

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



ESTUDIO DEL EFECTO DE LA PERTURBACIÓN HUMANA  
SOBRE LA AVIFAUNA EN PARQUES DE RECREO  
DURANTE ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

---

**Memoria Trabajo Fin de Grado**

**Mención Ambiental**

Presentado por:  
**Arantxa Jiménez Archidona**

Bajo la dirección de:  
**Dra. Eva Banda Rueda**

Madrid, 2016



## ÍNDICE

<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> .....	5
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
Datos .....	8
Análisis Estadísticos .....	11
<b>RESULTADOS</b> .....	11
<b>ÍNDICE DE RIQUEZA</b> .....	12
<i>Índice de riqueza y localidad</i> .....	12
<i>Índice de riqueza y tamaño de grupo</i> .....	13
<b>ÍNDICE DE ABUNDANCIA</b> .....	13
<i>Índice de abundancia y localidad</i> .....	14
<i>Índice de abundancia y fecha de captura</i> .....	14
<b>DISCUSIÓN</b> .....	15
<b>CONCLUSIONES</b> .....	18
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	19
<i>ANEXO I. Descripción de las localidades de estudio.</i> .....	23
<i>ANEXO II. Riqueza y abundancia de la avifauna en cada localidad durante el periodo en que se llevó a cabo el estudio.</i> .....	25



## **RESUMEN**

Las actividades de educación ambiental, combinadas con investigación científica, son actualmente una herramienta muy útil y popular a la hora de transmitir los valores de la conservación de la biodiversidad a la ciudadanía. Sin embargo, cuando se desarrollan en entornos naturales pueden conllevar una perturbación humana sobre los ecosistemas, lo cual debe ser evaluado. En este estudio se ha tratado de conocer las diferentes respuestas de la avifauna en cinco localidades con mayor y menor carga de visitantes a lo largo del año, mediante la medición de índices de riqueza y abundancia durante el desarrollo de actividades educativas y de investigación. Los resultados muestran que las diferencias de presión humana que soportan estas localidades durante el año no influyen en los índices examinados, aunque cada localidad individual parece ser un factor condicionante para ambos índices. El índice de riqueza aparece condicionado por el tamaño del grupo participante en la actividad en una de las localidades de estudio, mientras que el índice de abundancia está influido por la fecha en que se lleva a cabo la actividad en otra de dichas localidades.

**Palabras clave:** educación ambiental, anillamiento de aves, perturbación humana, índice de riqueza, índice de abundancia, habituación.

## **ABSTRACT**

Environmental education activities combined with scientific research are currently a useful and popular tool when transmitting the values of biodiversity conservation to citizens. However, when these activities are developed in natural environments, they might lead to human disturbance on ecosystems, which should be evaluated. In this study we attempted to evaluate the different responses of birds at five locations with greater and lower loads of visitors over time, by measuring richness and abundance indexes during the course of both educational and research activities. The results show that different human pressures in those locations during the year do not affect the indexes examined, although each individual location seems to be a common limiting factor for both indexes. The richness index appears to be conditioned by the group size participating in the activity in one of the study sites, while the abundance index is influenced by the date in another location.

**Keywords:** environmental education, bird ringing, human disturbance, richness index, abundance index, habituation.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la educación ambiental tiene un papel indiscutible de cara a la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad ecológica, y cada vez está más arraigada en la sociedad. No solamente se trata de un campo orientado a niños y jóvenes en formación, sino que es necesaria y se aplica a todos los niveles, pues mediante ella se pone el conocimiento de la naturaleza que nos rodea al alcance de todos los ciudadanos. Tal y como indica Tréllez (2004) en su manual guía para educadores sobre la educación ambiental y conservación de la biodiversidad, la educación ambiental es un proceso formativo mediante el cual se pretende que el colectivo social adquiera una mejor comprensión de la naturaleza y su relación con la misma, de manera que se genere una conciencia ambiental cuya consecuencia sea una participación activa de la población en su conservación.

A su vez, una mayor concienciación de la situación del medioambiente así como la adquisición de nuevos conocimientos sobre la naturaleza, generan unas nuevas inquietudes en la ciudadanía que conducen a una mayor participación en las actividades de esta índole. Actualmente se habla de la denominada “ciencia ciudadana”, que hace referencia a aquellas actividades de investigación científica en las que participan activamente voluntarios y aficionados sin ánimo de lucro, contribuyendo con la recolección de datos, los análisis, la elaboración de hipótesis o la interpretación de los resultados (Cohn, 2008; SOCIENTIZE Consortium, 2014). De modo que muchas de estas actividades incluyen tanto investigación científica como educación ambiental al mismo tiempo, mejorando así las relaciones entre la comunidad científica, el público general y el medioambiente.

En ocasiones, estas actividades que involucran tanto a investigadores científicos como a voluntarios, implican también trabajo de campo para la recogida de datos, el cual se realiza en entornos naturales con la subsecuente intromisión del ser humano en los diferentes hábitats. Esta intromisión o perturbación humana supone un impacto medioambiental sobre la fauna silvestre, ya sea o no de forma intencionada (Cole, 1991). De modo que para poder dar un uso correcto a los espacios naturales y poder cumplir con el objetivo de la educación ambiental y la conservación, este uso debe ser gestionado de manera adecuada, ya que de lo contrario podría llegar a tener repercusiones negativas sobre la biodiversidad del lugar (Cole & Landres, 1995; Gómez-Limón, 1996, Zaradic *et al.*, 2009).

Por ello, existen muchos estudios acerca del impacto que tiene la perturbación humana sobre la biodiversidad (Steidl & Anthony, 1996; Fernández-Juricic & Tellería, 2000; Magle *et al.*, 2005; Remacha, 2010; Wolf & Croft, 2010), y gran cantidad de estos estudios siguen la premisa de que las respuestas ante perturbación humana son las mismas que ante un peligro de depredación (Gill *et al.*, 2001a; Frid & Dill, 2002; Rodríguez-Prieto *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2010).

Sin embargo, puesto que en muchas ocasiones tratar de conservar un espacio natural protegiéndolo de la perturbación humana supondría restringir la entrada de visitantes impidiendo totalmente su acceso, y por tanto perdiendo el beneficio que ofrece sobre el público el contacto directo con la naturaleza, es oportuno conocer el grado de este tipo de impacto. Una manera de llevar a cabo esta evaluación sería comparando dicho impacto en áreas con diferente carga de visitantes, para comprobar las diferentes respuestas de la fauna salvaje ante una mayor o menor presión humana (Steidl & Anthony, 1996; Ikuta & Blumstein, 2002; Remacha, 2010.)

La empresa ENARA Educación Ambiental S.L. (<http://www.enara.org/>) es una empresa joven que ofrece actividades de educación ambiental de cara al público general, tales como rutas ornitológicas, sendas botánicas, o talleres de naturaleza, pero también incluye actividades científicas en las que el público puede participar, como son la revisión científica de cajas nido, o el anillamiento científico de aves. El anillamiento de aves es una herramienta científica de gran importancia puesto que, realizado de manera periódica a lo largo del tiempo, permite obtener un registro histórico de cada ave anillada de manera individual, así como información fundamental de la biología de las aves. También constituye una forma de estudiar la ecología de las poblaciones de la avifauna: podemos conocer datos sobre las rutas migratorias, tendencias poblacionales, áreas de reproducción y cría, invernada y paso migratorio, entre otros (Pinilla, 2000). El objetivo último del anillamiento de aves es la conservación de la avifauna y sus hábitats.

En este trabajo se pretende estudiar el impacto que ejerce la perturbación humana sobre la avifauna de cinco localidades con menor o mayor carga de visitantes (rurales o urbanas respectivamente), tomando como medida de respuesta la variación en la presencia de aves tanto a nivel de especie (índice de riqueza) como a nivel general (índice de abundancia),

mientras se realiza una actividad que es simultáneamente educativa para los participantes (educación ambiental sobre el público) y de investigación científica (anillamiento de aves).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **DATOS**

Los datos de este estudio se han recogido a lo largo de tres años, de forma periódica, desde enero de 2013 a octubre de 2015.

Los datos utilizados en este trabajo son los obtenidos gracias a la actividad de anillamiento científico de aves, que consiste en la colocación de una anilla metálica en la pata de un ave viva, con el objetivo de individualizar dicha ave con un número único que cada anilla lleva inscrito (Pinilla, 2000; Banda *et al.*, 2011). En estas anillas, que normalmente son de aluminio (aunque también se utilizan anillas de acero o de aleación para aves con largas esperanzas de vida; Berthold, 2001), también se encuentra inscrita una notación característica del tamaño de la anilla, así como un remite que indica el país donde el ave fue anillada originalmente e identifica la estación anilladora donde se almacenan sus datos de anillamiento y capturas posteriores (Pinilla, 2000).

La actividad de anillamiento científico de aves se ha realizado en lo que se denomina Estación de Esfuerzo Constante (*CES* por sus siglas en inglés, *Constant Effort Site*). Estas CES son lugares en los que se anillan aves, fundamentalmente paseriformes, de forma periódica (a intervalos regulares) durante el transcurso de gran parte o todo el año, prolongándose a lo largo de varios años consecutivos, y siguiendo una metodología científica y estandarizada.

La captura de las aves para la actividad de anillamiento se ha llevado a cabo mediante el uso de las denominadas “redes japonesas” o “redes de niebla”. Estas redes están formadas por finos hilos de nylon teñidos de color negro, de manera que, al situarlas en zonas boscosas o arbustivas, son prácticamente invisibles para la avifauna, que queda atrapada en ellas. Se han empleado redes de medidas estándar, esto es, 12m de longitud, 2.5m de altura, y una luz de malla de 30–38 mm para todas las localidades (Ralph *et al.*, 1996). Excepcionalmente en

algunas de ellas se ha utilizado una red de 9m de longitud. Con el propósito de seguir una misma metodología a lo largo del periodo de estudio, y de manera que los datos obtenidos en diferentes fechas y estaciones sean comparables entre sí (Ralph *et al.*, 1996), las redes han sido instaladas siempre en la misma ubicación exacta dentro de cada localidad, y han permanecido operativas durante el mismo lapso de tiempo por cada jornada de anillamiento, esto es, desde el amanecer y durante las primeras cinco horas siguientes. Al paso de cada hora se procede a revisar las redes una vez, recoger a los individuos capturados en las mismas, realizar el anillamiento y toma de datos para cada individuo, y finalmente liberarlos lo más rápidamente posible, todo ello llevado a cabo por anilladores expertos de aves del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Se han evitado las actividades de anillamiento durante los días de condiciones meteorológicas adversas como la lluvia o el viento excesivo, ya que éstas podrían causar importantes pérdidas de calor en los individuos cuando se encuentran prendidos en las redes (Ralph *et al.*, 1996), así como graves enredos de dichos individuos en las mismas (Bateman, J. A., 2003). Además, estas condiciones meteorológicas podrían hacer las redes más visibles para la avifauna y a su vez causar un descenso en la abundancia de los individuos sobrevolando la zona (Bateman, J. A., 2003), con lo que los resultados obtenidos no serían los adecuados para el estudio comparativo posterior.

Durante cada sesión se han tomado todos los datos típicos de una jornada de anillamiento para cada individuo capturado, necesarios para hacer un completo seguimiento de la avifauna. Para este estudio se han empleado solamente los datos obtenidos sobre riqueza (número de especies), abundancia (número de individuos de cada especie), longitud total de las redes utilizadas, fecha de captura, localidad de captura y el número total de personas que han participado en cada jornada de anillamiento.

Se aprovecha la actividad de anillamiento científico de aves para realizar educación ambiental dirigida a diversos tipos de público, ya sean familias, alumnos de todas las etapas educativas (desde educación infantil hasta formación superior), y grupos en general de adultos y/o niños de cualquier edad, adaptada a cada nivel. A todo ello hay que sumarle las actividades culturales programadas también de cara al público que se llevan a cabo durante las jornadas de anillamiento, entre ellas las sendas botánicas, rutas y censos ornitológicos, y diferentes talleres de naturaleza. De esta manera, la muestra de tamaño de grupo que participa

en la actividad de anillamiento científico de aves y que se ha empleado en este estudio presenta un rango que varía según el día entre 1 persona (correspondiente al anillador solamente, no hay visitantes), y un máximo de 120 personas (correspondiente a visitas de grupos de estudiantes).

Todos los datos recogidos y empleados en este estudio han sido facilitados por la empresa encargada de la actividad, ENARA Educación Ambiental S.L.

### **Localidades de estudio**

La recogida de datos para el presente estudio se ha llevado a cabo en cinco localidades ubicadas en parques dentro de la Comunidad de Madrid (España), cada una de las cuales incluye al menos una CES en funcionamiento. Dos de estas localidades corresponden a parques rurales, y otras tres corresponden a parques urbanos. El criterio de distinción entre ambos tipos se ha basado en la mayor (rural) o menor distancia (urbano) en que se encuentra cada parque respecto al centro de la ciudad de Madrid (40°24'60.00"N; 3°42'15.00"O). Así, las localidades empleadas son:

○ Parques rurales:

- El Garzo.
- El Pardo.

○ Parques urbanos:

- Casa de Campo.
- Dehesa de la Villa.
- Parque del Oeste.

Para obtener una descripción de los hábitats de estas localidades, consultar *Anexo I*.

Todas las localidades de estudio son parques abiertos al público, y por tanto, sometidas al uso recreativo de los visitantes que van a recibir en mayor o menor medida en función de su condición de parque rural o urbano, siendo estos últimos los que reciben mayor carga de visitantes y por lo tanto los que están sometidos a mayores presiones de perturbación humana. Las excursiones/paseos a pie, el senderismo y el ciclismo son las principales actividades que comprende el citado uso recreativo, y en menor proporción también incluye actividades deportivas, festivas, ferias, y meriendas al aire libre.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Debido a que no se ha empleado el mismo número de redes en todas las CES de estudio, todos los datos recogidos sobre riqueza y abundancia han sido corregidos sobre la longitud total de las redes empleadas en cada localidad. De esta manera se obtienen índices de riqueza y abundancia por unidad de esfuerzo (metros de red en cada localidad), los cuales reflejan más adecuadamente la realidad y así permiten el estudio comparativo entre las localidades.

Se ha comprobado que la distribución de las jornadas de anillamiento se ha realizado de una manera homogénea a lo largo de todo el año, y que por tanto se pueden realizar comparaciones entre localidades. Se han transformado los datos de fechas del calendario gregoriano a fechas del calendario juliano. A continuación también se comprobó la distribución normal de las variables índice de riqueza e índice de abundancia.

Para evaluar el impacto de la presencia humana sobre la avifauna se llevaron a cabo modelos generalizados lineales (GLMs), análisis de la varianza (ANOVA) y regresiones lineales, en los que se estudiaron por separado el índice de riqueza (nº de especies) y el índice de abundancia (nº de individuos) como variables respuesta (dependientes). En los GLM se estudió el efecto conjunto de las localidades, el tamaño del grupo participante y la fecha de captura como variables explicativas independientes. Por otra parte se estudió el efecto individual de las localidades y su clasificación como rural/urbano (variables categóricas) mediante ANOVAs; y el tamaño de grupo y la fecha de captura (variables continuas) mediante regresiones lineales.

Todos los análisis estadísticos se han llevado a cabo con el programa informático Statistica 7 (StatSoft).

## **RESULTADOS**

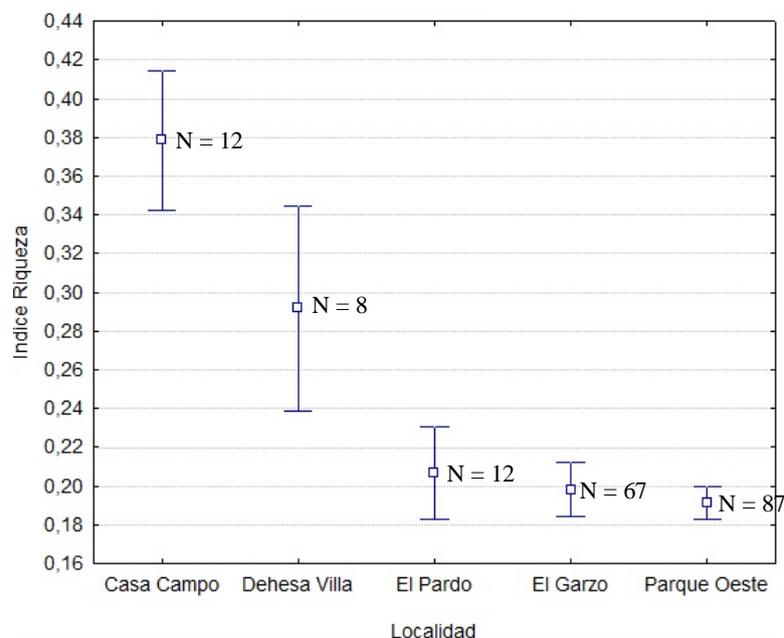
Para observar la riqueza y abundancia de la avifauna estudiada en este trabajo, en cada localidad y durante el periodo en que se llevó a cabo el estudio, consultar el anexo II.

## ÍNDICE DE RIQUEZA

El modelo resultante indica que los cambios en el índice de riqueza están condicionados por la localidad en que se lleve a cabo la actividad de anillamiento ( $F_{(4, 179)} = 11.744$ ;  $P \leq 0.000$ ) y el tamaño total del grupo visitante ( $F_{(1, 179)} = 4.320$ ;  $P = 0.039$ ). Por el contrario, no se encontró una relación significativa con la fecha de captura ( $F_{(1, 179)} = 1.426$ ;  $P = 0.234$ ).

### Índice de riqueza y localidad:

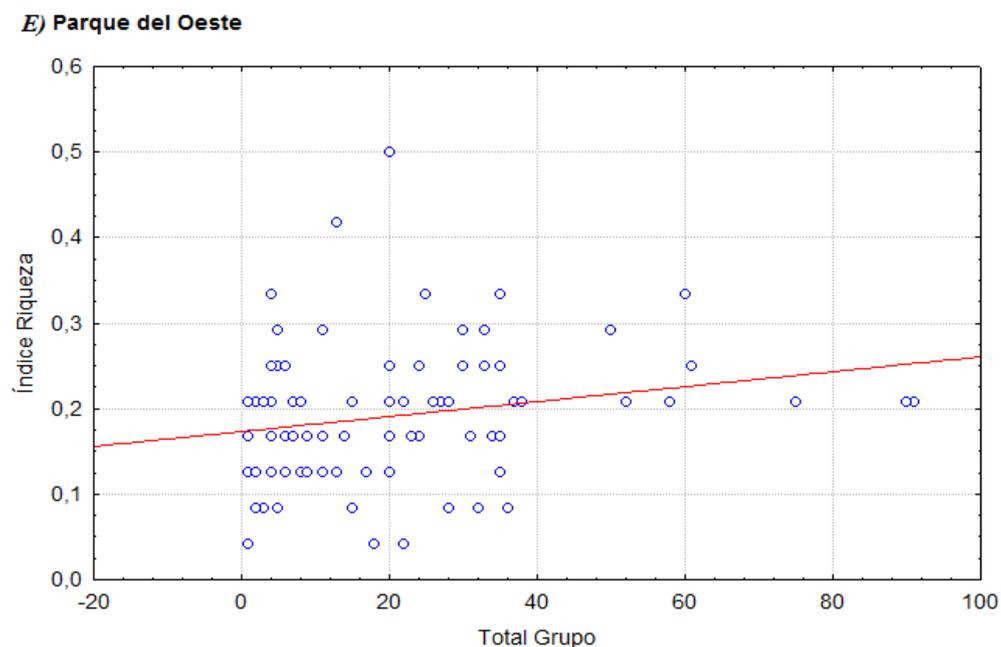
El índice de riqueza no se ve influido de forma significativa por el hecho de que la localidad sea rural o urbana (ANOVA;  $F_{(4, 190)} = 0.123$ ,  $P = 0.726$ ) cuando se tiene en cuenta este factor individualmente. Sin embargo, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las localidades y el índice de riqueza (ANOVA:  $F_{(4, 181)} = 10.696$ ,  $P \leq 0.000$ ), presentando un mayor índice de riqueza de especies en las localidades de la Casa de Campo y la Dehesa de la Villa, en contraste con las localidades El Pardo, El Garzo y Parque del Oeste, que muestran una menor riqueza durante las jornadas de estudio (Figura 1).



**Figura 1.** Análisis de la Varianza (ANOVA) del índice de riqueza en función de la localidad de estudio, tomando la localidad como variable explicativa categórica. Se representa el valor medio y la desviación estándar.

### Índice de riqueza y tamaño de grupo:

El tamaño de grupo por sí solo se correlaciona positivamente con el índice de riqueza en la localidad Parque del Oeste ( $P = 0.039$ ,  $r^2 = 0.049$ ) (Figura 2), lo que indica un incremento en el número de especies capturadas a medida que aumenta el tamaño de grupo visitante. Por el contrario, no se observó un efecto significativo del tamaño de grupo actuando de forma individual sobre el índice de riqueza en las localidades El Garzo ( $P = 0.277$ ,  $r^2 = 0.018$ ), El Pardo ( $P = 0.193$ ,  $r^2 = 0.162$ ), Casa de Campo ( $P = 0.588$ ,  $r^2 = 0.030$ ), y Dehesa de la Villa ( $P = 0.538$ ,  $r^2 = 0.066$ ).



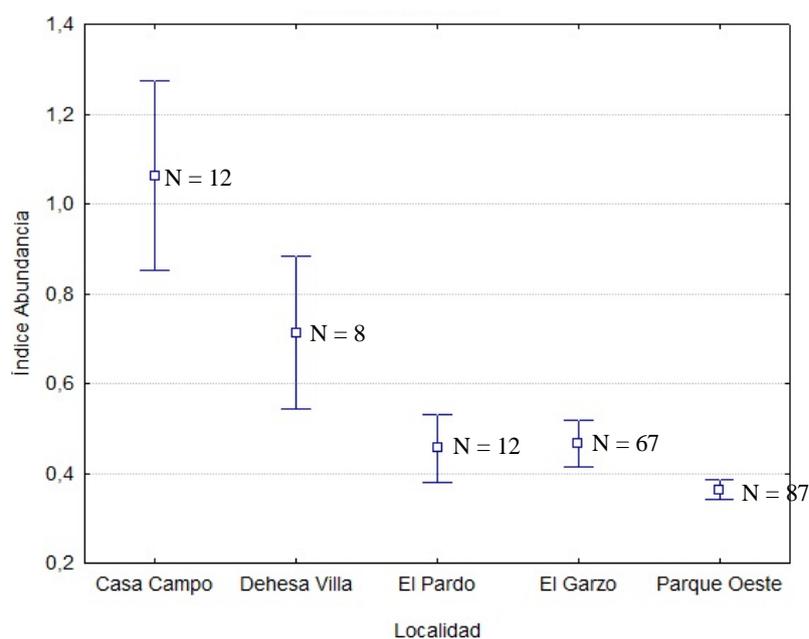
**Figura 2.** Correlación lineal establecida entre el índice de riqueza y el tamaño total del grupo visitante en la localidad Parque del Oeste.

### ÍNDICE DE ABUNDANCIA

El modelo resultante indica que los cambios en el índice de abundancia están condicionados por la localidad ( $F_{(4,179)} = 11.342$ ;  $P \leq 0.000$ ) y la fecha ( $F_{(1, 179)} = 6.338$ ;  $P = 0.013$ ) en que se lleva a cabo la actividad de anillamiento. Por el contrario, no se encontró una relación significativa con el tamaño total del grupo visitante ( $F_{(1, 179)} = 1.686$ ;  $P = 0.196$ ).

### Índice de abundancia y localidad:

La condición rural o urbana de las localidades por sí solo no afecta significativamente al índice de abundancia (ANOVA;  $F_{(4, 190)} = 0.639$ ,  $P = 0.425$ ). Se observó una relación significativa entre el índice de abundancia y las localidades de estudio (ANOVA:  $F_{(4; 181)} = 10.911$ ,  $P \leq 0.000$ ) (Figura 3), siendo las localidades de la Casa de Campo y la Dehesa de la Villa las que mayor índice relativo de individuos por unidad de captura registran, mientras que las localidades El Pardo, El Garzo y Parque del Oeste muestran un menor índice de capturas.



**Figura 3.** Análisis de la Varianza (ANOVA) del índice de abundancia en función de la localidad de estudio, tomando la localidad como variable explicativa categórica. Se representa el valor medio y la desviación estándar.

### Índice de abundancia y fecha de captura:

Al realizar correlaciones lineales entre el índice de abundancia y la fecha de captura, se observó un resultado significativo correspondiente a la localidad El Garzo ( $P \leq 0.000$ ,  $r^2 = 0.193$ ) (Figura 4). En el resto de localidades no se encontraron relaciones significativas: El Pardo ( $P = 0.101$ ,  $r^2 = 0.246$ ), Casa de Campo ( $P = 0.837$ ,  $r^2 = 0.004$ ), Dehesa de la Villa ( $P = 0.112$ ,  $r^2 = 0.366$ ), y Parque del Oeste ( $P = 0.256$ ,  $r^2 = 0.015$ ).

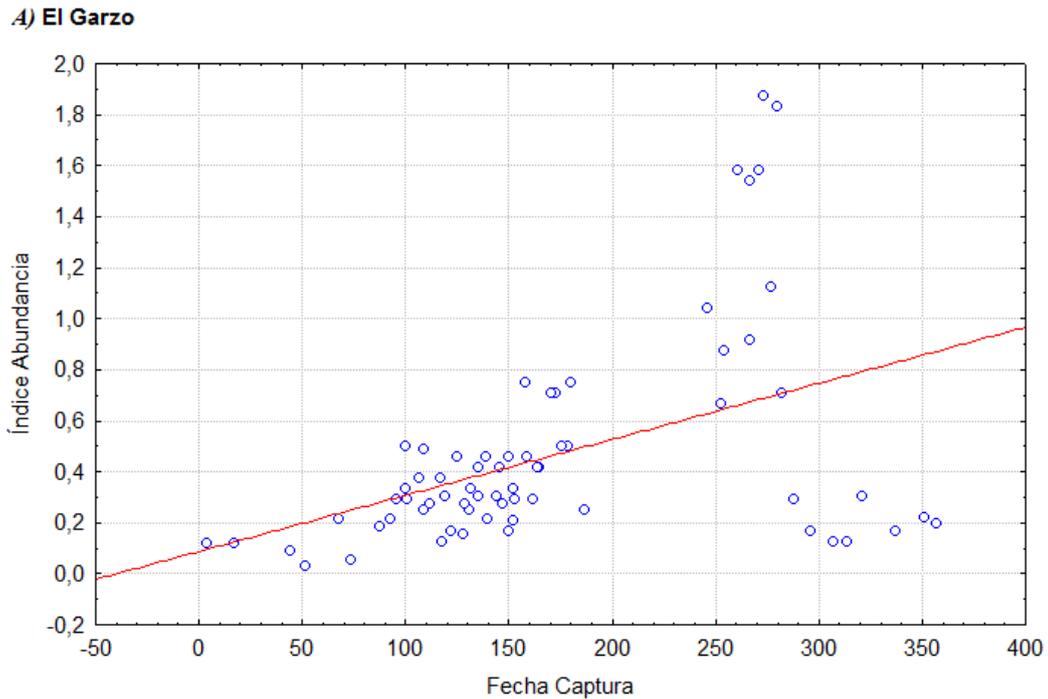


Figura 4. Correlación lineal establecida entre el índice de riqueza y el tamaño total del grupo visitante en la localidad El Garzo.

## DISCUSIÓN

Los índices de riqueza y abundancia de las aves en la naturaleza no están regidos por un único factor, sino que vienen determinados por la acción conjunta de múltiples variables, esto es, por un contexto. Sin embargo, también es conveniente estudiar el efecto que cada una ejerce por sí misma sobre las variables de respuesta, para poder evaluar su grado de implicación sobre las mismas. Si observamos la acción conjunta de algunas de estas variables implicadas, en este caso la localidad de estudio, la fecha de captura y el tamaño total del grupo visitante, encontramos resultados dispares.

Se ha observado que no existen diferencias significantes de los índices de riqueza y abundancia entre las localidades rurales y urbanas; sin embargo, estos índices sí presentan una relación significativa con cada localidad de forma individual. Por su parte, el tamaño total del grupo participante en cada jornada de anillamiento presenta efectos sobre los índices en estudio cuando es considerado junto a las otras dos variables examinadas, pero cuando se

analiza como factor individual, se observa que el tamaño total de grupo solamente ejerce un impacto sobre la avifauna de la localidad Parque del Oeste, mientras que las otras cuatro localidades estudiadas no reflejan variaciones destacables.

Estos resultados nos muestran que ante diferentes cargas de visitantes, ya sean a mayor escala como visitantes del parque de forma rutinaria a lo largo del año, o a escala menor como participantes durante las jornadas de anillamiento, la avifauna no muestra diferentes respuestas en cuanto a sus índices de riqueza y abundancia, lo cual puede ser debido al proceso denominado “habitación”. Se define el proceso de habituación como una variación en el comportamiento de un individuo que resulta en la disminución de respuesta ante un estímulo tras haber sido expuesto al mismo en repetidas ocasiones (Thompson & Spencer, 1966; Whittaker & Knight, 1998; Mirza *et al.*, 2006), de manera que la fauna habituada a la presencia del ser humano finalmente terminaría por ignorar esta perturbación. Un factor que quizá influye en este proceso de habituación es hecho de que, pese a ser percibidos como riesgo de depredación, los encuentros con humanos no resultan mortales para el ave ya que no son objeto de caza, por lo que las aves serán menos propensas a responder ante una presencia humana no nociva (Gill *et al.*, 2001b).

Aunque a priori esta situación parezca favorable para el ser humano e indiferente para el ave, sin duda hay que tener cuidado con la posible trivialización de la situación de su avifauna. Por una parte, el ave habituada sí está mostrando una respuesta reduciendo su valoración del riesgo de depredación, lo que puede hacerle más vulnerable a otro tipo de depredadores naturales, como se sugiere en Magle *et al.* (2005) y Rodríguez-Prieto (2008). Por otra parte, la perturbación humana también presenta efectos indirectos sobre la avifauna a través de la modificación de sus hábitats (Knight & Cole, 1991; Cole & Landres, 1995), lo que puede inducir a un abandono del territorio; sin embargo, una permanencia en el lugar perturbado no supone necesariamente que no exista impacto alguno, sino que puede ser una consecuencia de la no disponibilidad de un área mejor en los alrededores, lo que llevaría a la permanencia de la fauna aviar en una zona concreta y sometida a cierto grado de perturbación humana, el cual no podría llegar a evaluarse con absoluta precisión (Gill *et al.* 2001a). Por todo ello es necesario mantener una correcta administración de estos parques naturales en aras de la conservación de su biodiversidad.

Como se ha dicho previamente, la localidad del Parque del Oeste es la única en que el índice de riqueza sí se ve afectado por el tamaño total del grupo visitante, habiendo mayor número de especies cuanto mayor es el grupo. Esto puede ser debido a la diferente tolerancia de cada especie a la presencia humana: algunas especies son más sensibles que otras ante este tipo de perturbación, y cuanto mayor sea ésta, medida en número total de visitantes durante la actividad educativa, más alterado se verá el comportamiento de dicha especie resultando en una captura más fácil en las redes de anillamiento. Es importante tener este aspecto en cuenta de cara a la conservación del parque y su biodiversidad para minimizar el impacto sobre la mayor cantidad de especies posible. Una propuesta sería un estudio más intenso en esta localidad en concreto, analizando cada especie en particular y su respuesta ante este tipo de impacto. Conociendo las especies que más afectadas se encuentran, podrían ser consideradas como medida de gestión del área y su biodiversidad las propias actividades de educación ambiental (Klein, 1993), mediante las cuales se informe a los visitantes sobre las especies faunísticas de la zona y cómo se ven afectadas por su presencia y actividades en el parque, instruyéndoles un comportamiento adecuado que permita al visitante disfrutar de la naturaleza minimizando al máximo el impacto ejercido sobre la fauna aviar.

Por su parte, la fecha de captura condiciona significativamente el índice de abundancia, no siendo así para el índice de riqueza. Sin embargo, examinándolo de forma individual se observa que la única localidad que muestra diferencias notables en su índice de abundancia en determinadas épocas del año es El Garzo, produciéndose un aumento del número de individuos capturados durante los meses que transcurren desde junio hasta octubre, ambos incluidos. Este fenómeno se puede explicar fácilmente por la propia ecología de las aves estudiadas (las cuales se pueden consultar en el anexo II). Durante los meses de junio, julio y agosto tiene lugar la época de cría de las estas aves, con lo que se produce un considerable aumento de las poblaciones al contar con los pollos de cada nidada. Asimismo, durante los meses de septiembre y octubre sucede la migración postnupcial de las especies migrantes transaharianas, las cuales crían en la península de forma estival y al comenzar la temporada otoñal regresan al continente africano (Tellería *et al.*, 1999; Berthold, 2001). Siendo esto así, los resultados parecen indicar la localidad El Garzo como un lugar óptimo tanto como cuartel de invernada como de paso migratorio para las especies estudiadas, lo que sugiere unas condiciones de hábitat ventajosas que quizá no se dan en otras localidades. Teniendo este resultado en mente, y siendo que cada ave presenta unas necesidades ecológicas diferentes, se podría plantear un estudio futuro cuyo objeto sea identificar

detalladamente las características que hacen de esta precisa localidad la mejor opción de residencia para estas aves, y sobre qué especies presenta mayor valor habitacional. De esta manera podremos mejorar otras áreas potenciales de paso migratorio, ya que, tal como menciona Tellería (2004) acerca de la migración de las aves en el Paleártico Occidental, las aves determinan su comportamiento migrador en función al balance particular de cada una de ellas sobre determinadas condiciones ambientales y los intereses de cada individuo.

## **CONCLUSIONES**

Para llevar a cabo una buena labor de conservación de la biodiversidad es imprescindible contar con diferentes apoyos, y uno primordial es el de la ciudadanía. Por ello, la sociedad debe conocer el mundo natural que les rodea, y una forma provechosa de hacerlo es mediante la educación ambiental. Si, además, esta educación se combina a su vez con actividades científicas en las que los ciudadanos puedan participar, se verán mucho más involucrados. Sin embargo, el desarrollo de estas actividades en entornos naturales conlleva ineludiblemente una perturbación de la biodiversidad que los habita. Conocer en el grado de esta perturbación es fundamental para poder gestionar con eficacia las áreas naturales, y típicamente se evalúa mediante las respuestas de fauna ante esta presencia humana.

En este estudio se demuestra que la fauna aviar de la mayor parte de localidades no ve alterada su riqueza ni su abundancia ante grupos más o menos numerosos de participantes en las actividades de educación ambiental e investigación científica llevadas a cabo, lo cual se sugiere que pueda ser debido a una habituación de dicha fauna de mayor o menor intensidad a la presencia del ser humano con lo que puede decirse que la actividad educativa y de investigación desarrollada no ejerce una perturbación destacable en la fauna aviar. Sin embargo, aparece una localidad que sí ve afectada su riqueza en función del tamaño de grupo visitante, por lo que habría que prestar una atención particular a esta localidad y tomar las medidas necesarias para minimizar el grado de perturbación que está teniendo lugar. Asimismo aparecen diferencias en riqueza y abundancia en función de las localidades, diferencias reguladas por otros factores que quizá actúen o no en conjunto con el grupo de personas visitantes, y que sería interesante conocer. Por todo ello es necesaria una correcta gestión de estas áreas, así como de las actividades desarrolladas en ellas, y se pueden proponer futuros estudios en los que se examine, por ejemplo, el efecto de la perturbación

humana sobre cada especie en particular, o las características propias de un determinado área que lo hagan propicio como localidad de paso migratorio.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Banda, E., Serradilla, A. I., & Escudero, E. (2011). Siete millones de datos para conocer las aves. Anillamiento científico. *Aves y Naturaleza*, (6), 30-33.

Bateman, J. A. (2003). Trapping birds. En: *Trapping: a practical guide*. Págs. 95-103. Coch-y-Bonddu Books. Machynlleth, Powys.

Berthold, P. (2001). *Bird migration: a general survey* (Vol. 12). Oxford University Press on Demand.

Cohn, J. P. (2008). Citizen science: Can volunteers do real research?. *BioScience*, 58(3), 192-197.

Cole, D. N. (1991). Effects of recreational activity on wildlife in wildlands. In *Trans. North Am. Wildl. and Nat. Resour. Conf* (Vol. 56, pp. 238-247).

Cole, D. N., & Landres, P. B. (1995). Indirect effects of recreation on wildlife. *Wildlife and recreationists. Coexistence through management and research*, 183-202.

Fernández-Juricic, E. & Tellería, J. L. (2000). Effects of human disturbance on spatial and temporal feeding patterns of Blackbird *Turdus merula* in urban parks in Madrid, Spain. *Bird Study*, 47(1), 13-21.

Frid, A., & Dill, L. M. (2002). Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 6(1), 11.

Gill, J. A., Norris, K., & Sutherland, W. J. (2001a). Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. *Biological Conservation*, 97(2), 265-268.

Gill, J. A., Norris, K., & Sutherland, W. J. (2001b). The effects of disturbance on habitat use by black-tailed godwits *Limosa limosa*. *Journal of applied Ecology*, 38(4), 846-856.

Gómez-Limón, F.J. 1996. *Usos recreativos en los espacios naturales: Frecuentación, factores explicativos e impactos asociados. El caso de la Comunidad de Madrid*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Ikuta, L. A., & Blumstein, D. T. (2003). Do fences protect birds from human disturbance?. *Biological Conservation*, 112(3), 447-452.

Klein, M. L. (1993). Waterbird behavioral responses to human disturbances. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 21(1), 31-39.

Li, C., Monclús, R., Maul, T. L., Jiang, Z., & Blumstein, D. T. (2011). Quantifying human disturbance on antipredator behavior and flush initiation distance in yellow-bellied marmots. *Applied Animal Behaviour Science*, 129(2), 146-152.

Magle, S., Zhu, J., & Crooks, K. R. (2005). Behavioral responses to repeated human intrusion by black-tailed prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*). *Journal of Mammalogy*, 86(3), 524-530.

Mirza, R. S., Mathis, A., & Chivers, D. P. (2006). Does temporal variation in predation risk influence the intensity of antipredator responses? A test of the risk allocation hypothesis. *Ethology*, 112(1), 44-51.

Pinilla, J. (Coord.) 2000. *Manual para el anillamiento científico de aves*. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid

Ralph, C. J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F. & Milá, B. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 44 p.

Remacha, C. (2011). *Ecología del ocio: efectos del uso recreativo de los espacios naturales sobre las aves reproductoras*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Rodriguez-Prieto, I., Fernández-Juricic, E., Martín, J., & Regis, Y. (2009). Antipredator behavior in blackbirds: habituation complements risk allocation. *Behavioral Ecology*, 20(2), 371-377.

SOCIENTIZE Consortium (2013). Green Paper of Citizen Science. Citizen Science for Europe. Towards a better society of empowered citizens and enhanced research. European Commission.

Steidl, R. J., & Anthony, R. G. (1996). Responses of bald eagles to human activity during the summer in interior Alaska. *Ecological Applications*, 482-491.

Tellería, J. L., Asensio, B., & Díaz, M. (1999). Aves Ibéricas Vol. II, Paseriformes. *Madrid: JM Revero*.

Tellería JL. (Ed.). 2004. Migración de las aves en el Paleártico Occidental: aspectos ecológicos y evolutivos. En: *La Ornitología Hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis Madrazo*. Editorial Complutense. Madrid. 109-125.

Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: a model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological review*, 73(1), 16.

Tréllez, E. (2004). Manual Guía para educadores. Educación Ambiental y Conservación de la Biodiversidad en los procesos educativos. *Centro de Estudios para el Desarrollo. Convenio de Cooperación Técnica. Programa de Educación Ambiental*.

Whittaker, D., & Knight, R. L. (1998). Understanding wildlife responses to humans. *Wildlife Society Bulletin*, 26, 312-317.

Wolf, I. D., & Croft, D. B. (2010). Minimizing disturbance to wildlife by tourists approaching on foot or in a car: a study of kangaroos in the Australian rangelands. *Applied Animal Behaviour Science*, 126(1), 75-84.

Zaradic, P. A., Pergams, O. R., & Kareiva, P. (2009). The impact of nature experience on willingness to support conservation. *PLoS One*, 4(10), e7367.

## ANEXO I. Descripción de las localidades de estudio.

### PARQUES RURALES:

- **Finca El Garzo** (40°32'8.19"N; 3°52'42.61"O):
  - Superficie = 403 hectáreas.
  - Altitud = 710 msnm.
  - Composición vegetal: la estación de anillamiento se encuentra ubicada en un soto fluvial rodeado de arbustos, como majuelos y zarzas, y presenta una pequeña alameda alrededor.
  
- **Monte de El Pardo** (40°31'25.40"N; 3°46'52.53"O):
  - Superficie = 16.000 hectáreas, de las cuales 900 hectáreas son visitables.
  - Altitud = 611 msnm.
  - Composición vegetal: situada en el puente de los Capuchinos, presenta la vegetación típica del bosque de ribera, como fresnos, álamos, sauces, zarzas, rosales y majuelos, en los márgenes del río Manzanares, el cual atraviesa el parque de norte a sur, y sus afluentes.

### PARQUES URBANOS:

- **Casa de Campo** (40°25'5.55"N; 3°43'49.61"O):
  - Superficie = 1.722 hectáreas (parque público de mayor extensión del municipio de Madrid).
  - Altitud = 590 msnm.
  - Composición vegetal: la estación de anillamiento se sitúa en un área que cuenta con una pequeña charca, por lo que presenta vegetación de ribera con matorrales tales como rosales, zarzas y majuelos, todo ello rodeado por una olmeda.
  
- **Dehesa de La Villa** (40°27'17.70"N; 3°43'14.32"O):
  - Superficie = 70 hectáreas.
  - Altitud = 678 msnm.

- Composición vegetal: ubicada en un zarzal de gran dimensión, establecido especialmente con el propósito de atraer a la avifauna para alimentarse y reproducirse, y que se encuentra rodeado por un pinar adhesionado de pino piñonero. También aparecen otros arbustos como el saúco y los majuelos.
- **Parque del Oeste** (40°26'3.64"N; 3°43'48.24"O):
  - Superficie = 98 hectáreas.
  - Altitud = 614 msnm.
  - Composición vegetal: localizada en el Centro de Aves del Parque del Oeste, un recinto delimitado por numerosos arbustos como el saúco, el rosal silvestre o el endrino, y que presenta una pequeña laguna artificial. Este Centro de Aves se encuentra rodeado por una parte por un pinar piñonero, y por otra parte por especies arbóreas ornamentales como puedan ser cedros y cipreses.

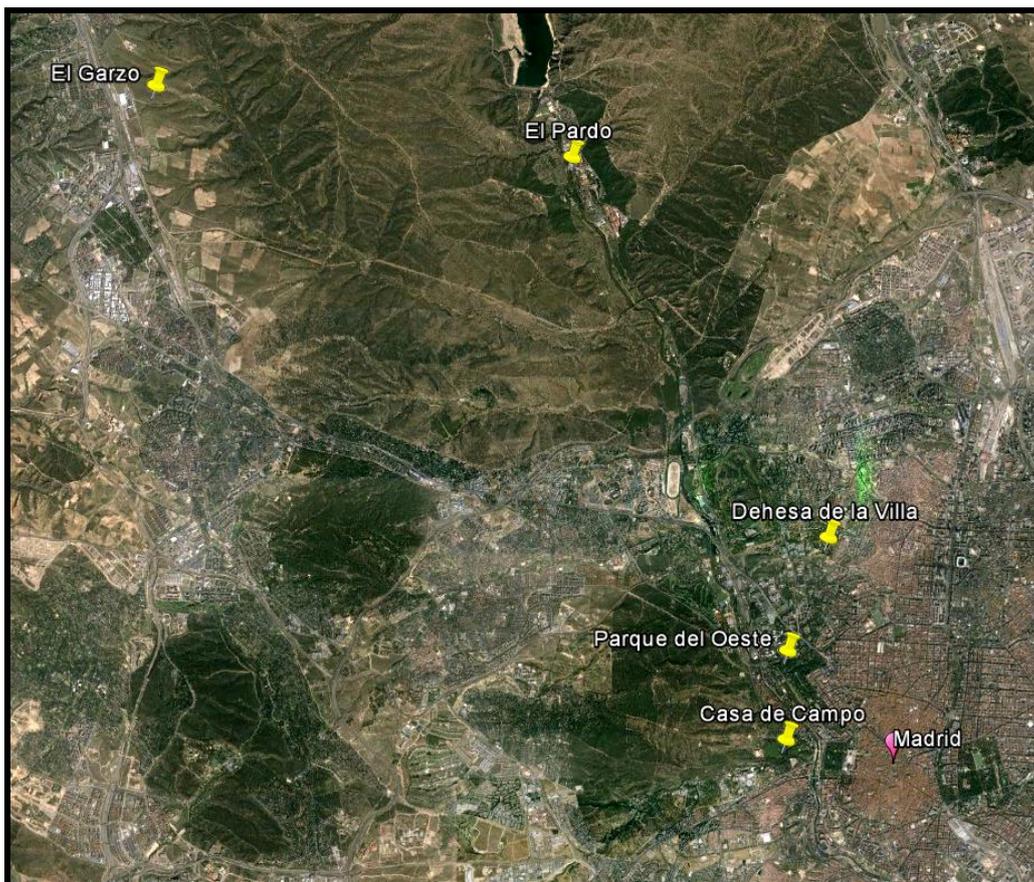


Figura I. Situación de las cinco localidades de estudio en relación al centro de la ciudad de Madrid. Imagen obtenida de Google Earth.

**ANEXO II. Riqueza y abundancia de la avifauna en cada localidad durante el periodo en que se llevó a cabo el estudio.**

Localidad	Categoría Localidad	Riqueza total (nº especies)
<b>Finca El Garzo</b>	Rural	47
<b>Monte El Pardo</b>	Rural	16
<b>Casa de Campo</b>	Urbano	30
<b>Dehesa de la Villa</b>	Urbano	20
<b>Parque del Oeste</b>	Urbano	31

ESPECIE	FINCA EL GARZO	MONTE EL PARDO	CASA DE CAMPO	DEHESA DE LA VILLA	PARQUE DEL OESTE
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	1	–	–	–	–
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	13	–	1	–	–
<i>Aegithalos caudatus</i>	1	–	4	–	11
<i>Alcedo atthis</i>	–	1	3	–	1
<i>Carduelis carduelis</i>	37	–	3	11	6
<i>Carduelis chloris</i>	3	1	12	5	23
<i>Certhia brachydactyla</i>	11	29	16	7	30
<i>Cettia cetti</i>	43	14	–	–	–
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1	1	3	–	14
<i>Columba livia</i>	–	–	–	–	2
<i>Columba palumbus</i>	–	–	1	1	5
<i>Cyanopica cyanus</i>	4	–	–	–	–
<i>Dendrocopos major</i>	–	–	2	–	2
<i>Erithacus rubecula</i>	53	13	8	2	58
<i>Falco tinnunculus</i>	1	–	–	–	–

ESPECIE	FINCA EL GARZO	MONTE EL PARDO	CASA DE CAMPO	DEHESA DE LA VILLA	PARQUE DEL OESTE
<i>Ficedula hypoleuca</i>	21	–	9	3	27
<i>Fringilla coelebs</i>	9	18	1	–	12
<i>Hippolais polyglotta</i>	58	–	–	1	–
<i>Hirundo rustica</i>	32	–	–	–	–
<i>Jynx torquilla</i>	1	–	–	–	–
<i>Locustella naevia</i>	1	–	–	–	–
<i>Loxia curvirostra</i>	–	–	–	1	–
<i>Luscinia megarhynchos</i>	96	3	–	–	1
<i>Muscicapa striata</i>	1	–	2	–	–
<i>Myiopsitta monachus</i>	–	–	1	–	–
<i>Oriolus oriolus</i>	2	–	–	–	–
<i>Parus ater</i>	1	–	17	16	60
<i>Parus caeruleus</i>	24	–	43	8	15
<i>Parus cristatus</i>	–	–	–	–	8
<i>Parus major</i>	28	6	38	6	118
<i>Passer domesticus</i>	2	–	43	6	15
<i>Passer montanus</i>	1	1	53	24	181
<i>Petronia petronia</i>	1	–	–	–	–
<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	–	–	–	–
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	10	–	–	–	–
<i>Phylloscopus bonelli</i>	–	–	1	–	–
<i>Phylloscopus collybita</i>	9	2	–	1	5
<i>Phylloscopus ibericus</i>	–	–	–	1	–
<i>Phylloscopus trochilus</i>	5	–	2	2	–
<i>Pica pica</i>	1	–	–	–	3
<i>Picus viridis</i>	2	–	2	–	1
<i>Prunella modularis</i>	–	–	–	1	–

ESPECIE	FINCA EL GARZO	MONTE EL PARDO	CASA DE CAMPO	DEHESA DE LA VILLA	PARQUE DEL OESTE
<i>Psittacula krameri</i>	–	–	–	–	1
<i>Regulus ignicapillus</i>	3	–	–	–	–
<i>Remiz pendulinus</i>	2	–	–	–	–
<i>Serinus serinus</i>	10	16	4	11	15
<i>Sitta europaea</i>	2	–	1	–	–
<i>Sturnus unicolor</i>	3	–	2	–	5
<i>Sylvia atricapilla</i>	179	14	20	13	93
<i>Sylvia borin</i>	12	–	5	–	–
<i>Sylvia cantillans</i>	21	–	–	–	–
<i>Sylvia communis</i>	9	–	1	–	1
<i>Sylvia hortensis</i>	1	–	–	–	–
<i>Sylvia melanocephala</i>	9	–	–	–	–
<i>Troglodytes troglodytes</i>	4	3	1	–	2
<i>Turdus merula</i>	73	4	7	7	36
<i>Turdus philomelos</i>	3	4	–	–	7
<i>Upupa epops</i>	3	–	–	–	1