

Evolución del inventario arbóreo del Zoo de Barcelona y su función en la atracción de avifauna.

Naturalización de *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* y *Sylvia atricapilla*

Ivan Beltrán Peinado¹, David Marín Fabregat² y Albert Caballero Buenaventura¹

¹ Grado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España.

² Grado en Ciencias Ambientales. Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG), Universidad Politécnica de Valencia (UPV), 46730 Grao de Gandía, Valencia, (España).

Resumen

El Zoo de Barcelona, dentro del Parc de la Ciutadella, actúa como nódulo de recarga para el conjunto de la ciudad. En el presente estudio se ha actualizado el inventario arbóreo del Zoo de 1999 y la capacidad de este para atraer la avifauna. Se han estudiado las relaciones tróficas y genotópicas que mantienen con estos árboles las siguientes especies: *Myiopsitta monachus*, *Ardea cinerea*, *Sylvia atricapilla* y *Pica pica*. Además, se ha medido el estado de la biodiversidad dentro de este recinto. Se ha observado que el número de ejemplares arbóreos ha disminuido levemente, siendo el *Platanus x hispanica* la especie más abundante. Asimismo, el Zoo ofrece recursos tróficos durante todo el año. Por otro lado, se han constatado la existencia de relaciones tróficas y genotópicas para *Myiopsitta monachus* y *Sylvia atricapilla*. Mientras que para *Pica pica* y *Ardea cinerea* únicamente se han encontrado relaciones genotópicas. Para finalizar, se ha determinado el Zoo presenta una biodiversidad entre moderada y elevada.

Palabras clave: Zoo de Barcelona, naturación, naturalización, inventario arbóreo, biodiversidad, relaciones tróficas, relaciones genotópicas, ave

Resum

Evolució de l'inventari arbori del Zoo de Barcelona i la seva funció en l'atracció d'avifauna. Naturalització d'*Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* i *Sylvia atricapilla*

El Zoo de Barcelona, dins del Parc de la Ciutadella, actua com a nòdul de recarrega per al conjunt de la ciutat. En aquest estudi s'ha actualitzat l'inventari arbori del Zoo de 1999 i la capacitat d'aquest per a atraure l'avifauna. S'han estudiat les relacions tròfiques i genotòpiques que tenen aquests arbres amb les següents espècies: *Myiopsitta monachus*, *Ardea cinerea*, *Sylvia atricapilla* i *Pica pica*. A més a més, s'ha mesurat l'estat de la biodiversitat dins d'aquest recinte. S'ha observat que el nombre d'exemplars arboris ha disminuït lleugerament, sent *Platanus x hispanica* l'espècie més abundant. Tanmateix, el Zoo ofereix recursos tròfics durant tot l'any. Per altra banda, s'han constatat l'existència de relacions tròfiques i genotòpiques per a *Myiopsitta monachus* y *Sylvia atricapilla*. Pel que fa a les espècies *Pica pica* y *Ardea cinerea*, únicament s'han trobat relacions genotòpiques. Per finalitzar, s'ha determinat que el Zoo presenta una biodiversitat entre moderada i elevada.

Paraules clau: Zoo de Barcelona, naturació, naturalització, inventari arbori, biodiversitat, relacions tròfiques, relacions genotòpiques, aus

Abstract

Evolution of the arboreal inventory of the barcelona's Zoo and its role in attracting birds. Naturalization of *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* and *Sylvia atricapilla*

Barcelona Zoo, in the Parc de la Ciutadella, acts as recharging node for the whole city. In this present study, Barcelona Zoo's 1999 arboreal inventory has been updated and the ability of this zoo to attract birds. The genothopic and trophic relationships with the following species: *Myiopsitta monachus*, *Ardea cinerea*, *Sylvia atricapilla* and *Pica pica* maintain with these trees have been studied. In addition, we measured the state of biodiversity within these parameters. It has been observed that the number of tree specimens has decreased slightly, *Platanus x hispanica* being the most abundant species. Also, the zoo provides food resources throughout the year. On the other hand, the existence of trophic and genothopic relationships for the *Myiopsitta monachus* and *Sylvia atricapilla* has been confirmed. While for *Pica pica* and *Ardea cinerea* only genothopic relations were found. Finally it has been evidenced that the Zoo has a moderate to high biodiversity.

Keywords: Barcelona Zoo, naturation, naturalization, tree inventory, biodiversity, trophic relationships, genothopic relationships, birds

Résumé

Evolution de l'inventaire arboricole du zoo de Barcelone et fonction attractive auprès des oiseaux. Naturalisation de *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* et *Sylvia atricapilla*

Le Zoo de Barcelone, dans le Parc de la Ciutadella, agit comme noeud de recharge la ville. Dans la présente étude, 1999 inventaires arboricoles du zoo de Barcelone ont été mis à jour et la capacité de ce zoo pour attirer les oiseaux. Les génotypiques et les relations trophiques que les espèces suivantes: *Myiopsitta monachus*, *Ardea cinerea*, *Sylvia atricapilla* et *Pica pica* entretiennent avec ces arbres ont été étudiés. En outre, nous y avons mesuré l'état de la biodiversité. Il a été observé que le nombre de spécimens d'arbres a légèrement diminué, *Platanus x hispanica* étant l'espèce la plus abondante. En outre, le zoo offre des ressources alimentaires tout au long de l'année. D'autre part, l'existence de relations trophiques et génotypiques pour le *Myiopsitta monachus* et *Sylvia atricapilla* a été confirmée. Alors que pour *Pica pica* et *Ardea cinerea* seules des relations génotypiques ont été trouvées. Enfin, il a été mis en évidence que le Zoo présente un niveau de biodiversité entre modéré et élevé.

Mots-clés: Zoo de Barcelone, naturation, naturalisation, inventaire arboricole, la biodiversité, relations trophiques, relations génotypiques, oiseaux

Introducción

La ciudad de Barcelona cuenta en la actualidad con 967 hectáreas de zonas verdes repartidas entre sus parques y jardines. Este dato apenas representa el 10% de la superficie total de la ciudad. Pese a esto, se pueden diferenciar cuatro tipologías de zonas verdes. De esta manera encontramos parques y jardines silvestres, parques y jardines semisilvestres, parques y jardines urbanos (por ejemplo el conjunto del Parc de la Ciutadella y el Zoo de Barcelona) y los parques abiertos (Boada i Capdevila, 2000).

Estas zonas verdes, que cuentan con una gran diversidad de especies vegetales, actúan como nódulos de recarga para el sistema urbano y realizan, además, una gran cantidad de funciones importantes dentro del sistema urbano, siendo un claro ejemplo de esto la depuración de la atmósfera mediante la captura del CO₂ y su transformación en O₂; la disminución de la concentración de las partículas en suspensión (Sukopp & al., 1982) así como servir de refugio, tanto para la fauna urbana como para algunas aves migratorias. Todas estas funciones nombradas, pese su importancia, generalmente pasan desapercibidas ante la mayor parte de la sociedad.

Estos espacios verdes actúan como auténticas islas ya que se encuentran rodeadas por asfalto y el ritmo biológico de estos lugares es diferente del que encontramos en el resto de la ciudad. De hecho, se han encontrado similitudes con los patrones descritos en estudios de

biogeografía insular y, por eso, se los conoce como 'islas verdes'. (Boada i Capdevila, 2000).

Estas islas concentran gran parte de la biodiversidad de los sistemas urbanos pudiendo encontrar en ellas gran variedad de especies de plantas y animales. Muchas de estas zonas verdes actúan como nódulos de recarga. Este concepto es utilizado para referirse a aquellas zonas que actúan como reservorio de especies, las cuales pueden propagarse, o no, hacia el sistema urbano. Esta posible colonización del sistema urbano, por parte de las diferentes especies, dependerá de distintos factores, como son la vegetación de este sistema, la amplitud y el gradiente de la línea ecotónica (línea ficticia que separa el sistema natural o zonas verdes del sistema urbano), la presencia de factores de amenaza o la disponibilidad de alimento y cobijo (Martí Boada *com. verb.*). Estos dos últimos factores (relaciones tróficas y genotópicas) son los más importantes a la hora de conseguir la naturalización de las especies. También son fáciles de controlar mediante la naturalización del sistema urbano, concepto que hace referencia a las especies vegetales presentes dentro de la ciudad.

La biodiversidad de fauna urbana puede ser tratada como un bioindicador. Un claro ejemplo de esto lo conforman las aves, indicadores del estado de conservación y de gestión de los espacios verdes.

El conjunto del Parc de la Ciutadella-Zoo de Barcelona, actúan como uno de los nódulos de recarga más

importantes de la ciudad, creando un puente entre el sistema urbano y el resto de zonas verdes de la ciudad. Una gran parte de las especies de aves que actualmente se observan en el sistema urbano son nidificantes en los árboles del Zoo (Josep García, 2012). Estas se introducen en el sistema urbano en busca de alimento o en su camino hacia otras zonas verdes.

En este estudio se han seleccionado cuatro aves para determinar sus relaciones tróficas y genotópicas. Estas especies son la garza real (*Ardea cinerea*), la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), la urraca (*Pica pica*) y la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*).

Área de estudio

El presente estudio se ha realizado en los jardines del Zoo de Barcelona, un espacio de 13ha, dentro del Parc de la Ciutadella como ya se ha mencionado previamente.

El Zoo es un sistema único dentro de la ciudad ya que en él pueden encontrarse diferentes factores que permiten el desarrollo de cierta fauna como lo son la disponibilidad de agua dulce y salada, un menor número de depredadores naturales, disponibilidad de alimento, tanto por parte de la vegetación como el que encuentran en los recintos de los animales y la presencia de especies arbóreas en las que construir sus nidos.

Objetivos

Generales

1. Actualizar el inventario arbóreo del Zoo.

2. Determinar las relaciones tróficas y genotópicas de las aves seleccionadas.
3. Determinar la diversidad de aves del Zoo durante el periodo de estudio.

Específicos

1. Realizar el inventario arbóreo actual.
2. Comparar en composición y abundancia los resultados obtenidos con los de 1999.
3. Elaborar una cartografía de la distribución de los ejemplares arbóreos utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).
4. Observar y seguir las aves seleccionadas.
5. Estudiar la abundancia de las aves seleccionadas.
6. Elaborar un calendario trófico con cada una de las especies arbóreas presentes en el zoo.
7. Registrar la ubicación de los nidos para las especies seleccionadas.
8. Elaborar un mapa de biodiversidad de la zona de estudio (Zoo de Barcelona) en el que se relacione las interacciones de las aves seleccionadas con cada uno de los árboles del Zoo con los que presenta algún tipo de relación.
9. Elaborar índices de biodiversidad (Shannon, Simpson y Singapur)

Metodología

Documentación previa

Para poder identificar todas las especies arbóreas y de aves presentes en el Zoo, se ha recurrido a una búsqueda de

bibliografía sobre biodiversidad urbana y guías de identificación de estas especies.

Actualización del inventario arbóreo

Se ha trabajado sobre la cartografía elaborada para el inventario de 1999, proporcionada por el Zoo, que divide el Parque en 21 secciones. Sobre esta, se han marcado los ejemplares que actualmente se encuentran, los que no y los nuevos en diferentes colores. Para llevar a cabo dicha actualización, no se han valorado aquellos ejemplares ubicados en los recintos de animales o en zonas de obras.

Posteriormente se han digitalizado estos datos para poder realizar la comparación respecto a 1999. Finalmente se ha elaborado la cartografía del inventario actual en la que aparecen todos los ejemplares presentes.

Selección de las aves

Las cuatro aves escogidas se han seleccionado basándose en su estado de conservación actual, alimentación, comportamiento y presencia en el Zoo. Siguiendo estos criterios, se han seleccionado garza real (*Ardea cinerea*), cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), urraca (*Pica pica*) y curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*).

Estudio de las relaciones tróficas y genotópicas

Se ha diseñado un recorrido a lo largo del Zoo, en el que se han ido anotando todos los nidos observados (la especie a la que pertenecen y la especie arbórea en la que se encuentran junto a su localización).

También se han anotado todas las

relaciones tróficas observadas de las aves seleccionadas.

Por último se han digitalizado estos datos para la elaboración de un mapa de biodiversidad.

Estimación de la biodiversidad

Para realizar este estudio se han determinado cuatro zonas de muestreo que presentan diferente tipo de vegetación. En estas zonas se han anotado el número de ejemplares de todas las especies de aves observadas durante 15 minutos con la ayuda de unos prismáticos durante un periodo de tres días no consecutivos.

Una vez obtenidos estos datos se han calculado los niveles de biodiversidad mediante los índices de Simpson y Shannon.

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

Ilustración 1. Índice de Shannon

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i$$

Ilustración 2. Índice de Simpson

A su vez se han establecido unos rangos de de valores para cada índice como se muestra en las [Tablas 1 y 2].

Tabla 1. Categorías para el índice de Shannon.

Calificación	Rango del índice de Shannon
Muy baja	[0,1)
Baja	(1,2]
Media	(2,3]
Alta	(3,4]
Muy alta	(4,5]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Categorías para el índice de Simpson.

Calificación	Rango del índice de Simpson
Muy baja	[0,0.125)
Baja	(0.125,0.25]
Media	(0.25,0.5]
Alta	(0.5,0.75]
Muy alta	(0.75,1]

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, también se ha realizado una adaptación del índice de Singapur, que evalúa el estado de la biodiversidad en áreas urbanas

Resultados

Inventario arbóreo

Sin valorar las zonas en obras y los recintos de los animales, se observa que el número de ejemplares arbóreos ha disminuido en 42 individuos respecto a 1999 siendo ese año el número de ejemplares de 988 y el actual en el año 2014 de 946 ejemplares como se muestra en la [Tabla 3]. El número de especie se ha visto incrementado en 10, pasando de 58 a las 68 actuales. No obstante, el único ejemplar de arce negundo (*acer negundo*) presente en 1999 ya no se encuentra presente en el Parque. Las nuevas especies que se han introducido en este periodo de tiempo son la falsa palmera (*Cycas revoluta*), una variedad de yuca (*Yucca aloifolia*), palmera pindó (*Syagrus romanzoffiana*), palo borracho (*Ceiba speciosa*), árbol col de hoja blanca (*Cordyline indivisa*), peral (*Pyrus communis*) y *Radermachera sinica*.

Teniendo en cuenta que algunas

pueden ser originarias de más de una región, 8 especies sobre el total son originarias de Oceanía, 23 de Europa, 4 de África, 15 de América y 21 de Asia. Se ha observado que sólo 7 de estas especies son autóctonas.

La especie más representada es el plátano (*Platanus x hispanica*) con 269 ejemplares (28% sobre el total), que se encuentra como principal árbol vial debido a la sombra que proporciona. Siguiendo al plátano se encuentran el palmito (*Chamaerops humilis*) y la yuca (*Yucca elephantipes*) con 75 y 71 ejemplares respectivamente.

La especie que ha sufrido un mayor incremento desde 1999 es el palmito, que ha pasado de 20 a 75 ejemplares, la mayor parte de ellos fruto de rebrotes (*Eulàlia Bohigas com. verb.*). En el lado opuesto se encuentra la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) que ha sufrido un descenso de 59 ejemplares, situándose en los 28 actuales. Este descenso se debe, principalmente, a diversas plagas de picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*).

También se ha podido determinar, mediante el calendario trófico elaborado a partir de todas las especies arbóreas presentes en el parque muestra que el Zoo ofrece alimento para las aves y otro tipo de fauna durante todo el año. Por contra, esta disponibilidad de alimento no se encuentra repartida homogéneamente, siendo el periodo de otoño la época del año en la que se ofrece una mayor oferta trófica por parte de los árboles, fructificando en esta estación el 60% de las especies, seguido del verano, invierno y primavera tal y como se muestra en la [Figura 1].

Tabla 3. Evolución del arbolado del Zoo (1999-2014).

Especie	Número de ejemplares (1999)	Número de ejemplares (2014)	Variación (1999-2014) (nº Ejemplares)
<i>Platanus x hispánica</i>	297	269	-28
<i>Chamaerops humilis</i>	20	75	55
<i>Yucca elephantipes</i>	51	71	20
<i>Sophora japonica</i>	95	64	-31
<i>Tipuana tipu</i>	58	52	-6
<i>Washingtonia filifera</i>	14	31	17
<i>Phoenix dactylifera</i>	87	28	-59
<i>Cupressocyparis x leylandii</i>	13	26	13
<i>Cupressus macrocarpa</i>	12	21	9
<i>Quercus ilex</i>	27	21	-6
<i>Trachycarpus fortunei</i>	11	19	8
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	20	18	-2
<i>Brachychiton populneus</i>	14	16	2
<i>Cupressus sempervirens</i>	17	15	-2
Otros	252	220	-32
TOTAL	988	946	-42

Fuente: Elaboración propia.

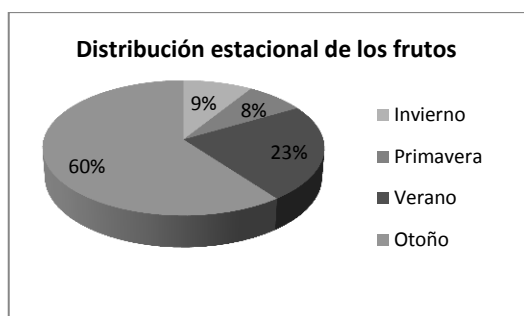


Figura 1. Época de fructificación de las especies arbóreas presentes en el Zoo. Fuente: Elaboración propia.

Para acabar con este apartado, también se han determinado cuantas de las especies arbóreas presentes en el parque forman cavidades en sus troncos, con la finalidad de saber si las aves que elaboran

sus nidos en estos orificios como es el caso de la paloma (*Columba livia*) disponen de estas.

Los datos muestran que el 60% de las especies del recinto no forman cavidades en sus respectivos troncos mientras que el 40% restante sí que lo hacen.

Relaciones tróficas y genotópicas establecidas para las aves de estudio.

Como ya se ha comentado anteriormente uno de los puntos más importantes del estudio es determinar aquellas especies arbóreas presentes en el recinto del Zoo de Barcelona que potencian

la naturalización de las cuatro aves seleccionadas.

En cuanto a las relaciones tróficas, se ha observado que la garza real (*Ardea cinerea*) no presenta ningún tipo de relación con los árboles del Zoo. Respecto a la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), se ha determinado que presenta una fuerte relación con los árboles del Zoo para su alimentación como lo son los brotes tiernos de chopo (*Populus sp.*), olmo (*Ulmus minor*) y robinia (*Robinia pseudoacacia*), los frutos de la higuera (*Ficus carica*), palmera canaria (*Phoenix canariensis*), palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), hojas de césped (*Eagrostis sp.*) y semillas de ciprés (*Cupressus sempervirens*) (X. Batllori & R. Nos, 1985). Además, se ha observado directamente, durante el período de estudio, relación trófica con el pino carrasco (*Pinus halepensis*), la encina (*Quercus ilex subsp. ilex*) y el aligustre (*Ligustrum japonicum*). Para la urraca (*Pica pica*), sólo se ha podido establecer relación con la higuera (*Ficus carica*) (Pérez Chiscano, J. L., 1983), del cual sólo se ha encontrado un ejemplar en todo el Parque. Esto es debido a que su alimentación es omnívora y mayoritariamente se alimenta de todo tipo de invertebrados, pequeños reptiles, aves y mamíferos así como semillas de todo tipo, sobretodo de cereales, frutas y bayas (Domínguez et al., 1980).

Para el caso de la curruca capirota (*Sylvia atricapilla*), se ha observado que la mayoría de su alimentación está relacionada con arbustos como espinos blanco (*Crataegus monogyna*), hiedra común (*Hedera helix*),

labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*), saúco común (*Sambucus nigra*), espino de fuego (*Pyracantha coccinea*) (Pérez Chiscano, José Luis., 1983). Todas estas especies, pese a que no se han valorado en el estudio, se encuentran en el zoológico (Guía botánica del Zoo de Barcelona, 2008). En cuanto a especies arbóreas, sólo se ha establecido relación con el aligustre (*Ligustrum japonicum*) (Pérez Chiscano, José Luis., 1983).

En cuanto a las relaciones genotópicas, se han observado nidos de todas las aves de estudio a excepción de la curruca capirota (*Sylvia atricapilla*). [Figura 2]

La garza real (*Ardea cinerea*) presenta una fuerte relación con el pino piñonero (*Pinus pinea*) donde se localiza la gran parte de la colonia (73%) pese a que también se han observado sobre plátano (*Platanus x hispanica*) (24%).

La cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) presenta relación genotópica con cinco especies arbóreas como el plátano (*Platanus x hispanica*), el cedro del Líbano (*Cedrus libani*), la palmera de abanico californiana (*Washingtonia filifera*). Pese a colonizar diferentes especies, presenta una estrecha relación con la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), (52%) donde sólo se encuentran nidos de esta ave.

Respecto a la urraca (*Pica pica*), sólo se han localizado 5 nidos, todos ellos sobre plátano (*Platanus x hispanica*) (100%).

Distribución de nidos de *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* y *Sylvia atricapilla* según especies arbóreas

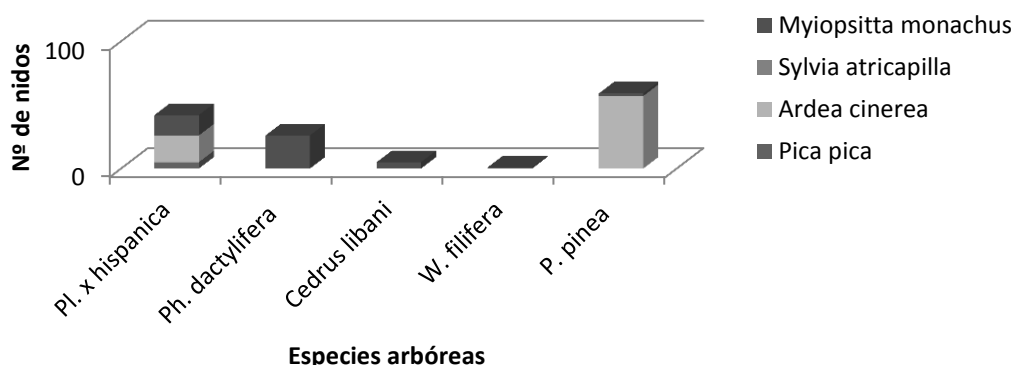


Figura 2. Distribución de nidos de garza real (*Ardea cinerea*), cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) y urraca (*Pica pica*) según especies arbóreas.

Índices de biodiversidad

La riqueza de especies observada durante el periodo de estudio ha sido de 23. Los valores obtenidos mediante los índices de Shannon y de Simpson muestran que la biodiversidad de aves en el conjunto del Parque es media-elevada obteniéndose un valor medio de Shannon de 2.8 y de Simpson de 0.8. Estos índices también se han calculado para las cuatro zonas de muestreo (palmeral, granja, dirección y área de pelícanos) obteniendo los valores que se muestran en las [Tablas 4 y 5].

Tabla 4. Valores obtenidos del índice de Shannon para las áreas de estudio

Índice de Shannon	Día 1	Día 2	Día 3	Media
Palmeral	2.0	1.8	2.0	1.9
Pelicanos	3.2	2.2	2.2	2.5
Dirección	1.2	1.6	1.5	1.4
Granja	2.2	-	2.3	2.3
General	2.9	2.4	3.0	2.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Valores obtenidos del índice de Simpson para las áreas de estudio

Índice de Simpson	Día 1	Día 2	Día 3	Media
Palmeral	0.7	0.6	0.7	0.7
Pelicanos	0.9	0.8	0.8	0.8
Dirección	0.4	0.5	0.6	0.5
Granja	0.7	-	0.8	0.7
General	0.8	0.8	0.8	0.8

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, las zonas con menos biodiversidad son las del palmeral y dirección debido a que en cada una de estas zonas se encuentra un ave dominante; cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) en el palmeral y paloma común (*Columba livia*) en dirección.

En cuanto a la aplicación del índice de Singapur, se ha concluido que la biodiversidad que presenta el Parque Zoológico es elevada teniendo en cuenta que nos encontramos en una ciudad. En cuanto a las aves observadas durante el período de estudio (octubre-diciembre), es importante la presencia de especies como la lavandera cascadeña (*Motacilla cinerea*) ya que este ave, al estar muy ligada al

agua, indica que la calidad de las aguas es buena. Por otro lado, el Zoo junto con otras entidades participa en una gran cantidad de proyectos de conservación de fauna y también desempeña una importante función de educación ambiental.

Discusión

A partir de los datos obtenidos se han extraído unos resultados significativos, pero estos no se pueden extrapolar al resto del año. Para poder consolidarlos, sería necesario poder realizar el estudio durante un periodo de cómo mínimo un año.

También sería necesaria la realización de más estudios para comprobar si realmente las aves *Ardea cinerea* y *Pica pica* deben su presencia en el Zoo a la existencia de una determinada vegetación o, si por el contrario, esta responde a otros factores como por ejemplo la posibilidad de conseguir alimento de una manera más fácil que en la naturaleza. En el caso de la garza real (*Ardea cinerea*), la alimentación a base de pescado proporcionada diariamente por parte de técnicos y en el caso de la urraca (*Pica pica*) la carroña que encuentra en las instalaciones de otras aves carroñeras, donde la urraca se introduce con facilidad, además de la presencia de ungulados con los que establece una relación de comensalismo.

El índice de Singapur no se ha podido evaluar, al no tratarse de una ciudad, por lo que únicamente se han escogido los indicadores más adecuados al Zoo por recomendación de Sònia Sánchez Mateo.

Conclusiones

Inventario arbóreo

En la actualidad, el Zoo de Barcelona cuenta con 946 ejemplares arbóreos de 68 especies diferentes, sin valorar aquellos presentes en los recintos de animales ni las zonas en obras.

El plátano (*Platanus x hispanica*) es la especie más abundante con 269 ejemplares.

Estas 68 especies, ofrecen alimento para la fauna durante todo el año aunque este se encuentra concentrado en los meses de otoño. Además, el 40% de ellas forman cavidades, que pueden servir de refugio a la fauna.

Relaciones tróficas y genotópicas establecidas para las aves de estudio.

Se han determinado fuertes relaciones tróficas y genotópicas para la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) siendo la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), una especie fundamental para la naturalización de esta especie. Durante el periodo de estudio se han observado directamente relaciones tróficas con el pino piñonero (*pinus pinea*) y la encina (*Quercus ilex. subp. ilex*).

En el caso de la garza real (*Ardea cinerea*), se ha observado una fuerte relación genotópica con el pino piñonero (*Pinus pinea*). No obstante, su presencia en el Zoo puede estar muy condicionada a la alimentación por parte de los cuidadores.

La urraca (*Pica pica*) presenta una relación con los plátanos (*Platanus x hispanica*), donde se han encontrado todos sus nidos. También se observa que su presencia puede estar condicionada al alimento

presente en los recintos de otros animales. Finalmente, en el caso de la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) sólo se han podido establecer relaciones tróficas, todas ellas con especies arbustivas excepto el aligustre (*Ligustrum japonicum*).

Índices de biodiversidad

Los valores obtenidos de los índices de Shannon y Simpson, para el periodo de estudio, han sido entre medios y elevados.

Durante este periodo, se han observado, mediante visualización directa, un total de 23 especies.

Valorando los diferentes indicadores del índice de Singapur aplicables al Zoo, se ha llegado a la conclusión que el estado de conservación de la biodiversidad es bueno.

Agradecimientos

Agradecer al Zoo de Barcelona y a su personal por permitirnos realizar este estudio, en especial a Eulàlia Bohigas Arnau que nos ha proporcionado toda la documentación necesaria para elaborar el inventario arbóreo y a Alex Mascarell Llosa por toda la información proporcionada sobre las aves.

También agradecer especialmente a nuestro tutor el Dr. Martí Boada Juncà por guiarnos durante la elaboración de este proyecto y nuestra cotutora, la Dra. Olga Mayoral-Gracia Berlanga.

Agradecer también a los directores de este proyecto, el Dr. Jordi Duch Cortinas, la Dra. Almudena Hierro Gutiérrez y al Dr. Joan Rieradevall Pons por la ayuda y aportaciones proporcionadas.

Por último, agradecer a la Dra.

Sònia Sánchez Mateo por su colaboración a la hora de aplicar el índice de Singapur y a Jaume Marlès Magre a la hora de diseñar la metodología de observación de las aves y proporcionar la información necesaria para elaborar el calendario trófico.

Bibliografía y documentación

ANDRÉS, O.; CANALS, E. (2011). "Estudio del ecosistema urbano de San José. Protocolo de monitoreo de aves y naturalización del Parque la Sabana". Trabajo Final de Carrera, UAB. RECERCAT (Diposit de la Recerca de Catalunya).

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Zoo de Barcelona*. [Consulta: 5 al 9 de octubre]. <<http://www.zoobarcelona.cat/>>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. BARCELONA PEL MEDI AMBIENT (2010). *Inventari vegetal dels parcs i jardins*. [Consultado: 1 al 7 de diciembre 2014]. <http://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Documents/llistat_especies_vegetals_jardins_ciutat_versio%20web.pdf>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. BARCELONA PEL MEDI AMBIENT (2013). *El cercador d'arbrat viari, una eina per a professionals i ciutadans*. [Consultado: 1 al 7 de diciembre 2014]. <https://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient/menuitem.37ea1e76b6660e13e9c5e9c5a2ef8a0c/?vgnnextoid=3c22bd73003c4310VgnVCM10000074fea8c0RCRD&vgnnextchannel=3c22bd73003c4310VgnVCM10000074fea8c0RCRD&vgnnextrefresh=1&lang=ca_ES>

- BATLLORI, X.; URIBE, F. (1989). "Aves nidificantes de los jardines de Barcelona". *Miscel·lània Zoològica*. Vol. 12, p. 283-293.
- BATLLORI, X.; NOS, R. (1985). "Presencia de la Cotorrita Gris (*Myiopsitta monachus*) y de la Cotorrita de Collar (*Psittacula krameri*) en el Área Metropolitana de Barcelona". *Miscel·lània Zoològica*. Vol. 9, p. 407-411.
- BLAIR, R.B.; LAUNER, A.E. (1997). "Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient". *Biological Conservation*. Vol.80, p. 113-125.
- BOADA, M.; CAPDEVILA, L. (2000). *Barcelona. Biodiversitat urbana*. Barcelona. Ed. Rubes.
- BOADA, M.; MANEJA, R. (Coords.). (2005). *El patrimoni socioambiental del campus de l'Autònoma*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Ed: Servei de Publicacions Universitat Autònoma de Barcelona.
- BOADA, M.; SAURÍ, D. (2002). *El canvi global*. Barcelona. Ed. Rubes.
- BOHIGAS, E.; FABREGAS, J.; CEBRIAN, R.; MASCARELL, A. (2014). *Quaderns del Zoo núm. 1: guía botànica del Zoo de Barcelona*. Barcelona, Fundació Barcelona Zoo.
- BRUUN, B. (1985). *Guía de las Aves de Europa*. Barcelona. Ed. Omega.
- CARRASCAL, L.M. (2006). Curruca Capirotada. *Atlas Virtual de las Aves Terrestres de España*. [Consultado: 5 de diciembre].
<<http://www.lmcarrascal.eu/atlas/pdf/sylatr.pdf>>
- CARRASCAL, L.M. (2006). Urraca. *Atlas Virtual de las Aves Terrestres de España*. [Consultado: 5 de diciembre].
<<http://www.lmcarrascal.eu/atlas/pdf/picpic.pdf>>
- DAVIS, B.N.K. (1978). "Urbanisation and the diversity of insects". *Diversity of Insect Faunas*. p. 126-138.
- DAVIS, L.R. (1974). "The Monk Parakeet: a potential threat to agriculture". *Vertebrate Pest Conference Proceedings Collection*. University of Nebraska-Lincoln. p. 252-256.
- DOMÍNGUEZ, I.; VIGAL, C. R.; LÁZARO, E.; PALACIOS, F.; GARZÓN, J. (1980). "Alimentación de la urraca (*Pica pica* L.) en el centro de España". *1ª Reunión Iberoamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados*. Resúmenes, p. 799-805.
- ESCODA, X.; ESTRADA, S.; GONZALO, M.; MOLINA, C.; VÁZQUEZ, I. (2013). "El Zoo de Barcelona. Realidad del bienestar animal". Trabajo de Deontología Veterinaria, Veterinaria, UAB.
- FREELAND, D.B. (1973). "Some food preferences and aggressive behavior by monk Parakeet". *The Wilson Bulletin*. Vol. 85. Nº 3, p. 332-335.
- GARCÍA, J. (2012). *Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d'identificació*. Ed. Lynx.

- GARCÍA, J.; TOMÁS, X. (2006). "Primeras interacciones depredatorias de Garza Real *Ardea cinerea* sobre nidos de Cotorra Argentina *Myiopsitta monachus* en Barcelona". *Revista Catalana d'Ornitologia*. Vol. 22, p. 35-39.
- GERMAINE, S.S.; WAKELING, B.F. (2001). "Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA". *Biological Conservation*. Vol.97. Nº 2, p. 229-237.
- HARDY, P.B.; DENNIS, R.L.H. (1999). "The impact of urban development on butterflies within a city region". *Biodiversity and Conservation*. Vol.8. Nº 9, p. 1261-1279.
- HARDY, P.B.; DENNIS, R.L.H. (2001). "Loss rates of butterfly species with urban development. A test of atlas data and sampling artefacts at a fine scale". *Biodiversity and Conservation*. Vol.10. Nº 11, p. 1831-1837.
- HERRERA, P.M. (2008). "Infraestructuras de soporte de la biodiversidad: planificando el ecosistema urbano". *Ciudades*. Vol. 11, p. 167-188.
- HOFMANN, H. (2006). *Árboles y arbustos. Guía clara y sencilla para su identificación (Grandes guías de la naturaleza)*. Ed. Everest.
- INFOJARDIN. *Fichas de árboles y palmeres*. (2002-2014). [Consulta: 1 al 7 de diciembre].
<<http://articulos.infojardin.com/plantas/plantas.htm>>
- JAKUBAS, D.; MIODUSZEWSKA, A. (2005). "Diet composition and food consumption of the grey heron (*Ardea cinerea*) from breeding colonies in northern Poland". *European Journal of Wildlife Research*. Vol. 51, p. 191–198.
- JARDINEROS EN ACCIÓN. *Guía de plantas y árboles*. (2012). [Consulta: 1 al 7 de diciembre].
<<http://www.jardinerosenaccion.es/buscar.php?busqueda>>
- JOKIMÄKI, J. (1999). "Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broadscale variables". *Urban Ecosystems*. Vol.3, p. 21–34.
- MARZLUFF, J.; SHULENBERGER, E.; ENDLICHER, W.; ALBERTI, M.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C.; SIMON, U. (2008). *Urban ecology. An international perspective on the interaction between humans and nature*. New York. Ed: Springer Science & Business Media.
- MARTÍNEZ, J. G. (2011). Urraca – *Pica pica* Linnaeus, 1758. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- MARTÍNEZ, J. G.; SOLER, J. J.; SOLER, M.; PARACUELLOS, M.; SÁNCHEZ, J. (1992). "Alimentación de los pollos de Urraca (*Pica pica*) en relación con la edad y disponibilidad de presas". *Ardeola*. Vol. 39. Nº 1, p. 35-48.

MASON, J.; MOORMAN, C.; HESS, G.; SINCLAIR, K. (2007). "Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds". *Landscape and Urban Planning*. Vol.80. Nº 1-2, p. 153-164.

PASCUAL, R. (2014) *Guia dels arbres dels Països Catalans*. Valls. Ed. Cossetània Edicions.

PÉREZ, A.; PÉREZ, E.; PALLARÈS, N.; LLECHA, C.; NOGALES, A. (2009). "Ética y bienestar de los animales en los parques zoológicos". Trabajo de Deontología Veterinaria, Veterinaria, UAB.

PÉREZ CHISCANO, J.L. (1983)." La ornitocoria en la vegetación de

Extremadura". *Studia botanica*. Vol. 2, p. 155-168.

PETERSON, R.T.; MOUNTFORT, G.; HOLLAND, P.A.D. (1996). *Guia de camp dels ocells dels Països Catalans i d'Europa*. Ed. Omega.

SEO/BIRDLIFE. *Enciclopedia de las Aves de España*. (2008). [Consulta: 23 al 30 de noviembre]. <<http://www.seo.org/listado-aves/>>

SOL, D.; SANTOS, D.; FERIA, E.; CLAVELL, J. (1997). "Habitat selection by the Monk Parakeet during colonization of a new area in Spain." *The Condor*. Vol.99. Nº 1, p. 39-46.