (*Milvus milvus*); y otras dos vulnerables como el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*). En los bosques podemos encontrar rapaces como el azor (*Accipiter gentilis*), un ave de vuelo rápido y acrobático adaptado a zonas con gran densidad de vegetación (Castillo, 2002). Con un tamaño algo menor también se encuentra en este mismo hábitat el gavilán común (*Accipiter nisus*) y que, aunque presenta poblaciones sedentarias, en invierno se le unen las procedentes del norte de Europa (Castillo, 2002). En cuanto a las rapaces estivales encontramos, por un lado, el águila culebrera (*Circaetus gallicus*), ocupando los nichos presentes tanto en los bosques de coníferas como los de hoja caduca (Castillo, 2002). Por otro lado, el águila calzada (*Hieraetus pennatus*) comparte nicho con el águila culebrera (*Circaetus gallicus*), aunque prefiere las zonas colindantes a los campos de cultivo. El alcotán (*Falco subbuteo*), la menor en cuanto a tamaño de las tres habita en masas arbóreas y orlas circundantes donde encuentra a sus presas y las caza en pleno vuelo.

Entre las rapaces de hábitos nocturnos y crepusculares, encontramos el búho chico (*Asio otus*) y el cárabo (*Strix aluco*). A estos, los acompaña el autillo (*Otus scops*), un ave estival de pequeño tamaño que se alimenta principalmente de insectos (Castillo, 2002). El búho real (*Bubo bubo*), la más grande de las rapaces nocturnas, es capaz de ocupar una gran diversidad de nichos en diferentes hábitats, desde bosques hasta roquedos. Junto al búho real, otro ave muy cosmopolita es la lechuza (*Tyto alba*) ya que suele habitar en zonas abiertas y semiarboladas pero también encontrarse cerca de los asentamientos humanos (Castillo, 2002). Las poblaciones de todas ellas, debido a la pérdida de hábitat como consecuencia del desarrollo de la agricultura intensiva y la destrucción de hábitats como los carrascales, se encuentran en peligro (Castillo, 2002).

1.2. Los agrosistemas

Uno de los factores que ha contribuido al aumento de la biodiversidad en Europa tanto de aves como de otros seres vivos es la agricultura gracias a años y años de diversidad de tradiciones agrarias, que se han traducido en la amplia gama de paisajes agrícolas que existen actualmente (EUROPARC, 2019). Sin embargo, como en otras partes del mundo, las prácticas agrícolas han cambiado drásticamente a lo largo de los años. Muchas explotaciones han intensificado sus actividades y se han mecanizado a fondo, mientras que las que no pudieron hacerlo han ido quedando marginadas y a veces se han visto obligadas a abandonar sus tierras, con consecuencias igualmente negativas para la biodiversidad (EUROPARC, 2019).

En España, no se puede entender la conservación de la biodiversidad sin incluir a estos paisajes agrarios que, además, llevan aparejados múltiples funciones en la dinámica y funcionamiento de los sistemas naturales a una escala más amplia (EUROPARC, 2019). En este contexto, la actividad del sector primario se reconoce como un elemento clave para la conservación del territorio. Tal es su contribución a la biodiversidad que el 80% de las áreas declaradas como Zonas de Especial Protección para las Aves está sometido a algún tipo de explotación agraria poco intensiva (EUROPARC, 2019).

En agricultura, se ha de diferenciar un ecosistema de un agrosistema. Un ecosistema es un sistema funcional formado por un ambiente físico, es decir, la relación entre el biotopo y los factores abióticos, y la comunidad de seres vivos que lo ocupan, relación entre biocenosis y factores bióticos. Sin embargo, un agroecosistema es cualquier tipo de ecosistema natural modificado y gestionado por lo seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico (Gomez Sal, 2001). Una de las mayores diferencias entre los agroecosistemas con los ecosistemas naturales o poco intervenidos es la estricta dependencia del manejo humano para asegurar el funcionamiento de los procesos ecológicos esenciales como la productividad, el ciclo del agua, la herbivoría o la conservación del suelo; lo que les confiere características propias y originales.

En España, se pueden encontrar un total de cinco tipos de agroecosistemas con sus respectivos subtipos (Tabla 1).

Tabla 1: Tipos y subtipos de agroecosistemas de España. Fuente: Gómez Sal, 1997.

Tipo de agrosistema	Subtipos
Sistemas con elementos leñosos dominantes	Silvopastorales.
	Cultivos leñosos especializados.
Pastizales	Red de vías pecuarias y pastizales asociados.
	Matorrales, monte bajo pastado, pastizal mediterráneo.
	Pastizales de montaña.
Cultivos herbáceos monoespecíficos	Secano extensivo. Estepas cerealistas.
	Regadío extensivo.
Policultivos	Huerta tradicional.
	Mosaico mediterráneo.
	Policultivo atlántico. Paisaje reticulado.
Agricultura industrial	Cultivos bajo plástico.
	Regadío intensivo industrial.
	Praderas artificiales.

En Aragón, los agroecosistemas se clasifican según la actividad agrícola que se desarrolle. Estas son: cereales de grano, leguminosas de grano, tubérculos de consumo humano, cultivos industriales, flores, cultivos forrajeros y pastos, hortalizas, cítricos, frutales no cítricos, olivar, viñedo y otros cultivos leñosos pudiendo ser clasificados en cultivos leñosos y cultivos herbáceo (Gómez Sal, 1997). La evolución de las principales actividades agrícolas en la provincia de Huesca desde los años 2010 hasta el 2016 se muestra en la figura 1.

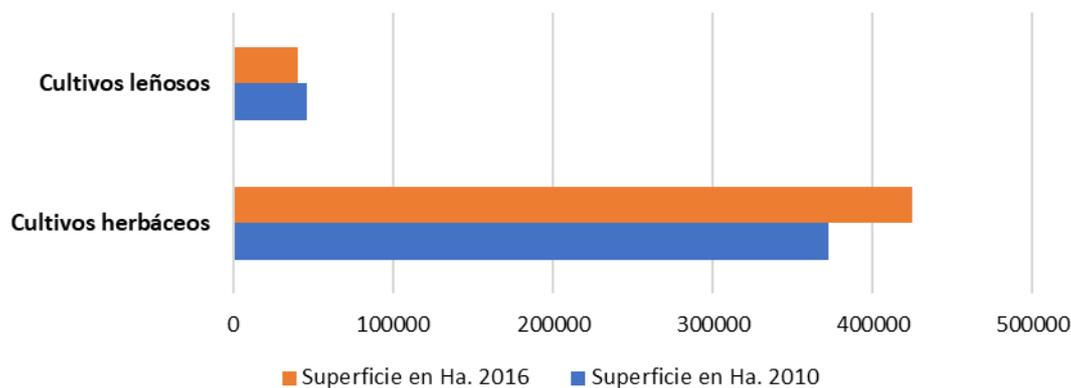


Figura 1: Evolución de la superficie de los cultivos leñosos y herbáceos en los años 2010 y 2016 en la provincia de Huesca.

1.3. Inventarios biológicos

Dado que la definición del concepto de biodiversidad biológica y de su campo de aplicación es poco clara y objeto de múltiples interpretaciones, es necesario disponer de información representativa y fiable sobre el estado y la evolución de la misma (FAO, 1999). La información puede variar según las escalas espaciales y temporales adoptadas. De esta forma, el investigador trata de obtener una información a nivel regional, nacional o continental. Uno de los métodos fundamentales para poder evaluar la biodiversidad y los problemas de conservación de ésta a distintas escalas geográficas son los inventarios faunísticos. El número de especies es el atributo más frecuentemente empleado para describir una taxocenosis ya que brinda una idea rápida y sencilla de su diversidad, además de ser un parámetro comúnmente empleado para comparar localidades diferentes, lo que confiere una gran importancia en los estudios sobre biodiversidad y biología de la conservación. Sin embargo, en muchas ocasiones los inventarios pueden resultar forzosamente incompletos y esto se debe a tres causas. Por un lado, no todas las especies pueden ser registradas en un inventario. Existe una dificultad añadida el poder acceder a información completa generada años atrás dispersa en varias colecciones científicas. Y, además, el hecho de que los datos de distribución de especies son raramente colectados sistemáticamente y la mayoría de los registros son efectuados sin planificación temporal y espacial con menor esfuerzo de muestreo realizado en regiones alejadas respecto a áreas más accesibles o cercanas a centros urbanos (Fandiño & Giraud, 2010).

Por lo tanto, para realizar un estudio de la diversidad, abundancia y riqueza del grupo de las aves es necesario disponer de un método de muestreo a partir del cual obtener información estandarizada con el fin de llegar a una serie de conclusiones. Además, para ello, conocer el área de estudio es una tarea obligatoria ya que cada especie tiene una distribución y hábitos distintos asociados a la misma.

2. Antecedentes

Los primeros inventarios y cartografía de avifauna de la zona se remontan a 1986, cuando Gómez y Nadal realizaron un primer mapa de nidificación en la comarca del Cinca Medio. Dos años después, Jesús Lavedán e Ignacio Duró redactaron un proyecto titulado: Densidad,

hábitat y productividad de las rapaces nidificantes en el Bajo Cinca durante 1988 (Lavedán & Duró, 1988). En dicho trabajo se estudió la densidad, el hábitat y la productividad de las rapaces diurnas en una zona del Bajo Cinca y Cinca Medio, además de, aportarse datos sobre determinadas especies nocturnas. A día de hoy, en la comarca del Cinca Medio, estos han sido los únicos trabajos de este tipo realizados. Tal y como indican Lavedán y Duró, la información en este tema suele ser escasa y la mayoría de las veces relativa a una única especie.

La metodología seguida por Lavedán y Duró (1988) se basó en el trabajo realizado por Meyburg en 1973 (Meyburg, 1973) y Llamas et al (1987) en la provincia de León. La metodología consistía en realizar el inventario de las aves avistadas a ambos lados de un vehículo en marcha sin banda de censo definida. Con los datos obtenidos se elaboran cuadrículas 20x20 km según el Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), el cual consiste en relacionar el número de individuos avistados de una especie con el número de total de kilómetros recorridos. Esta metodología ha sido empleada por otros autores como: i) Muntaner y Mayol (1994), los cuales individualizaban los censos en cuadrículas UTM20x20 km calculando el IKA para cada uno de ellos como número de individuos/100km y posteriormente realizaban un test de diferencia de varianzas para comparar las varianzas; ii) Fernández (2001), quien junto con la Sociedad Albacetense de Ornitología llevaron a cabo un inventario invernal de rapaces en la provincia de Albacete. La metodología seguida en este TFG en la comarca del Cinca Medio, durante los años 2018-2019, sigue una metodología muy similar a los trabajos anteriormente citados.

3. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Huesca (Aragón) (Fig. 2), concretamente dentro de la comarca del Cinca Medio (Fig. 3) aunque incluyendo en menor medida las comarcas de Los Monegros, La Litera y El Somontano (Duró & Lavedán, 1988). Se encuentra situada entre los 4 vértices 465-740, 463-740, 465-270, 463-270 albergando una superficie total de 600 km², estando delimitada por 6 cuadrículas obtenidas a partir de los antiguos mapas del ejército (Fig. 4).



Figura 2: Provincia de Huesca en el mapa político de España.



Figura 3: Comarca del Cinca Medio ubicada en la Comunidad Autónoma de Aragón.

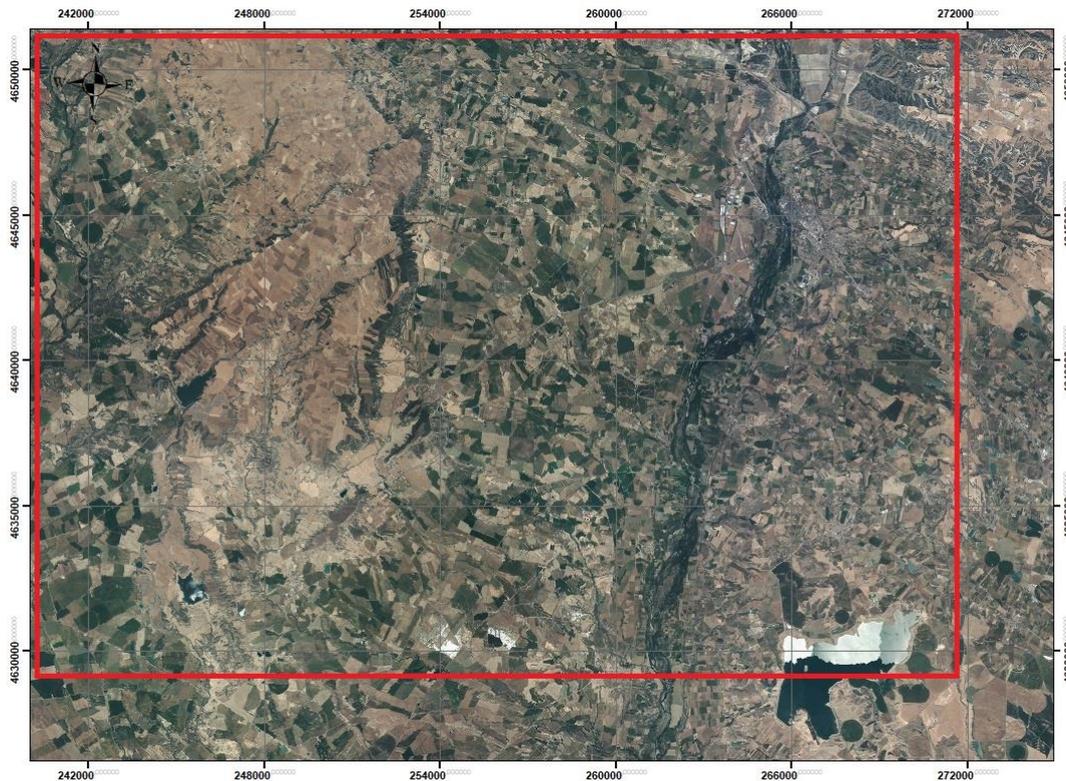


Figura 4: Ortofotografía de la zona de estudio. El rectángulo rojo muestra el área objeto de estudio. Escala 1:130.000.

El paisaje forma parte de las depresiones norperiféricas del valle del Ebro contando con dos plataformas altitudinales, una a 500 metros sobre un glacis policuaternario y otra a 300 metros (Fig. 5) (Gobierno de Aragón, 2007b). Además, predominan los depósitos mixtos aluviales – coluviales junto a terrazas bajas formadas debido a la presencia del río Cinca (Duró & Lavedán, 1988).

En gran parte del Cinca Medio y por ende en el área de estudio, la vegetación potencial la constituye el carrascal de *Quercus ilex* subsp. *ballota*. En la parte norte de la comarca, al límite con la zona de estudio, el carrascal se enriquece con la presencia del quejigo (*Quercus faginea*) y un cortejo florístico termófilo (Ferrández Palacio, 2004).

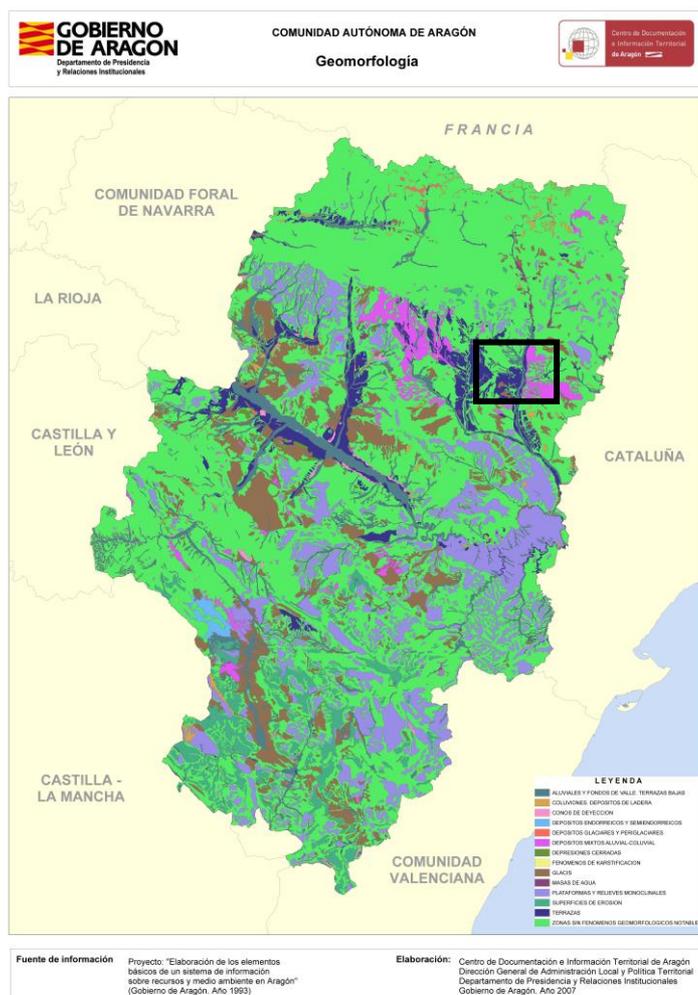


Figura 5: Mapa geomorfológico de Aragón. El recuadro indica la zona de estudio de este TFG. Fuente: Gobierno de Aragón, 2007b.

La geología de los municipios de Peralta de Alcofea y Monzón se caracteriza por los materiales sedimentarios detríticos y evaporíticos típicos de la cubeta del Ebro. Así, hay un predominio de los carbonatos y los sulfatos, sedimentos que son débiles frente a la erosión. Los afloramientos terciarios de capas duras, los glacis actuales, las cárcavas, las clamores y los fondos de valle destacan sobre el resto del relieve plano (Lavedán & Duró, 1988).

El clima es fundamentalmente submediterráneo (Ferrández Palacio, 2004), semiárido con fuertes vientos y espesas nieblas en las estaciones de otoño e invierno. Al igual que en la zona del mediterráneo, el verano es pobre en lluvias sobre todo en los meses de julio y agosto con una precipitación media de 220 mm. Sin embargo, con la entrada del otoño, en octubre y noviembre las precipitaciones se generalizan llegando hasta los 300 mm de precipitación media. En diciembre las lluvias van disminuyendo lo que da lugar a otro período seco, en el que al igual que en verano, las precipitaciones no ascienden por encima de los 230 mm. Esta tendencia se mantiene de forma general hasta marzo, un mes de transición en el que tiene lugar un incremento pluviométrico alcanzando su vértice más elevado en mayo con una precipitación media de alrededor de 450 mm. La precipitación anual se muestra en la Figura 6 y oscila entre valores de 350 – 750 mm (Gobierno de Aragón, 2007c).

Los fenómenos tormentosos, sobre todo en verano, acompañados de aparato eléctrico y en ocasiones de granizo, resultan más o menos frecuentes. Las nieblas por inversión térmica son

frecuentes desde noviembre a febrero, aunque no sean hoy en día tan persistentes como lo eran hace 20-30 años (Ferrández Palacio, 2004).

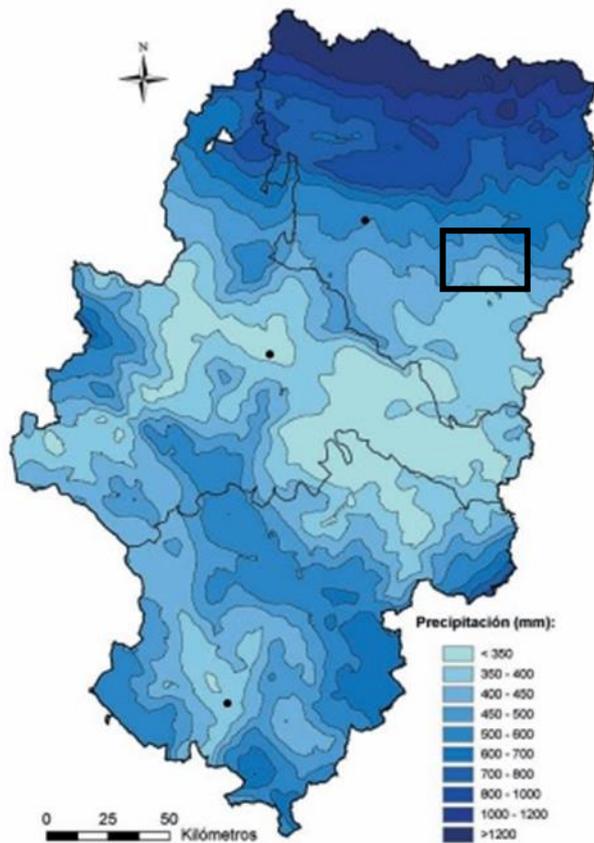


Figura 6: Mapa de precipitación anual en la Comunidad Autónoma de Aragón. El recuadro indica la zona de estudio de este TFG. Fuente: Gobierno de Aragón, 2007c.

El pino carrasco (*Pinus halepensis*), muy resistente a la sequía, lo encontramos principalmente en el agrosistema denominado como Secano (S), en la zona de Terreu, donde además vive el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y otras plantas mediterráneas como la bufalaga (*Thymelaea tinctoria*) (Ferrández Palacio, 2004).

Los sotos del Cinca, identificados como Huerta (H), son muy ricos en esta parte del curso fluvial con especies como chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*), fresnos de hoja estrecha (*Fraxinus excelsior*) y rarezas como el agracejo (*Berberis vulgaris*) y el arralán (*Frangula alnus*) (Ferrández Palacio, 2004).

La zona del la Almunia de San Juan constituida por colinas yesosas o “gesas” destaca por la presencia de romerales (*Rosmarinus officinalis*) con asnallo (*Ononis tridentata*), resultado de la destrucción del carrascal. Se trata de un ecosistema rico en plantas gipsícolas como por ejemplo la “badallera” (*Gypsophila struthium* subsp. *hispanica*) o *Herniaria fruticosa* (Ferrández Palacio, 2004).

El agrosistema denominado Regadío de hace 50 años (R-50) situado en las estepas de Selgua y Conchel, presenta especies halófilas interesantes como son las chenopodiáceas de los géneros *Suaeda*, *Salicornia* y *Salsola*. También destacan los espartales de *Lygeum spartum* que ocupan los suelos más profundos (Ferrández Palacio, 2004).

A mediados del siglo XX en la Comarca del Cinca Medio se instalan importantes industrias químicas y siderúrgicas que sirvieron de atractivo para la llegada de inmigrantes potenciando así el sector industrial en Monzón. Además, la ganadería y la agricultura comienzan a tomar importancia sobre todo con la aparición de los nuevos regadíos y el ganado ovino. Por otra parte, el sector servicios únicamente aparece en aquellos núcleos de población más grandes como es el caso de Monzón (Ferrández Palacio, 2004).

4. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es determinar la diversidad de las rapaces y su hábitat en cuatro agrosistemas del Bajo y Medio Cinca. Para desarrollarlo se realizarán los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar un inventario de rapaces de la zona de estudio (2018-2019).
- Determinar la densidad, diversidad, riqueza y equitatividad de las rapaces de la zona de estudio (2018-2019).
- Describir y cartografiar el hábitat de las rapaces de la zona de estudio.
- Comparar las densidades obtenidas en este trabajo con datos obtenidos 30 años atrás.
- Comparar la ocupación del hábitat con datos obtenidos 30 años atrás.

5. Materiales y métodos

El estudio se realizó en un período temporal de un año comenzando en marzo de 2018 y concluyendo en marzo del año siguiente. Durante este tiempo, tuvo lugar la toma de datos mediante la realización de 32 itinerarios, abarcando de esta forma, los períodos de migración de las aves permitiendo trabajar en las cuatro estaciones del año. Los inventarios se realizaron en cuatro agrosistemas comprendidos entre los vértices: 465-740, 463-740, 465-270 y 463-270 (Fig. 7); que corresponden con las comarcas agrarias de los Monegros, Cinca Medio, La Litera y El Somontano y, que abarcan la población industrial de Monzón y 19 núcleos urbanos. Estos son: Castejón del Puente, Almunia de San Juan, Selgua, Conchel, Pomar, Pueyo, Alfántega, Binaced, Estiche, Berbegal, Ilche, Morilla, La Masadera, Monesma, Lagunarrota, Peralta de Alcofea, Lastanosa, Sariñena y El Tormillo.

La clasificación del área de estudio en los cuatro agrosistemas se realizó conforme a lo desarrollado en el trabajo de Lavedán y Duró teniendo en cuenta los usos del suelo por municipio obtenidos mediante el *Corine Land Cover* en el año 2006 y publicados por el Instituto Aragonés de Estadística (IAEST) (Fig. 7). Todos ellos pueden consultarse en el Anexo 1. Sin embargo, se han tomado los más representativos y se ha analizado los usos del suelo de los municipios correspondientes a un mismo agrosistema. Estos, se muestran a en las figuras 8 a 11. Los agrosistemas identificados en la zona de estudio son: *Huerta (H)*, *Regadío de 50 años (R-50)*, *Regadío de 130 años (R-130)* y *Secano (S)*. En la siguiente figura puede observarse el mapa de la zona de estudio con los cuatro agrosistemas diferenciados.

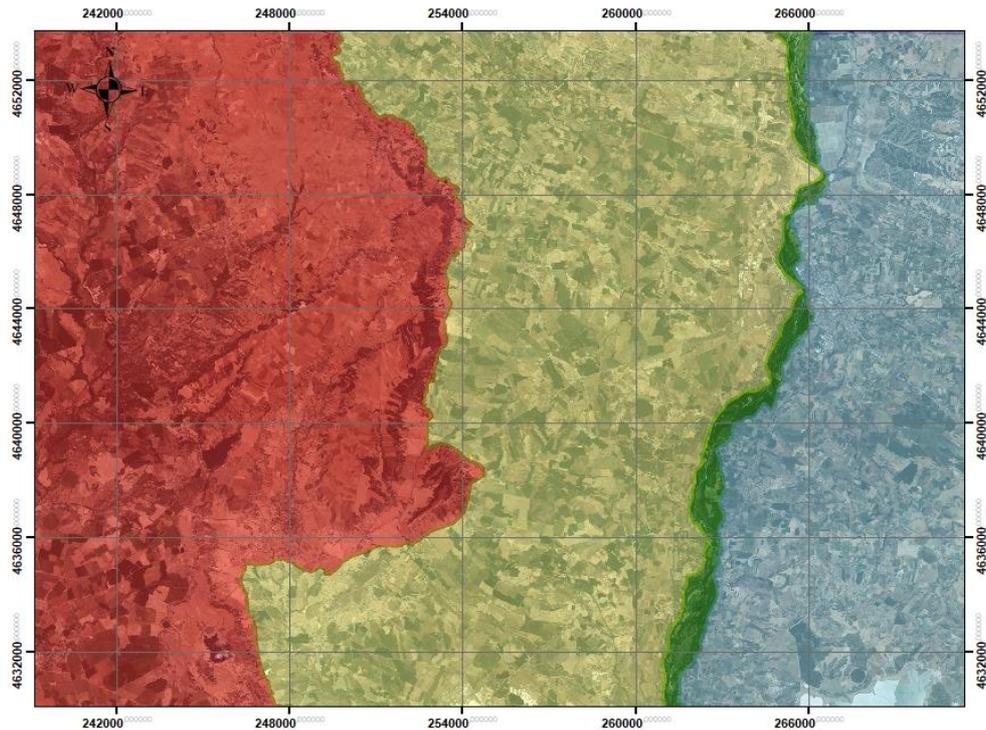


Figura 7: Agrosistemas detectados en el área de estudio: Secano (Rojo), Regadío de 50 años (amarillo), Huerta (verde) y Regadío de 130 años (azul). Escala 1:130.000.

En el agrosistema de *Huerta* encontramos un claro dominio del cultivo de regadío dado que se encuentra situado entre los dos agrosistemas de *Regadío 50 años* y *Regadío 130 años*, seguido del mosaico de cultivos, motivo por el cual se le ha denominado de esa forma. Por otra parte, es el agrosistema con más superficie de bosque con un total de 1.305 ha. debido a la presencia del río Cinca y el bosque de ribera (Fig. 8).

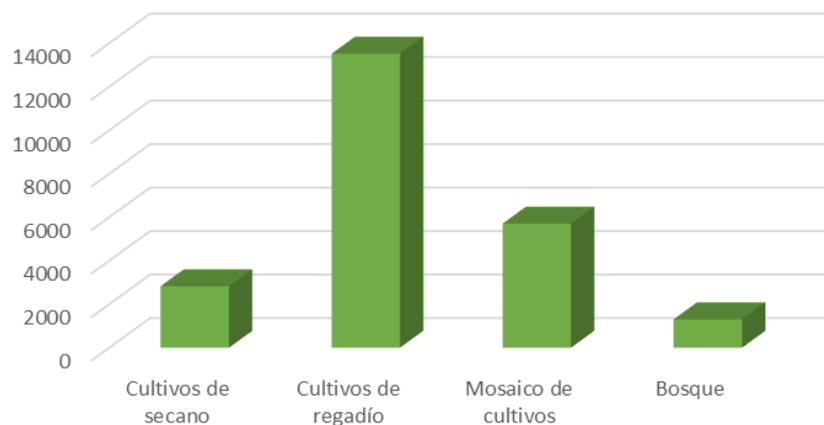


Figura 8: Usos del suelo del agrosistema *Huerta*.

El agrosistema de *Regadío 50 años*, destaca por la gran superficie de cultivos destinados al regadío sumando entre éstos y el mosaico de cultivos un total de 25.446 ha. Se puede observar como la superficie dedicada a cultivos de secano aumenta con respecto al agrosistema de *Huerta* al alejarse del río, siendo el segundo agrosistema con más superficie destinada a este tipo de cultivo. En cuanto a la superficie de bosque es muy similar al de *Huerta*, estando compuesto principalmente por parches o pequeños bosques de chopos asociados a láminas de agua (Fig. 9).

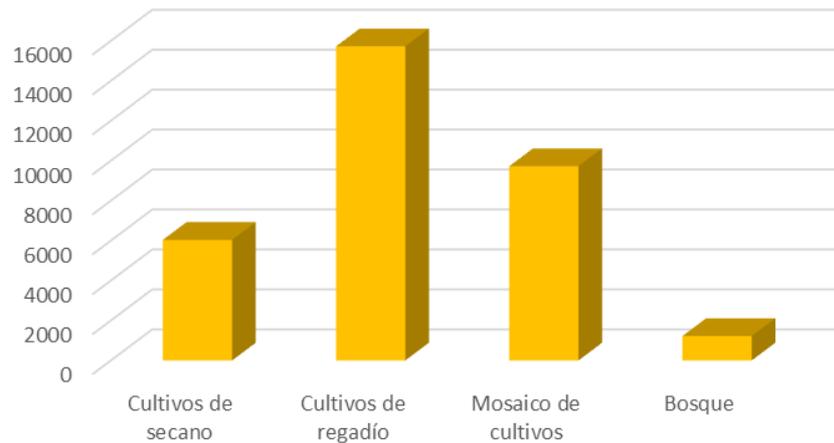


Figura 9: Usos del suelo del agrosistema *Regadío 50 años*.

En el agrosistema *Regadío 130 años*, la diferencia de superficie entre los cultivos de regadío y mosaico de cultivos se reduce con respecto al agrosistema anteriormente comentado. Con el paso de los años, ha sufrido una evolución pasando del cultivo de regadío de especies herbáceas, a un cultivo de especies arbóreas (Fig. 10). Junto con el agrosistema de *Huerta*, son los dos agrosistemas con menos superficie dedicada al cultivo de secano.

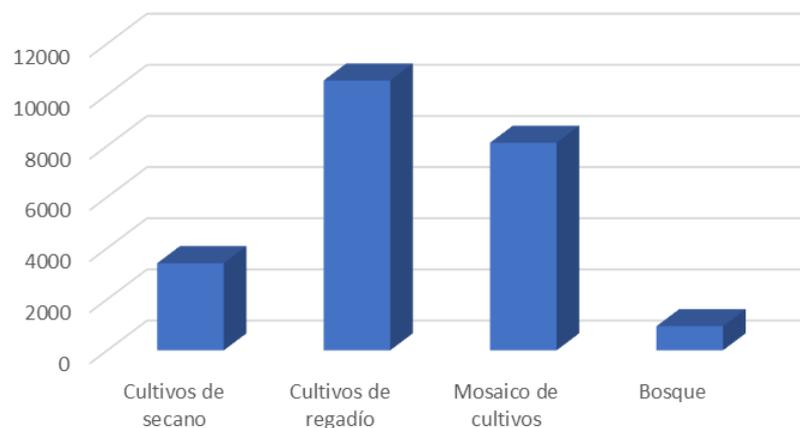


Figura 10: Usos del suelo en hectáreas del agrosistema *Regadío 130 años*.

Por último, el agrosistema de *Secano* destaca por la superficie destinada a los cultivos de esta índole. A diferencia de los demás agrosistemas, presenta una superficie total de 12.209 ha., más del doble de la superficie de cultivos de secano del agrosistema *Regadío 50 años*. Sin embargo, dado que el área de estudio incluye el núcleo urbano de Lastanosa y éste se encuentra dentro del municipio de Sariñena, la superficie destinada al regadío aumenta de forma considerable provocando que se puedan malinterpretar los datos. Sariñena es un municipio en el cual la mayor parte de su territorio está dedicado al cultivo de regadío extendiéndose hasta parte de la zona de estudio de este TFG. Es por ello, por lo que la superficie de regadío, supera en más de 2.500 ha. a la de secano. Sin embargo, los usos del suelo de Lastanosa son principalmente de secano. En cuanto a la superficie ocupada por amplias masas arbóreas es de apenas 624 ha (Fig. 11).

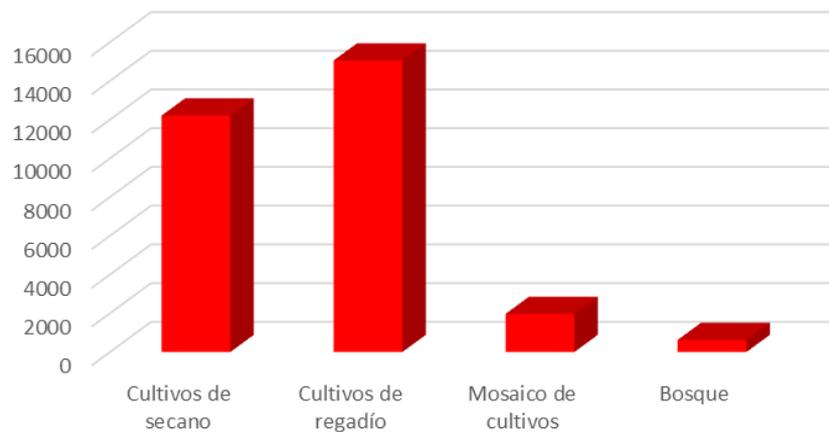


Figura 11: Usos del suelo del agrosistema *Secano*.

Para elaborar los inventarios, se realizaron un total de 32 itinerarios (dos itinerarios por cada agrosistema identificado, siendo “a” el primer itinerario dentro de ese agrosistema y “b” el segundo itinerario dentro del mismo agrosistema, y que, se repitieron en primavera, verano, otoño e invierno). Estos itinerarios se recorrieron en vehículo a baja velocidad o caminando, dependiendo si existe acceso para éstos o no. Por ejemplo, en la ribera del Cinca es imposible acceder en vehículo, por lo que el inventario se realizó caminando. En cambio, las llanuras cerealistas de Selgua y Casteflorite debido a su gran extensión, realizarlos caminando supondría una gran inversión de tiempo, por lo que se realizó en coche a una velocidad media de 30 km/hora siguiendo la metodología de Lavedán y Duró (1988). A lo largo de cada itinerario se anotaron las aves avistadas a una distancia de hasta 250 metros. De esta forma se calculó el Índice Kilométrico de Abundancia relacionando el número de individuos avistados con la distancia recorrida obteniendo un resultado expresado en individuos/km. Los ocho itinerarios que se repitieron en cada estación del año pueden observarse en la Figura 12.

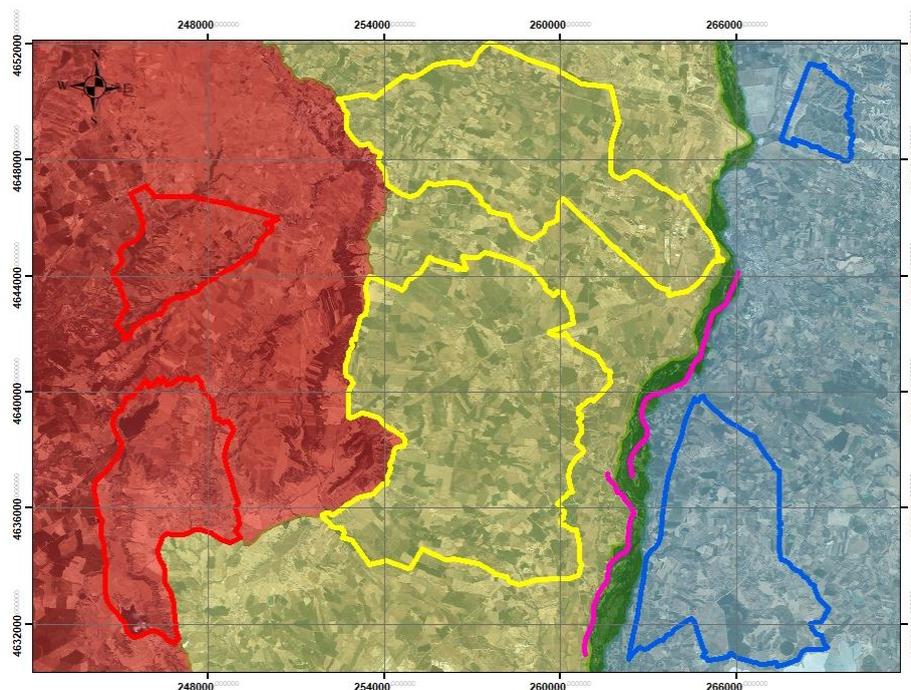


Figura 12: Agrosistemas detectados en el área de estudio: Secano (Rojo), Regadío de 50 años (amarillo), Huerta (verde) y Regadío de 130 años (azul). En colores rojo, amarillo, violeta y azul los itinerarios recorridos en cada uno respectivamente. Escala 1:130.000.

En primavera, todos los itinerarios, a excepción de los itinerarios *Ha* y *Hb*, se realizaron entre las 7:30 a.m. y las 12:00 p.m. El motivo por el cual se realizaron a estas horas se debe a que la gran parte de las aves de estudio presentan una mayor actividad al amanecer por lo que aumenta la probabilidad de conseguir un mayor número de avistamientos. En cuanto a las condiciones climatológicas todos los itinerarios se recorrieron con el cielo despejado y en ausencia de vientos y precipitaciones.

En verano, los itinerarios se realizaron, al igual que los de primavera, durante las primeras horas de luz del día, que se comprenden entre las 7:00 a.m. y las 12:00 p.m. En este caso, el tiempo que acompañó a la realización de los itinerarios fue un tiempo despejado y ausencia de vientos y precipitaciones a excepción del itinerario *R-130b*, en el que predominaron las nubes, aunque sin precipitaciones.

En otoño, todos los itinerarios se realizaron entre las 8:30 a.m. y las 12:00 p.m. con presencia de niebla en *Ha*, *Hb*, *R-50a*, *R-50b* y *R-130a*. Durante la realización del itinerario *R-130b* no cesaron las precipitaciones en el transcurso de las casi 4 horas de recorrido. Sin embargo, en los itinerarios *Sa* y *Sb* el tiempo fue soleado y el cielo despejado en su totalidad.

En invierno, debido a la disponibilidad de los observadores algunos de los itinerarios han sido realizados a lo largo de las pocas horas de luz de la tarde. Este es el caso del itinerario *R50a*. Por otra parte, durante el transcurso de los itinerarios *Hb*, *R50b*, *Sa* y *Sb* se mantuvieron las precipitaciones durante el muestreo. El resto de los itinerarios se realizaron durante las primeras horas de la mañana y con un tiempo soleado.

Con el fin de determinar la densidad, diversidad, riqueza y equitatividad de las rapaces de la zona de estudio (2018-2019) se emplearon los siguientes índices:

- a. Riqueza de especies: Número de especies de una comunidad o un área geográfica determinada. Se representa con la letra *S*.
- b. Índice de Margalef: determina la riqueza de especies teniendo en cuenta el tamaño de la muestra. Viene dado por la fórmula:

$$D_{mg} = (S - 1) / \ln N$$

Donde:

- *S*= número de especies.
 - *N*= tamaño de la muestra.
- c. Índice de Shannon – Wiener: determina la diversidad de los individuos muestreados representados en una comunidad en la muestra. Se representa mediante *H* con un número positivo. Viene dado por la fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- S= número de especies.
 - p_i = proporción de individuos de cada una de las especies de la comunidad, es decir, el número de individuos de la especie i (n_i) partido por el número total de individuos de las especies de la comunidad (N).
- d. Equitatividad: se trata de la medida de lo parecidas que son las proporciones de diferentes especies de una comunidad. Viene dada por la fórmula:

$$E = N/n_1$$

Donde:

- N= tamaño de la muestra.
- n_1 = número de individuos de la especie más abundante.

La densidad se calculó mediante la metodología empleada en los trabajos de Meyburg (1973), Llamas et al (1987), Muntaner y Mayol (1994), y Lavedán y Duró (1988). En este TFG los datos del Índice de Abundancia por Kilómetros se expresaron en individuos/km.

Todos los índices anteriormente citados han sido calculados para las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) además de, para el conjunto de datos global.

Se realizó una cartografía de los diferentes agrosistemas a partir de mapas y ortofotos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) o el Idearagón. Para ello se usaron programas como Photoshop o ArcMap. Se compararon los datos de densidad y ocupación de hábitat obtenidos en cada agrosistema con los datos obtenidos en el año 1998 por Lavedán y Duró. Por último, para la comparación de los resultados obtenidos con los mostrados en el trabajo de Lavedán y Duró se han fusionado los datos de las estaciones de invierno y primavera de los muestreos de este TFG, dado que los itinerarios realizados hace 30 años se llevaron a cabo entre finales de febrero y mediados de mayo. De esta manera se calcularon las densidades y los índices para los datos de ambas estaciones en su conjunto además, de los índices de riqueza y diversidad del trabajo de 1988 ya que éste no los incluía.

6. Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir de las salidas de campo realizadas entre los meses de marzo de 2018 y marzo del año siguiente. En la tabla 2 se muestran los kilómetros dedicados a cada itinerario.

Tabla 2: Número de kilómetros recorridos por itinerario. La letra "a" muestra el primer itinerario y "b" el segundo itinerario.

	Huerta (a)	Huerta (b)	Regadío 50 (a)	Regadío 50 (b)	Regadío 130 (a)	Regadío 130 (b)	Secano (a)	Secano (b)	Total
kilómetros	18.4	7.8	49.7	45	11	36.1	19.9	39.7	227.6

Por otra parte, se ha realizado un inventario de las especies y los individuos de cada una de ellas para cada estación del año (primavera, verano, otoño e invierno) que se acompaña con las tablas 25, 26, 27 y 28 de valores de densidad, riqueza y diversidad por itinerario. Estas se adjuntan en el Anexo 2.

6.1. Primavera

Los valores más altos en cuanto a riqueza de especies los encontramos en el agrosistema de *Secano* ($S= 6.50$, $Dmg= 2.52$) seguido de *Regadío de 50 años* ($S= 5.00$, $Dmg= 1.57$), siendo el de riqueza más baja *Regadío de 130 años* ($S= 4.00$, $Dmg= 0.96$; Tabla 3).

La diversidad es superior en el agrosistema *Huerta* ($H= 1.14$), mientras que *Secano* presenta el valor más bajo ($H= 0.37$). Sin embargo, la equitatividad es más baja en *Huerta* ($E= 1.66$) y más alta en *Secano* ($E= 3.6$; Tabla 3).

Tabla 3: Medias y desviaciones estándar de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de primavera.

	Media <i>Huerta</i>	Media <i>Regadío 50 años</i>	Media <i>Regadío 130 años</i>	Media <i>Secano</i>
Riqueza (S)	4.50 ± 2.12	5.00 ± 1.41	4.00 ± 2.82	6.50 ± 3.53
Índice de Margalef (Dmg)	1.26 ± 0.43	1.97 ± 0.51	0.96 ± 0.48	2.52 ± 0.50
Índice de Shannon – Wiener (H)	1.14 ± 0.12	0.65 ± 0.53	1.01 ± 0.06	0.37 ± 0.17
Equitatividad (E)	1.66 ± 0.47	3.13 ± 0.74	2.74 ± 1.53	3.6 ± 0.56

La Tabla 4 muestra las especies y número de individuos avistados de cada una de ellas en todos los agrosistemas. Durante la estación de primavera, se han avistado un total de 138 individuos de 12 especies de rapaces diferentes siendo las más comunes el milano negro (*Milvus migrans*), busardo ratonero (*Buteo buteo*) y aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) con un total de 36, 26 y 24 individuos respectivamente. Dado que son las especies más abundantes, presentan un índice de abundancia por kilómetro mayor (Tabla 4).

Algunas especies se han avistado en los cuatro agrosistemas, sin embargo otras, únicamente se han encontrado en uno de ellos. En el primer caso tenemos al busardo ratonero (*Buteo buteo*), aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y milano negro (*Milvus migrans*). Por otra parte, el aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) y el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) únicamente se han encontrado en *Secano* mientras que el aguilucho pálido (*Circus pygargus*) y el esmerejón (*Falco columbarius*) solamente han sido avistados en el agrosistema de *Regadío de 50 años*.

Tabla 4: Número de individuos de cada especie avistados en cada agrosistema e índice de abundancia por kilómetro (IKA) en la estación de primavera. Agrosistemas: *Huerta* (H), *regadío de 50 años* (R50), *regadío de 130 años* (R130) y *secano* (S). La letra “a” muestra el primer itinerario y “b” el segundo itinerario.

	Total de individuos avistados	Agrosistemas en los que se ha avistado	(IKA) para cada agrosistema (ind/km)
<i>Accipiter gentilis</i>	3	R130b (1), Sa (1), Sb (1)	0.021 (R130) 0.033 (S)
<i>Buteo buteo</i>	26	Ha (1), Hb (4), R50a (6), R130a (2), R130b (8), Sa (5)	0.190 (H) 0.063 (R50) 0.212 (R130) 0.083 (S)
<i>Circaetus gallicus</i>	3	R50a (1), Sa (1), Sb (1)	0.010 (R50) 0.033 (S)
<i>Circus aeruginosus</i>	24	Hb (2), R50a (6), R50b (5), R130b (9), Sa (2)	0.076 (H) 0.116 (R50) 0.191 (R130)

			0.033 (S)
<i>Circus cyaneus</i>	1	Sa (1)	0.016 (S)
<i>Circus pygarrus</i>	2	R50a (2)	0.021 (R50)
<i>Falco columbarius</i>	1	R50b (1)	0.010 (R50)
<i>Falco tinnunculus</i>	17	Hb (2), R50a (5), R50b (3), R130b (5), Sa (1), Sb (1)	0.076 (H) 0.084 (R50) 0.106 (R130) 0.033 (S)
<i>Gyps fulvus</i>	6	Ha (1), Hb (2), Sa (3)	0.114 (H) 0.050 (S)
<i>Hieraaetus pennatus</i>	2	Sa (1), Sb (1)	0.033 (S)
<i>Milvus migrans</i>	36	Ha (6), Hb (12), R50a (2), R130a (3), R130b (12), Sa (1)	0.687 (H) 0.021 (R50) 0.318 (R130) 0.016 (S)
<i>Milvus milvus</i>	17	Hb (2), R50b (4), R130b (11)	0.076 (H) 0.042 (R50) 0.233 (R130)

6.2. Verano

Los valores de riqueza más altos en la estación de verano se han encontrado en el agrosistema de *Regadío de 50 años* ($S= 7.50$, $Dmg= 1.89$) y *Secano* ($S= 5.00$, $Dmg= 2.13$). El agrosistema con valores más bajos en riqueza corresponde a *Regadío de 130 años* ($S= 2.00$, $Dm= 0.45$; Tabla 6).

Al igual que ocurre con la riqueza, los valores más altos de diversidad son los correspondientes a los agrosistemas anteriormente nombrados destacando el *Regadío de 50 años* con valores de $H= 2.63$. El agrosistema *Huerta* presenta valores más bajos de diversidad ($H= 0.31$; Tabla 6). La equitatividad sigue el mismo patrón siendo más alta en *Regadío 50 años* ($E= 3.52$; Tabla 6).

Tabla 5: Medias y desviaciones estándar de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de verano.

	Media <i>Huerta</i>	Media <i>Regadío 50 años</i>	Media <i>Regadío 130 años</i>	Media <i>Secano</i>
Riqueza (S)	2.00 ± 0	7.50 ± 0.70	2.00 ± 2.82	5.00 ± 2.82
Índice de Margalef (Dmg)	0.88 ± 0.79	1.89 ± 0.12	0.45 ± 0.64	2.13 ± 0.38
Índice de Shannon – Wiener (H)	0.31 ± 0.26	2.63 ± 0.24	0.87 ± 1.23	2.05 ± 0.74
Equitatividad (E)	1.55 ± 0.63	3.52 ± 1.02	0.96 ± 1.35	2.75 ± 0.35

Al igual que en la estación de primavera, en la Tabla 7 se observa como las especies más avistadas son el milano negro (*Milvus migrans*), el busardo ratonero (*Buteo buteo*) y el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) con valores de 45, 22 y 21 individuos avistados respectivamente. La abundancia de estos taxones puede observarse en los valores IKA para cada agrosistema. En este caso, durante el verano el número de especies avistadas es de 12 con un total de 128 individuos.

En este caso y a diferencia que en primavera, solamente el busardo ratonero (*Buteo buteo*) aparece en todos los agrosistemas definidos. El águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*) se han avistado únicamente en el agrosistema *Secano*, en concreto *Secano "a"*, presentando los valores IKA más bajos de todos los resultados obtenidos. El cernícalo primilla (*Falco naumanni*) ha sido visto en el agrosistema *Regadío de 50 años*.

Tabla 6: Número de individuos de cada especie avistados en cada agrosistema e índice de abundancia por kilómetro (IKA) en la estación de verano. Agrosistemas: Huerta (H), regadío de 50 años (R50), regadío de 130 años (R130) y secano (S). La letra “a” muestra el primer itinerario y “b” el segundo itinerario.

	Total de individuos avistados	Agrosistemas en los que se ha avistado	(IKA) para cada agrosistema (ind/km)
<i>Buteo buteo</i>	22	Hb (1), R50a (10), R50b (5), R130b (5), Sa (1)	0.038 (H) 0.158 (R50) 0.106 (R130) 0.016 (S)
<i>Circaetus gallicus</i>	3	R50a (2), Sb (1)	0.021 (R50) 0.016 (S)
<i>Circus aeruginosus</i>	21	R50a (4), R50b (8), R130b (5), Sb (4)	0.126 (R50) 0.106 (R130) 0.067 (S)
<i>Circus pygargus</i>	2	R50a (1), Sa (1)	0.010 (R50) 0.016 (S)
<i>Falco naumanni</i>	4	R50b (4)	0.042 (R50)
<i>Falco subbuteo</i>	6	R50a (4), Sa (2)	0.042 (R50) 0.033 (S)
<i>Falco tinnunculus</i>	13	R50a (1), R50b (5), R130b (3), Sa (2), Sb (2)	0.063 (R50) 0.063 (R130) 0.067 (S)
<i>Gyps fulvus</i>	5	R50b (3), Sb (2)	0.031 (R50) 0.033 (S)
<i>Hieraetus pennatus</i>	1	Sb (1)	0.016 (S)
<i>Milvus migrans</i>	45	Ha (19), Hb (1), R50a (5), R50b (6), R130b (14)	0.763 (H) 0.116 (R50) 0.297 (R130)
<i>Milvus milvus</i>	5	Ha (2), R50a (3)	0.076 (H) 0.031 (R50)
<i>Neoprhon percnopterus</i>	1	Sb (1)	0.016 (S)

6.3. Otoño

Tal y como sucede en verano, los agrosistemas con valores más altos de riqueza de especies son *Regadío de 50 años* y *Secano*, ambos con valores medios de S de 5.50 y con valores de Dmg de 1.31 y 1.44, respectivamente. *Huerta* continúa siendo el agrosistema con menor riqueza en comparación con el resto con valores de riqueza de 2.50 y Dmg de 0.87 (Tabla 8).

Siguiendo este patrón, la diversidad y la equitatividad son mayores en los agrosistemas de *Regadío de 50 años* y *Secano* con valores muy similares tanto en H como en E siendo estos 1.97 y 1.86 para H y 2.57 y 2.48 para E, respectivamente. *Huerta* presenta los valores más bajos en diversidad (H= 0.87), y *Regadío de 130 años* los más bajos de equitatividad (E= 1.54; Tabla 8).

Tabla 8: Medias y desviaciones estándar de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de otoño.

	Media <i>Huerta</i>	Media <i>Regadío 50 años</i>	Media <i>Regadío 130 años</i>	Media <i>Secano</i>
Riqueza (S)	2.50 ± 0.70	5.50 ± 0.70	4.00 ± 0	5.50 ± 0.70
Índice de Margalef (Dmg)	0.87 ± 0.21	1.31 ± 0.18	0.95 ± 0.41	1.44 ± 0.09

Índice de Shannon – Wiener (H)	0.87 ± 0.79	1.97 ± 0.06	1.33 ± 0.38	1.86 ± 0.44
Equitatividad (E)	1.83 ± 0.70	2.57 ± 0.12	1.54 ± 0.40	2.48 ± 1.44

Durante el otoño, se han avistado 248 individuos de 9 especies diferentes. En este caso, las especies más abundantes han sido el milano real (*Milvus milvus*), el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) con valores de 113, 41, 32 y 28 individuos respectivamente (Tabla 9). Los valores IKA más altos aparecen en los agrosistemas dedicados al regadío para las especies anteriormente comentadas.

En otoño, las especies que se han encontrado en los cuatro agrosistemas son el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y el milano real (*Milvus milvus*). Las especies que únicamente han sido encontradas en un agrosistema siendo este el agrosistema *Secano* son el águila real (*Aquila chrysaetos*) y el buitre leonado (*Gyps fulvus*).

Tabla 9: Número de individuos de cada especie avistados en cada agrosistema e índice de abundancia por kilómetro (IKA) en la estación de otoño. Agrosistemas: Huerta (H), regadío de 50 años (R50), regadío de 130 años (R130) y secano (S). La letra “a” muestra el primer itinerario y “b” el segundo itinerario.

	Total de individuos avistados	Agrosistemas en los que se ha avistado	(IKA) para cada agrosistema (ind/km)
<i>Accipiter gentilis</i>	2	R50b (1), R130a (1)	0.010 (R50) 0.021 (R130)
<i>Aquila chrysaetos</i>	2	Sb (2)	0.033 (S)
<i>Buteo buteo</i>	41	Ha (3), Hb (3), R50a (6), R50b (14), R130a (3), R130b (6), Sa (2), Sb (4)	0.229 (H) 0.211 (R50) 0.191 (R130) 0.100 (S)
<i>Circus aeruginosus</i>	32	Ha (1), Hb (1), R50a (1), R50b (17), R130b (8), Sa (3), Sb (1)	0.076 (H) 0.179 (R50) 0.169 (R130) 0.016 (S)
<i>Circus cyaneus</i>	2	R50b (1), Sa (1)	0.010 (R50) 0.016 (S)
<i>Falco columbarius</i>	2	R50a (1), Sb (1)	0.010 (R50) 0.016 (S)
<i>Falco tinnunculus</i>	28	R50a (2), R50b (7), R130a (6), R130b (5), Sa (4), Sb (4)	0.095 (R50) 0.233 (R130) 0.134 (S)
<i>Gyps fulvus</i>	26	Sb (26)	0.436 (S)
<i>Milvus milvus</i>	113	Hb (3), R50a (6), R50b (27), R130a (1), R130b (72), Sa (4)	0.114 (H) 0.348 (R50) 1.528 (R130) 0.067 (S)

6.4. Invierno

Tanto los índices de riqueza como los de diversidad son relativamente similares entre los distintos agrosistemas (Tabla 10). En cuanto a riqueza es el agrosistema de *Regadío de 50 años* el que presenta un mayor número de especies avistadas ($S= 7.00$). Sin embargo, es el agrosistema *Huerta* el que tiene un índice Dmg más alto (Dmg= 1.46). La diversidad es más alta en los agrosistema de *Regadío de 130 años* (H= 1.98) y *Secano* (H= 1.95). Por otra parte, la equitatividad más alta se encontró en *Huerta* (E= 2.37), seguido de *Regadío de 130 años* (H= 2.34; Tabla 10).

Tabla 10: Medias y desviaciones estándar de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de invierno.

	Media <i>Huerta</i>	Media <i>Regadío 50 años</i>	Media <i>Regadío 130 años</i>	Media <i>Secano</i>
Riqueza (S)	4.00 ± 0	7.00 ± 1.41	5.00 ± 0	5.50 ± 2.12
Índice de Margalef (Dmg)	1.46 ± 0.29	1.15 ± 0.02	1.23 ± 0.24	1.44 ± 0.58
Índice de Shannon – Wiener (H)	1.80 ± 0.02	1.46 ± 0.86	1.98 ± 0.27	1.95 ± 0.19
Equitatividad (E)	2.37 ± 0.53	2.15 ± 1.40	2.34 ± 0.68	2.08 ± 0.23

A lo largo de los ocho itinerarios realizados en esta estación se han avistado un total de 595 individuos de 10 especies diferentes. Destacan por encima de cualquier otra especie el número de milanos reales avistados (*Milvus milvus*) con un total de 412 individuos, la mayoría de ellos en el agrosistema *Regadío de 50 años* mostrando un valor IKA muy elevado de 3.801. A estos le siguen el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el busardo ratonero (*Buteo buteo*) y el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) con 64, 61 y 37 individuos, respectivamente (Tabla 11). Los valores IKA menores también se corresponden con el agrosistema *Regadío de 50 años* y pertenecen a las especies azor (*Accipiter gentilis*) y aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*).

En este caso, son cuatro las especies que se han detectado en los cuatro agrosistemas siendo estas el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y el milano real (*Milvus milvus*). Por otra parte, el esmerejón (*Falco columbarius*) únicamente aparece en el agrosistema *Regadío de 50 años* y el buitre leonado (*Gyps fulvus*) en el agrosistema *Regadío de 130 años* (Tabla 11).

Tabla 11: Número de individuos de cada especie avistados en cada agrosistema e índice de abundancia por kilómetro (IKA) en la estación de invierno. Agrosistemas: *Huerta (H)*, *regadío de 50 años (R50)*, *regadío de 130 años (R130)* y *secano (S)*. La letra “a” muestra el primer itinerario y “b” el segundo itinerario.

	Total de individuos avistados	Agrosistemas en los que se ha avistado	(IKA) para cada agrosistema (ind/km)
<i>Accipiter gentilis</i>	2	<i>Ha</i> (1), <i>R50a</i> (1)	0.038 (<i>H</i>) 0.010 (<i>R50</i>)
<i>Accipiter nisus</i>	5	<i>R50a</i> (1), <i>R50b</i> (1), <i>Sa</i> (2), <i>Sb</i> (1)	0.021 (<i>R50</i>) 0.050 (<i>S</i>)
<i>Aquila chrysaetos</i>	4	<i>R130a</i> (2), <i>R130b</i> (1), <i>Sb</i> (1)	0.063 (<i>R130</i>) 0.016 (<i>S</i>)
<i>Buteo buteo</i>	61	<i>Ha</i> (1), <i>Hb</i> (1), <i>R50a</i> (21), <i>R50b</i> (21), <i>R130a</i> (4), <i>R130b</i> (6), <i>Sa</i> (5), <i>Sb</i> (2)	0.076 (<i>H</i>) 0.443 (<i>R50</i>) 0.212 (<i>R130</i>) 0.117 (<i>S</i>)
<i>Circus aeruginosus</i>	64	<i>Hb</i> (4), <i>R50a</i> (21), <i>R50b</i> (26), <i>R130a</i> (2), <i>R130b</i> (9), <i>Sb</i> (2)	0.152 (<i>H</i>) 0.496 (<i>R50</i>) 0.233 (<i>R130</i>) 0.033 (<i>S</i>)
<i>Circus cyaneus</i>	2	<i>R50a</i> (1), <i>Sb</i> (1)	0.010 (<i>R50</i>) 0.016 (<i>S</i>)
<i>Falco columbarius</i>	2	<i>R50a</i> (1), <i>R50b</i> (1)	0.021 (<i>R50</i>)
<i>Falco tinnunculus</i>	37	<i>Ha</i> (3), <i>Hb</i> (2), <i>R50a</i> (9), <i>R50b</i> (11), <i>R130b</i> (4), <i>Sa</i> (3), <i>Sb</i> (5)	0.190 (<i>H</i>) 0.211 (<i>R50</i>) 0.084 (<i>R130</i>) 0.134 (<i>S</i>)
<i>Gyps fulvus</i>	6	<i>R130a</i> (6)	0.122 (<i>R130</i>)
<i>Milvus milvus</i>	412	<i>H1</i> (1), <i>Hb</i> (4), <i>R50a</i> (338), <i>R50b</i> (22), <i>R130a</i> (3),	0.190 (<i>H</i>) 3.801 (<i>R50</i>)

6.5. Total

Una vez realizado el estudio por estaciones se ha llevado a cabo un estudio global teniendo en cuenta las especies y el número de individuos avistados en los 32 itinerarios realizados. El número de especies encontradas ha sido de 17 con un total de 1109 individuos. Cabe destacar el gran número de individuos de la especie *Milvus milvus* con 547 avistamientos, siendo casi la mitad de los datos totales (Tabla 12). Otras especies abundantes son el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) apareciendo en 27, 20 y 20 itinerarios respectivamente de los 32 realizados. Además, estas especies coinciden también con los valores IKA más altos siendo 0.600 para *Milvus milvus*, 0.164 para *Buteo buteo*, 0.154 para *Circus aeruginosus* y 0.104 para *Falco tinnunculus*. Por otra parte, los que menos presentan valores IKA más bajos son *Neophron percnopterus* con 0.001, *Hieraaetus pennatus* con 0.003 y *Falco naumanni* y *Circus pygargus* con 0.004 (Tabla 12).

Tabla 12: Número de individuos avistados de cada especie durante todo el estudio (mayo 2018 - mayo 2019), número de itinerarios en los que ha sido avistada, e índice de abundancia por kilómetro teniendo en cuenta la suma de los kilómetros recorridos en cada estación (910.4 km).

	Total de individuos avistados	Nº de itinerarios en los que se ha avistado	Índice de abundancia por kilómetro (IKA) ind/km
<i>Accipiter gentilis</i>	7	7	0.007
<i>Accipiter nisus</i>	5	4	0.005
<i>Aquila chrysaetos</i>	6	4	0.006
<i>Buteo buteo</i>	150	27	0.164
<i>Circaetus gallicus</i>	6	5	0.006
<i>Circus aeruginosus</i>	141	20	0.154
<i>Circus cyaneus</i>	5	5	0.005
<i>Circus pygargus</i>	4	3	0.004
<i>Falco columbarius</i>	5	5	0.005
<i>Falco naumanni</i>	4	1	0.004
<i>Falco subbuteo</i>	6	2	0.006
<i>Falco tinnunculus</i>	95	20	0.104
<i>Gyps fulvus</i>	43	7	0.047
<i>Hieraaetus pennatus</i>	3	3	0.003
<i>Milvus milvus</i>	547	19	0.600
<i>Milvus migrans</i>	81	11	0.088
<i>Neophron percnopterus</i>	1	1	0.001

Los valores totales de los índices de diversidad muestran un total de 17 especies y con valores de 2.28, 2.39 y 2.02 para los índices de Margalef, Shannon – Wiener y equitatividad (Tabla 13).

Tabla 13: Índices de diversidad y riqueza de las cuatro estaciones en su conjunto.

	Total
Riqueza (S)	17
Índice de Margalef (D_{mg})	2.28
Índice de Shannon – Wiener (H)	2.39
Equitatividad (E)	2.02

7. Discusión

Una vez finalizada la toma de datos y el tratamiento de estos, se pueden establecer una serie de relaciones entre los diferentes hábitats identificados y las especies que los habitan así como los factores que condicionan la presencia o ausencia de unas especies u otras.

7.1. Agricultura y ganadería

En primer lugar, debido al incremento de la agricultura y la ganadería intensiva se ha producido un cambio en el territorio. Hasta casi nuestros días se había conservado un mosaico de cultivos arbolados, cereal y monte bajo de gran interés para la fauna silvestre. La superficie ocupada por los cultivos cerealistas de secano ha sufrido una considerable reducción desde el principio de la década de los 80 debido a la conversión en regadío o la política de abandono voluntario promovida por la Unión Europea (Martínez et al, 2003). Un problema peculiar para las rapaces de los cultivos cerealistas es que la Administración pocas veces contempla la necesidad de someter a evaluación de impacto ambiental las concentraciones parcelarias, eliminaciones de barbechos, cambios de cultivos de secano a regadío, empleo masivo de pesticidas etc., sobre todo porque algunas de estas actuaciones son llevadas a cabo en superficies no muy grandes, pero que en total suman un número de hectáreas considerables (Martínez et al, 2003). Estos cambios han podido apreciarse sobre todo en los agrosistemas *Regadío de 50 años* y *Regadío de 130 años*, donde se han venido realizando diferentes roturaciones para la puesta en regadío de numerosas fincas de secano tradicional sin dotación de agua de riego, fragmentando así el territorio y provocado la destrucción de las pocas zonas arboladas compuestas principalmente por pinos (*Pinus sylvestris*) y carrascas (*Quercus ilex*) que servían de hábitat y refugio para multitud de especies. Sin embargo, en los agrosistemas de *Huerta* y *Secano* estos cambios no han sido tan notables, conservándose en cierta medida, zonas menos antropizadas o con un mayor volumen de árboles en lugar de especies herbáceas. En el caso de *Huerta*, la chopera, empleada para la producción de madera supone una masa arbórea continua. En *Secano*, las formas geomorfológicas fruto de la erosión a lo largo de los años, y los bosques de repoblación de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), dan lugar a la aparición de multitud de nichos ecológicos que pueden ser aprovechados por las especies sedentarias y estivales.

Los principales factores de riesgo sobre las poblaciones de rapaces nidificantes son la alteración del hábitat y la modernización de las labores agrícolas. La sustitución de cultivos de secano por cultivos de regadío o la unificación de las parcelas causa la desaparición de los márgenes arbustivos, lindes de vegetación o ribazos, que son empleadas preferentemente por algunas especies para obtener refugio y alimento. Además, el uso de variedades de crecimiento rápido propicia un adelanto de la maduración y la mecanización del campo supone una considerable reducción del tiempo empleado en la siega, con lo que los nidos de especies que crían en los campos de cereal como el aguilucho cenizo y el aguilucho pálido (*Circus cyaneus* y *Circus pygargus*) quedan al descubierto demasiado pronto cuando no son triturados por las máquinas (Martínez et al, 2003).

Por otra parte, la ganadería intensiva ha supuesto un gran problema no solo para las aves, sino para los ecosistemas en general debido a la generación y a la mala gestión de los residuos, ocasionando problemas de contaminación. Durante el proceso de construcción y explotación de las granjas, se genera un impacto y unas molestias que pueden llegar a desplazar a determinadas especies de rapaces. Además, la reducción en el número de cabezas de ganado extensivo al ser este sustituido por la ganadería extensiva, también genera problemas a la hora de encontrar alimento para determinadas aves necrófagas como es el caso de los buitres

leonados (*Gyps fulvus*). En el caso del área de estudio, se ha aumentado considerablemente el número de explotaciones ganaderas dedicadas al sector porcino sobre todo en el agrosistema *Regadío de 50 años* y en *Secano*. En el año 1988 el número total de cabezas de cerdo en la provincia de Huesca era de 969.341 (Gobierno de Aragón, 2019). En 2004 ya había 2.298.196 (Gobierno de Aragón, 2019). En cuanto al número de explotaciones, la tendencia es ascendente pasando de un total de 3.881 en 2013 a 4.340 en 2018 en Aragón (Gobierno de Aragón, 2018). En el mapa mostrado a continuación se muestran con puntos amarillos las granjas dedicadas al engorde o la cría de cerdos en la zona de estudio de este TFG. La zona coloreada de naranja representa las zonas vulnerables a la contaminación producida por los residuos generados en este tipo de explotaciones (Fig. 13).

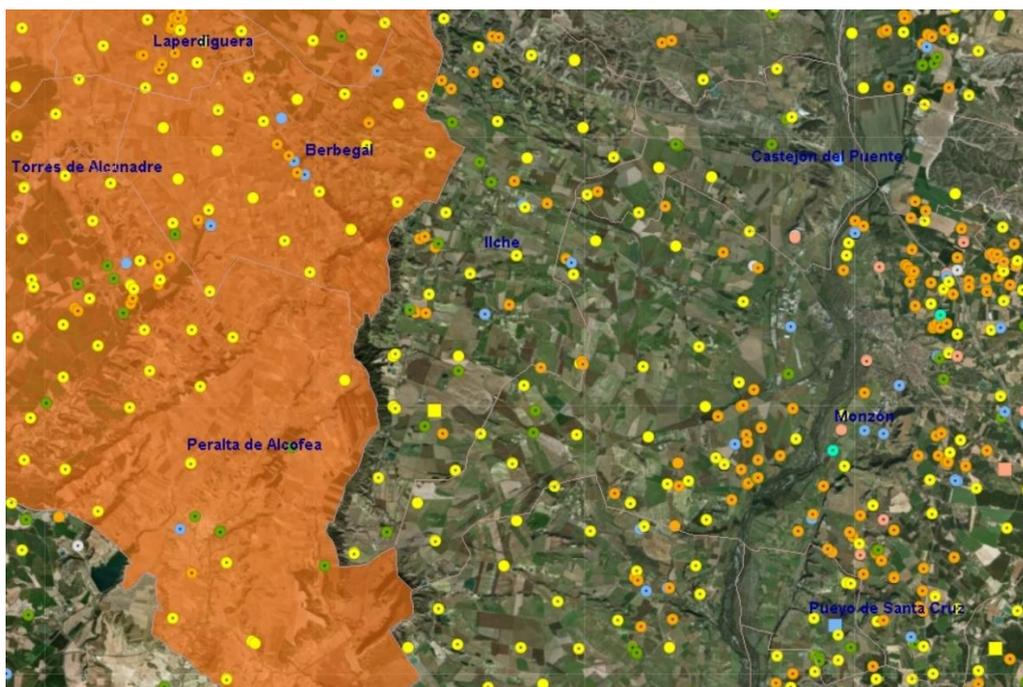


Figura 13: Explotaciones ganaderas en el área de estudio de este TFG. Los puntos amarillos indican las granjas dedicadas al engorde o la cría de cerdo. Los puntos verdes muestran pequeños rumiantes, los naranjas bóvidos, azules cunícola rosas équidos y en gris otros. La zona coloreada de naranja representa las zonas vulnerables a la contaminación producida por los residuos generados en este tipo de explotaciones. Fuente: Visor de explotaciones ganaderas del Gobierno de Aragón.

7.2. Época del año

En el trabajo desarrollado por Lavedán y Duró en 1988 se hizo una distinción entre rapaces estivales, aquellas que únicamente se encuentran en una determinada época del año, y rapaces sedentarias, aquellas que permanecen durante todo el año. En este TFG, con el fin de representar más fielmente el status de las rapaces en la zona de estudio, éstas han sido divididas además de las categorías anteriormente nombradas, en invernantes.

En las rapaces estivales aparecen águila culebrera (*Circaetus gallicus*), aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*), cernícalo primilla (*Falco naumanni*), alcotán (*Falco subbuteo*), águila calzada (*Hieraetus pennatus*), milano negro (*Milvus migrans*) y alimoche (*Neophron pernopterus*). En las rapaces sedentarias aparecen el azor (*Accipiter gentilis*), águila real (*Aquila chrysaetos*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y buitres leonados (*Gyps fulvus*). Por último, en las rapaces invernantes encontramos el gavilán (*Accipiter nisus*), busardo ratonero (*Buteo buteo*), aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), aguilucho pálido (*Circus pygargus*), milano real (*Milvus milvus*) y como invernante estricto el esmerejón (*Falco columbarius*).

7.2.1. Primavera

En primavera se han detectado un total de 3 especies sedentarias, 4 especies estivales, 4 especies invernantes y una especie invernante estricta encontrando la mayor riqueza en el agrosistema de *Secano* (Tabla 3). Según el valor obtenido en el Índice de Margalef se trataría de una zona de diversidad media al encontrarse entre valores de 2.00 y 5.00. El resto de agrosistemas presentarían una diversidad muy baja ya que todos los valores son inferiores a 2.00. En muchas ocasiones, esta baja diversidad suele estar relacionada con causas antrópicas. También puede apreciarse en el índice de Shannon – Wiener ya que ningún agrosistema supera el valor 2.00, lo que se traduce en zonas de diversidad baja (Tabla 3). El agrosistema de *Secano* dado que se trata de una zona con más nichos ecológicos y con menos influencia del factor humano que el resto de agrosistemas, presenta mayores valores de riqueza y equitatividad y menores de diversidad. Se trata de un agrosistema con variedad de ecosistemas, desde grandes cortados hasta densos bosques de pinos. Esta mezcla junto con las zonas abiertas de los campos de cultivo hace que haya más posibilidades de establecerse y dan pie a la aparición de especies de hábitos diferentes. De esta manera, aparecen más especies y mejor distribuidas debido al valor de la equitatividad, pero en menor cantidad.

En función de las características de las diferentes especies y en comparación con los avistamientos de otros años se esperaban más individuos de Azor (*Accipiter gentilis*) y aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) ya que únicamente se han avistado 3 y 1 individuos respectivamente y se sabe de su presencia.

Las especies con mayor IKA (Tabla 4) son el busardo ratonero (*Buteo buteo*) y los milanos real (*Milvus milvus*) y negro (*Milvus migrans*), todos ellos en el mismo agrosistema, *Regadío de 130 años*, debido principalmente a las preferencias de hábitat ya que son especies poco exigentes conformándose con un mínimo de cobertura vegetal y la alimentación de estas especies basada básicamente en micromamíferos y pequeños anfibios y reptiles. Además, se trata del segundo agrosistema con menos kilómetros recorridos por delante de *Huerta* (Tabla 2). Los datos como riqueza y diversidad de este agrosistema indican la dominancia de estas especies sobre las demás.

Las especies con menor IKA (Tabla 4) son el águila culebrera (*Circaetus gallicus*), esmerejón (*Falco columbarius*) y aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) para los agrosistemas *Regadío de 50 años* y *Secano* respectivamente. La presencia de una zona abierta, con clamores, campos de cereales y manchas con bosques de pinos, permiten que estas especies se alojen aquí durante su paso. Los valores tan bajos se podrían deber a que i) *Regadío de 50 años* es el agrosistema con más kilómetros recorridos (Tabla 2) lo que hace disminuir la representatividad de las distintas especies, y ii) que son especies relativamente escasas y difíciles de observar si las comparamos con otras como el busardo ratonero (*Buteo buteo*) o el milano negro (*Milvus migrans*).

En esta época, durante los meses de febrero y marzo se comenzaron a observar los primeros ejemplares de milano negro procedentes de África que permanecerán en la zona hasta un poco después del comienzo del verano. Los individuos de ratonero, milano real y aguilucho lagunero que se sumaban a la población residente, tras pasar el invierno en la zona de estudio emprenden su viaje hacia zonas más frías de Europa disminuyendo así sus densidades.

7.2.2. Verano

En verano han detectado un total de 6 especies estivales, 2 especies sedentarias y especies invernantes encontrando la mayor riqueza y diversidad en el agrosistema *Regadío de 50 años*

(Tabla 6). A diferencia de en primavera encontramos los valores más altos de riqueza, diversidad y equitatividad en este agrosistema. En este caso, dos de los agrosistemas estudiados resultarían tener una diversidad media (*Regadío de 50 años* y *Secano*) mientras que los otros dos presentarían una diversidad muy baja (*Huerta* y *Regadío de 130 años*). Los agrosistemas anteriormente mencionados, además de tener los valores de riqueza y diversidad más altos, también presentan una distribución de las especies más equitativas con valores de 3.52 para *Regadío de 50 años* y 2.75 para *Secano*.

No suele ser habitual observar aguiluchos pálidos (*Circus pygargus*) en esta época del año y sin embargo se han avistado 2 individuos. Al contrario que con el alcotán (*Falco subbuteo*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*). En el primer caso se han avistado 6 individuos cuando se sabe de la presencia de bastantes más por lo que se encuentra subrepresentado. En el segundo caso, en verano llegan contingentes procedentes de África por lo que se deberían haber visto más de un solo individuo en una única ocasión sobre todo en los agrosistemas de *Secano* y *Regadío de 130 años*.

La especie que presenta un IKA (Tabla 7) mayor respecto al resto de especies es el milano negro (*Milvus milvus*) en el agrosistema de *Huerta* y *Regadío de 130 años*. La posible causa principal de la diferencia de valores tan grande entre *Huerta* y el resto de agrosistemas se podría deber a que se detectó un dormitorio de milano negro en la parte media del primer itinerario. Además, *Huerta* es el agrosistema con menos kilómetros recorridos (Tabla 2) por lo que la representatividad de esta especie se ve favorecida.

Las especies con un IKA menor son aguilucho pálido (*Circus pygargus*), águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) y alimoche (*Neophron percnopterus*) en los agrosistemas de *Regadío de 50 años* y *Secano* (Tabla 7). Se trata de especies escasas y que generalmente, solo se encuentran en un agrosistema como es el caso del águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*) (*Secano*). Las dos especies necesitan de sitios altos, con cortados y en zonas abiertas donde poder encontrar alimento, características propias de *Secano*. El aguilucho, al igual que el cenizo, necesita de clamores o campos de cereal, encontrándose estos en *Secano*, entre otros.

En verano las especies estivales como el alcotán (*Falco subbuteo*), alimoche (*Neophron percnopterus*) y cernícalo primilla (*Falco naumani*) ven incrementadas sus poblaciones a su paso por la península para dirigirse a África. Otras en cambio, como el milano negro (*Milvus migrans*) o el milano real (*Milvus milvus*), las ven reducidas en su migración hacia el norte de Europa cuando comienzan a aumentar las temperaturas.

7.2.3. Otoño

En otoño se han detectado un total de 1 especie estival, 4 especies sedentarias, 3 especies invernantes y un invernante estricto encontrando la mayor riqueza en los agrosistemas *Regadío 50 años* y *Secano* (Tabla 8) ya que apenas hay variación en los valores. Sin embargo, aunque sean los agrosistemas con mayor valor de riqueza, no significa que ésta sea alta. En ningún caso los valores de los Índices de Margalef y de Shannon – Wiener superan las dos unidades por lo que serían considerados como ecosistemas con muy baja diversidad. *Huerta* es el agrosistema con valores más bajos en riqueza y diversidad respecto al resto siendo ambos menores a la unidad.

Al igual que en primavera, únicamente se han avistado 2 ejemplares de azor (*Accipiter gentilis*) cuando la población residente de este ave, es muy superior.

Las especies con un valor IKA (Tabla 9) mayor son el milano real (*Milvus milvus*) y buitre leonado (*Gyps fulvus*) en los agrosistemas de *Regadío de 130 años* y *Secano* respectivamente. El caso de los milanos es el mismo anteriormente comentado en la estación de verano y se debe a que durante las primeras horas de la mañana se coincidió con una colonia de milanos que aún no habían comenzado su actividad. Algo similar ocurría con los buitres ya que en uno de los cortados del agrosistema *Secano* se llegaron a contar 26 ejemplares.

Las especies con un IKA (Tabla 9) menor son el azor (*Accipiter gentilis*), el aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) y el esmerejón (*Falco columbarius*), todas ellas en el agrosistema *Regadío de 50 años*. Se encuentran aquí ya que se trata de una transición entre secano y regadío y con características de ambos agrosistemas. En donde predominan los campos de regadío y algunos campos de cereales de secano en zonas amplias y abiertas ideales para la presencia de aguilucho y el falcónido pero, además, son zonas extensas y con pequeñas masas boscosas de pinos, ideales para el azor (*Accipiter gentilis*).

Es en esta estación cuando menos especies estivales e invernantes se encuentran. Comienza a notarse la influencia de los ejemplares migrantes que llegan a España sobre todo de ratonero (*Buteo buteo*), milano real (*Milvus milvus*) y aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y en concreto a la zona de estudio, que posteriormente en invierno, alcanzan las densidades más altas.

7.2.4. Invierno

En invierno se han detectado un total de 1 especie estival, 4 especies sedentarias, 4 especies invernantes y un invernante estricto encontrando la mayor riqueza en *Regadío de 50 años* y la mayor diversidad en *Regadío de 130 años* y *Secano* (Tabla 10). Al igual que en otoño, aunque se trate de los valores más altos de la muestra, se trata de zonas con muy baja diversidad ya que ni los valores de Dmg ni los de H superan las dos unidades. A diferencia del resto de estaciones del año, es en invierno cuando aparece mayor disparidad. *Huerta*, a pesar de ser el agrosistema con menos riqueza, presenta un valor de diversidad muy similar al resto de agrosistemas y presenta la equitatividad más alta en comparación con el resto al mostrarse las especies mejor repartidas en cuanto al número de individuos de cada una.

En esta época del año la población tanto la población de azor (*Accipiter gentilis*) como la de gavilán (*Accipiter nisus*) se encuentran subrepresentadas. En invierno la población de gavilán incrementa de forma considerable al ser un ave estival en la zona de estudio y sin embargo únicamente se han observado 6 ejemplares.

Supone una sorpresa no haber avistado ningún individuo de aguilucho pálido (*Circus pygargus*) ya que es una rapaz común en esta época del año. Se esperaban contar al menos 2 individuos de esta especie.

La especie con un mayor IKA (Tabla 11) es el milano real (*Milvus milvus*) en el agrosistema *Regadío de 50 años*. Al igual que ocurre en verano y en otoño, durante el recorrido se pudo observar una concentración de milanos que acudían para dormir en colonia. Cabe destacar que este itinerario se realizó durante la media tarde en lugar de a primera hora de la mañana debido a la disponibilidad de los observadores. Es por ello por lo que se llegaron a contabilizar un total de 317 individuos de milano real en varios árboles cercanos unos de otros.

Las especies con menos IKA (Tabla 11) con el azor (*Accipiter gentilis*) y el aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) en el agrosistema de *Regadío 50 años*. Como ya se ha comentado

anteriormente, las características de este agrosistema frente al resto hacen que sea un hábitat ideal para este tipo de aves.

Especies como el ratonero (*Buteo buteo*), el esmerejón (*Falco columbarius*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) o el milano real (*Milvus milvus*) ven aumentados el número de individuos en esta época del año ya que se incrementa a la población residente individuos de países de Centroeuropa.

7.3. Total

Durante todo el año de muestreo se han contabilizado un total de 7 especies estivales, 4 especies sedentarias, 5 especies invernantes y una especie invernante estricta sumando un total de 1109 individuos (Tabla 12). Se puede observar gran disparidad en el número de individuos de las diferentes especies avistadas (Tabla 12). Seis de las diecisiete especies presentan más de 80 de individuos mientras que las once restantes no superan ninguna los 7 individuos en total.

Las especies con mayor número de ejemplares, por lo general son especies sedentarias con poblaciones más o menos estables pero que, en determinadas épocas del año, reciben ejemplares de otros países. Este sería el caso de especies como el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) o el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) que en invierno, a la población autóctona se le suman aves del norte y centro de Europa. Estas variaciones en el número de individuos pueden observarse en las Tablas 4, 6, 8 y 10 de cada estación del año.

El ratonero (*Buteo buteo*) es una de las falconiformes más abundantes de Europa destacando sobre todo las poblaciones de Alemania, Francia, Polonia y Rusia (Tapia, 2016). En España se considera el ave rapaz más abundante con densidades de 0.5 parejas/10km² en zonas del norte de la península. Sobre todo en Aragón y en Cataluña, las densidades más altas se encuentran en mosaicos submediterráneos con valores de hasta 0.4 parejas/km². Aragón es la quinta comunidad autónoma con mayor territorio ocupado por este ave por detrás de Castilla y León, Andalucía, Castilla la Mancha y Extremadura (Tapia, 2016).

En cuanto al cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), en Europa están citadas entre 282.000-300.000 parejas mientras que en España hay entre 20.000-24.000 (Ferguson – Lees & Christe, 2004). Si se tienen en cuenta los datos del Atlas Español, se detecta una tendencia a la baja de la población de esta especie, pero por la ausencia de datos específicos para la misma, hace difícil cuantificar y evaluar la tendencia real. Sin embargo, en algunas regiones como por ejemplo en Aragón, los autores no detectan esta tendencia y describen mayores abundancias en invernada que en reproducción (Sampietro et al, 2000).

Los datos más recientes referentes al aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) posteriores al primer censo nacional en 1990 muestran una población mínima de 817-851 parejas reproductoras en España (Jubete, 2003). Andalucía es la comunidad autónoma con mejores poblaciones en torno a las 187-207 parejas mientras que en el resto, los datos de los que se disponen no son recientes. En Aragón se citaron en 1994 un total de 69 parejas. Actualmente existen censos parciales que permiten mostrar una recuperación en las poblaciones nidificantes de esta especie. En algunas comunidades autónomas como Andalucía, Navarra o la Rioja se habla de hasta más del 50% (Jubete, 2003).

Cabe destacar el alto número de milanos reales habiendo sido avistados en su gran mayoría en otoño e invierno. Aunque es un ave estival, en gran parte de la península se comporta como

residente y a esta población reproductora, se le une un importantísimo contingente de individuos procedentes del resto de países europeos sobre todo Alemania y Francia. Estos permanecen aquí durante las épocas frías y al subir las temperaturas emigran a África tropical. La población europea de la especie se estima entre 19.000 y 25.000 parejas (Gobierno de Aragón, 2007a). En España se contabilizaron alrededor de 3.800 parejas reproductoras, sin embargo, actualmente se ha estimado una población nidificante que no supera los 3.000 individuos (Gobierno de Aragón, 2007a). En Aragón no existen censos suficientemente precisos de esta especie, pero durante el invierno de 1993 se llevó a cabo un estudio de los dormideros de las provincias de Zaragoza y Huesca obteniendo un total de 2.053 ejemplares de los cuales 970 se encontraban en Huesca y 883 en Zaragoza. La reciente revisión realizada para la elaboración del Libro Rojo de las Aves de España ha supuesto la inclusión del milano real en la categoría “En peligro”, máxima categoría de amenaza (Gobierno de Aragón, 2007a).

Algo similar ocurre con el milano negro, se trata de un ave estival de paso cuyos individuos reproductores invernan en África. En este tema, la Sociedad Ornitológica Española junto con varios técnicos encargados de llevar el seguimiento del milano negro (*Milvus migrans*), han contabilizado durante el año 2018 un total de 21.999 ejemplares atravesando los puertos del Somport y Portalet (SEO, 2018a). Esta migración hacia territorios más cálidos puede apreciarse en las Tablas 8 y 10 dado que no se ha contabilizado ningún individuo de esta especie. No existen estimaciones fiables recientes de amplias áreas por lo que en general se desconoce el tamaño de la población española (Blanco & Viñuela, 2003). Hacia 1989 se estimaba la población alrededor de 9.000 parejas residentes encontrando las mejores densidades en Extremadura, Castilla y León y Aragón. Actualmente, es posible que la población reproductora este sobreestimándose en algunas áreas debido a la inclusión de individuos no reproductores procedentes de Centroeuropa. Sin embargo, hay que destacar el gran declive que ha sufrido esta especie con el paso de los años ya que estudios realizados en 1977 estimaron la población reproductora en más de 25.000 parejas (Blanco & Viñuela, 2003).

En cuanto al resto de especies, los valores de número de individuos oscilan entre 1 y 7 ejemplares. Se trata de especies menos generalistas y que no se conforman con cualquier tipo de hábitat y que requieren de unas condiciones mínimas. Algunas de ellas son difíciles de observar como el caso del alcotán (*Falco subbuteo*) y el esmerejón (*Falco columbarius*).

La población española de alcotán (*Falco subbuteo*) se estima en 2.300 – 3.000 parejas (Palacín Moya, 2003). Debido a las características de esta especie (rapaz forestal de pequeño tamaño, que se reproduce tardíamente, con fluctuaciones poblacionales importante en años consecutivos y que puede pasar inadvertida si no se aplica una metodología de censo apropiada) la estimación mostrada únicamente puede ser una simple aproximación (Palacín Moya, 2003). La mitad norte de España alberga más del 80% de esta población con las mayores poblaciones en Castilla y León, Galicia, Aragón (11%), Cataluña y Navarra. Actualmente no se conoce la tendencia poblacional de esta especie ya que varía según el lugar y el autor sin embargo, los últimos estudios realizados en el Atlas Nacional (Martí & Del Moral, 2003) han obtenido las estimaciones poblacionales más altas hasta el momento.

La población invernante de esmerejón (*Falco columbarius*) no está cuantificada en España, sin embargo, los datos mostrados en el Libro Rojo de las Aves de España aseguran que Andalucía es la mejor zona de invernada junto al Bajo Guadalquivir.

Durante los itinerarios únicamente se han avistado 6 y 5 individuos de estas especies respectivamente, sin embargo, se sabe de la presencia de más individuos en la zona de estudio. Las características de ambas especies siendo más pequeñas que el resto de las rapaces estudiadas y con las técnicas de vuelo a alta velocidad y a muy baja altura hacen que

sean difíciles de ver. Algo similar ocurre con el gavilán (*Accipiter nisus*), un ave que necesita grandes masas boscosas para poder nidificar y que tiene una alimentación ornitófaga. Solamente se han avistado 5 ejemplares durante el desarrollo de los 32 itinerarios pero se sabe de la presencia de más individuos ya que en otras salidas ajenas a este TFG se han llegado a observar los mismos o incluso más individuos dentro del área de estudio.

La población peninsular de esta especie se estima entre 6.000 y 10.000 parejas encontrándose las más altas en Galicia, Castilla y León y Cantabria (Balbás Gutiérrez & Vélez Iglesias, 2003). En la década de los 80 se registró un descenso poblacional muy acusado que hasta hace 10 años aún era moderado. Actualmente se cree que está en crecimiento, en parte por la expansión de la Tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) y la Tórtola doméstica (*Streptopelia risoria*) (Balbás Gutiérrez & Vélez Iglesias, 2003).

Para la interpretación de los datos, hay que tener en cuenta que han sido tomados siguiendo una metodología basada en itinerarios realizados de forma periódica por la misma zona por lo que un mismo ejemplar ha podido ser anotado en varias estaciones del año, varios itinerarios o incluso en el mismo itinerario. Esto es el caso de los individuos de las especies águila real (*Aquila chrysaetos*), aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*) y cernícalo primilla (*Falco naumanni*). En el caso de las águilas, son individuos que llevan varios años asentados en la misma zona y nidifican y se reproducen en el mismo lugar año tras año por lo que es común observarlas. Los datos globales más recientes sobre el tamaño de la población española de águila real corresponden al año 2008, estimándose un total de 1553-1769 parejas (Arroyo, 2017). Según comunidades autónomas, Andalucía tendría el mayor número de parejas (329) seguida de Aragón (300). Es una especie que en una situación ideal se distribuye regularmente, interpretándose como un mecanismo que permite a las especies de comportamiento territorial maximizar la distancia al vecino más próximo para evitar así conflictos. Normalmente esta distancia suele estar influenciada por la distribución del alimento, los lugares de nidificación, la persecución o las relaciones interespecíficas (Arroyo, 2017).

Sin embargo, el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) únicamente aparece en un punto concreto. En 1988 Lavedán y Duró dieron con una colonia de cernícalo primilla (*Falco naumanni*) en una antigua masía situada entre las poblaciones de Casteflorite y Santalecina, en el municipio San Miguel de Cinca. Actualmente, esa masía ha sido restaurada y acondicionada por medio del Decreto 233/2010 del 14 de diciembre del Gobierno de Aragón formando parte de un proyecto LIFE para la conservación del hábitat de esta especie (BOA, 2010). De acuerdo con el Libro Rojo de las Aves de España la población europea se estima entre 21.000-33.000 parejas reproductoras habiendo en España más del 50% de éstas (BOA, 2010). En Aragón se ha hecho un seguimiento sistemático de la población desde 1986 habiendo incrementado en las últimas décadas. Su evolución ha ido desde las 80-100 parejas en 1988 hasta las 1065 en 2004 aumentando además su área de distribución. Este incremento ha venido en parte gracias a los planes de conservación de su hábitat y a proyectos LIFE basados en la restauración de viejas masías como es en este caso (BOA, 2010).

El aguilucho cenizo (*Circus cyaneus*), un ave que en ocasiones necesita campos de cereal para nidificar. Con los avances en la agricultura y la modernización de la maquinaria, los nidos pueden quedar al descubierto de los depredadores, o en el peor de los casos triturados por las máquinas (Martínez et al, 2003). Por este motivo, aquellos individuos que elegían esta zona para poner sus nidos ya no lo hacen y los ejemplares jóvenes deciden migrar a otras zonas menos antropizadas y menos trabajadas. Además, la viabilidad a largo plazo de las poblaciones también depende de factores aleatorios como las oscilaciones interanuales del éxito reproductor en el caso de que lo haya, la razón de sexos de los pollos o las tasas de endogamia (Martínez et al, 2003). Se estima que en territorio nacional excluyendo las comunidades de

Aragón, Navarra y A coruña hay un total de 4.393-5.493 parejas (SEO, 2018b). Esto representa un descenso poblacional de entorno al 19-23% respecto al año 2006. Parece existir cierta tendencia a la progresiva sustitución de hábitat de cría naturales por cerealistas, por lo que las acciones sobre este hábitat en el sur de Europa parecen trascendentales para su conservación a medio y largo plazo (García & Arroyo, 2003).

En general y atendiendo a los valores mostrados en la tabla 13, el área de estudio sería una zona con una riqueza y diversidad media – baja. Para poder considerarla como zona con diversidad alta debería presentar valores superiores a 5.00 en el Índice de Margalef y superiores a 3.00 en el Índice de Shannon – Wiener.

Se trata de un resultado esperado, si se tiene en cuenta los cambios que están teniendo el entorno. El factor humano es de gran importancia y es el principal causante de la disminución de los valores de riqueza y diversidad. Esto provoca que las preferencias de las aves por determinados lugares cambien y escojan zonas con menos influencia humana o menos antropizadas.

7.4. Rapaces del área de estudio en 1988 y en 2018

En el trabajo realizado por Lavedán y Duró en 1988 se realizaron un total de 12 recorridos entre los meses de febrero y mayo. En la Tabla 14 se muestran los kilómetros y los días de la realización de dichos itinerarios.

Tabla 14: Fecha y distancia recorrida en los itinerarios realizados en 1988 por Lavedán y Duró.

	I. 1	I. 2	I. 3	I. 4	I. 5	I. 6	I. 7	I. 8	I. 9	I. 10	I. 11	I. 12
Kilómetros recorridos	80	20	120	60	120	5	120	60	120	60	40	100
Fecha	21- feb	24- mar	26- mar	01- abr	10- abr	14- abr	24- abr	30- abr	07- may	08- may	11- may	28- may

Los datos de abundancia relativa correspondientes a los muestreos realizados en el año 1988 se han obtenido a partir de los índices de abundancia por kilómetro (IKA) expuestos en el trabajo de ese año y el número total de kilómetros recorridos (905). Los datos quedan recogidos en la siguiente tabla (Tabla 15).

Tabla 15: Número de individuos avistados de cada especie durante todo el estudio en 1988, número de itinerarios en los que ha sido avistada, e índice de abundancia por kilómetro teniendo en cuenta la suma de los kilómetros recorridos (905).

Especies	Total de individuos aproximado	N.º de transectos en los que se ha avistado	Índice de abundancia por kilómetro (IKA)
<i>Aquila chrysaetos</i>	17	6	0.019
<i>Buteo buteo</i>	62	10	0.068
<i>Circaetus gallicus</i>	30	4	0.033
<i>Circus aeruginosus</i>	20	4	0.022
<i>Circus pygargus</i>	18	2	0.020
<i>Falco naumanni</i>	14	1	0.015
<i>Falco peregrinus</i>	2	1	0.002
<i>Falco subbuteo</i>	63	4	0.070
<i>Falco tinnunculus</i>	47	4	0.052
<i>Milvus migrans</i>	49	4	0.054
<i>Neophron pernopterus</i>	22	5	0.024

A continuación, aunque los autores del trabajo realizado 30 años atrás no los incluyesen, se exponen los datos de Riqueza (S), Índice de Margalef (D_{mg}), Índice de Shannon – Wiener (H) y Equitatividad (E) calculados para poder realizar la comparativa con los valores obtenidos durante este TFG. Estos se exponen en la Tabla 16.

Tabla 16: Índices de diversidad y riqueza de los datos obtenidos en 1988.

	Total
Riqueza (S)	11
Índice de Margalef (D_{mg})	1.71
Índice de Shannon – Wiener (H)	3.12
Equitatividad (E)	5.46

En la tabla 17 se muestra la unión de los resultados obtenidos para la estación de invierno y primavera de este TFG con el fin de representar el mismo período para el cual, los observadores del año 1988 tomaron sus datos.

Tabla 17: Número de individuos avistados de cada especie durante las estaciones de invierno y primavera, número de itinerarios en los que ha sido avistada, e índice de abundancia por kilómetro teniendo en cuenta la suma de los kilómetros recorridos en ambas estaciones (455.2).

Especies	Total de individuos	Transectos en los que se ha avistado	Índice kilométrico de abundancia (IKA)
<i>Accipiter gentilis</i>	5	5	0.011
<i>Accipiter nisus</i>	5	4	0.011
<i>Aquila chrysaetos</i>	4	3	0.009
<i>Buteo buteo</i>	87	8	0.191
<i>Circaetus gallicus</i>	3	3	0.007
<i>Circus aeruginosus</i>	88	7	0.193
<i>Circus cyaneus</i>	3	3	0.007
<i>Circus pygarrus</i>	2	1	0.004
<i>Falco columbarius</i>	3	2	0.007
<i>Falco tinnunculus</i>	54	7	0.119
<i>Gyps fulvus</i>	12	4	0.026
<i>Hieraetus pennatus</i>	2	2	0.004
<i>Milvus migrans</i>	36	6	0.079
<i>Milvus milvus</i>	429	8	0.942

Dado que se trata únicamente de los resultados de las estaciones de invierno y primavera, los índices de riqueza y diversidad presentarán valores diferentes a los mostrados en la Tabla 13 para el total del año. Por eso, se han calculado nuevamente para estas dos estaciones (Tabla 18).

Tabla 18: Índices de diversidad y riqueza para el conjunto de los datos de invierno y primavera de este TFG.

	Total
Riqueza (S)	14
Índice de Margalef (D_{mg})	1.97
Índice de Shannon – Wiener (H)	2.05
Equitatividad (E)	1.70

Tanto en el año 1988 como en 2018 la especie dominante es el busardo ratonero (*Buteo buteo*). En el año 1988 (Tabla 15) muestra una densidad de 0.068 individuos por kilómetro habiéndose avistado en 10 de los 12 itinerarios realizados con un total de 62 individuos. En el año 2018 (Tabla 17) muestra una densidad de 0.191 individuos por kilómetro con un total de 87 ejemplares avistados en la totalidad de los itinerarios realizados. Sin embargo, en ambas épocas hay una especie que presenta mayor densidad que el ratonero (*Buteo buteo*), el alcotán (*Falco subbuteo*) en 1988 y el milano real (*Milvus milvus*) en 2018. Estos muestran valores de 0.070 y 0.942 individuos por kilómetro respectivamente (Tablas 15 y 17). Resulta interesante la gran población de ejemplares de *Falco subbuteo* hace 30 años no habiéndose visto ninguno durante la realización de este TFG. La realización de transectos tres veces más largos ya que únicamente se han visto en un tercio del total de los recorridos y los factores que intervienen en la época de migración de estas aves, pueden ser los causantes de esta gran disparidad. Durante la toma de datos en 2018, en la estación de primavera aún no se habían observado ejemplares de esta especie mientras que en verano sí. Esto puede indicar que la llegada de contingentes de esta especie a la zona de estudio se ha retrasado con respecto a hace 30 años.

El cernícalo primilla (*Falco naumanni*), ha sido visto únicamente en la colonia identificada en una antigua masía posteriormente reformada y acondicionada en ambos períodos. En 1988 se observaron 14 ejemplares los cuales llegaron en primavera y ya pudieron ser anotados durante el mes de mayo. Sin embargo, durante la primavera del año 2018 no fue posible encontrarlos a pesar de conocer el lugar exacto donde se encontraban, lo que sugiere que todavía no habían llegado.

Esta llegada tardía por parte de las especies estivales también puede observarse en el caso del alimoche (*Neophron percnopterus*). Durante la primavera de 1988 aparece en un total de 5 itinerarios con 22 ejemplares avistados, mientras que 30 años después no apareció hasta verano. Además, al igual que se ha comentado anteriormente con otras especies, se sabe de la presencia de varias parejas en la zona de estudio que no han sido anotadas durante los muestreos ya que no fue posible observarlas.

En cuanto al halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en 1988 se sabía de la presencia de una pareja en uno de los recorridos realizados. En 2018 esa pareja ha desaparecido y se desconoce la presencia de algún otro ejemplar de esta especie en la zona.

En general, teniendo en cuenta los valores mostrados en las tablas 16 y 18 en 2018 hay más riqueza y menos diversidad que hace 30 años. El número de especies diferentes ha aumentado sobre todo aquellas que no son residentes. Todos los años las migraciones y el número de contingentes que migra es diferente. Durante el invierno de 2018 algunas especies aún no habían emprendido sus rutas migratorias como son el gavilán (*Accipiter nisus*), el esmerejón (*Falco columbarius*) y el milano real (*Milvus milvus*) no apareciendo así en los recorridos de 1988. Además, para la comparación de los datos se ha tomado un período más amplio de tiempo abarcando desde diciembre hasta junio mientras que Lavedán y Duró en su trabajo abarcaron desde febrero hasta mayo.

La diferencia más grande puede verse en los valores de diversidad entre ambas épocas. En 1988 la diversidad muestra un valor de 3.12 con una equitatividad de 5.46 (Tabla 16) mientras que en 2018 estos índices muestran valores más bajos siendo 2.05 y 1.70 respectivamente (Tabla 18). Todos los cambios que se han producido con el paso del tiempo en el entorno y sobre todo el factor humano, ha propiciado que exista una clara dominancia de las especies más generalistas y menos selectivas frente a las más sensibles a la alteración de hábitat. La destrucción de los ecosistemas y la roturación de las escasas zonas arboladas en el cambio del

sistema de riego en varios de los agrosistemas puede haber propiciado el desplazamiento a otras zonas menos antropizadas de aves migratorias que en su día eran residentes.

7.5. Rapaces nocturnas. Búho real (*Bubo bubo*)

Dado que Lavedán y Duró (1998) incluyeron en su trabajo información acerca de varias especies de rapaces nocturnas, en este TFG se ha visto conveniente tomar datos sobre las parejas de Búho real (*Bubo bubo*) que se reproducen en el área de estudio con el fin de comparar la ocupación del hábitat por esta especie en 1988 y en 2018. En la siguiente figura se indican los lugares donde actualmente existe una pareja reproductora de Búho real (*Bubo bubo*) (Fig. 14).

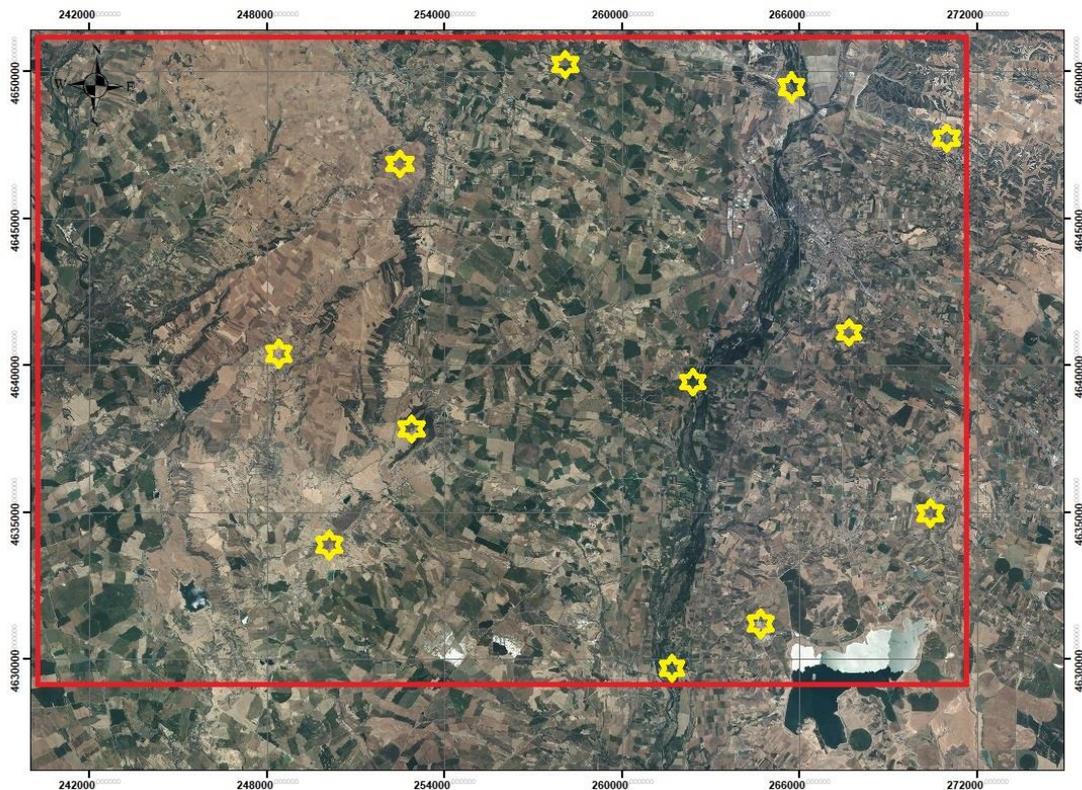


Figura 14: Parejas nidificantes de Búhos reales (amarillo) en el área de estudio (cuadrado rojo). Escala 1:130.000.

Según indican Lavedán y Duró (1988) se detectaron cinco parejas en la zona de estudio las cuales eligieron como hábitat las zonas menos alteradas por la agricultura estando la gran parte de ellas en el agrosistema *Huerta*. Actualmente se han contabilizado más del doble de las parejas presentes hace 30 años encontrándose únicamente 3 en *Huerta*. Tanto en los agrosistemas *Secano* como *Regadío de 130 años* se encontraron 4 parejas, mientras que en *Regadío de 50 años* solamente aparece una.

Durante décadas y sobre todo entre los años 1950 y 1970 el búho experimentó un gran declive en Europa principalmente debido a la persecución directa ya que causaba daños a las especies cinegéticas (Penteriani y Delgado, 2016). Como consecuencia de ese declive, se decidió incorporarla en el decreto de especies protegidas en 1973 lo que provocó el cese de su persecución además del desarrollo de proyectos de reforzamiento poblacional en varios países de Europa como Alemania, Noruega, Suecia y Suiza. Sin embargo, la aparición de nuevos tendidos eléctricos, la expansión del tráfico rodado y los cambios en la explotación del medio rural provocaron que migrara a zonas más seguras (Penteriani y Delgado, 2016). Actualmente,

el principal problema que presenta esta especie es la reducción de las poblaciones de conejos, su principal fuente de alimento, debido a enfermedades como la mixomatosis y la neumonía hemorrágica interna. En la zona de estudio de este TFG la población de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) ha sufrido un crecimiento exponencial en los últimos años lo que podría ser el motivo principal por el cual el Búho real (*Bubo bubo*), ha incrementado en más del doble las parejas residentes y nidificantes de la zona.

8. Conclusiones

Durante el estudio se identificaron cuatro agrosistemas, siendo *Regadío 50 años* y *Secano* los más diversos, y *Regadío 130 años* el menos diverso.

El número total de especies detectadas fue de 17 con un total de 1109 individuos. En las estaciones primavera y verano se detectó la mayor riqueza con 12 especies y en otoño la menor con 9 especies.

Las especies con mayor número de ejemplares observados y por lo tanto más abundantes han sido el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). Mientras que las especies con menor número de individuos avistados han sido el alimoche (*Neophron percnopterus*) y el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*).

El agrosistema con mayor superficie recorrida es *Regadío de 50 años* (94.5 km) y el agrosistema con menor superficie ha sido *Huerta* (26.2 km).

Se ha producido una disminución de la diversidad y de la equitatividad de la zona de estudio entre 1988 (H=3.12; E=5.46) y 2018 (H=2.05; E=1.70).

Los cambios producidos en las técnicas agrícolas y el auge de la industria ganadera podrían ser los responsables de esta disminución.

Las especies como el alimoche (*Neophron percnopterus*), el alcotán (*Falco subbuteo*) y el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) a diferencia de 1988, han tardado más en llegar a la zona de estudio, lo que indicaría un posible retraso en sus rutas migratorias.

El halcón peregrino (*Falco peregrinus*) ha sido la única especie que no se avistó en 2018. Sin embargo, el azor (*Accipiter gentilis*), el gavilán (*Accipiter nisus*) y el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) solo se han detectado en 2018, probablemente por el aumento de población de estas especies.

El número de ejemplares avistados en 2018 (N=733) es más del doble a los avistados en el mismo período en 1988 (N=344) por lo que existe una mayor ocupación del hábitat estudiado.

La población de búho real (*Bubo bubo*) se ha visto duplicada en las tres últimas décadas, debido probablemente al aumento de la población de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y de la disminución de la presión antrópica hacia la especie.

9. Bibliografía

Arroyo B. 2017. Águila real – *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758). Museo nacional de Ciencias Naturales, Madrid. [Recuperado en http://digital.csic.es/bitstream/10261/152187/1/aquchr_v1.pdf]

Balbás R, González M. 2003. Gavilán común - *Accipiter nisus*. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Martí, R., Del Moral J. C. (Ed.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Sociedad Española de Ornitología.

Blanco G, Viñuela J. 2003. Inventarios Nacionales. Milano negro – *Milvus migrans*. [Recuperado en https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/milano_negro_tcm30-100075.pdf]

Boletín Oficial del Estado. 2010. Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un nuevo régimen de protección para la conservación del cernícalo primilla (*Falco naumanni*) y se aprueba el plan de conservación de su hábitat.

Castillo Miralbés M. 2002. La fauna en la comarca del Cinca Medio. Gobierno de Aragón (Ed.). [Recuperado el 23 de octubre de 2018 en: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/PoliticaTerritorialJusticialnterior/Documentos/docs/Areas/Informaci%C3%B3n%20territorial/Publicaciones/Coleccion_Territorio/Comarca_Cinca_Medio/FAUNA.PDF]

Duró I, Lavedán J. 1988. Densidad, hábitat y productividad de las rapaces nidificantes en el bajo Cinca durante 1988.

EUROPARC España. 2019. Agroecosistemas y conservación de la naturaleza [Recuperado en: <http://www.redeuroparc.org/proyectos/agriculturayturismo/emprendedores/agroecosistemas>].

Fandiño B, Giraudo AR. 2010. Revisión del inventario de aves de la provincia de Santa Fe, Argentina. Instituto Nacional de Limnología. FABICIB vol. 14: 116 - 137.

Ferguson Lees J, Christie D. 2004. Rapaces del Mundo. Omega (Ed.). Barcelona.

Fernández Martínez A. 2001. Censo invernal de rapaces en la provincia de Albacete. Sociedad Albacetense de Ornitología.

Ferrández Palacio JV. 2004. Catálogo florístico de la Comarca del Cinca Medio (Provincia de Huesca). Centro de Estudios de Monzón y Cinca Medio.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1999. Inventarios forestales y biodiversidad. [Recuperado en <http://www.fao.org/3/x0963S/x0963s09.htm>]

Gobierno de Aragón. 2007a. Catálogo de especies amenazadas de Aragón. Departamento de medio ambiente: 26, 34, 100, 104, 112, 148, 152.

Gobierno de Aragón. 2007b. Geomorfología de la Comunidad Autónoma de Aragón. Centro de Documentación e información Territorial de Aragón, Dirección General de

Administración Local y Política Territorial y Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales (Ed.).

Gobierno de Aragón. 2007c. Atlas climático de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad (Ed.). [Recuperado en: https://www.aragon.es/estaticos/Celia/4_cartografia.pdf]

Gobierno de Aragón. 2018. El sector de la carne de cerdo en cifras. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. Dirección general de producciones y mercados agrarios (Ed.). [Recuperado en https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/estadisticas/indicadoreseconomicoscarnedecerdo2017comentarios_tcm30-379728.pdf]

Gobierno de Aragón. 2019. Estadísticas del porcino aragonés. [Recuperado en https://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Estadisticas_agrarias/Estadisticas_ganaderas/Sector_porcino/ESTUDIO_ESTADISTICO_ESTRUCTURA_PRODUCTIVA_PORCINO_ARAGON_2004.pdf]

Gómez Sal A. 1997. El paisaje agrario desde la perspectiva de la ecología. Ciclo de Agricultura y Ecología. Fundación Bancaixa. Valencia. 145-182.

Gómez Sal A. 2001. Aspectos ecológicos de los sistemas agrícolas. Las dimensiones del desarrollo. En: Labrador, J. y Altieri, M.A. (Ed.). Agroecología y Desarrollo. Mundi Prensa. 83-119.

José L, Enríquez P, Altamirano M, Macías C, Castillejos E, González P, Martínez J, Vidal R. 2014. Diversidad de aves: un análisis espacial. [Recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Martinez-Ortega2/publication/267271205_DIVERSIDAD_DE_AVES_UN_ANALISIS_ESPACIAL/links/5449c3c60cf244fe9ea61006/DIVERSIDAD-DE-AVES-UN-ANALISIS-ESPACIAL.pdf]

Jubete F. 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Martí, Ramón & Del Moral, Juan Carlos (Ed.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Sociedad Española de Ornitología.

Llamas, Lucio O, Purroy A, F.J. 1987. Comunidades de falconiformes en la llanura cerealista del SE de la provincia de Leon. I Congreso de aves estepáricas. León: 339-346.

Martí R, Del Moral JC. 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Martínez JA, Martínez JE, Zuberogoitia I., García JT, Carbonell R, De Lucas M, Díaz M 2003. La evaluación de impacto ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones. *Ardeola* 50(I): 85-102.

McClure CJ, Westrip JR, Johnson JA, Schulwitz SE, Virani MZ, Davies R, Buij R. 2018. State of the world's raptors: Distributions, threats, and conservation recommendations. *Biological Conservation*.

Meyburg. 1973. Observations sur l'abundance relative des rapaces (falconiformes) dans le nord el l'ouest de L'Espagne. *Ardeola* 19: 129-150.

Ministerio del Ambiente (Perú). 2015. Guía de Inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y financiamiento del Patrimonio Natural. [Recuperado en <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>]

Mullarney K, Svensson L, Zetterström D, Peter JG. 2001. Guía de aves. La guía de campo de aves de España y de Europa más completa. Ediciones Omega (Ed.). Barcelona.

Muntaner J, Mayol J. 1994. Invernada de rapaces (O. Falconiformes) en España peninsular e Islas Baleares. *Biología y Conservación de las Rapaces*, 1996. (Ed.). Monografías, nº4. SEO. Madrid.

Muñoz Pedreros A. 2004. Aves rapaces y control biológico de plagas. Eds. Aves rapaces de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. 386. [Recuperado en https://www.researchgate.net/publication/259623173_Aves_rapaces_y_control_biologico_de_plagas/download].

Palacín Moya C. 2003. Alcotán europeo – Falco subbuteo. Libro Rojo de las Aves de España. Sociedad Española de Ornitología. Alberto Madroño, Cristina González y Juan Carlos Atienza (Ed.).

Penteriani V, Delgado MM 2016. Búho real – Bubo bubo (Linnaeus, 1758). Estación Biológica de Doñana (CSIC). Museo Nacional de Ciencias Naturales (Ed.). Madrid. [Recuperado en http://digital.csic.es/bitstream/10261/110567/5/bububub_v2.pdf]

Sampietro F, Pelayo F, Hernández F, Cabrera M, Guiral, J. 2000. Atlas de Aragón. Atlas de especies nidificantes. Diputación General de Aragón, Zaragoza.

Sociedad Española de Ornitología. 2018a. Más de 20.000 milanos negros protagonizan el paso migratorio de aves por Aragón. [Recuperado en <https://www.seo.org/2018/08/16/mas-de-20.000-milanos-negros-protagonizan-el-paso-migratorio-de-aves-aragon/>]

Sociedad Española de Ornitología. 2018b. El aguilucho cenizo ha descendido cerca del 20% mientras que el aguilucho pálido ha descendido cerca del 50% [Recuperado en <https://www.seo.org/2018/07/06/descienden-las-poblaciones-de-aguilucho-cenizo-y-aguilucho-palido-en-espana-en-los-ultimos-10-anos/>]

García J, Arroyo B. 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Martí, R., Del Moral J. C. (Ed.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Sociedad Española de Ornitología.

Tapia L. 2016. Busardo ratonero - Buteo buteo (Linnaeus, 1758). Departamento de Zoología y Antropología Física. Universidad de Santiago de Compostela. Museo Nacional de Ciencias Naturales (Ed.). [Recuperado en http://digital.csic.es/bitstream/10261/110191/8/butbut_v4.pdf]

10. Anexos

10.1. Anexo 1: Usos del suelo por municipio

Monzón

<i>Usos del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	176
Cultivos de secano	1334
Cultivos de regadío	6251
Arrozales	1264
Mosaico de cultivos	4992
Bosques (frondosas, coníferas y mixtos)	622
Pastizales	23
Matorrales	393

Tabla 19: Usos del suelo en el término municipal de Monzón.

Pueyo de Santa Cruz

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Cultivos de regadío	258
Mosaico de cultivos	525
Bosques de frondosas	105
Matorrales	16

Tabla 20: Usos del suelo en el término municipal de Pueyo de Santa Cruz.

Almunia de San Juan

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	25
Cultivos de secano	892
Cultivos de regadío	469
Mosaico de cultivos	512
Bosques de frondosas	86
Matorrales	1402

Tabla 21: Usos del suelo en el término municipal de La Almunia de San Juan.

Castejón del Puente

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Cultivos de secano	215
Cultivos de regadío	1102
Arrozales	1
Mosaico de cultivos	432
Bosques de frondosas	135
Matorrales	271

Tabla 22: Usos del suelo en el término municipal de Castejón del Puente.

Alfántega

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Cultivos de secano	77
Cultivos de regadío	340
Mosaico de cultivos	124
Bosques de frondosas	170
Matorrales	163

Tabla 23: Usos del suelo en el término municipal de Alfántega.

San Miguel del Cinca

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Cultivos de secano	1416
Cultivos de regadío	6671
Arrozales	1564
Mosaico de cultivos	66
Bosques (frondosas y coníferas)	408
Matorrales	526
Pastizales	3

Tabla 24: Usos del suelo en el término municipal de San Miguel del Cinca.*Binaced*

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	45
Cultivos de secano	1185
Cultivos de regadío	3579
Mosaico de cultivos	2091
Bosques (frondosas y coníferas)	191
Matorrales	616

Tabla 25: Usos del suelo en el término municipal de Binaced.*Berbegal*

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	34
Cultivos de secano	2518
Cultivos de regadío	791
Mosaico de cultivos	1352
Bosques (frondosas y coníferas)	1
Matorrales	156

Tabla 26: Usos del suelo en el término municipal de Berbegal.*Ilche*

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Cultivos de secano	768
Cultivos de regadío	1752
Arrozales	52
Mosaico de cultivos	2788
Bosques (frondosas y coníferas)	145
Matorrales	664

Tabla 27: Usos del suelo en el término municipal de Ilche.*Sariñena*

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	165
Cultivos de secano	6045
Cultivos de regadío	13035
Arrozales	1184
Mosaico de cultivos	1027
Bosques (frondosas y coníferas)	419
Matorrales	4199
Pastizales	208
Espacios con escasa vegetación	440
Humedales y zonas pantanosas	131
Láminas de agua	143

Tabla 28: Usos del suelo en el término municipal de Sariñena.*Peralta de Alcofea*

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Hectáreas</i>
Tejido urbano	27
Cultivos de secano	6169
Cultivos de regadío	2018
Mosaico de cultivos	944
Bosques (frondosas y coníferas)	205
Matorrales	1978

Tabla 29: Usos del suelo en el término municipal de Peralta de Alcofea.

10.2. Anexo 2: Índices de riqueza y diversidad para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno.

10.2.1. Primavera

Tabla 30: Índices de diversidad y riqueza de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de primavera. Se relacionan los índices de diversidad y riqueza con los itinerarios “a” y “b” de los cuatro agrosistemas. Las letras “a” y “b” representan los dos itinerarios realizados en cada agrosistema.

	Huerta (a)	Huerta (b)	Regadío 50 (a)	Regadío 50 (b)	Regadío 130 (a)	Regadío 130 (b)	Secano (a)	Secano (b)
Riqueza (S)	3	6	6	4	2	6	9	4
Índice de Margalef (D_{mg})	0.96	1.57	1.61	2.34	0.62	1.30	2.88	2.16
Índice de Shannon – Wiener (H)	1.06	1.23	1.03	0.28	0.97	1.06	0.25	0.50
Equitatividad (E)	1.33	2.00	3.66	2.6	1.66	3.83	3.2	4.00

10.2.2. Verano

Tabla 31: Índices de diversidad y riqueza de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de verano. Se relacionan los índices de diversidad y riqueza con los itinerarios “a” y “b” de los cuatro agrosistemas. Las letras “a” y “b” representan los dos itinerarios realizados en cada agrosistema.

	Huerta (a)	Huerta (b)	Regadío 50 (a)	Regadío 50 (b)	Regadío 130 (a)	Regadío 130 (b)	Secano (a)	Secano (b)
Riqueza (S)	2	2	7	8	0	4	3	7
Índice de Margalef (D_{mg})	0.32	1.44	1.80	1.98	0	0.91	1.86	2.41
Índice de Shannon – Wiener (H)	0.13	0.5	2.46	2.8	0	1.74	1.52	2.58
Equitatividad (E)	1.10	2	2.8	4.25	0	1.92	2.5	3

10.2.3. Otoño

Tabla 32: Índices de diversidad y riqueza de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de otoño. Se relacionan los índices de diversidad y riqueza con los itinerarios “a” y “b” de los cuatro agrosistemas. Las letras “a” y “b” representan los dos itinerarios realizados en cada agrosistema.

	Huerta (a)	Huerta (b)	Regadío 50 (a)	Regadío 50 (b)	Regadío 130 (a)	Regadío 130 (b)	Secano (a)	Secano (b)
Riqueza (S)	2	3	5	6	4	4	5	6
Índice de Margalef (D_{mg})	0.72	1.02	1.44	1.18	1.25	0.66	1.51	1.37
Índice de Shannon – Wiener (H)	0.31	1.44	1.93	2.02	1.61	1.06	2.18	1.55
Equitatividad (E)	1.33	2.33	2.66	2.48	1.83	1.26	3.5	1.46

10.2.4. Invierno

Tabla 33: Índices de diversidad y riqueza de los agrosistemas *Huerta*, *Regadío 50 años*, *Regadío 130 años* y *Secano* para la estación de invierno. Se relacionan los índices de diversidad y riqueza con los itinerarios “a” y “b” de los cuatro agrosistemas. Las letras “a” y “b” representan los dos itinerarios realizados en cada agrosistema.

	Huerta (a)	Huerta (b)	Regadío 50 (a)	Regadío 50 (b)	Regadío 130 (a)	Regadío 130 (b)	Secano (a)	Secano (b)
Riqueza (S)	4	4	8	6	5	5	4	7
Índice de Margalef (D_{mg})	1.67	1.25	1.17	1.13	1.41	1.06	1.03	1.86
Índice de Shannon – Wiener (H)	1.79	1.82	0.85	2.08	2.18	1.79	1.81	2.09
Equitatividad (E)	2	2.75	1.16	3.15	2.83	1.86	2.25	1.92