

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“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”**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

Autor/a:  
**David Marín Fabregat**

Tutor/a:  
**Olga Mayoral-García  
Berlanga**

**GANDIA, 2015**



# 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 Beltran Peinado, Albert Caballero Buenaventura,  
David Marín Fabregat

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

**Tutor y Cotutora:**

**Dr. Martí Boada Junca**

**Dra. Olga Mayoral-García  
Berlanga**

**Universidad Autónoma de  
Barcelona (UAB)**



**Directores:**

**Dr. Jordi Duch Cortinas**

**Dra. Almudena Hierro Gutiérrez**

**Dr. Joan Rieradevall Pons**





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*

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*

# 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*

*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*

Memoria del proyecto

Autores: Ivan Beltran Peinado, Albert Caballero Buenaventura (Universitat Autònoma de Barcelona) y David Marín Fabregat (Universitat Politècnica de València)

Cita:

BELTRAN, I.; CABALLERO, A.; MARÍN, D. (2015). "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*". Memoria del Trabajo de Fin de Grado. Universitat Autònoma de Barcelona.

*Todas las tablas y figuras han sido elaboradas por el grupo*



## Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer al Zoo de Barcelona y a su personal por permitirnos realizar este estudio en sus instalaciones, en especial a Eulalia Bohigas Arnau por el tiempo que nos ha dedicado, así como por proporcionarnos toda la documentación necesaria para poder elaborar el inventario arbóreo. A Alex Mascarell Llosa por sus consejos e información proporcionada para poder identificar las aves y sus nidos.

También agradecer especialmente a nuestro tutor el Dr. Martí Boada Juncà por guiarnos y animarnos durante el proceso de elaboración de este proyecto. También a nuestra cotutora, la Dra. Olga Mayoral-García Berlanga, por haber aceptado a David como su alumno tutelado pese a que en el presente curso no tenía previsto aceptar ningún proyecto.

Agradecer también a los directores de este proyecto, la Dra. Almudena Hierro Gutiérrez y al Dr. Joan Rieradevall Pons por el seguimiento y aportaciones realizadas en cada una de las etapas de este proyecto y, en especial, al Dr. Jordi Duch Cortinas por sus consejos a la hora de elaborar la cartografía asociada al proyecto.

Agradecer a la Dra. Sonia 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.

Por último, a nuestros familiares y amigos por la confianza y apoyo que han puesto en nosotros, sirviéndonos de gran ayuda en los momentos más difíciles.

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*

## Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	15
2.	ANTECEDENTES.....	19
2.1.	Evolución histórica Zoo de Barcelona (1892-Actualidad) .....	21
2.2.	Inventario arbóreo del Zoo de Barcelona (1999).....	23
2.3.	Guía botánica del Zoo de Barcelona .....	24
2.4.	La observación de las Aves en el Zoo. “Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d’observació” .....	26
2.5.	Estudios sobre aves en la ciudad de Barcelona.....	27
2.5.1.	Estudios sobre la cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> ) en Barcelona..	27
2.5.2.	Estudios sobre la garza real ( <i>Ardea cinerea</i> ) en el Zoo de Barcelona .....	28
2.6.	Índices de Shannon y Simpson en otros estudios .....	28
2.6.1.	Utilización del índice de Shannon. Bojorges et. al. (2005) y X. Batllori (1996) ...	28
2.6.2.	Utilización del índice de Simpson. Martinez et. al. (2008).....	29
3.	Justificación y Objetivos .....	31
3.1.	Justificación del Proyecto.....	33
3.2.	Objetivos del Proyecto .....	34
4.	Metodología .....	35
4.1.	Documentación .....	37
4.2.	Trabajo de campo.....	37
4.2.1.	Actualización del inventario arbóreo .....	37
4.2.2.	Seguimiento y obtención de datos de la avifauna .....	38
4.3.	Trabajo de gabinete .....	40
4.3.1.	Elaboración cartográfica .....	40
4.3.2.	Elaboración de índices de biodiversidad.....	40
4.3.3.	Estructuración de los datos.....	43
4.4.	Esquema metodológico.....	47
5.	Inventario arbóreo .....	49
5.1.	Resumen del inventario .....	83
5.2.	Periodos de floración y fructificación de las especies arbóreas del Zoo.....	84
6.	Estudio de las aves de interés .....	89
6.1.	Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> ).....	91
6.2.	Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> ).....	91

6.3.	Urraca ( <i>Pica pica</i> ) .....	92
6.4.	Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> ) .....	93
6.5.	Datos de muestreos de aves .....	93
6.6.	Nidos de las aves de estudio .....	100
7.	Resultados .....	101
7.1.	Comparativa entre los inventarios de 1999 y 2014 .....	103
7.2.	Arbolado del Zoo y su relación con la avifauna urbana .....	105
7.2.1.	Calendario trófico .....	105
7.2.2.	Relaciones tróficas entre las aves de estudio y la vegetación del Zoo .....	110
7.2.3.	Relaciones genotópicas entre las aves de estudio y la vegetación del Zoo .....	113
7.3.	Índices de biodiversidad .....	116
7.3.1.	Índice de Shannon .....	116
7.3.2.	Índice de Simpson .....	118
7.3.3.	Adaptación del índice de Singapur .....	119
8.	Conclusiones .....	125
9.	Propuestas de mejora .....	131
10.	Bibliografía y documentación .....	141
	Presupuesto, Huella de carbono asociada al proyecto y Programación .....	147
	Presupuesto .....	149
	Huella de carbono asociada al proyecto .....	150
	Programación .....	152
	Glosario .....	155

# Índice de Tablas, Figuras, Fichas e Ilustraciones

---

## Tablas

Tabla 1. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 1-A.....	51
Tabla 2. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 2-A.....	52
Tabla 3. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 2-A (Continuación).....	53
Tabla 4. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 3-A.....	53
Tabla 5. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 3-A (Continuación).....	54
Tabla 6. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 4-A.....	54
Tabla 7. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 4-A (Continuación).....	55
Tabla 8. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 5-A.....	56
Tabla 9. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 6-A.....	57
Tabla 10. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A.....	57
Tabla 11. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A (Continuación).....	58
Tabla 12. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A (Continuación).....	59
Tabla 13. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 8-A.....	59
Tabla 14. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 9-A.....	60
Tabla 15. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A.....	61
Tabla 16. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A (Continuación).....	62
Tabla 17. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A (Continuación).....	63
Tabla 18. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 11-A.....	63
Tabla 19. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 12-A.....	64
Tabla 20. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 12-A (Continuación).....	65
Tabla 21. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 14-A.....	66
Tabla 22. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 14-A (Continuación).....	67

Tabla 23. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 15-A.....	67
Tabla 24. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 15-A (Continuación).....	68
Tabla 25. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A.....	68
Tabla 26. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A (Continuación).....	69
Tabla 27. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A (Continuación).....	70
Tabla 28. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A.....	71
Tabla 29. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A (Continuación) .....	72
Tabla 30. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A (Continuación).....	73
Tabla 31. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A.....	73
Tabla 32. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A (Continuación).....	74
Tabla 33. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A (Continuación).....	75
Tabla 34. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A.....	76
Tabla 35. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A (Continuación).....	77
Tabla 36. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A (Continuación).....	78
Tabla 37. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 21-A.....	78
Tabla 38. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 22-A.....	79
Tabla 39. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A.....	79
Tabla 40. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A (Continuación).....	80
Tabla 41. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A (Continuación).....	81
Tabla 42. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 24.....	82
Tabla 43. Especies arbóreas más abundantes del Zoo (2014).....	83
Tabla 44. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde <i>Aesculus hippocastanum</i> a <i>Eucalyptus globulus</i> .....	85
Tabla 45. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde <i>Ficus benjamina</i> a <i>Robinia pseudoacacia</i> .....	86
Tabla 46. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde <i>Salix babylonica</i> a <i>Yucca elephantipes</i> .....	87
Tabla 47. Datos de los muestreos generales de aves en el Zoo de Barcelona.....	94
Tabla 48. Muestreo de aves en el área de los pelícanos.....	96

Tabla 49. Muestreo de aves en la granja.....	97
Tabla 50. Muestreo de aves en el palmeral.....	98
Tabla 51. Muestreo de aves en la dirección.....	99
Tabla 52. Distribución de los nidos de <i>Ardea cinerea</i> , <i>Myiopsitta monachus</i> , <i>Pica pica</i> y <i>Sylvia atricapilla</i> según especies arbóreas.....	100
Tabla 53. Evolución de las especies más abundantes del arbolado del Zoo (1999-2014).....	104
Tabla 54. Evolución de las especies más representativas dentro de la categoría "Otros" (1999-2014).....	105
Tabla 55. Calendario trófico. Especies desde <i>Aesculus hippocastanum</i> a <i>Eucalyptus globulus</i> ....	107
Tabla 56. Calendario trófico. Especies desde <i>Ficus benjamina</i> a <i>Platanus x hispanica</i> .....	108
Tabla 57. Calendario trófico. Especies desde <i>Podocarpus neriifolius</i> a <i>Yucca elephantipes</i> .....	109
Tabla 58. Categorías para el índice de Shannon.....	116
Tabla 59. Valores obtenidos del índice de Shannon para las áreas de estudio.....	117
Tabla 60. Categorías para el índice de Simpson.....	118
Tabla 61. Valores obtenidos del índice de Simpson para las áreas de estudio.....	119
Tabla 62. Clasificación de las aves observadas durante el estudio según su hábitat natural....	122

## Figuras

Figura 1. Porcentaje de especies arbóreas con fruto según las estaciones del año.....	106
Figura 2. Porcentaje de especies arbóreas del Zoo que forman, o no, cavidades.....	114
Figura 3. Distribución de nidos de <i>Ardea cinerea</i> , <i>Myiopsitta monachus</i> , <i>Pica pica</i> y <i>Sylvia atricapilla</i> según las especies arbóreas.....	115
Figura 4. Distribución geográfica según el origen de las especies arbóreas del Zoo de Barcelona.....	121
Figura 5. Emisiones totales de CO2 en la elaboración del proyecto.....	151

## Fichas

Ficha* Modelo de ficha para las especies arbóreas más representativas.....	45
Ficha** Modelo de ficha para las especies de aves estudiadas.....	46

## Ilustraciones

Ilustración 1. Recinto de Osos marinos ( <i>Zalophus californianus</i> ) durante la nevada de 1962 Fuente: Archivos históricos del Zoo de Barcelona.....	22
Ilustración 2. Dos ejemplares de Gorila Occidental ( <i>Gorilla gorilla</i> ), siendo el de la derecha Floquet de Neu Fuente: Internet.....	22
Ilustración 3. Portada de la Guía Botánica del Zoo de Barcelona (2014). Fuente: Guía Botánica 2014.....	24
Ilustración 4. Ficha completa del ginkgo ( <i>Ginkgo biloba</i> ). Fuente: Guía Botánica 2014.....	25
Ilustración 5. Mapa con la ubicación de los arbustos de la Guía Botánica del Zoo de Barcelona Fuente: Guía Botánica 2014.....	25
Ilustración 6. Portada del Libro "Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d'observació".....	26
Ilustración 7. Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> ) alimentándose de aligustre ( <i>Ligustrum japonicum</i> ). Fuente: A. Earnshaw (21/06/2008).....	110
Ilustración 8. Urraca ( <i>Pica pica</i> ) alimentándose de restos de frutos. Fuente: Vicent Bataller.....	111
Ilustración 9. Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> ) alimentándose. Fuente: Carlos S. Nieto, 2012.....	112
Ilustración 10. Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> ) alimentándose de frutos de hiedra ( <i>Hedera helix</i> ). Fuente: Màrius Domingo (05-02-2012).....	113
Ilustración 11. Nido de cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> ) en una palmera datilera ( <i>Phoenix dactylifera</i> ) del Zoo de Barcelona. Fuente: Elaboración Propia.....	115



*“Lo único que pueden hacer los animales es utilizar la naturaleza exterior y modificarla por el mero hecho de su presencia en ella. El hombre, en cambio, modifica la naturaleza y la obliga así a servirle, la domina.”*

Friedrich Engels

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*

# 1. INTRODUCCIÓN

---





Prácticamente la mitad de la humanidad vive actualmente en ciudades y, dentro de dos décadas, lo hará el 60% de la población mundial (UN-HABITAT, 2008). Este crecimiento de la población urbana puede afectar a las especies autóctonas, que se ven privadas de su hábitat natural.

Varios estudios han puesto de manifiesto este efecto negativo sobre aves (Jokimäki, 1999) y lagartijas en áreas residenciales (Germaine & Wakeling, 2001). Entre los invertebrados, se ha demostrado este efecto sobre mariposas (Blair & Launer, 1997; Hardy & Dennis, 1999) y escarabajos (Davis, 1978). Por contra, las ciudades pueden albergar un mayor número de individuos de aves, por ejemplo, que las zonas agrícolas de similar superficie (Mason et al., 2007). Estas aves se ven beneficiadas por las zonas verdes presentes en las ciudades ya que reducen el impacto de las áreas urbanas.

La ciudad de Barcelona cuenta en la actualidad con 967 hectáreas de zonas verdes repartidas entre sus parques y jardines. Pese a representar sólo un 10% de la superficie total de la ciudad, 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 Parc de la Ciutadella) y los parques abiertos (Boada & Capdevila, 2000).

Aun así, estas zonas verdes, que cuentan con una gran diversidad de especies vegetales, actúan como puntos clave para muchas especies animales y realizan, además, funciones muy importantes dentro del sistema urbano. Un claro ejemplo de esto es la depuración de la atmosfera mediante la captura del CO<sub>2</sub> y su transformación en O<sub>2</sub> y la disminución de la concentración de las partículas en suspensión (Sukopp *et al.*, 1982) así como servir de refugio, tanto para la fauna urbana como para algunas aves migratorias. A pesar de su importancia, muchas de estas funciones, generalmente pasan desapercibidas ante la mayor parte de la sociedad.

Estos espacios verdes dentro de las ciudades 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'.

Estas islas concentran gran parte de la biodiversidad de los sistemas urbanos, pudiendo encontrar en ellas gran variedad de especies de plantas y animales que las usan como nódulos de recarga. Este concepto es utilizado para referirse a aquellas zonas verdes que actúan como reservorio de especies, las cuales pueden llegar a entrar en el sistema urbano (Sánchez, 2011). Esta entrada al sistema urbano, por parte de las diferentes especies, depende 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.*).

Esta biodiversidad de fauna urbana puede ser tratada como un bioindicador de los diferentes factores antes mencionados. Un claro ejemplo de esto lo conforman las aves, indicadores del estado de conservación y de gestión de los espacios verdes. Por ello, algunos autores (Brizz,

1999) consideran que se debe aumentar progresivamente la naturación de la ciudad fomentando estrategias y acciones destinadas a incorporar o promover la naturaleza en nuestras vidas, favoreciendo la entrada de flora y fauna autóctonas, que deberían comportar una naturalización sostenible.

Si se observa el Zoo, situado en el Parc de la Ciutadella, se puede ver que este actúa como uno de los nódulos de recarga más importantes de la ciudad, sirviendo de intermediario entre el sistema urbano y el resto de zonas verdes. Una gran parte de las especies de aves que actualmente se observan en el sistema urbano tienen sus áreas de descanso en los árboles del Zoo, introduciéndose en la ciudad en búsqueda de alimento o, sencillamente, se encuentran de paso hacia otras zonas verdes o espacios naturales donde consiguen alimento (el río Llobregat o el Parc Natural de Collserola). Esta riqueza tan especial que presenta el Zoo, convirtiéndole en un sistema único, se debe a que en él las aves pueden encontrar distintos factores que propician su desarrollo, como son: la disponibilidad de agua salobre y de agua dulce en abundancia, una disminución de depredadores potenciales, gran cantidad de alimento (relación trófica) o la gran variedad de especies de árboles donde pueden ubicar sus nidos (relación genotópica).

Por lo tanto, se puede observar que el Zoo es un importante nódulo de dispersión de especies hacia el sistema urbano debido, principalmente, a la variada vegetación que este posee, así como del resto de factores que lo hacen único con respecto a otras zonas verdes, tanto en la ciudad de Barcelona como en su área metropolitana. Esta fauna aviar urbana está muy ligada a la correcta gestión de la vegetación de los sistemas urbanos pudiendo llegar a atraer unas especies u otras en función de la vegetación presente en cada lugar. Por ejemplo, se ha observado que la diversidad de aves aumenta al aumentar la diversidad del arbolado autóctono, pero que esta disminuye al crecer la proporción de arbolado exótico (X. Batllori & F. Uribe, 1988).



## 2. ANTECEDENTES

---







El presente capítulo constará de los siguientes apartados: La evolución histórica del Zoo de Barcelona (1892-Actualidad); el inventario arbóreo del Zoo de Barcelona; la Guía Botánica del Zoo de Barcelona; la observación de las aves dentro del recinto y, por último, la explicación de anteriores usos de los índices de Shannon y de Simpson.

En primer lugar, se describirá la evolución del Zoo desde sus inicios, en 1892, hasta la actualidad, 2015, así como algunos proyectos y estudios que esta entidad ha desarrollado con la finalidad de contribuir a la educación ambiental como la guía botánica y la guía de identificación de aves. Además, también se explicarán diferentes casos de estudio en los que se tratan temas relacionados con la biodiversidad vegetal en las ciudades y cómo esta actúa como imán de fauna, estudios sobre aves en Barcelona y también varios estudios en los que se han utilizado los índices de Shannon y Simpson para evaluar el estado de la biodiversidad.

## **2.1. Evolución histórica Zoo de Barcelona (1892-Actualidad)**

El Zoo de Barcelona abre sus puertas el 24 de Septiembre de 1892 cuando el banquero Lluís Martí Codolar cede su colección de animales exóticos y autóctonos al Ayuntamiento de Barcelona. Su instalación, de forma provisional, tiene lugar en el Parc de la Ciutadella, donde se aprovecha el espacio que había formado parte de la Exposición Universal de 1888.

En sus inicios, este recinto se concibió como un espacio público con la misión de conservar la fauna silvestre, por lo que la Junta Técnica del Museo de Ciencias Naturales y Jardines Botánicos de Barcelona, establece como principal objetivo garantizar el carácter científico de la institución junto a objetivos de entretenimiento.

Por otro lado, en 1897, es publicado El primer catálogo del Zoo en el que cada ejemplar aparecía acompañado de su precio de venta. Esto es debido a que la subasta de los animales excedentes era la principal fuente de financiación para el Zoológico. Dos años después, el Zoo contaba con tres secciones diferenciadas: primates, animales acuáticos y cuadrúpedos, además de patos y gallinas, siendo estos, con la venta de huevos y plumas, una de las principales fuentes de financiación.

A partir de 1927 se establece una nueva fuente de financiación, cobrar por la entrada al Zoo. Este nuevo incremento de los ingresos permitió la construcción de nuevas infraestructuras, así como la introducción de mejoras en las instalaciones ya existentes. Dos años más tarde, por motivo de la Exposición Universal de 1929, se vio incrementada la colección de animales, así como la superficie del recinto y la introducción de más mejoras en las instalaciones. Estos hechos se vieron favorecidos debido al aumento de la popularidad que vivió el Zoo durante la celebración de este acontecimiento.

En 1931, año de la proclamación de la Segunda República, el director tuvo la idea de percibir el Zoo como un jardín zoológico y no como una mera colección de animales. Este pensamiento conllevaba el traslado del Zoo a una ubicación definitiva pero el estallido de la Guerra Civil dejó a un margen esta iniciativa.

En los años siguientes, el trascurso de la Guerra Civil y de la postguerra, marcó el desarrollo del Zoo, quedando sumido en la miseria, de la misma manera que el resto del país.

No fue hasta 1956 cuando el Zoo recibió un importante impulso para su modernización con la aprobación del proyecto de reforma y ampliación. Con este fin, las jaulas fueron sustituidas por espacios más amplios y adecuados a las necesidades de cada animal, intentando reproducir su hábitat y ampliando la superficie.

Poco después se creó una institución científica que regulaba el intercambio de animales entre zoos, así como la especialización de estudios en la biología de los primates.

En 1962 un grave acontecimiento provocó una serie de estragos en el Zoo, la nevada de Barcelona, siendo la causa de que un gran número de pájaros se escaparan y que algunos ejemplares de especies no habituadas a tales temperaturas fallecieran.



**Ilustración 1.** Recinto de leones marinos (*Zalophus californianus*) durante la nevada de 1962. Fuente: Archivos históricos del Zoo de Barcelona

En 1966 se incorporó al zoológico el primer gorila albino, Floquet de Neu, símbolo del Zoo incluso después de su muerte, en 2003.



**Ilustración 2.** Dos ejemplares de Gorila occidental (*Gorilla gorilla*) siendo el de la derecha "Floquet de Neu". Fuente: Archivos históricos del Zoo de Barcelona

En 1988 se produce un cambio de paradigma y el comienzo de una nueva etapa en los zoológicos de todo el mundo con la creación de la Asociación Mundial de Zoos y Acuarios (WAZA), que reivindica los principios y las prácticas sobre el trato de animales. Por lo tanto, los zoos se convierten en espacios que permiten que el público comprenda la importancia del valor de la biodiversidad biológica de fauna y flora, los ecosistemas y la interdependencia de todos los organismos de la Tierra, incluido el hombre.

En el año 1990, y aplicando la filosofía WAZA, el Zoo de Barcelona mejora sus espacios y crea la granja, un lugar donde los más pequeños pueden estar en contacto directo con los animales y la flora autóctona que la habita.

El escenario de futuro del Zoo se basa en las tres premisas clave marcadas por la WAZA.

1. **Conservación.** Los parques se convierten en un espacio de ocio familiar y, a la vez, en una pieza clave en la estrategia de preservación de la biodiversidad ya que mediante el aprendizaje que ofrece el Zoo, se pueden llegar a conocer los hábitats amenazados de la Tierra.  
Este objetivo es básico, por lo que es necesaria una coordinación con otros organismos e instituciones de conservación a nivel mundial.
2. **Investigación.** Para poder llevar a cabo programas de conservación, es esencial llevar a cabo estudios de investigación que ayuden a conocer mejor las poblaciones y el desarrollo de las especies amenazadas. En este punto, los zoológicos son instituciones privilegiadas ya que disponen de grandes colecciones de animales en cautividad que les permiten llevar a cabo estas investigaciones.
3. **Educación.** También hay que saber dar información a aquellos visitantes con mayor curiosidad como puedan ser estudiantes o, incluso, investigadores.  
La tendencia de los últimos años ha sido la de dejar a un lado la imagen de equipamientos relacionados con el entretenimiento infantil y centrarse en su actividad de conservación y educación. Uno de los retos actuales de los zoológicos es llegar a todo el mundo ya que cada vez la población ve la naturaleza como algo lejano debido a que un número mayor de población vive en los núcleos urbanos. Un grupo al que hay que llegar son las generaciones futuras, los niños, ya que son los que adquirirán estos valores desde una edad temprana y la transmitirán a otras generaciones.

En la actualidad, tras sus 120 años de historia, el Zoo cuenta con una superficie de 13,5 hectáreas, aloja a 2.200 ejemplares de 315 especies diferentes y recibe más de un millón de visitas anuales.

## 2.2. Inventario arbóreo del Zoo de Barcelona (1999)

Previamente a la realización de este proyecto, ya existía un inventario de toda la vegetación (arbórea y arbustiva) presente en el Zoo de Barcelona, realizado en 1999 por dos estudiantes de Biología para su proyecto final de carrera.

Este inventario se divide en dos partes. La primera de ellas consiste en una hoja Excel en la que aparecen identificados todos los árboles y arbustos, el número identificativo que se les ha asignado, la ubicación en el plano y el nombre de la especie a la que pertenecen.

La segunda parte consiste en un dossier basado en un plano cartográfico del zoológico, obtenido mediante programa SIG. Este plano está subdividido en 21 hojas, estando cada una de estas representada en un plano con una escala 1:300, consiguiendo así un mayor detalle de la vegetación. En las primeras páginas de este dossier se presenta la leyenda en la que se encuentran los iconos de las especies más representativas (plátanos, palmeras, yucas,

tipuanas, robinias y falsa acacia de Japón), así como el número identificativo de cada especie, número de ejemplar, perímetro y altura, en el caso de las palmeras.

Al final del dossier encontramos un listado con todas las especies vegetales, tanto arbóreas como arbustivas, presentes en el Zoo, apareciendo cada uno de los números identificativos para cada especie y su correspondiente nombre, tanto en nomenclatura científica, como su nombre común en catalán.

### 2.3. Guía botánica del Zoo de Barcelona

El Zoo de Barcelona, dentro del Parque de la Ciutadella, es uno de los principales pulmones verdes de la ciudad de Barcelona y cuenta con la presencia de más de 300 especies vegetales diferentes entre árboles, palmeras y arbustos.

Por lo tanto, con el objetivo de dar a conocer al público en general las especies más destacadas, presentes en el Zoológico, se publicó en 2014 la Guía Botánica del Zoo de Barcelona (Ilustración 3).

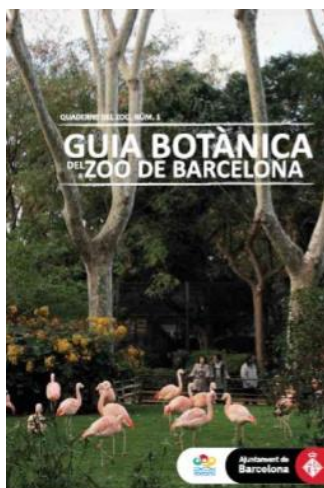
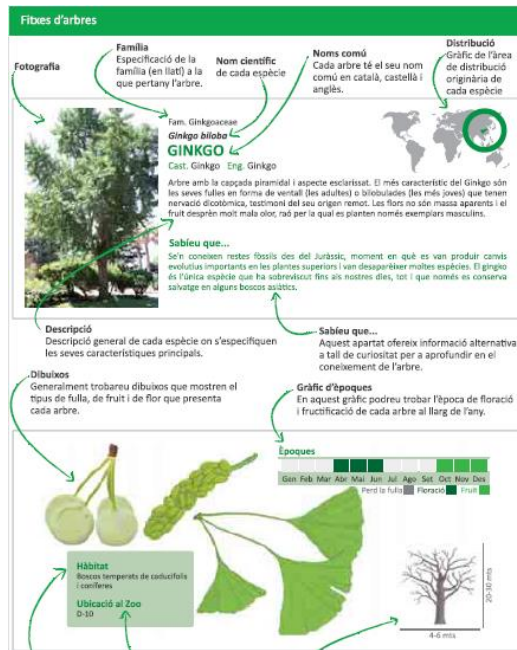


Ilustración 3. Portada de la Guía Botánica del Zoo de Barcelona (2014). Fuente: Elaboración propia

En esta guía se describen las 50 especies de árboles y las 50 especies de arbustos más característicos del Zoo, lo que permite profundizar a los lectores en el conocimiento del campo florístico. Cada uno de los árboles y arbustos presentes en la guía consta de una ficha completa con información característica de cada especie (nomenclatura, área de distribución, tipo de hoja, tipo de fruto y de flor), tal y como se observa en la ilustración 4 en el caso del ginkgo (*Ginkgo biloba*).



Il·lustraci3 4. Ficha completa del ginkgo (*Ginkgo biloba*). Fuente: Imàgen escaneada a partir de la Guia Botànica del Zoo de Barcelona del 2014

Ademàs, como introducci3 antes de cada apartado o grupo (àrboles y arbustos) de la guía, aparece un plano del Zoo con una leyenda numerada, en el que se observa cual es la ubicaci3 exacta de algunos ejemplares característicos de cada especie, tal como se observa en la Il·lustraci3 5.



Il·lustraci3 5. Mapa con la ubicaci3 de arbustos de porte destacado de la Guia Botànica del Zoo de Barcelona. Fuente: Imàgen escaneada a partir de la Guia Botànica del Zoo de Barcelona del 2014

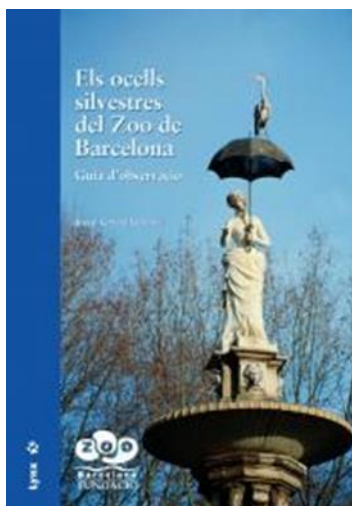
Para reforzar esta guía, también se colocaron rótulos en las ubicaciones de las diferentes especies presentes en la guía donde se proporciona una informaci3 similar al igual que se hace con los animales. Ademàs, estos rótulos incorporan códigos QR con contenido adicional como por ejemplo locuciones.

## 2.4. La observación de las Aves en el Zoo. “Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d’observació”

Las peculiares características del Zoo de Barcelona contribuyen al establecimiento de una flora y una fauna muy destacadas, especialmente relevante en cuanto a la avifauna se refiere. En total, en el Zoo, se han observado un total de 188 especies de aves, ya sea de especies residentes, no residentes o accidentales que se han observado en contadas ocasiones.

Por otro lado, se tiene constancia de la enorme cantidad de guías de observación de aves ya existentes, pero todas estas suelen centrarse en amplias zonas, ya sea Europa, la Península Ibérica o Cataluña.

Sin embargo, este problema se vio resuelto en el año 2012 con la publicación, tras años de observaciones y anotaciones, del libro “Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d’observació” (Ilustración 6). Esta guía, a diferencia de las otras, se centra en un espacio mucho más pequeño como es el Zoo de Barcelona.



**Ilustración 6. Portada del Libro "Els ocells silvestres del Zoo de Barcelona. Guia d’observació". Fuente: Imagen escaneada a partir del mismo libro**

Este libro está dividido en dos partes. En la primera parte se hace mención a la relación histórica de la ciudad de Barcelona y el Zoo con la conservación de la avifauna, el anillamiento científico de aves en el parque y las claves para observar a las aves en el Zoo, acompañado de un mapa en el que se sugiere una ruta por los jardines del parque y dónde y cómo se pueden observar las especies más representativas.

En la segunda parte, se ofrece una gran variedad de fichas de las aves vistas en el zoológico durante todos estos años así como datos sobre la especie, curiosidades, y un calendario con las probabilidades de observación en el Zoo durante los 12 meses del año. También se clasifican las aves según su fenología (especie sedentaria, estival, hibernante, migratoria, ocasional o accidental) y si son, o no, nidificantes en el parque.

## 2.5. Estudios sobre aves en la ciudad de Barcelona

El caso de la ciudad de Barcelona es paradigmático por su riqueza de ambientes en una superficie relativamente pequeña. Para estudiar la biodiversidad urbana hay que considerar los hábitats que hay presentes en la ciudad.

Principalmente, se pueden diferenciar tres tipos de unidades en el interior de las ciudades (Boada et. al., 2001).

**Mundo verde.** Se refiere a aquella estructura en el esquema urbano que se sitúa sobre suelo natural. Se puede diferenciar entre arbolado viario, parques y jardines, medio forestal y solares.

**Mundo gris.** Hace referencia a las construcciones. Se puede diferenciar entre paredes y muros, calles y plazas, edificios y grandes infraestructuras viarias.

**Mundo azul.** Incluye las zonas húmedas y aquellos espacios con predominio de agua. Se puede diferenciar entre estanques, fuentes, lagos artificiales y playas y puertos.

Esta gran variedad de espacios propician la presencia de un amplio abanico de fauna.

### 2.5.1. Estudios sobre la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) en Barcelona

Barcelona presenta una de las familias de aves, los psitácidos, que, por la falta de controladores naturales y la ocupación de un nicho ecológico libre, pueden conducir a un éxito colonizador e incluso adquirir las características de plaga. Pese a que destacan tres especies dentro de esta familia, cotorra de Kramer (*Psittacula Krameri*), aratinga cabeciazul (*Aratinga acuicaudata*) y cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), siendo ésta última la que mejor se ha integrado en la dinámica de la ciudad (Batllori & Nos, 1985). Algunos de los factores clave en su éxito colonizador son el hecho de construir grandes nidos comunitarios, utilizados para descansar y reproducirse (Forshaw & Cooper, 1973 en Sol & Senar, 1991), su área de actividad reducida, en la que consigue el alimento y los aportes de ramas necesarios (Shields et al., 1974 y Hardy, 1964) con un radio de 500m alrededor del nido, nunca superando el kilómetro. Además, la cotorra de pecho gris explota árboles cuya altura no supera los 15 metros mostrando preferencia por palmeras (*Phoenix spp.*), pinos carrascos (*Pinus halepensis*) y cipreses (*Cupressus sempervirens*), especies bien representadas en la ciudad (Batllori & Nos, 1985). De todas maneras, es probable que la selección de hábitat varíe debido a la expansión de la población, que provocará una reducción en el número de lugares disponibles (Sol, Santo, Feria & Clavell, 1997).

La primera cita de nidificación comprobada en la ciudad data de 1974 en las palmeras del cementerio del barrio de Poblenou. Posteriormente se fueron estableciendo en zonas enjardinadas de todo el municipio.

En 1991, una fuga de ejemplares recién llegados al Puerto de Barcelona, aportó nuevos individuos a las colonias de la ciudad y desde entonces el aumento en su número de ejemplares ha sido exponencial (Boada et. al., 2001).

En su área de origen (América del Sur) esta especie ha causado importantes problemas en los cultivos de cereal (Freeland, 1973). La población de Barcelona puede actuar como fuente de dispersión hacia otros puntos de la ciudad y del país, donde podrían causar plagas en la agricultura (Sol et. al., 1997).

### **2.5.2. Estudios sobre la garza real (*Ardea cinerea*) en el Zoo de Barcelona**

Hay que destacar el papel dispersor de las especies alóctonas que ha tenido el Zoo de Barcelona a lo largo de su historia y que han pasado a formar parte de la biodiversidad urbana.

Un ejemplo remarcable es la población de garzas reales (*Ardea cinerea*) que se ha establecido en el Zoo. Esta colonia se inició en 1972 con la puesta en libertad de unos cuantos ejemplares que ese mismo año ya nidificaron fuera de las jaulas. Actualmente la de Barcelona es la colonia urbana europea más importante de garzas reales (Alex Mascarell, *com. verb.*).

Esta colonia es importante como centro de atracción de otras especies dentro de este Parque como son los casos de la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) y la garceta común (*Egretta garzetta*) que forman interesantes dormitorios mixtos de 20-60 ejemplares (J.García, mencionado en Boada et. al, 2001).

## **2.6. Índices de Shannon y Simpson en otros estudios**

Con el objetivo de poder conocer los valores de biodiversidad que se obtienen en diferentes ecosistemas, se ha realizado una búsqueda de otros estudios en los que se han aplicado los índices de Simpson y Shannon.

### **2.6.1. Utilización del índice de Shannon. Bojorges et. al. (2005) y X. Batllori (1996)**

Este índice ha sido utilizado en estudios como el de Bojorges y López-Mata (2005), que es una actualización de su mismo estudio años atrás, para analizar la riqueza y biodiversidad de aves en una selva mediana en el centro de Veracruz, en México. En este estudio, se registraron la riqueza y diversidad de aves en tres áreas distintas de una selva subperennifolia (pastizal ganadero, selva con regeneración y selva madura). Mediante el índice de Shannon se estimó que no había grandes diferencias biodiversidad de aves entre el pastizal ganadero (4,19) y la



selva con regeneración (4,24). Por el contrario, la selva madura presentaba un índice de Shannon inferior (3,4) al obtenido en los dos anteriores.

En el caso de la ciudad de Barcelona, ésta dispone de censos de las poblaciones de aves nidificantes e invernantes gracias a los estudios iniciados por Xavier Batllori. Por ejemplo, en Batllori, 1996 se obtiene un valor para el índice de Shannon en el Parc de la Ciutadella de 2.54 y una diversidad de especies de 18. También concluye que las especies de aves típicas de espacios forestales han tenido un notable ascenso en los parques y jardines de la ciudad. El petirrojo (*Erithacus rubecula*) es la especie que más ha aumentado en los últimos 20 años mientras que el ruiseñor (*Luscinia megarhynchos*) ha sufrido un notable descenso. Entre las especies nuevas, Batllori afirma que las que se pueden observar con más facilidad son el arrendajo (*Garrulus glandarius*), la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) y la paloma torcaz (*Columba palumbus*).

### **2.6.2. Utilización del índice de Simpson. Martínez et. al. (2008)**

El índice de Simpson ha sido utilizado en estudios sobre diversidad de aves como es el caso del realizado por Martínez, Coronel y Ugaz 2008 en el que se estudia la diversidad de aves de la zona de San Juan de Curumuy, en Perú. En este trabajo, se dividió el bosque en tres ecosistemas (algarrobales, humedal y cultivos) y se procede a determinar la diversidad por diferentes métodos, entre los cuales se encuentra el de Simpson. Los valores más altos del índice de Simpson se encontraron en el algarrobal (0,957). Este valor, al estar cerca de uno, nos indica que en este ecosistema se encuentra presente una gran diversidad dado que este índice representa la probabilidad que, al escoger dos individuos al azar, estos pertenezcan a especies diferentes.

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*

### **3. Justificación y Objetivos**

---





### 3.1. Justificación del Proyecto

Como ya se ha mencionado anteriormente, las zonas verdes urbanas compuestas por parques y jardines son de vital importancia para el correcto desarrollo del ecosistema urbano. Con este proyecto se busca determinar las relaciones tróficas y genotópicas se establecen entre las distintas aves de estudio y los árboles del zoo, con la finalidad de encontrar aquellas especies de árboles que se deberían introducir en el sistema urbano en el caso de querer que estas aves quedaran naturalizadas dentro del sistema urbano.

Para ello, se llevará a cabo una actualización del inventario de arbóreo del Zoo de Barcelona con el objetivo de conocer todas las especies que se encuentran actualmente en este recinto. Cabe mencionar que el área de estudio corresponde sólo a los paseos y exteriores de los recintos de los animales. Esto es debido a que se considera que son una muestra significativa y representativa de todas las especies de árboles presentes en el Zoo, por lo tanto sólo se renovará el inventario de las especies de dichos lugares, quedando fuera las situadas en los recintos de la fauna. Sólo se justificará la actualización o estudio de algún recinto aislado debido a que este pueda contener alguna especie de árbol o peculiaridad interesante para el estudio.

También se calcularán tres índices (Shannon, Simpson y Singapur) con el objetivo de obtener una visión global del estado de la biodiversidad en el parque así como de la abundancia y riqueza de las especies observadas.

La razón de estudiar las aves y no cualquier otro tipo de fauna se debe a que Barcelona se encuentra en la ruta de diferentes especies de aves migratorias, muchas de ellas amenazadas o en peligro, que usan los parques y jardines de la ciudad como lugar de descanso en sus viajes.

Las aves de estudio se han escogido basándose en su estado actual como especie así como en sus patrones de nidificación, alimentación y ocupación. Así, se pretende obtener un amplio abanico de resultados de los cuales poder extraer conclusiones que ayuden a mejorar la gestión de estos en futuros proyectos.

Por tanto, se escoge la garza real (*Ardea cinerea*) por su estado de protección (amenazada en Cataluña), además de su gran tamaño, facilitando la identificación. La cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) por el hecho de ser una especie invasora. La urraca (*Pica pica*) por el tipo de alimentación (omnívora) y la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) por el hecho de tratarse de una ave sedentaria y su alimentación (frugívora) que favorece la dispersión de semillas.

Además, para todas las especies, se ha tenido en cuenta que, según la Guía de observación del Zoo de Barcelona, presentan una probabilidad de observación alta en el periodo de realización de este proyecto (Octubre-Febrero).

En resumen, se trabajará en este proyecto con la finalidad de servir como base para futuros estudios que busquen mejorar la gestión de los parques y jardines urbanos en relación a las aves que estos acogen y facilitar la conservación en un futuro.

## 3.2. Objetivos del Proyecto

Este proyecto tiene tres objetivos principales. En primer lugar, la actualización del inventario arbóreo del Zoo, que data de 1999. En segundo lugar, conocer la relación que tienen las aves de estudio con los árboles presentes en el Zoo. Por último, calcular la biodiversidad de aves en el Zoo de Barcelona.

Por lo tanto, los objetivos están divididos de la siguiente manera:

1. Actualización del inventario arbóreo del Zoo y cálculo de la biodiversidad arbórea.
  - Realización del inventario arbóreo actual del Zoo de Barcelona.
  - Comparación, tanto en composición, abundancia y distribución, de los resultados obtenidos con los observados en el inventario elaborado en 1999.
  - Elaboración de una cartografía de la distribución de los árboles utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).
  - Elaboración de un calendario trófico con cada una de las especies de árboles presentes en el zoo.
  
2. Conocer la relación trófica y genotópica de las aves seleccionadas con los árboles del Zoo.
  - Seguimiento y observación de las aves objeto de estudio.
  - Estudio de la abundancia de las aves seleccionadas.
  - Estudio de la relaciones tróficas y genotópicas que mantienen estas aves con las diferentes especies de árboles.
  - Elaboración de un mapa de biodiversidad de la zona de estudio (Zoo de Barcelona) en el que se relacionan las interacciones de las aves de interés con cada uno de los árboles del Zoo.
  - Encontrar las especies arbóreas clave para la naturalización de las aves.
  
3. Calcular la biodiversidad de aves en el Zoo y el estado de conservación actual de esta.



## 4. Metodología

---







## 4.1. Documentación

Con la finalidad de encontrar la información previa necesaria para emprender el presente estudio se buscó a través de distintas fuentes, tanto digitales como físicas.

En primer lugar, la búsqueda se centró en encontrar guías para la identificación de árboles y de aves, siendo prioritarias aquellas basadas en áreas urbanas y sus alrededores. Posteriormente se llevó a cabo una búsqueda más acotada al área de estudio, siendo las principales fuentes bibliográficas la guía botánica del Zoo y la guía sobre las aves silvestres del Zoo de Barcelona.

Tras contactar con los encargados del Zoo de Barcelona para formalizar el proyecto se proporcionó un inventario arbóreo realizado en 1999, el cual se tomó como base para la elaboración del inventario actual y, posteriormente, se realizó la comparativa.

Por último, también se buscó información sobre las posibles especies arbóreas más idóneas para acoger y alimentar a las diferentes especies de aves en el medio urbano.

## 4.2. Trabajo de campo

Debido a la naturaleza del propio proyecto, el trabajo de campo concentró la mayor parte de las tareas. Para facilitar el trabajo, esta etapa se subdividió en otras.

### 4.2.1. Actualización del inventario arbóreo

Se trabajó sobre el inventario arbóreo de 1999 que divide el zoo en 21 páginas, en el que se marcaron los tres posibles acontecimientos que pueden ocurrir en el periodo transcurrido entre 1999 y 2014, siendo los siguientes: que el árbol estuviera presente, que no estuviera presente y, por último, que se encontrase un árbol nuevo, es decir, que no estuviera presente en 1999 pero sí en la actualidad.

Cabe recordar que, para llevar a cabo la actualización del inventario, sólo se tuvieron en cuenta aquellos árboles que se encontrasen fuera de los recintos de los animales y en sus inmediaciones. Añadir que, debido a la realización de obras en ciertas partes del Zoo, hay zonas que no se han podido actualizar ya que el paso a estas estaba restringido.

Para facilitar la actualización del inventario se decidió hacer 3 copias de los planos originales, marcando en cada una de ellas uno de los posibles acontecimientos anteriormente mencionados.

- En la copia 1, se marcaron en azul aquellos árboles presentes tras el periodo 1999-2014. Es decir, aquellos que todavía, a fecha actual (2014), se encontraban en el Zoo.

- En la copia 2, se marcaron en rojo aquellos árboles que no estaban presentes en la actualidad pero sí hace 15 años. Es decir, los que han sido eliminados durante este periodo.
- Por último, en la copia 3, se marcaron en color amarillo los nuevos árboles encontrados en el Zoo.

El itinerario que se siguió a la hora de realizar la actualización se basó en la numeración que se les dio en el inventario de 1999, es decir, se empezó el itinerario por la hoja número 1, se siguió por la 2, y así consecutivamente. También se realizó un sub-itinerario dentro de cada hoja, siguiendo el sentido de las agujas del reloj con la finalidad de hacer un reconocimiento exhaustivo del área.

Por último, se volvieron a identificar, para todos los ejemplares presentes, las especies a las que pertenecen y se compararon con las del inventario anterior, descartando de este modo posibles errores llevados a cabo durante la actualización del mismo.

#### 4.2.2. Seguimiento y obtención de datos de la avifauna

En primer lugar, para su estudio, se escogieron las cuatro especies siguientes de aves: garza real (*Ardea cinerea*), cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), urraca (*Pica pica*) y, por último, curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*).

Después de seleccionar las aves de interés, se pasó a reunir información más detallada sobre cada una (alimentación, morfología, puesta de los huevos, época de reproducción y comportamiento migratorio), así como la realización de diversas charlas con expertos en la materia que facilitaron la búsqueda de estas aves y el reconocimiento de sus comportamientos (muestras de picoteo en los restos de comida, reconocimiento de nidos, identificación de excrementos, etc.).

El siguiente paso fue buscar indicios en cada árbol de la nidificación o alimentación de dichas especies, así como el cálculo de su abundancia y riqueza.

Para la realización del cálculo de la abundancia y riqueza se utilizaron los índices de Shannon y de Simpson. Los datos necesarios para su cálculo se obtuvieron a partir de la delimitación de cuatro parcelas de 40x40m repartidas de manera que quedara representada la máxima diversidad de hábitats. Estas parcelas fueron ubicadas en las siguientes localizaciones:

- El palmeral. Esta zona está situada cerca de la entrada principal del Zoo y es un área principalmente dominada por palmeras de la especie *Phoenix dactylifera*, estando situada a pocos metros de la calle y en la cual se pueden observar diversas instalaciones que contienen aves exóticas en su interior.
- Zona de dirección. Se sitúa a pocos metros de la entrada de la calle Wellington, y también del edificio de dirección del Zoo. Se trata de una zona que presenta una vegetación poco diversa en la que domina la especie *Platanus x hispanica* utilizada

como árbol vial. También es un área que se encuentra a pocos metros de la calle y normalmente transitada debido a su proximidad a las instalaciones de algunos animales emblemáticos como son el león o el tigre.

- Zona de pelicanos. Esta zona se sitúa en la parte central del Zoo, donde se encuentra la instalación de pelicanos de la cual recibe el nombre. Es un área con una biodiversidad arbórea elevada, destacando en la zona el pino piñonero (*Pinus pinea*) y el plátano (*Platanus x hispanica*). También contiene una gran diversidad de especies arbustivas además de un pequeño estanque con agua dulce. En esta zona se encuentra la colonia de garzas reales (*Ardea cinerea*) que actualmente reside en el Zoo de Barcelona.
- La granja. Esta zona se sitúa cerca del límite del Zoo, pero en la zona donde éste entra en contacto con el Parc de la Ciutadella. Es un área que no presenta ningún tipo de vegetación arbórea exceptuando un único ejemplar de higuera (*Ficus carica*). Por contra, es una zona con una gran variedad de especies arbustivas, presentando un pequeño estanque con agua dulce y carpas en su interior. A su alrededor se encuentran instalaciones que contienen diferentes animales de granja como son vacas, cabras, caballos o burros.

En cada una de estas parcelas se registraron las especies y el número de individuos de las aves visualizadas durante aproximadamente quince minutos. Este proceso se repitió una vez por semana durante un total de tres semanas. Además también se utilizó el recorrido del inventario arbóreo para estimar la riqueza total de especies de aves.

Para la determinación de la relación trófica se estudiaron aquellas especies arbóreas más adecuadas como productoras de recursos tróficos durante el periodo de tiempo comprendido entre octubre y finales de diciembre. Para esto se utilizaron dos métodos:

- 1) La observación directa, es decir, la identificación del ave alimentándose directamente de los frutos.
- 2) Mediante observación indirecta, consistiendo este proceso en la recolección de muestras de todos aquellos frutos que presenten indicios recientes de picoteo. Estas muestras estuvieron correctamente etiquetadas, apareciendo el número de árbol, la especie de árbol y el día de la recolección de la muestra. A continuación, estas muestras se llevaron al laboratorio del ICTA donde se analizaron e identificaron con ayuda bibliográfica y de expertos.

Paralelamente al estudio de las relaciones tróficas, se determinó la relación genotópica mediante el estudio de los diferentes nidos. El estudio se realizó a partir de la visualización directa, es decir, se determinó, para cada uno de los árboles en los que se visualizaron nidos, la especie al que pertenecía, así como diferenciar si estaba en uso o no. La clasificación del nido se realizó basándose en patrones de forma, tamaño, textura y localización tras la consulta a expertos, así como la consulta bibliográfica.

En ambos casos, la observación se efectuó siguiendo el mismo recorrido que para la actualización del inventario arbóreo (ver apartado 4.2.1.)

### 4.3. Trabajo de gabinete

#### 4.3.1. Elaboración cartográfica

Se confeccionaron los siguientes planos cartográficos para mostrar la siguiente información:

- **Mapas de la distribución arbórea actual.** En total se elaboraron 26 planos con el objetivo de actualizar el antiguo plano del inventario de 1999. En estos, se reflejó la localización actual de todos los ejemplares de árboles y la especie a la que pertenecen. Los árboles que se encontraban en zonas de obras y en recintos de animales en 1999 también se incluyeron en los planos finales, no obstante se indicó mediante una trama de color en el mismo mapa que estas zonas no habían sido valoradas y que, por lo tanto, estos árboles podían no estar presentes en la actualidad. Para realizar esta tarea se empleó el programa ArcGis y se trabajó sobre la base cartográfica proporcionada por el mismo Zoo.
- **Mapa de la biodiversidad arbórea asociada a las aves de estudio.** Para ello se utilizó la misma base de datos que en la creada para la realización del inventario. Además, se eliminaron aquellas especies arbóreas que no presentaban ningún tipo de relación con las aves de estudio y se añadió información mediante simbología sobre las relaciones genotópicas y tróficas que tenían lugar en cada una de las especies que no habían sido eliminadas.

#### 4.3.2. Elaboración de índices de biodiversidad

##### 4.3.2.1. Índice de Shannon

Es uno de los índices más sencillos y de uso más extendido. Es utilizado para medir la biodiversidad específica. Presenta como ventaja el hecho de ser independiente del tamaño de la muestra, esto indica que funciona bien aun teniendo pocos datos de muestreo. Por ejemplo, no es necesario identificar cada especie sino que basta con saber diferenciar unas de otras y elaborar un recuento total.

$$H' = - \sum_{i=0}^s p_i \ln(p_i)$$

Dónde:

- (H') es el índice de Shannon.
- (p<sub>i</sub>) es la proporción de individuos de una especie respecto al total (la abundancia relativa de la especie).

Se obtienen valores positivos entre 0,5 y 5 pese a que los valores más habituales se encuentran entre 2 y 3. Los valores inferiores a 2 son considerados de baja biodiversidad mientras que los superiores a 3 son considerados de alta biodiversidad.

#### 4.3.2.2. Índice de Simpson

El índice de Simpson, también conocido como el índice de dominancia, fue uno de los primeros índices que se usaron en ecología y es un parámetro que permite medir la biodiversidad específica de un hábitat.

La expresión original del índice de Simpson es la siguiente:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde la  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la  $i$ ésima especie; representando la probabilidad de que un individuo de la especie  $i$  esté presente en la muestra, Por tanto  $p_i$  será:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

En un sistema cerrado donde conocemos el número total de individuos podemos definir el índice de Simpson como aquel índice que mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición adoptando este la siguiente expresión.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

- $N$  es el número total de individuos.
- $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ .
- $S$  es el número de especies presentes.

Como se puede observar a través de la definición, este índice tiene una propiedad opuesta a la diversidad ya que se mide la homogeneidad del sistema. Así que históricamente se decidió modificar este índice con la intención de obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad obteniendo la siguiente ecuación:

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

Esta expresión muestra la probabilidad de encontrar dos especies diferentes en dos extracciones realizadas al azar y sin deposición o lo que es lo mismo, es un indicador de la heterogeneidad del medio.

El resultado de este último índice puede obtener valores que fluctúan entre 0, que es un indicador de baja diversidad hasta un máximo de  $[1-1/S]$  el cual es sinónimo de que no se encuentra ninguna especie dominante y que todas están equitativamente repartidas.

#### **4.3.2.3. Índice de Singapur**

El índice de Singapur es un índice relativamente reciente que se utiliza para estimar el estado de la biodiversidad en sistemas urbanos y tiene en consideración 23 indicadores que influyen en la conservación de la biodiversidad dentro de las ciudades. Estos engloban diversas temáticas, como por ejemplo, las estrategias e inversiones actuales que se siguen en el sistema urbano estudiado para potenciar la biodiversidad o diversos indicadores del estado de esta. Estos indicadores son los siguientes:

1. Proporción de áreas naturales en la ciudad.
2. Medidas de conectividad o redes ecológicas para contabilizar la fragmentación.
3. Biodiversidad autóctona en zonas construidas (aves).
4. Cambio en el nombre de especies autóctonas (plantas vasculares).
5. Cambio en el nombre de especies autóctonas (aves).
6. Cambio en el nombre de especies autóctonas (mariposas).
7. Cambio en el nombre de especies autóctonas (otro grupo taxonómico a elegir por la ciudad).
8. Cambio en el nombre de especies autóctonas (otro grupo taxonómico a elegir por la ciudad).
9. Proporción de áreas naturales protegidas.
10. Proporción de especies alóctonas invasoras.
11. Regulación de la cantidad de agua.
12. Regulación del clima: almacenamiento de carbono i efecto de mitigación de la vegetación.
13. Servicios de recreo y educación: área de parques/1000 habitantes.
14. Servicios de recreo y educación: número de visitas anuales de educación formal (escolares menores de 10 años).
15. Presupuesto destinado a la biodiversidad.
16. Número de proyectos de biodiversidad implementados en la ciudad anualmente.

17. Normativa, regulación y políticas: existencia de estrategias y planes de acción en relación a la biodiversidad local.
18. Capacidad institucional: número de instalaciones relacionadas con la biodiversidad.
19. Capacidad institucional: número de agencias gubernamentales involucradas en cooperación en temas de biodiversidad.
20. Participación: existencia de procesos de consultas públicas formales o informales sobre biodiversidad.
21. Participación: número de agencias, empresas, ONG's, instituciones académicas o internacionales en cooperación con la ciudad en temas de biodiversidad (actividades, proyectos y programas).
22. Educación y concienciación: inclusión de la biodiversidad en los currículos escolares.
23. Educación y concienciación: número de actos de difusión y concienciación pública anuales.

### **4.3.3. Estructuración de los datos**

Se estructuraron los datos obtenidos durante la elaboración del estudio en tablas y fichas, dependiendo de la propia naturaleza del dato y el uso que se le fuera a dar.

#### **4.3.3.1. Elaboración de tablas**

Se elaboraron diferentes tablas con la finalidad de estructurar los datos obtenidos durante el periodo de estudio. Gran parte de las tablas resultantes estuvieron destinadas a contener el inventario arbóreo actual de 2014. El resto de tablas se destinaron a recopilar los datos obtenidos sobre las aves observadas en los muestreos. Las tablas elaboradas fueron las siguientes:

- Tablas de inventario arbóreo. En estas tablas se representó el inventario arbóreo actual, siendo estas las que ocupan un mayor volumen de espacio en el estudio. Se elaboró una tabla para cada una de las 21 hojas presentes en el plano de 1999 que son las mismas que en el plano actual de 2014 tal y como se muestra en la página 8 del libro de cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio, dando como resultado un total de 41 tablas. Esto es debido a que muchas de estas tablas ocupaban demasiado espacio y se decidió dividir las. Estas tablas contienen la siguiente información: número identificativo de cada árbol dentro del Zoo, número del cuadrante en el que se encuentran dentro de cada hoja y nombre de la especie a la que pertenece cada árbol. Además, también se elaboró una última tabla resumen en la que se representaron las 15 especies más abundantes en el Zoo en la que se incluyó

una categoría en la que se agruparon todas las demás, el número de individuos total que de esa especie que encontramos en el Zoo y la proporción total de individuos.

- Tablas de muestreo. Estas tablas son el resultado de la agrupación de los datos que se obtuvieron durante los días de muestreo. Se elaboraron un total de 5 tablas (4 de ellas corresponden a las observaciones en cada área de muestreo, mientras que la tabla restante corresponde a las observaciones de los recorridos generales a lo largo de todo el Zoo, ver apartado 4.2.2). En ellas aparecen nombradas todas las especies que se han observado a lo largo de los diferentes días de estudio, ya sea para cada una de las zonas de estudio o el recorrido general. También se señalan para cada día de muestro las especies observadas mediante una cruz, y en el caso de las áreas de muestreo, también consta el número de ejemplares observados de dicha especie para ese día en concreto.
- Se elaboró un calendario trófico, en el que se muestra para cada una de las especies arbóreas el periodo de maduración de sus frutos. Dicha tabla presenta la siguiente información: en primer lugar aparecen todas las especies arbóreas que fructifican ordenadas alfabéticamente, seguido del periodo en el que fructifican (meses) apareciendo representado mediante una coloración azul.

#### **4.3.3.2. Elaboración de fichas**

Se elaboraron dos tipos de fichas, una descriptiva para cada una de las cuatro especies de aves de interés y una segunda ficha que represente las 11 especies de árboles con un número de ejemplares superior a 15, tal y como se muestra en la Ficha\*. Estas fichas contienen la siguiente información: el nombre común y científico de cada especie, el tipo de hoja, la familia, descripción de la especie, curiosidades, descripción del fruto y el lugar de origen.

En las fichas de aves (Ficha\*\*) se menciona el nombre de la especie en varios idiomas y su nombre científico, el estado de conservación en el que se haya tanto a nivel autonómico como a nivel europeo, la legislación aplicable a cada especie a nivel estatal e internacional, una descripción de la especie, el tipo de alimentación, reproducción y su estado en el Zoo.



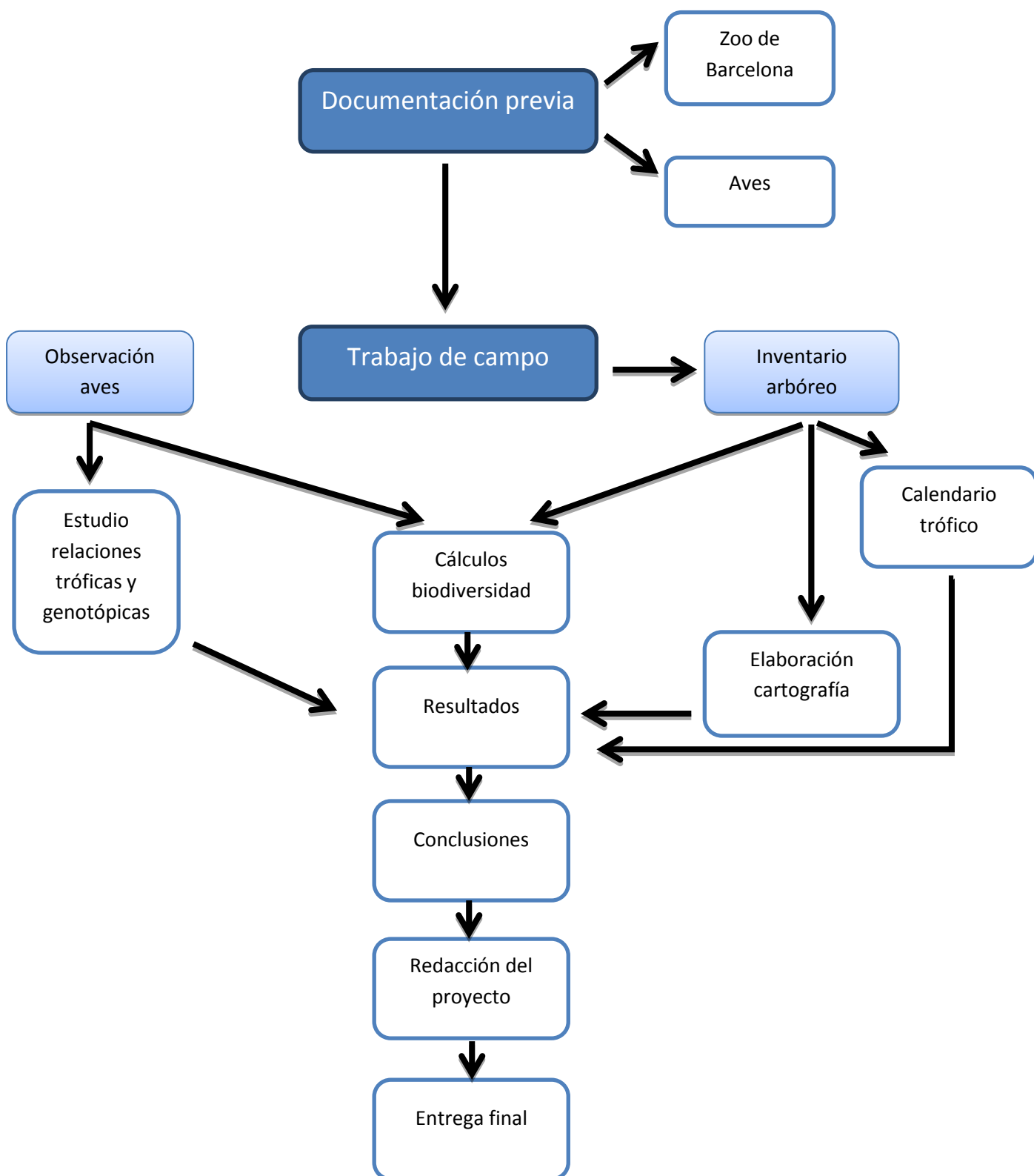
Ficha\* Modelo de ficha para las especies arbóreas más representativas.

<h1>Imágenes</h1>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
<b>Familia</b>	<b>Tipo de hoja</b>
<b>Descripción</b>	
<b>Curiosidad</b>	
<b>Fruto</b>	
<b>Origen</b>	

Ficha\*\*Modelo de ficha para las aves estudiadas.

<h2>Imágenes y mapa de distribución</h2>	
<b>Nombre común</b> Nom comú Common name	<b>Nombre científico</b>
<b>Estado de conservación</b>	
<b>Legislación aplicable</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Alimentación</b>	
<b>Amenazas</b>	
<b>Reproducción</b>	
<b>En el Zoo</b>	

#### 4.4. Esquema metodológico





## 5. Inventario arbóreo

---





Para la actualización del inventario arbóreo del Zoo de Barcelona, se han decidido excluir las zonas en obras y los recintos de los animales (ver plano 1 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”). Para facilitar el tratamiento de los datos, se ha elaborado una hoja de Excel en la cual se divide el Parque en 21 hojas (ver plano 2 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”). Además, para cada hoja del plano 2, se especifican en las tablas el número de cada árbol que aparece en la base de datos del Zoo, necesario a la hora de la realización del material cartográfico, el cuadrante en el cual se encuentra (ver ejemplo en las páginas 10-31 del capítulo 1 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”) y el número total de especies valoradas en cada página.

**Tabla 1. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 1-A.**

Hoja 1-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
406	B-33	<i>Sophora japonica</i>
407		<i>Populus alba</i>
345	C-33	<i>Populus alba</i>
346		<i>Tipuana tipu</i>
29	C-34	<i>Yucca elephantipes</i>
412		<i>Cupressus sempervirens</i>
413		<i>Tipuana tipu</i>
414		<i>Tipuana tipu</i>
415		<i>Tipuana tipu</i>
416		<i>Tipuana tipu</i>
417		<i>Tipuana tipu</i>
418		<i>Tipuana tipu</i>
422	C-35	<i>Cupressus sempervirens</i>
423		<i>Cupressus sempervirens</i>
424	C-36	<i>Platanus x hispanica</i>
425		<i>Platanus x hispanica</i>
428	D-34	<i>Tipuana tipu</i>
429		<i>Tipuana tipu</i>
430		<i>Tipuana tipu</i>
3034		<i>Washingtonia filifera</i>
3036	D-33	<i>Ceiba speciosa</i>
3038		<i>Syagrus romanzoffiana</i>
3039		<i>Chamaerops humilis</i>
3040		<i>Syagrus romanzoffiana</i>
376	E-33	<i>Morus alba</i>
433		<i>Morus alba</i>
375	F-33	<i>Quercus ilex</i>
<b>Nº total de ejemplares: 27</b>		



La Hoja 1-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 27, siendo el más abundante para dicha hoja la *Tipuana tipu* (10 ejemplares) seguido por el *Cupressus sempervirens* (3 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 3 unidades.

Tabla 2. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 2-A.

Hoja 2-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
369	B-32	<i>Sophora japonica</i>
363	C-31	<i>Sophora japonica</i>
364	C-33	<i>Sophora japonica</i>
365		<i>Sophora japonica</i>
366		<i>Sophora japonica</i>
367		<i>Sophora japonica</i>
368		<i>Populus alba</i>
357	D-30	<i>Pinus halepensis</i>
358		<i>Sophora japonica</i>
360	D-31	<i>Sophora japonica</i>
361		<i>Sophora japonica</i>
362		<i>Sophora japonica</i>
383	E-29	<i>Sophora japonica</i>
384		<i>Sophora japonica</i>
385		<i>Pinus halepensis</i>
386		<i>Cocculus laurifolius</i>
388		<i>Celtis australis</i>
389		<i>Celtis australis</i>
355	E-30	<i>Pinus halepensis</i>
356		<i>Pinus halepensis</i>
342	E-31	<i>Platanus x hispanica</i>
343		<i>Bauhinia grandiflora</i>
370	E-32	<i>Morus alba</i>
372		<i>Platanus x hispanica</i>
373		<i>Platanus x hispanica</i>
390	F-29	<i>Platanus x hispanica</i>
391		<i>Platanus x hispanica</i>
392		<i>Sophora japonica</i>
393		<i>Sophora japonica</i>
394		<i>Sophora japonica</i>
395		<i>Cupressus macrocarpa</i>



**Tabla 3. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 2-A (Continuación).**

Hoja 2-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
400	F-32	<i>Morus alba</i>
397	G-29	<i>Platanus x hispanica</i>
398		<i>Platanus x hispanica</i>
399		<i>Platanus x hispanica</i>
349	G-30	<i>Platanus x hispanica</i>
350		<i>Platanus x hispanica</i>
352		<i>Quercus ilex</i>
353		<i>Quercus ilex</i>
401	G-31	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
2950		<i>Ligustrum japonicum</i>
2951		<i>Ligustrum japonicum</i>
2952		<i>Ligustrum japonicum</i>
<b>Nº total de ejemplares: 47</b>		

La Hoja 2-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 47, siendo el más abundante para dicha hoja la *Sophora japonica* (15 ejemplares) seguido por el *Platanus x hispanica* (12 ejemplares) y, en tercer lugar, el *Pinus halepensis* (4 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 4 unidades.

**Tabla 4. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 3-A.**

Hoja 3-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
438	H-29	<i>Platanus x hispanica</i>
445	H-30	<i>Cupressus macrocarpa</i>
446		<i>Cupressus macrocarpa</i>
444	I-29	<i>Cupressus sempervirens</i>
3214		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3215		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3216		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3217		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3218		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3219		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3220		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3221		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3222		<i>Cupressus macrocarpa</i>

**Tabla 5. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 3-A (Continuación).**

Hoja 3-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3223	I-29	<i>Cupressus macrocarpa</i>
3224		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3225		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3226		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3227		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3228		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3229		<i>Cupressus macrocarpa</i>
3230		<i>Cupressus macrocarpa</i>
Nº total de ejemplares: 21		

La Hoja 3-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 21, siendo el más abundante para dicha hoja el *Cupressus macrocarpa* (19 ejemplares) seguido por el *Cupressus sempervirens* y el *Platanus x hispanica* (1 ejemplar para cada uno).

**Tabla 6. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 4-A.**

Hoja 4-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
451	E-25	<i>Ficus carica</i>
457		<i>Platanus x hispanica</i>
458		<i>Platanus x hispanica</i>
459	F-25	<i>Ailanthus altissima</i>
3123		<i>Prunus cerasifera</i>
3044	F-26	<i>Prunus cerasifera</i>
465	F-27	<i>Robinia pseudoacacia</i>
3045		<i>Washingtonia filifera</i>
463	F-28	<i>Pinus halepensis</i>
464		<i>Celtis australis</i>
466		<i>Sophora japonica</i>
518		<i>Ginkgo biloba</i>
3053	G-25	<i>Ficus alli</i>
474	G-27	<i>Robinia pseudoacacia</i>
475		<i>Sophora japonica</i>
477		<i>Sophora japonica</i>
3046		<i>Olea europaea</i>
3054		<i>Chamaerops humilis</i>
3055		<i>Chamaerops humilis</i>

**Tabla 7. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 4-A (Continuación).**

Hoja 4-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3056	G-27	<i>Trachycarpus fortunei</i>
3047		<i>Brachychiton populneus</i>
468	G-28	<i>Platanus x hispanica</i>
469		<i>Platanus x hispanica</i>
470		<i>Platanus x hispanica</i>
473		<i>Sophora japonica</i>
478	H-26	<i>Sophora japonica</i>
479		<i>Sophora japonica</i>
480	H-27	<i>Sophora japonica</i>
481		<i>Sophora japonica</i>
482		<i>Platanus x hispanica</i>
483		<i>Platanus x hispanica</i>
484		<i>Platanus x hispanica</i>
486	H-28	<i>Platanus x hispanica</i>
487		<i>Platanus x hispanica</i>
514	I-25	<i>Populus x canadensis</i>
515		<i>Populus x canadensis</i>
3231		<i>Chamaerops humilis</i>
3232		<i>Chamaerops humilis</i>
3233		<i>Chamaerops humilis</i>
3050	I-26	<i>Casuarina equisetifolia</i>
510		<i>Platanus x hispanica</i>
511		<i>Platanus x hispanica</i>
512		<i>Sophora japonica</i>
3048		<i>Trachycarpus fortunei</i>
3049		<i>Trachycarpus fortunei</i>
509	I-27	<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 46</b>		

La Hoja 4-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 46, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (13 ejemplares) seguido por el *Sophora japonica* (9 ejemplares) y, en tercer lugar, el *Chamaerops humilis* (5 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 5 unidades.

**Tabla 8.** Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 5-A.

Hoja 5-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
593	J-25	<i>Sophora japonica</i>
592		<i>Sophora japonica</i>
1502		<i>Ceratonía siliqua</i>
3038	J-26	<i>Ceratonía siliqua</i>
3037		<i>Ceratonía siliqua</i>
591		<i>Platanus x hispanica</i>
589	J-27	<i>Platanus x hispanica</i>
588		<i>Platanus x hispanica</i>
583	K-25	<i>Parkinsonia aculeata</i>
582		<i>Platanus x hispanica</i>
3211		<i>Fraxinus excelsior</i>
3212		<i>Fraxinus excelsior</i>
3213		<i>Fraxinus excelsior</i>
581		<i>Pinus halepensis</i>
580		<i>Platanus x hispanica</i>
579		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 16</b>		

La Hoja 5-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 16, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (6 ejemplares) seguido por *Ceratonía siliqua* (3 ejemplares) y, el *Fraxinus excelsior* (3 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 3 unidades.

**Tabla 9. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 6-A.**

Hoja 6-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
522	D-24	<i>Magnolia grandiflora</i>
521	E-24	<i>Ligustrum japonicum</i>
540	F-23	<i>Platanus x hispanica</i>
2955	F-24	<i>Robinia pseudoacacia</i>
3051		<i>Olea europaea</i>
541	G-23	<i>Platanus x hispanica</i>
542		<i>Platanus x hispanica</i>
543		<i>Platanus x hispanica</i>
544		<i>Jacaranda mimosifolia</i>
545	G-24	<i>Platanus x hispanica</i>
523		<i>Sophora japonica</i>
3052		<i>Morus alba</i>
538	H-23	<i>Platanus x hispanica</i>
3234		<i>Tipuana tipu</i>
534	I-23	<i>Platanus x hispanica</i>
535		<i>Platanus x hispanica</i>
536		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 17</b>		

La Hoja 6-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 17, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (9 ejemplares. El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares igual a 1 unidad.

**Tabla 10. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A.**

Hoja 7-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
606	J-23	<i>Tilia tomentosa</i>
607		<i>Tilia tomentosa</i>
629	J-24	<i>Sophora japonica</i>
631		<i>Pinus halepensis</i>
608	K-23	<i>Sophora japonica</i>
611		<i>Sophora japonica</i>
632	K-24	<i>Sophora japonica</i>
634		<i>Platanus x hispanica</i>
638	L-22	<i>Sophora japonica</i>
639		<i>Sophora japonica</i>
627	L-23	<i>Olea europaea</i>
628		<i>Olea europaea</i>

Tabla 11. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A (Continuación).

Hoja 7-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2960	L-23	<i>Olea europaea</i>
2961		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
626	L-24	<i>Platanus x hispanica</i>
635		<i>Sophora japonica</i>
635		<i>Platanus x hispanica</i>
637		<i>Platanus x hispanica</i>
623	M-21	<i>Sophora japonica</i>
625		<i>Populus alba</i>
644	M-22	<i>Sophora japonica</i>
645		<i>Sophora japonica</i>
646		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
647		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
648		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
649		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
650		<i>Podocarpus neriifolius</i>
651		<i>Podocarpus neriifolius</i>
652		<i>Erythrina falcata</i>
2964		<i>Podocarpus neriifolius</i>
3057	M-23	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
655		<i>Platanus x hispanica</i>
656		<i>Platanus x hispanica</i>
657		<i>Platanus x hispanica</i>
3058		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
653	M-24	<i>Platanus x hispanica</i>
654		<i>Platanus x hispanica</i>
662	N-21	<i>Populus alba</i>
663		<i>Populus alba</i>
664		<i>Populus alba</i>
665		<i>Tipuana tipu</i>
666		<i>Tipuana tipu</i>
669	N-22	<i>Platanus x hispanica</i>
670		<i>Platanus x hispanica</i>
676	O-22	<i>Platanus x hispanica</i>
677		<i>Platanus x hispanica</i>
678		<i>Platanus x hispanica</i>
673	O-23	<i>Bauhinia grandiflora</i>
674		<i>Bauhinia grandiflora</i>

**Tabla 12. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 7-A (Continuación).**

Hoja 7-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
675	O-23	<i>Platanus x hispanica</i>
3060		<i>Laurus nobilis</i>
1332		<i>Yucca elephantipes</i>
1333		<i>Yucca elephantipes</i>
1326		<i>Yucca elephantipes</i>
2557		<i>Yucca elephantipes</i>
Nº total de ejemplares: 55		

La Hoja 7-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 55, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (15 ejemplares) seguido por la *Sophora japonica* (10 ejemplares) y, la *Casuarina cunninghamiana* (7 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 7 unidades.

**Tabla 13. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 8-A.**

Hoja 8-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
701	P-22	<i>Olea europaea</i>
700		<i>Olea europaea</i>
682		<i>Pinus halepensis</i>
685	P-21	<i>Phoenix dactylifera</i>
687		<i>Platanus x hispanica</i>
683	Q-22	<i>Yucca elephantipes</i>
688	Q-21	<i>Platanus x hispanica</i>
689		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
690		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
691		<i>Eucalyptus globulus</i>
694		<i>Eucalyptus globulus</i>
3061		<i>Washingtonia filifera</i>
697	R-21	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
698		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
Nº total de ejemplares: 14		

La Hoja 8-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 14, siendo el más abundante para dicha hoja la *Casuarina cunninghamiana* (4 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 4 unidades.

**Tabla 14. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 9-A.**

Hoja 9-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
714	N-20	<i>Sophora japonica</i>
712		<i>Sophora japonica</i>
715		<i>Sophora japonica</i>
713		<i>Sophora japonica</i>
716		<i>Sophora japonica</i>
710		<i>Populus alba</i>
711		<i>Populus alba</i>
3063		<i>Acacia cyanophylla</i>
730	O-20	<i>Sophora japonica</i>
728		<i>Cupressus sempervirens</i>
727		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
3064		<i>Radermarchera sinica</i>
723	O-19	<i>Sophora japonica</i>
722		<i>Sophora japonica</i>
238		<i>Yucca elephantipes</i>
223		<i>Dracaena draco</i>
741	O-18	<i>Platanus x hispanica</i>
740		<i>Platanus x hispanica</i>
739		<i>Platanus x hispanica</i>
734		<i>Platanus x hispanica</i>
709	O-17	<i>Platanus x hispanica</i>
708		<i>Platanus x hispanica</i>
707		<i>Platanus x hispanica</i>
706		<i>Platanus x hispanica</i>
702		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 25</b>		

La Hoja 9-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 25, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (19 ejemplares) seguido por la *Sophora japonica* (8 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 8 unidades.



Tabla 15. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A.

Hoja 10-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
768	P-20	<i>Phoenix dactylifera</i>
767		<i>Tipuana tipu</i>
766		<i>Tipuana tipu</i>
765		<i>Tipuana tipu</i>
3065		<i>Dracaena indivisa</i>
778	P-19	<i>Phoenix dactylifera</i>
779		<i>Phoenix dactylifera</i>
774		<i>Araucaria heterophylla</i>
775		<i>Bauhinia grandiflora</i>
776		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
825	P-18	<i>Sophora japonica</i>
824		<i>Sophora japonica</i>
3066		<i>Laurus nobilis</i>
862	P-17	<i>Platanus x hispanica</i>
861		<i>Platanus x hispanica</i>
859		<i>Platanus x hispanica</i>
860		<i>Platanus x hispanica</i>
882		<i>Taxus baccata</i>
881		<i>Phoenix canariensis</i>
788	Q-20	<i>Platanus x hispanica</i>
787		<i>Platanus x hispanica</i>
786		<i>Platanus x hispanica</i>
785		<i>Platanus x hispanica</i>
810		<i>Platanus x hispanica</i>
791		<i>Yucca elephantipes</i>
3067		<i>Ficus benjamina</i>
809	Q-19	<i>Platanus x hispanica</i>
817		<i>Phoenix dactylifera</i>
818		<i>Phoenix dactylifera</i>
782		<i>Phoenix dactylifera</i>
3127		<i>Phoenix dactylifera</i>
916	Q-18	<i>Platanus x hispanica</i>
917		<i>Platanus x hispanica</i>
918		<i>Platanus x hispanica</i>
920	Q-17	<i>Sophora japonica</i>

Tabla 16. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A (Continuación).

Hoja 10-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
864	Q-17	<i>Sophora japonica</i>
921		<i>Sophora japonica</i>
865		<i>Sophora japonica</i>
2945		<i>Cocculus laurifolius</i>
792	R-20	<i>Brachychiton populneus</i>
793		<i>Brachychiton populneus</i>
808	R-19	<i>Sophora japonica</i>
811		<i>Platanus x hispanica</i>
812		<i>Platanus x hispanica</i>
813		<i>Platanus x hispanica</i>
924	R-18	<i>Platanus x hispanica</i>
925		<i>Platanus x hispanica</i>
814		<i>Platanus x hispanica</i>
815		<i>Platanus x hispanica</i>
843		<i>Cedrus libani</i>
1245	R-17	<i>Cocculus laurifolius</i>
922		<i>Platanus x hispanica</i>
923		<i>Platanus x hispanica</i>
868		<i>Platanus x hispanica</i>
3068		<i>Olea europaea</i>
3069		<i>Olea europaea</i>
3070		<i>Olea europaea</i>
3071		<i>Ligustrum japonicum</i>
902	S-18	<i>Tipuana tipu</i>
901		<i>Tipuana tipu</i>
903		<i>Tipuana tipu</i>
904		<i>Ulmus minor</i>
905		<i>Phoenix canariensis</i>
906	S-17	<i>Tipuana tipu</i>
891		<i>Tipuana tipu</i>
855		<i>Quercus ilex</i>
856		<i>Quercus ilex</i>
857		<i>Quercus ilex</i>
1543		<i>Cocculus laurifolius</i>
1235		<i>Cocculus laurifolius</i>

**Tabla 17. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 10-A (Continuación).**

Hoja 10-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
900	T-17	<i>Tipuana tipu</i>
898		<i>Tipuana tipu</i>
897		<i>Tipuana tipu</i>
896		<i>Tipuana tipu</i>
895		<i>Tipuana tipu</i>
2944		<i>Citrus aurantium</i>
907	U-17	<i>Citrus aurantium</i>
Nº total de ejemplares: 79		

La Hoja 10-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 79, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (23 ejemplares) seguido por la *Tipuana tipu* (13 ejemplares) y la *Phoenix dactylifera* junto a la *Sophora japonica* (7 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 7 unidades.

**Tabla 18. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 11-A.**

Hoja 11-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
884	O-16	<i>Platanus x hispanica</i>
885		<i>Platanus x hispanica</i>
887		<i>Platanus x hispanica</i>
1108		<i>Platanus x hispanica</i>
1062	O-15	<i>Brachychiton populneus</i>
1182	O-13	<i>Washingtonia filifera</i>
1102	P-14	<i>Washingtonia filifera</i>
1174		<i>Laurus nobilis</i>
1179		<i>Washingtonia filifera</i>
1178		<i>Washingtonia filifera</i>
1181	P-13	<i>Washingtonia filifera</i>
1180		<i>Washingtonia filifera</i>
2963		<i>Celtis australis</i>
1167		<i>Ligustrum japonicum</i>
1116	Q-16	<i>Tipuana tipu</i>
1244		<i>Cocculus laurifolius</i>
1170	Q-14	<i>Ginkgo biloba</i>
Nº total de ejemplares: 17		

La Hoja 10-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 17, siendo el más abundante *Washingtonia filifera* (6 ejemplares) seguido por *Platanus x hispanica* (4 ejemplares). El resto de las especies cuentan con un número de ejemplares inferior a 4.

Tabla 19. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 12-A.

Hoja 12-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
928	R-16	<i>Platanus x hispanica</i>
932		<i>Platanus x hispanica</i>
931		<i>Platanus x hispanica</i>
930	R-15	<i>Platanus x hispanica</i>
929		<i>Platanus x hispanica</i>
2942		<i>Quercus ilex</i>
1247		<i>Cocculus laurifolius</i>
965	R-14	<i>Platanus x hispanica</i>
964		<i>Platanus x hispanica</i>
963		<i>Platanus x hispanica</i>
1033		<i>Phytolacca dioica</i>
1032		<i>Phytolacca dioica</i>
359	R-13	<i>Cocculus laurifolius</i>
1348	S-16	<i>Cycas revoluta</i>
1350		<i>Cycas revoluta</i>
1359		<i>Cycas revoluta</i>
954	S-15	<i>Platanus x hispanica</i>
953		<i>Platanus x hispanica</i>
949		<i>Platanus x hispanica</i>
950		<i>Platanus x hispanica</i>
951	S-14	<i>Platanus x hispanica</i>
966		<i>Platanus x hispanica</i>
967		<i>Platanus x hispanica</i>
968	S-13	<i>Platanus x hispanica</i>
969		<i>Platanus x hispanica</i>
970		<i>Platanus x hispanica</i>
1555		<i>Pinus pinea</i>
1553		<i>Populus alba</i>
943	T-16	<i>Tipuana tipu</i>
942		<i>Tipuana tipu</i>
960		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
944	T-15	<i>Tipuana tipu</i>
945		<i>Tipuana tipu</i>
952		<i>Platanus x hispanica</i>
1702		<i>Tipuana tipu</i>

**Tabla 20. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 12-A (Continuación).**

Hoja 12-A			
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie	
1708	T-13	<i>Tipuana tipu</i>	
1707		<i>Tipuana tipu</i>	
1554		<i>Platanus x hispanica</i>	
1551		<i>Platanus x hispanica</i>	
1562		<i>Pinus pinea</i>	
961	U-16	<i>Ulmus minor</i>	
957		<i>Platanus x hispanica</i>	
958	U-15	<i>Platanus x hispanica</i>	
959		<i>Platanus x hispanica</i>	
976		<i>Platanus x hispanica</i>	
982		<i>Laurus nobilis</i>	
987		<i>Ailanthus altissima</i>	
3235		<i>Pyrus communis</i>	
1701		U-14	<i>Phoenix canariensis</i>
999	<i>Platanus x hispanica</i>		
973	U-13	<i>Platanus x hispanica</i>	
974		<i>Platanus x hispanica</i>	
975		<i>Platanus x hispanica</i>	
1709		<i>Cupressus sempervirens</i>	
977	V-15	<i>Platanus x hispanica</i>	
978	V-14	<i>Platanus x hispanica</i>	
979		<i>Platanus x hispanica</i>	
1734	V-13	<i>Platanus x hispanica</i>	
1723		<i>Platanus x hispanica</i>	
1733		<i>Platanus x hispanica</i>	
1718		<i>Platanus x hispanica</i>	
1741		<i>Platanus x hispanica</i>	
1724		<i>Pinus pinea</i>	
1725		<i>Pinus pinea</i>	
1742		<i>Yucca elephantipes</i>	
1736		<i>Yucca elephantipes</i>	
1730		<i>Yucca elephantipes</i>	
1731		<i>Yucca elephantipes</i>	
3129		<i>Ficus benjamina</i>	
1737		W-13	<i>Platanus x hispanica</i>
1740			<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 71</b>			

La Hoja 12-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 71, siendo el más abundante *Platanus x hispanica* (39 ejemplares) seguido de *Tipuana tipu* (7 ejemplares). El resto de las especies cuentan con un número de ejemplares inferior a 7 unidades.

Tabla 21. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 14-A.

Hoja 14-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2510	F-10	<i>Sophora japonica</i>
2511		<i>Quercus ilex</i>
2512		<i>Cupressus sempervirens</i>
2514		<i>Laurus nobilis</i>
2515		<i>Brachychiton populneus</i>
2713	F-9	<i>Platanus x hispanica</i>
2712		<i>Cupressus sempervirens</i>
2710		<i>Washingtonia filifera</i>
2711		<i>Washingtonia filifera</i>
3130		<i>Washingtonia filifera</i>
2765		<i>Chamaerops humilis</i>
2497	G-10	<i>Quercus ilex</i>
2495		<i>Platanus x hispanica</i>
2761		<i>Brachychiton populneus</i>
2340		<i>Platanus x hispanica</i>
2489		<i>Ligustrum japonicum</i>
2494		<i>Ligustrum japonicum</i>
3131		<i>Washingtonia filifera</i>
3132		<i>Washingtonia filifera</i>
3133		<i>Washingtonia filifera</i>
2290	G-9	<i>Platanus x hispanica</i>
3134		<i>Washingtonia filifera</i>
3135		<i>Washingtonia filifera</i>
3136		<i>Chamaerops humilis</i>
2492	H-10	<i>Platanus x hispanica</i>
2339		<i>Platanus x hispanica</i>
2338		<i>Platanus x hispanica</i>
2337		<i>Platanus x hispanica</i>
2753		<i>Platanus x hispanica</i>
3138		<i>Chamaerops humilis</i>
3137		<i>Washingtonia filifera</i>
2703	H-9	<i>Platanus x hispanica</i>
2520	I-10	<i>Brachychiton populneus</i>
2471		<i>Brachychiton populneus</i>
2336		<i>Brachychiton populneus</i>

**Tabla 22. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 14-A (Continuación).**

Hoja 14-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3140	I-10	<i>Washingtonia filifera</i>
2743	I-9	<i>Phytolacca dioica</i>
2742		<i>Phytolacca dioica</i>
2454	J-10	<i>Sophora japonica</i>
2936		<i>Laurus nobilis</i>
2276	J-9	<i>Sophora japonica</i>
2283		<i>Washingtonia filifera</i>
2344		<i>Washingtonia filifera</i>
3141		<i>Yucca elephantipes</i>
2452	K-10	<i>Sophora japonica</i>
2687	K-9	<i>Sophora japonica</i>
2686		<i>Sophora japonica</i>
2685		<i>Robinia pseudoacacia</i>
2931		<i>Celtis australis</i>
3072		<i>Yucca elephantipes</i>
3073		<i>Yucca elephantipes</i>
3074		<i>Yucca elephantipes</i>
3075		<i>Yucca elephantipes</i>
<b>Nº total de ejemplares: 54</b>		

La Hoja 14-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 54, siendo el más abundante para dicha hoja la *Washingtonia filifera* (13 ejemplares) seguido por el *Platanus x hispanica* (10 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 10 unidades.

**Tabla 23. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 15-A.**

Hoja 15-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3143	Q-12	<i>Brachychiton populneus</i>
1013		<i>Laurus nobilis</i>
3142		<i>Laurus nobilis</i>
1489	Q-11	<i>Platanus x hispanica</i>
1488		<i>Platanus x hispanica</i>
3076		<i>Washingtonia filifera</i>

**Tabla 24. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 15-A (Continuación).**

Hoja 15-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
1537	Q-10	<i>Platanus x hispanica</i>
1536		<i>Platanus x hispanica</i>
1533		<i>Platanus x hispanica</i>
3077		<i>Washingtonia filifera</i>
3078		<i>Washingtonia filifera</i>
1532	Q-9	<i>Platanus x hispanica</i>
1530		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 13</b>		

La Hoja 15-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 13, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (7 ejemplares) seguido por la *Washingtonia filifera* (3 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 3 unidades.

**Tabla 25. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A.**

Hoja 16-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
1483	R-9	<i>Platanus x hispanica</i>
1485		<i>Platanus x hispanica</i>
1486		<i>Platanus x hispanica</i>
1520		<i>Yucca elephantipes</i>
1521		<i>Yucca elephantipes</i>
1527		<i>Populus alba</i>
1945		<i>Celtis australis</i>
3079		<i>Washingtonia filifera</i>
1509	R-10	<i>Populus alba</i>
1524		<i>Populus alba</i>
1525		<i>Populus alba</i>
1490	R-11	<i>Platanus x hispanica</i>
1491		<i>Platanus x hispanica</i>
2938		<i>Ligustrum japonicum</i>
1565		<i>Washingtonia filifera</i>



Tabla 26. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A (Continuación).

Hoja 16-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3144	R-11	<i>Washingtonia filifera</i>
3145		<i>Washingtonia filifera</i>
3146		<i>Chamaerops humilis</i>
3147	R-12	<i>Cercis siliquastrum</i>
1186		<i>Tipuana tipu</i>
3148		<i>Brachychiton populneus</i>
3149		<i>Brachychiton populneus</i>
3080		<i>Cocculus laurifolius</i>
3081		<i>Cocculus laurifolius</i>
3150		<i>Washingtonia filifera</i>
1944	S-9	<i>Celtis australis</i>
1947		<i>Platanus x hispanica</i>
1467	S-10	<i>Tipuana tipu</i>
1468		<i>Tipuana tipu</i>
3083	S-11	<i>Washingtonia filifera</i>
3082		<i>Phoenix canariensis</i>
1557	S-12	<i>Pinus pinea</i>
1558		<i>Pinus pinea</i>
1575		<i>Yucca elephantipes</i>
1582		<i>Pinus pinea</i>
1583		<i>Pinus pinea</i>
3084		<i>Yucca elephantipes</i>
1937	T-9	<i>Yucca elephantipes</i>
1938		<i>Yucca elephantipes</i>
1939		<i>Yucca elephantipes</i>
1940		<i>Yucca elephantipes</i>
1941		<i>Platanus x hispanica</i>
1469	T-10	<i>Tipuana tipu</i>
1470		<i>Tipuana tipu</i>
1471		<i>Tipuana tipu</i>
1472		<i>Tipuana tipu</i>
1473		<i>Tipuana tipu</i>
1474		<i>Tipuana tipu</i>
1568	T-11	<i>Platanus x hispanica</i>
1569		<i>Platanus x hispanica</i>
1772		<i>Tipuana tipu</i>
1550	T-12	<i>Platanus x hispanica</i>

**Tabla 27. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 16-A (Continuación).**

Hoja 16-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
1571	T-12	<i>Platanus x hispanica</i>
1581		<i>Pinus pinea</i>
1706		<i>Tipuana tipu</i>
1813		<i>Tipuana tipu</i>
1905	U-9	<i>Platanus x hispanica</i>
1909		<i>Yucca elephantipes</i>
1460	U-10	<i>Platanus x hispanica</i>
1474		<i>Platanus x hispanica</i>
1475		<i>Tipuana tipu</i>
1480		<i>Platanus x hispanica</i>
1771	U-11	<i>Tipuana tipu</i>
1703	U-12	<i>Platanus x hispanica</i>
1716		<i>Aesculus hippocastanum</i>
1826		<i>Platanus x hispanica</i>
1748	V-10	<i>Platanus x hispanica</i>
1873		<i>Platanus x hispanica</i>
1884		<i>Platanus x hispanica</i>
1892		<i>Platanus x hispanica</i>
1746	V-11	<i>Platanus x hispanica</i>
1747		<i>Platanus x hispanica</i>
1703	V-12	<i>Platanus x hispanica</i>
1717		<i>Platanus x hispanica</i>
1719		<i>Pinus halepensis</i>
1871	W-10	<i>Platanus x hispanica</i>
1862	W-11	<i>Platanus x hispanica</i>
1884		<i>Platanus x hispanica</i>
3085		<i>Yucca elephantipes</i>
3086		<i>Yucca elephantipes</i>
1880	W-12	<i>Platanus x hispanica</i>
1881		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 83</b>		

La Hoja 16-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 83, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (31 ejemplares) seguido por la *Tipuana tipu* (14 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 14 unidades.

Tabla 28. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A.

Hoja 18-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2632	B-5	<i>Phoenix dactylifera</i>
2638		<i>Yucca elephantipes</i>
2690		<i>Phoenix dactylifera</i>
2645		<i>Phoenix dactylifera</i>
3151		<i>Washingtonia filifera</i>
2636		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2650		<i>Phoenix dactylifera</i>
2644		<i>Chamaerops humilis</i>
2588		B-6
2589	<i>Trachycarpus fortunei</i>	
2596	<i>Chamaerops humilis</i>	
2619	<i>Trachycarpus fortunei</i>	
2616	<i>Chamaerops humilis</i>	
2617	<i>Phoenix dactylifera</i>	
3087	<i>Trachycarpus fortunei</i>	
3088	<i>Trachycarpus fortunei</i>	
3089	<i>Washingtonia filifera</i>	
2306	B-7	<i>Trachycarpus fortunei</i>
2584		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2585		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2586		<i>Chamaerops humilis</i>
2587		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2594		<i>Phytolacca dioica</i>
2591		<i>Chamaerops humilis</i>
2592		<i>Chamaerops humilis</i>
2646	C-5	<i>Sophora japonica</i>
3152		<i>Chamaerops humilis</i>
3153		<i>Chamaerops humilis</i>
2301	C-6	<i>Yucca elephantipes</i>
2599		<i>Phoenix dactylifera</i>
2603		<i>Phoenix dactylifera</i>
2605		<i>Phoenix dactylifera</i>
2606		<i>Phoenix dactylifera</i>
2611		<i>Thuja orientalis</i>
2593		<i>Chamaerops humilis</i>

Tabla 29. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A (Continuación).

Hoja 18-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2602	C-6	<i>Phoenix dactylifera</i>
2604		<i>Phoenix dactylifera</i>
2400	C-7	<i>Platanus x hispanica</i>
2401		<i>Platanus x hispanica</i>
2402		<i>Platanus x hispanica</i>
3154		<i>Trachycarpus fortunei</i>
3155		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2253	D-5	<i>Phoenix dactylifera</i>
2254		<i>Grevillea robusta</i>
2257		<i>Phoenix dactylifera</i>
2258		<i>Yucca elephantipes</i>
2272		<i>Grevillea robusta</i>
2429		<i>Phoenix dactylifera</i>
2397		D-6
2398	<i>Platanus x hispanica</i>	
2678	<i>Platanus x hispanica</i>	
2399	D-7	<i>Platanus x hispanica</i>
2406		<i>Platanus x hispanica</i>
2409		<i>Platanus x hispanica</i>
2404	D-8	<i>Platanus x hispanica</i>
2393	E-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2394		<i>Platanus x hispanica</i>
2395		<i>Platanus x hispanica</i>
3156		<i>Citrus aurantium</i>
2554		<i>Quercus ilex</i>
3157	<i>Citrus aurantium</i>	
2396	E-6	<i>Platanus x hispanica</i>
2412		<i>Platanus x hispanica</i>
2413		<i>Platanus x hispanica</i>
2407	E-7	<i>Celtis australis</i>
2408		<i>Phytolacca dioica</i>
2410		<i>Platanus x hispanica</i>
2421		<i>Casuarina cunninghamiana</i>
2560		<i>Chamaerops humilis</i>
3090	E-8	<i>Chamaerops humilis</i>

**Tabla 30. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 18-A (Continuación).**

Hoja 18-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3091	E-8	<i>Chamaerops humilis</i>
3092		<i>Chamaerops humilis</i>
2392	F-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2417		<i>Platanus x hispanica</i>
2418		<i>Platanus x hispanica</i>
2672		<i>Platanus x hispanica</i>
2414	F-6	<i>Platanus x hispanica</i>
2415		<i>Platanus x hispanica</i>
2416		<i>Platanus x hispanica</i>
2696	F-7	<i>Brachychiton populneus</i>
<b>Nº total de ejemplares: 80</b>		

La Hoja 18-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 80, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (24 ejemplares) seguido por la *Phoenix dactylifera* y el *Chamaerops humilis* (14 ejemplares cada uno de ellos). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 14 unidades.

**Tabla 31. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A.**

Hoja 19-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2217	G-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2390		<i>Platanus x hispanica</i>
2391		<i>Platanus x hispanica</i>
2215	H-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2216		<i>Platanus x hispanica</i>
2434		<i>Chamaerops humilis</i>
3158		<i>Chamaerops humilis</i>
2439	H-7	<i>Yucca elephantipes</i>
2441		<i>Brachychiton populneus</i>
2705		<i>Sophora japonica</i>
3093		<i>Chamaerops humilis</i>
3094		<i>Chamaerops humilis</i>
3095		<i>Chamaerops humilis</i>
3159		I-5
3096	I-6	<i>Olea europaea</i>
2387	I-7	<i>Casuarina cunninghamiana</i>

Tabla 32. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A (Continuación).

Hoja 19-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2438	I-7	<i>Quercus ilex</i>
2547		<i>Celtis australis</i>
2704		<i>Celtis australis</i>
2372	I-8	<i>Yucca elephantipes</i>
2374		<i>Yucca elephantipes</i>
2383		<i>Cedrus libani</i>
2741		<i>Morus alba</i>
2381		<i>Trachycarpus fortunei</i>
3160		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2371		<i>Yucca elephantipes</i>
2372		<i>Yucca elephantipes</i>
2373	<i>Yucca elephantipes</i>	
2928	J-5	<i>Ligustrum japonicum</i>
3161		<i>Yucca elephantipes</i>
3162		<i>Yucca elephantipes</i>
2715		<i>Yucca elephantipes</i>
3163		<i>Chamaerops humilis</i>
3164		<i>Chamaerops humilis</i>
3165		<i>Chamaerops humilis</i>
2708	J-7	<i>Celtis australis</i>
2932		<i>Thuja orientalis</i>
3097		<i>Pinus halepensis</i>
2375	J-8	<i>Yucca elephantipes</i>
2377		<i>Yucca elephantipes</i>
2521		<i>Yucca elephantipes</i>
2531		<i>Celtis australis</i>
2532		<i>Ailanthus altissima</i>
2533		<i>Pinus pinea</i>
2544		<i>Yucca elephantipes</i>
2933		<i>Laurus nobilis</i>
2543		<i>Yucca elephantipes</i>
3098		<i>Yucca elephantipes</i>
2540		<i>Yucca elephantipes</i>
2543		<i>Yucca elephantipes</i>
2034	K-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2035		<i>Platanus x hispanica</i>
2550	K-6	<i>Quercus ilex</i>

**Tabla 33. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 19-A (Continuación).**

Hoja 19-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2724	K-5	<i>Chamaerops humilis</i>
2724		<i>Chamaerops humilis</i>
2727	K-6	<i>Chamaerops humilis</i>
2728		<i>Chamaerops humilis</i>
2734		<i>Quercus ilex</i>
2737		<i>Chamaerops humilis</i>
2738		<i>Chamaerops humilis</i>
2934		<i>Buxus balearica</i>
2725		<i>Chamaerops humilis</i>
3166		<i>Chamaerops humilis</i>
2548	K-7	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
2552		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2563		<i>Chamaerops humilis</i>
3061		<i>Ailanthus altissima</i>
3167		<i>Chamaerops humilis</i>
3168		<i>Chamaerops humilis</i>
3169		<i>Chamaerops humilis</i>
3171		<i>Pinus halepensis</i>
3170		<i>Chamaerops humilis</i>
2033		L-5
2032	L-6	<i>Platanus x hispanica</i>
2031		<i>Platanus x hispanica</i>
2014		<i>Platanus x hispanica</i>
2733		<i>Cupressus macrocarpa</i>
2555		<i>Taxus baccata</i>
2732		<i>Chamaerops humilis</i>
<b>Nº total de ejemplares: 79</b>		

La Hoja 19-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 79, siendo el más abundante para dicha hoja el *Chamaerops humilis* (23 ejemplares) seguido por la *Yucca elephantipes* (17 ejemplares) y el *Platanus x hispanica* (11 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 11 unidades.

Tabla 34. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A.

Hoja 20-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2011	M-6	<i>Platanus x hispanica</i>
2013		<i>Platanus x hispanica</i>
1998	N-5	<i>Platanus x hispanica</i>
2002		<i>Platanus x hispanica</i>
2003		<i>Platanus x hispanica</i>
2009		<i>Platanus x hispanica</i>
2010		<i>Platanus x hispanica</i>
3172	N-6	<i>Chamaerops humilis</i>
1415	O-5	<i>Brachychiton populneus</i>
2004		<i>Platanus x hispanica</i>
2005		<i>Platanus x hispanica</i>
2020		<i>Platanus x hispanica</i>
1414		<i>Robinia pseudoacacia</i>
3099		<i>Chamaerops humilis</i>
3100		<i>Chamaerops humilis</i>
1402	O-6	<i>Lagunaria patersonii</i>
1403		<i>Lagunaria patersonii</i>
1404		<i>Lagunaria patersonii</i>
1411		<i>Robinia pseudoacacia</i>
1412		<i>Taxus baccata</i>
2019	P-5	<i>Platanus x hispanica</i>
3101		<i>Yucca elephantipes</i>
1409	P-6	<i>Platanus x hispanica</i>
1449		<i>Celtis australis</i>
3102		<i>Yucca elephantipes</i>
3173		<i>Washingtonia filifera</i>
1406	Q-5	<i>Tipuana tipu</i>
1407		<i>Tipuana tipu</i>
2018		<i>Pinus pinea</i>
2118		<i>Phoenix dactylifera</i>
1405	Q-6	<i>Schinus molle</i>
1447		<i>Robinia pseudoacacia</i>
2784		<i>Phoenix canariensis</i>
3175		<i>Chamaerops humilis</i>
3176		<i>Chamaerops humilis</i>



Tabla 35. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A (Continuación).

Hoja 20-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3177	Q-6	<i>Chamaerops humilis</i>
3178		<i>Chamaerops humilis</i>
3179		<i>Chamaerops humilis</i>
3174		<i>Platanus x hispanica</i>
1979	Q-7	<i>Robinia pseudoacacia</i>
1980		<i>Robinia pseudoacacia</i>
1981		<i>Robinia pseudoacacia</i>
1982		<i>Robinia pseudoacacia</i>
2781		<i>Washingtonia robusta</i>
3103		<i>Washingtonia robusta</i>
1393	Q-8	<i>Fraxinus excelsior</i>
2940		<i>Schinus molle</i>
1925	R-5	<i>Quercus ilex</i>
1960		<i>Phytolacca dioica</i>
2113		<i>Platanus x hispanica</i>
1961		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2019		<i>Quercus ilex</i>
3181		<i>Chamaerops humilis</i>
3182		<i>Chamaerops humilis</i>
3183		<i>Chamaerops humilis</i>
3184		<i>Chamaerops humilis</i>
3185		<i>Chamaerops humilis</i>
3186		<i>Chamaerops humilis</i>
3187		<i>Chamaerops humilis</i>
3188		<i>Chamaerops humilis</i>
3189		<i>Chamaerops humilis</i>
3190		<i>Chamaerops humilis</i>
3191		<i>Chamaerops humilis</i>
3192		<i>Chamaerops humilis</i>
3193		<i>Chamaerops humilis</i>
3194		<i>Chamaerops humilis</i>
3195		<i>Chamaerops humilis</i>
2015	R-6	<i>Platanus x hispanica</i>
3104		<i>Washingtonia filifera</i>
3105		<i>Washingtonia filifera</i>

**Tabla 36. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 20-A (Continuación).**

Hoja 20-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3106	R-6	<i>Washingtonia filifera</i>
3107		<i>Washingtonia filifera</i>
3108		<i>Washingtonia filifera</i>
3109		<i>Quercus ilex</i>
3110		<i>Quercus ilex</i>
3196		<i>Chamaerops humilis</i>
3197		<i>Chamaerops humilis</i>
3111	R-7	<i>Washingtonia filifera</i>
3112		<i>Washingtonia filifera</i>
1957	R-8	<i>Bauhinia grandiflora</i>
1958		<i>Pinus pinea</i>
1978		<i>Pinus pinea</i>
<b>Nº total de ejemplares: 82</b>		

La Hoja 20-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 82, siendo el más abundante para dicha hoja el *Chamaerops humilis* (25 ejemplares) seguido por el *Platanus x hispanica* (15 ejemplares) y el *Washingtonia filifera* (8 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 8 unidades.

**Tabla 37. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 21-A.**

Hoja 21-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
1925	S-5	<i>Quercus ilex</i>
1926		<i>Quercus ilex</i>
1922	S-6	<i>Tipuana tipu</i>
1921	S-7	<i>Tipuana tipu</i>
1920		<i>Platanus x hispanica</i>
1951		<i>Platanus x hispanica</i>
1956		<i>Bauhinia grandiflora</i>
1950	S-8	<i>Platanus x hispanica</i>
1949		<i>Platanus x hispanica</i>
1918	T-7	<i>Platanus x hispanica</i>
1910	T-8	<i>Platanus x hispanica</i>
1912		<i>Platanus x hispanica</i>
1952		<i>Platanus x hispanica</i>
1953		<i>Platanus x hispanica</i>
1954		<i>Platanus x hispanica</i>
<b>Nº total de ejemplares: 15</b>		

La Hoja 21-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 15, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (10 ejemplares) seguido por el *Quercus ilex* y la *Tipuana tipu* (2 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 2 unidades.

**Tabla 38. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 22-A.**

Hoja 22-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2242	C-3	<i>Yucca elephantipes</i>
2245	C-4	<i>Yucca elephantipes</i>
2424	D-3	<i>Quercus robur</i>
2233	D-4	<i>Phoenix dactylifera</i>
2243		<i>Yucca elephantipes</i>
2246		<i>Yucca elephantipes</i>
2248		<i>Yucca elephantipes</i>
2249		<i>Yucca elephantipes</i>
2423		<i>Sophora japonica</i>
2251		<i>Trachycarpus fortunei</i>
3198		<i>Trachycarpus fortunei</i>
3199		<i>Trachycarpus fortunei</i>
2668	E-2	<i>Morus alba</i>
1498	E-4	<i>Washingtonia filifera</i>
2664	F-4	<i>Ginkgo biloba</i>
<b>Nº total de ejemplares: 15</b>		

La Hoja 22-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 15, siendo el más abundante para dicha hoja la *Yucca elephantipes* (6 ejemplares) seguido por el *Trachycarpus fortunei* (3 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 3 unidades.

**Tabla 39. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A.**

Hoja 23-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
2208	G-4	<i>Platanus x hispanica</i>
2210		<i>Platanus x hispanica</i>
2389		<i>Platanus x hispanica</i>
2673		<i>Morus alba</i>
2676		<i>Phytolacca dioica</i>
3113		<i>Yucca elephantipes</i>
3114		<i>Yucca elephantipes</i>

Tabla 40. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A (Continuación).

PLANO 23-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3115	G-4	<i>Yucca elephantipes</i>
2159	H-1	<i>Cupressus sempervirens</i>
2131	H-2	<i>Cupressus sempervirens</i>
2160		<i>Sophora japonica</i>
2162		<i>Cupressus sempervirens</i>
2167		<i>Brachychiton populneus</i>
2969		<i>Ligustrum japonicum</i>
2168		<i>Cupressus sempervirens</i>
2169		<i>Cupressus sempervirens</i>
2172	H-3	<i>Ligustrum japonicum</i>
2174		<i>Morus alba</i>
2211		<i>Platanus x hispanica</i>
2968		<i>Ligustrum japonicum</i>
2171		<i>Cupressus sempervirens</i>
2178		<i>Cupressus sempervirens</i>
3200		<i>Celtis australis</i>
2199		<i>Yucca elephantipes</i>
3201		<i>Yucca elephantipes</i>
3202		<i>Yucca elephantipes</i>
3203		<i>Yucca elephantipes</i>
2173		<i>Laurus nobilis</i>
2214		H-4
3204	<i>Sophora japonica</i>	
2158	I-3	<i>Morus alba</i>
2184		<i>Platanus x hispanica</i>
2187		<i>Platanus x hispanica</i>
2194		<i>Platanus x hispanica</i>
2195		<i>Platanus x hispanica</i>
3205		<i>Yucca elephantipes</i>
3206		<i>Yucca elephantipes</i>
3207		<i>Yucca elephantipes</i>
2112	I-4	<i>Platanus x hispanica</i>
2113		<i>Platanus x hispanica</i>
2111	J-2	<i>Trachycarpus fortunei</i>
2112	J-3	<i>Eriobotrya japonica</i>
2147		<i>Eriobotrya japonica</i>
3208	K-1	<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3236		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>

**Tabla 41. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 23-A (Continuación).**

PLANO 23-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
3239	K-1	<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3240		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3241		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3242		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3243		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3244		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3245		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3246		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3247		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3248		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3249		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3250		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3251		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3252		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3253		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3254		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3255		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3256		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3257		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3258		<i>Cupressocyparis x leylandii</i>
3259	<i>Cupressocyparis x leylandii</i>	
3260	<i>Cupressocyparis x leylandii</i>	
2060	K-2	<i>Eriobotrya japonica</i>
2042		<i>Dracaena draco</i>
2049		<i>Dracaena draco</i>
3122		<i>Chamaerops humilis</i>
3120	K-3	<i>Yucca aloifolia</i>
3121		<i>Yucca aloifolia</i>
2059	K-4	<i>Chamaerops humilis</i>
2037	L-3	<i>Platanus x hispanica</i>
3117		<i>Yucca aloifolia</i>
3118		<i>Chamaerops humilis</i>
3119		<i>Washingtonia filifera</i>
<b>Nº total de ejemplares: 80</b>		

La Hoja 23-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 80, siendo el más abundante para dicha hoja el *Cupressocyparis x leylandii* (26 ejemplares) seguido por el *Platanus x hispanica* (12 ejemplares) y la *Yucca elephantipes* (10 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 10 unidades.

Tabla 42. Lista de los ejemplares de árboles para la hoja 24.

Hoja 24-A		
Nº Zoo	Nº Cuadrante	Especie
1994	M-3	<i>Platanus x hispanica</i>
2036		<i>Platanus x hispanica</i>
2052		<i>Platanus x hispanica</i>
2053	M-2	<i>Yucca elephantipes</i>
2055		<i>Yucca elephantipes</i>
2050		<i>Yucca elephantipes</i>
3209		<i>Yucca elephantipes</i>
3116		<i>Ficus elastica</i>
3210		<i>Yucca elephantipes</i>
1995	M-4	<i>Platanus x hispanica</i>
2052	N-3	<i>Platanus x hispanica</i>
1996	N-4	<i>Platanus x hispanica</i>
1997		<i>Platanus x hispanica</i>
2027		<i>Platanus x hispanica</i>
2086	O-3	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
2088		<i>Phytolacca dioica</i>
2022	O-4	<i>Platanus x hispanica</i>
2024		<i>Platanus x hispanica</i>
2025		<i>Platanus x hispanica</i>
2127	P-3	<i>Platanus x hispanica</i>
2021	P-4	<i>Platanus x hispanica</i>
2120		<i>Phoenix dactylifera</i>
2122		<i>Phoenix dactylifera</i>
2125		<i>Phoenix dactylifera</i>
2126		<i>Platanus x hispanica</i>
2124		<i>Phoenix dactylifera</i>
1927	R-4	<i>Quercus ilex</i>
1966		<i>Quercus ilex</i>
<b>Nº total de ejemplares: 28</b>		

La Hoja 24-A cuenta con un número total de ejemplares arbóreos de 28, siendo el más abundante para dicha hoja el *Platanus x hispanica* (14 ejemplares) seguido por la *Yucca elephantipes* (5 ejemplares). El resto de las especies que aparecen cuentan con un número de ejemplares inferior a 5 unidades.

## 5.1. Resumen del inventario

Para sintetizar todos estos datos, cabe destacar que se han valorado un total de 946 ejemplares de 68 especies diferentes, siendo el Plátano (*Platanus x hispanica*) la especie más representativa con 269 ejemplares, seguido del Palmito (*Chamaerops humilis*) y la yuca (*Yucca elephantipes*) con 75 y 71 ejemplares respectivamente.

Por otro lado, dos de las tres especies de ciprés (*Cupressus macrocarpa* y *Cupressocyparis x leylandii*), pese a estar entre las especies más representadas, se observan agrupados en dos puntos, formando una valla por lo que su abundancia se reduce a estos puntos del Parque.

Para visualizar todos estos datos con mayor claridad se ha elaborado una tabla (Tabla 43) en la que aparecen representados, por orden de mayor a menor representación, las especies, más abundantes en el Zoo. En esta tabla se especifica el nombre científico de la especie, el número de ejemplares valorados para cada una de esta y, por último, el porcentaje que representa esta especie respecto al total de individuos.

Tabla 43. Especies arbóreas más abundantes del Zoo (2014).

Espece	Número de ejemplares	Porcentaje (%)
<i>Platanus x hispanica</i>	269	28.41
<i>Chamaerops humilis</i>	75	7.92
<i>Yucca elephantipes</i>	71	7.50
<i>Sophora japonica</i>	64	6.76
<i>Tipuana tipu</i>	52	5.49
<i>Washingtonia filifera</i>	31	3.27
<i>Phoenix dactylifera</i>	28	2.96
<i>Cupressocyparis x leylandii</i>	26	2.75
<i>Quercus ilex</i>	21	2.22
<i>Cupressus macrocarpa</i>	21	2.22
<i>Trachycarpus fortunei</i>	19	2.01
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	18	1.90
<i>Brachychiton populneus</i>	16	1.69
<i>Cupressus sempervirens</i>	15	1.58
Otros*	220	23.23
<b>Número total de ejemplares</b>	<b>946</b>	<b>100</b>

\*En la categoría de Otros se han introducido aquellas especies (53) cuyo número de individuos es inferior a 15.

Además de la actualización del inventario arbóreo, también se han realizado diferentes fichas de identificación para aquellas especies más representadas a lo largo de las 13 hectáreas del Zoo de Barcelona (ver capítulo 2 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”).

Las especies para las cuales se han elaborado las fichas mencionadas son *Platanus x hispanica*, *Chamaerops humilis*, *Yucca elephantipes*, *Sophora japonica*, *Tipuana tipu*, *Washingtonia*

*filifera*, *Phoenix dactylifera*, *Quercus ilex*, *Trachycarpus fortunei*, *Casuarina cunninghamina* y *Brachychiton populneus*.

## **5.2. Periodos de floración y fructificación de las especies arbóreas del Zoo**

Con la finalidad de establecer, en el capítulo de resultados, una relación trófica entre las aves de estudio [garza real (*Ardea cinerea*), cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), urraca (*Pica pica*) y curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*)] y las aquellas especies arbóreas presentes en el Zoo de Barcelona, se han elaborado unas tablas (Tablas 44, 45, 46) en las que se muestran los períodos de floración y de maduración del fruto, junto a su nombre científico y común, para las 68 especies arbóreas presentes en el inventario, con la excepción del boj balear (*Buxus balearica*) y el árbol de la vida (*Thuja orientalis*), para los cuales no se han conseguido obtener estos periodos.



**Tabla 44. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde *Aesculus hippocastanum* a *Eucalyptus globulus*. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados de Jaume Marlès y de los datos obtenidos de la página web: InfoJardín y Jardineros en Acción.**

Especie	Nombre común	Floración	Fructificación
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaño de indias	Primavera	Otoño
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto	Primavera	Invierno
<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria de pisos	Primavera	Otoño
<i>Bauhinia grandiflora</i>	Pata de vaca	Primavera- verano	Otoño
<i>Brachychiton populneus</i>	Braquiquito	Primavera	Otoño
<i>Buxus balearica</i>	Boj balear	Primavera	-
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Primavera	Septiembre-diciembre
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Pino australiano	Primavera y otoño	Otoño
<i>Cedrus libani</i>	Cedro del Líbano	Verano-otoño	Otoño
<i>Celtis australis</i>	Almez	Primavera-verano	Finales verano
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	Verano-otoño	Otoño-invierno
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor	Primavera	Otoño
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	Primavera	Verano
<i>Citrus aurantium</i>	Naranja amarga	Primavera	Invierno
<i>Cocculus laurifolius</i>	Cóculo	Primavera	Otoño
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés de monterrey	Finales invierno	Otoño (2ª año)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés común	Primavera	Otoño (2ª año)
<i>Cupressocyparis x leylandii</i>	Ciprés de Leyland	Primavera	Otoño (2ª año)
<i>Cycas revoluta</i>	Falsa palmera	Primavera	Otoño
<i>Dracaena draco</i>	Drago de canarias	Finales de primavera y verano	Finales de verano
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero del Japón	Otoño-invierno	Primavera
<i>Erythrina falcata</i>	Árbol del coral	Finales invierno-principios primavera	Otoño
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto común	Invierno-primavera	Otoño

**Tabla 45. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde *Ficus benjamina* a *Robinia pseudoacacia*.** Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados de Jaume Marlès y de los datos obtenidos de la página web: InfoJardín y Jardineros en Acción.

Especie	Nombre común	Floración	Fructificación
<i>Ficus benjamina</i>	Árbol benjamín	Verano	Otoño
<i>Ficus carica</i>	Higuera	Primavera	Verano-otoño
<i>Ficus elastica</i>	Árbol del caucho	Verano	Verano-otoño
<i>Fraxinus excelsior</i>	fresno común	Primavera	Otoño
<i>Ginkgo biloba</i>	árbol sagrado	Primavera	Otoño
<i>Grevillea robusta</i>	roble australiano	Primavera	Otoño
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Final primavera- principio verano	Finales de otoño
<i>Lagunaria patersonia</i>	Lagunaria	Primavera-verano	Otoño
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Invierno-primavera	Principios de otoño
<i>Ligustrum japonicum</i>	Aligustre	Primavera-verano	Mediados de otoño
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	Final primavera – verano	Septiembre-octubre
<i>Morus alba</i>	Morera	Final primavera – verano	Verano
<i>Olea europaea var. europea</i>	Olivo	Finales verano	Finales de otoño- invierno
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Espino de Jerusalén	Verano	Otoño
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	Primavera	Verano
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera	Primavera	Otoño (año siguiente a la floración)
<i>Phytolacca dioica</i>	Árbol de la bella sombra	Primavera	Otoño
<i>Pinus halepensis</i>	Pino Carrasco	Final invierno- primavera	Otoño del segundo año
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	Primavera	Verano del tercer año
<i>Platanus × hispanica</i>	Plátano	Principio primavera	Finales de verano-otoño
<i>Podocarpus neriifolius</i>	Podocarpo de hojas de adelfa	Finales de primavera	Verano-otoño
<i>Populus × canadensis</i>	Álamo canadiense	Finales de invierno	Marzo-abril
<i>Populus alba</i>	Chopo	Final invierno – primavera	Marzo-mayo
<i>Prunus cerasifera</i>	Cerezo	Final invierno – primavera	Verano
<i>Pyrus communis</i>	Peral silvestre	Primavera	Verano
<i>Quercus ilex</i>	Encina	Primavera	Otoño
<i>Quercus robur</i>	Roble	Primavera	Otoño
<i>Radermarchera sínica</i>	Árbol serpiente	Primavera-verano	Otoño
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Acacia	Primavera	Otoño

**Tabla 46. Época de floración y fructificación de las especies arbóreas. Desde *Salix babylonica* a *Yucca elephantipes*.** Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados de Jaume Marlès y de los datos obtenidos de la página web: InfoJardín y Jardineros en Acción.

Especie	Nombre común	Floración	Fructificación
<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Primavera	Mayo-junio
<i>Schinus molle var. areira</i>	Falso pimentero	Primavera-verano	Finales de verano-otoño
<i>Sophora japonica</i>	Acacia del Japón	Verano	Otoño
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmera pindó	Primavera-verano	Agosto-febrero
<i>Taxus baccata</i>	Tejo	Primavera	Otoño
<i>Tilia tomentosa</i>	Tilo plateado	Final primavera - verano	Otoño
<i>Tipuana tipu</i>	Palo rosa	Final primavera - verano	Otoño
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palmito elevado	Principio de primavera	Otoño
<i>Thuja orientalis</i>	Árbol de la vida	Primavera	-
<i>Ulmus minor</i>	Olmo	Final invierno - primavera	Primavera
<i>Washingtonia filifera</i>	Palmera de abanico	Final primavera-verano	Otoño
<i>Washingtonia robusta</i>	Palmera de abanico de México	Primavera	Otoño
<i>Yucca aloifolia</i>	Yuca	Mediados primavera - verano	Mayo-junio
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	Primavera	Mayo-junio



## 6. Estudio de las aves de interés

---





En este capítulo se realizará una breve explicación de las cuatro aves de estudio así como de los datos obtenidos en los muestreos para poder calcular posteriormente los índices de Shannon y Simpson y obtener así la biodiversidad específica del Zoo. Por otro lado, también se han anotado y clasificado los nidos observados de garza real, cotorra de pecho gris, urraca y curruca capirotada para establecer las relaciones genotópicas en el capítulo de resultados.

En el capítulo 3 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio” se pueden encontrar las fichas de identificación de estas aves, en las que se aporta información adicional a la que aparece en este capítulo.

## **6.1. Garza real (*Ardea cinerea*)**

La garza real es un ave de gran tamaño, de la familia de los ardeidos, que puede alcanzar los 100 centímetros de altura y los 195 centímetros de envergadura. Su peso es de entre 1.6 y 2 kilogramos en su estado adulto. Estilizada, con un largo cuello y un plumaje grisáceo, es un ave difícil de confundir.

Es un ave que reside en las zonas templadas de Europa y Asia pero que migra a zonas más cálidas de África o de la Península Ibérica en invierno.

En España, se concentra en las cuencas de los grandes ríos como el Duero, el Tajo, el Guadiana, el Guadalquivir y el delta del Ebro.

Pese a ser un ave típica de humedales, es nidificante en el Zoo de Barcelona desde la primavera de 1974 y es una de las colonias urbanas más importantes de todo el continente.

En cuanto a su alimentación, se basa en pequeños vertebrados y peces que captura en las desembocaduras de los ríos Llobregat y Besòs. En el caso de la colonia del Zoo, se les suministra el pescado sobrante de la alimentación de otros animales.

En cuanto a la nidificación, la garza real es un ave gregaria que forma colonias en árboles o en juncos a las que se unen otras especies de garzas como la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) o la garceta común (*Egretta garzetta*).

A mediados de Febrero, y coincidiendo con la época de cría, las parejas comienzan la construcción del nido en el cual la hembra depositará de 4 a 5 huevos.

En el Parque también se ha observado la depredación de pollos de cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) así como la utilización de sus nidos y viceversa (García y Tomás, 2006).

## **6.2. Cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*)**

La cotorra de pecho gris es un ave de tamaño mediano de la familia de las psitácidas que puede llegar a alcanzar los 31 centímetros de largo y los 140 gramos de peso. Su plumaje es verde brillante con las alas con un tono azulado mientras que las mejillas, frente, garganta y pecho son grises. Su cola es del mismo color verde que su dorso. El pico es de color ocre y robusto.

Es un ave originaria de América del Sur, donde habita en bosques de sabana semiárida, matorral de vegetación xerófita y áreas abiertas con árboles dispersos pese a que ha sido



introducida en muchos países americanos y europeos. Allí donde ha sido introducida puede habitar en diferentes tipologías de ambiente como bosques, zonas de cultivo, y parques y jardines.

En España fue observada por primera vez en el Zoo de Barcelona, donde fue introducida en 1974 y actualmente puede observarse distribuida principalmente por el litoral mediterráneo aunque también hay poblaciones importantes en Madrid y las Islas canarias.

Su alimentación está basada en una gran variedad de alimentos como frutos (palmeras, higueras, almez), semillas (ciprés, pino, maíz), brotes de hojas, hierbas e insectos.

En cuanto a la nidificación, que se suele llevar a cabo en palmeras, plátanos y pinos y es la única especie de loro que fabrica nidos. Estos presentan un tamaño considerablemente grande en el que se observan diferentes entradas debido a que no sólo es usado para la cría sino que son utilizados durante todo el año como dormitorio comunitario ya que con la concentración de individuos en el interior se consigue mantener una temperatura agradable que ayuda a superar las frías noches de invierno.

La cotorra de pecho gris cría entre principios de Abril y Septiembre y la puesta de huevos es de 4 a 8 por hembra.

### **6.3. Urraca (*Pica pica*)**

La urraca es un ave de tamaño mediano, de la familia de los córvidos, que puede alcanzar los 46 centímetros de largo y los 250 gramos de peso. Presenta un plumaje blanco y negro iridiscente (el color varía según el ángulo en que se mire provocando tonalidades gris pálido y verde). El pico, las patas y la cola son de color negro mientras que el pecho y los extremos de sus alas son blancos. El pico es recto y fuerte.

Es un ave que alberga una gran cantidad de hábitats debido a su carácter omnívoro e inteligencia (es considerada una de las aves más inteligentes) exceptuando las zonas con vegetación escasa, aunque prefiere las formaciones arboladas abiertas, los medios urbanos y las formaciones arboladas densas donde se pueden observar 4.80 aves/10ha, 3.41 aves/10ha y 2.93 aves/10ha respectivamente (Carrascal L.M, 2006).

Su alimentación es omnívora aunque se basa en insectos y cereales aunque también se alimenta de carroña, huevos y pollos de otras aves.

El nido es globular de unos 35-45 centímetros de ancho y 25-30 centímetros de alto y está fabricado con ramas gruesas que se instala en la copa de los árboles, donde queda colgado.

La puesta de huevos se produce en la primavera y consta de 4 a 9 huevos por hembra.



#### **6.4. Curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*)**

La curruca capirotada es un ave pequeña, de la familia de los sílvidos, con una longitud que puede llegar a los 14 centímetros y un peso que no supera los 20 gramos. Presenta un plumaje discreto, de color marrón similar al del gorrión, que le permite pasar desapercibido. Una característica es la coloración, negra en los machos y castaña en las hembras, en la parte superior de su cabeza.

Es un ave básicamente europea que cría en casi toda Europa, el noroeste de África y Asia occidental. Su hábitat son los terrenos densamente arbolados con un denso sotobosque, donde es fácil observarla.

En España, se encuentra ampliamente extendida por el norte peninsular con la excepción de las zonas deforestadas. La curruca capirotada tiene preferencia por las zonas con menor insolación y por las formaciones arboladas densas, mostrando una distribución de 11.46 aves/10ha. También aparece en formaciones arboladas abiertas mostrando una distribución de 7.64 aves/10ha. En cambio, esta especie es difícil de encontrar en medios urbanos (0.71 aves/10ha) (Carrascal L.M, 2006).

Su alimentación está basada en insectos, durante la primavera y la cría de los polluelos, y fruta cultivada o silvestre. Durante el invierno y el otoño consumen manzana de las cosechas más próximas que les permite sobrevivir al frío volando espacios pequeños. También se alimentan de los frutos de la hiedra, el espino, el aligustre, la zarzamora o el acebo.

En cuanto a su nido, es una construcción muy pobre y ligera fabricada con hierbas secas, musgo y pequeñas raíces. Se pueden encontrar ocultos en arbustos a una altura de entre 0.80 y 1.70 metros.

Su periodo reproductor comprende los meses de Abril a Julio, pudiendo realizar segundas puestas, aunque en el Zoo no se han constatado. La hembra suele depositar entre 4 y 6 huevos por puesta.

#### **6.5. Datos de muestreos de aves**

Con el objetivo de calcular la biodiversidad específica en el conjunto del Zoo, se han realizado dos tipos de muestreo de aves diferentes. Primeramente, es importante tener en cuenta que estos datos han sido obtenidos en un período de tiempo corto (octubre-diciembre), por lo que estos pueden ser diferentes a los obtenidos en otras épocas del año (primavera, verano o invierno).

En el primer tipo de muestreo, se ha diseñado un recorrido por el Parque Zoológico de una duración aproximada de dos horas, pasando por sus 13 hectáreas, en el que se han ido anotando todas las especies de aves observadas con la ayuda de unos prismáticos y guías de observación de aves.

En la Tabla 47 se pueden observar los datos obtenidos durante estos muestreos, en la que figuran el nombre común y científico de la especie, los días en los que se han efectuado los recuentos y la presencia o ausencia de las especies más comunes (marcada con una (x) en caso positivo o con (-) en caso negativo).

Tabla 47. Datos de los muestreos generales de aves en todo el Zoo de Barcelona.

Muestreo general del Zoo				
Nombre común ( <i>Nombre científico</i> )	17/11/2014	19/11/2014	26/11/2014	03/12/2014
Aratinga cabeza azul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )	X	-	-	-
Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )	X	X	X	X
Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )	X	X	X	X
Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )	X	X	-	-
Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	-	-	-	-
Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )	-	-	-	X
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	X	X	X	X
Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )	-	X	-	-
Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )	-	X	X	X
Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	X	X	X	X
Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )	X	X	X	X
Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )	X	X	X	X
Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )	X	X	X	X
Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )	X	X	-	-
Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )	-	X	X	X
Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )	X	-	-	X
Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )	X	X	X	X
Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	X	X	X	X
Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )	X	X	X	X
Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )	-	-	X	X
Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )	X	X	X	X
Tórtola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )	X	X	-	X
Urraca ( <i>Pica pica</i> )	X	X	X	X

Para el segundo tipo de muestreo, se han escogido cuatro zonas que presentan una vegetación diferente y se encuentran separadas entre ellas (ver Plano 3 del capítulo 1 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”) en las que se han anotado todos los ejemplares de cada especie observados durante un tiempo de 15 minutos, también con la ayuda de prismáticos y una guía de observación de aves.

Para la primera zona se ha escogido el palmeral, dominado por especies arbóreas del género *Phoenix* junto a otras palmeras. Además presenta un pequeño estanque con agua que puede actuar como reclamo para las aves.

En el segundo punto de muestreo, que se localiza en la zona de los pelícanos, encontramos gran cantidad de *Platanus x hispanica*, algunos ejemplares de *Tipuana tipu* y palmeras jóvenes de pequeño tamaño. También hay presente una gran masa de agua aprovechada por las aves.

La tercera zona de muestreo se sitúa entre el recinto de la nutria y el de los leones, al norte de las oficinas de la dirección del Zoo. Esta zona presenta dominio de *Platanus x hispanica* y se caracteriza por ser limítrofe con el exterior, donde en la actualidad se están realizando obras en un edificio. Es la zona más antrópica de las cuatro estudiadas.

Finalmente, la última zona de estudio se ha situado en la granja, donde además de un pequeño estanque con vegetación herbácea y arbustiva también hay presentes algunos árboles como *Platanus x hispánica* o *Ligustrum japonicum* y *Olea europea*, con frutos atractivos para las aves, lo que junto a la masa de agua las atrae a esta zona, sobre todo a paseriformes. Además esta zona se caracteriza por ser tranquila.

En las siguientes tablas podemos observar los datos obtenidos durante los muestreos en estos cuatro puntos en los que figuran los nombres (común y científico) de cada especie, los días en los que se ha efectuado el recuento, la presencia o ausencia de las especies más comunes (marcada con una (x) en caso positivo y con (-) en caso negativo) y el número de ejemplares observados para cada especie de avifauna.

Tabla 48. Muestreo de aves en el área de los pelícanos.

Área de muestreo 1 (Área de los Pelícanos)			
Nombre común (Nombre científico)	19/11/2014	26/11/2014	3/12/2014
Aratinga cabeza azul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )	-	-	-
Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )	-	-	-
Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )	x (4 ej.)	x (1 ej.)	x (1 ej.)
Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )	-	-	-
Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	-	-	-
Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )	-	-	-
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	x (2 ej.)	-	-
Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )	-	-	-
Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )	x (1 ej.)	-	-
Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	x (3 ej.)	-	-
Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )	x (7 ej.)	x (4 ej.)	x (1 ej.)
Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )	x (1 ej.)	x (2 ej.)	-
Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )	x (4 ej.)	x (4 ej.)	-
Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )	-	-	-
Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )	x (1 ej.)	-	-
Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )	-	-	-
Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )	-	-	-
Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	-	-	x (1 ej.)
Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )	x (4 ej.)	-	-
Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )	-	-	-
Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )	-	-	-
Tortola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )	x (2 ej.)	-	x (2 ej.)
Urraca ( <i>Pica pica</i> )	x (2 ej.)	x (2 ej.)	x (2 ej.)

Tabla 49. Muestreo de aves en la granja.

Área de muestreo 2 (Granja)			
Nombre común (Nombre científico)	19/11/2014	26/11/2014	3/12/2014
Aratinga cabeza azul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )	-	-	-
Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )	x (1 ej.)	-	-
Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )	-	-	-
Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )	-	-	-
Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	-	-	-
Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )	-	-	-
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	-	-	x (1 ej.)
Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )	x (1 ej.)	-	-
Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )	-	-	-
Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	-	-	-
Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )	-	-	-
Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )	-	-	x (1 ej.)
Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )	x (4 ej.)	-	-
Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )	-	-	-
Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )	-	-	-
Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )	-	-	-
Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )	-	-	x (1 ej.)
Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	x (6 ej.)	-	-
Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )	x (4 ej.)	-	x (1 ej.)
Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )	-	-	-
Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )	x (1 ej.)	-	x (1 ej.)
Tortola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )	-	-	-
Urraca ( <i>Pica pica</i> )	-	-	-

Tabla 50. Muestreo de aves en el palmeral.

Área de muestreo 3 (Palmeral)			
Nombre común (Nombre científico)	Fecha: 19/11/2014	Fecha: 26/11/2014	Fecha: 3/12/2014
Aratinga cabeza azul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )	-	-	-
Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )	-	-	-
Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )	x (12 ej.)	x (13 ej.)	x (12 ej.)
Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )	-	-	-
Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	-	-	-
Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )	-	-	-
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	-	-	-
Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )	-	-	-
Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )	-	-	-
Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	-	-	-
Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )	-	-	-
Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )	x (3 ej.)	-	-
Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )	x (5 ej.)	x (6 ej.)	x (10 ej.)
Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )	-	-	-
Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )	-	-	-
Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )	-	-	-
Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )	x (2 ej.)	x (2 ej.)	x (2 ej.)
Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	-	-	-
Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )	x (3 ej.)	x (3 ej.)	-
Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )	-	-	x (2 ej.)
Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )	-	-	x (1 ej.)
Tortola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )	x (2 ej.)	x (1 ej.)	x (2 ej.)
Urraca ( <i>Pica pica</i> )	-	-	-

Tabla 51. Muestreo de aves en la dirección.

Área de muestreo 4 (Dirección)			
Nombre común (Nombre científico)	19/11/2014	26/11/2014	3/12/2014
Aratinga cabeza azul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )	-	-	-
Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )	x (1 ej.)	x (1 ej.)	-
Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )	x (2 ej.)	-	x (3 ej.)
Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )	-	-	-
Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	-	-	-
Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )	-	-	-
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	-	-	x (3 ej.)
Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )	-	-	-
Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )	-	-	-
Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	-	-	-
Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )	x (1 ej.)	x (1 ej.)	x (1 ej.)
Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )	x (3 ej.)	x (1 ej.)	x (1 ej.)
Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )	x (4 ej.)	x (10 ej.)	x (3 ej.)
Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )	-	-	x (3 ej.)
Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )	-	-	-
Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )	-	-	-
Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )	-	x (1 ej.)	-
Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	-	-	-
Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )	x (42 ej.)	x (28 ej.)	x (24 ej.)
Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )	-	-	x (1 ej.)
Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )	-	-	-
Tortola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )	-	x (1 ej.)	-
Urraca ( <i>Pica pica</i> )	-	x (1 ej.)	x (3 ej.)

\*La ausencia de aves en las muestras tomadas el día 26/11/2014 en la granja pueden ser debidas a que el muestreo se realizó poco después de una fuerte tormenta.

## 6.6. Nidos de las aves de estudio

Con el objetivo de establecer las relaciones genotópicas se ha realizado un recorrido a lo largo del Zoo, el mismo que para el recuento general de especies de aves, en el cual se han contabilizado todos los nidos de aquellas aves de estudio.

Para clasificar los nidos en función de las aves escogidas se han tenido en cuenta criterios como la observación de aves aportando ramas al nido o la morfología de estos nidos. Por tanto, a partir de estos datos se ha confeccionado la tabla 52, en la que aparecen las cuatro especies de aves estudiadas (garza real, cotorra de pecho gris, urraca y curruca capirotada) así como sus nidos clasificados también según la especie arbórea en la que se han encontrado. En la última columna de la derecha encontramos el número total de nidos según la especie arbórea en la que se encuentran y en la inferior, los nidos según las aves así como el total de nidos observados.

Tabla 52. Distribución de los nidos de *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* y *Sylvia atricapilla* según especies arbóreas.

Árboles \ Aves	<i>Pica pica</i>	<i>Ardea cinerea</i>	<i>Sylvia atricapilla</i>	<i>Myiopsitta monachus</i>	Total nidos/Especie arbórea
<i>Platanus x hispanica</i>	5	21	0	16	42
<i>Phoenix dactylifera</i>	0	0	0	26	26
<i>Cedrus libani</i>	0	0	0	5	5
<i>Washingtonia filifera</i>	0	0	0	1	1
<i>Pinus pinea</i>	0	57	0	2	59
<b>Total nidos/Especie de ave</b>	5	78	0	50	133



## 7. Resultados

---





## 7.1. Comparativa entre los inventarios de 1999 y 2014

En este apartado se estudiará la evolución del arbolado del Zoo (excluyendo los recintos y las zonas en obras como se ha realizado durante todo el proyecto) basándonos en la comparativa entre el inventario arbóreo de 1999 y el elaborado en la actualidad (2014).

Para ello, como ya se ha hecho anteriormente, se observarán las especies arbóreas más abundantes del Zoo y una categoría (Otros) en la que se encontrarán el resto de especies que presenten un número de ejemplares inferior a 15 unidades.

En la tabla 53 se pueden observar el número de ejemplares de cada especie presentes en el Parque en los años 1999 y 2014 así como una columna en la que aparece la evolución de estos ejemplares (en color negro se observan aumentos y en color rojo los descensos de estos).

Se han identificado un total de 946 ejemplares respecto a los 988 presentes en 1999. Por otro lado, el número de especies ha pasado de 63 a las 68 actuales.

Se observa que la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) es la especie que ha sufrido un mayor descenso (59 ejemplares) debido en parte a la remodelación del espacio exterior del aviario como consecuencia de la construcción de una piscina municipal y diversas plagas de picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*), una especie de coleóptero originaria de Asia cuyas larvas se alimentan principalmente de plantas de la familia de las palmeras y han mermado la población.

En el punto opuesto a la palmera datilera se encuentra el palmito (*Chamaerops humilis*) que es la especie que ha sufrido un mayor aumento (55 ejemplares), la gran mayoría fruto de rebrotes de esta especie (Eulalia Bohigas *com. verb.*).

Tabla 53. Evolución de las especies más abundantes del arbolado del Zoo (1999-2014).

Especie	Número de ejemplares (1999)	Número de ejemplares (2014)	Variación (1999-2014) (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>Cupressocypris 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
<b>TOTAL</b>	<b>988</b>	<b>946</b>	<b>42</b>

Respecto a la categoría “Otros”, el número de ejemplares de estas especies ha disminuido en 32 ejemplares siendo el álamo blanco (*Populus alba*) la especie que ha sufrido un mayor descenso (17) pasando de 31 ejemplares en 1999 a 14 en 2014. Por el contrario, el olivo (*Olea europaea*) es la especie que ha sufrido un mayor incremento (6) pasando de 5 ejemplares en 1999 a 11 en 2014. En la Tabla 54 destacan las especies más representativas dentro de esta categoría.

Durante este periodo de 15 años han desaparecido especies como el arce negundo (*Acer negundo*) perdiendo el único ejemplar presente pero, por el contrario, se han introducido nuevas especie como la falsa palmera (*Cycas revoluta*) (3 ejemplares), una variedad de yuca (*Yucca aloifolia*) (3 ejemplares), palmera pindó (*Syagrus romanzoffiana*) (2 ejemplares), palo borracho (*Ceiba speciosa*) (1 ejemplar), árbol col de hoja blanca (*Cordyline indivisa*) (1 ejemplar), peral (*Pyrus communis*) (1 ejemplar) y *Radermachera sinica*, que se suele utilizar como planta decorativa de interior pero que puede llegar a alcanzar los 30 metros de altura en su hábitat natural (en el Zoo tiene una altura aproximada de unos 4 metros).



**Tabla 54. Evolución de las especies más representativas dentro de la categoría "Otros" (1999-2014).**

Espece	Número de ejemplares 1999	Número de ejemplares 2014	Variación (1999-2014) (Ejemplares)
<i>Celtis australis</i>	18	14	4
<i>Populus alba</i>	31	14	17
<i>Ligustrum japonicum</i>	21	13	8
<i>Pinus pinea</i>	19	13	6
<i>Morus alba</i>	15	11	4
<i>Olea europaea</i>	5	11	6
<i>Pinus halepensis</i>	10	11	1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	22	11	11

## 7.2. Arbolado del Zoo y su relación con la avifauna urbana

Para cumplir uno de los objetivos del proyecto, el de establecer una relación entre la avifauna urbana y el arbolado del Parque Zoológico, en este capítulo se ha elaborado un calendario trófico y se han identificado las relaciones tróficas y genotópicas entre las especies arbóreas presentes en el Zoo y las aves de estudio (garza real, cotorra de pecho gris, urraca y curruca capirotada).

### 7.2.1. Calendario trófico

El Parc de la Ciutadella, en el cual encontramos el Zoo de Barcelona, cumple una función muy importante en el ecosistema urbano al actuar como nódulo de recarga para las especies que utilizan estos espacios ya sea para refugiarse o alimentarse.

Para estudiar la disponibilidad de alimento por parte de las especies arbóreas para la fauna urbana, se ha elaborado un calendario trófico (tablas 55, 56 y 57) en el que se muestra el periodo de maduración del fruto para 66 de las 68 especies estudiadas que producen fruto (no se ha encontrado información para *Buxus balearica* y *Thuja orientalis*).

Se puede observar que el Zoo ofrece alimento durante todo el año sólo teniendo en cuenta las especies arbóreas ya que si se estudiaran también las especies arbustivas, el número sería mayor. Pese a ello, esta oferta se concentra sobre todo en los meses de otoño (60%) y de verano (23%), estaciones en la que se encuentran 47 y 18 especies con fruto respectivamente. Por el contrario, los meses de invierno (9%) y primavera (8%) son las que menos cantidad de recursos tróficos ofrecen con 7 y 6 especies con fruto respectivamente (Figura 3).



Figura 1. Porcentaje de especies arbóreas con fruto respecto a las estaciones del año.

Concretando más, si nos fijamos en el número de ejemplares arbóreos con fruto y no en las especies, encontramos 712 individuos (75.34%) en otoño, 41 individuos (4.33%) en invierno, 95 individuos (10.05%) en primavera y 470 individuos (49.73%) en verano, exceptuando siempre aquellos árboles presentes en los recintos de animales y las zonas en obras como la zona de la sabana y la de los chimpancés, a las cuales no se ha podido acceder.

Tabla 55. Calendario trófico. Especies desde *Aesculus hippocastanum* a *Eucalyptus globulus*.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Aesculus hippocastanum</i>												
<i>Ailanthus altissima</i>												
<i>Araucaria heterophylla</i>												
<i>Bauhinia grandiflora</i>												
<i>Brachychiton populneus</i>												
<i>Casuarina cunninghamiana</i>												
<i>Casuarina equisetifolia</i>												
<i>Cedrus libani</i>												
<i>Celtis australis</i>												
<i>Ceratonia siliqua</i>												
<i>Cercis Siliquastrum</i>												
<i>Chamaerops humilis</i>												
<i>Citrus aurantium</i>												
<i>Cocculus laurifolius</i>												
<i>Cupressocyparis x leylandii</i>												
<i>Cupressus macrocarpa</i>												
<i>Cupressus sempervirens</i>												
<i>Cycas revoluta</i>												
<i>Dracaena draco</i>												
<i>Eriobotrya japónica</i>												
<i>Erythrina falcata</i>												
<i>Eucalyptus globulus</i>												

Tabla 56. Calendario trófico. Especies desde *Ficus benjamina* a *Platanus x hispanica*.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Ficus benjamina</i>												
<i>Ficus carica</i>												
<i>Ficus elástica</i>												
<i>Fraxinus excelsior</i>												
<i>Ginkgo biloba</i>												
<i>Grevillea robusta</i>												
<i>Jacaranda mimosifolia</i>												
<i>Lagunaria patersonia</i>												
<i>Laurus nobilis</i>												
<i>Ligustrum japonicum</i>												
<i>Magnolia grandiflora</i>												
<i>Morus alba</i>												
<i>Olea europaea var. Europea</i>												
<i>Parkinsonia aculeata</i>												
<i>Phoenix canariensis</i>												
<i>Phoenix dactylifera</i>												
<i>Phytolacca dioica</i>												
<i>Pinus halepensis</i>												
<i>Pinus pinea</i>												
<i>Platanus x hispanica</i>												



Tabla 57. Calendario trófico. Especies desde *Podocarpus neriifolius* a *Yucca elephantipes*.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Podocarpus neriifolius</i>												
<i>Populus × canadensis</i>												
<i>Populus alba</i>												
<i>Prunus cerasifera</i>												
<i>Pyrus communis</i>												
<i>Quercus ilex</i>												
<i>Quercus robur</i>												
<i>Radermarchera sínica</i>												
<i>Robinia pseudoacacia</i>												
<i>Salix babylonica</i>												
<i>Schinus molle var. Areira</i>												
<i>Sophora japónica</i>												
<i>Syagrus romanzoffiana</i>												
<i>Taxus baccata</i>												
<i>Tilia tomentosa</i>												
<i>Tipuana tipu</i>												
<i>Trachycarpus fortunei</i>												
<i>Ulmus minor</i>												
<i>Washingtonia filifera</i>												
<i>Washingtonia robusta</i>												
<i>Yucca aloifolia</i>												
<i>Yucca elephantipes</i>												

### 7.2.2. Relaciones tróficas entre las aves de estudio y la vegetación del Zoo

Como se ha explicado previamente, las relaciones tróficas son aquellas en las que la fauna (aves en el caso de este proyecto) se ven atraídas por la disponibilidad de alimento. Este es uno de los dos factores fundamentales a la hora de conseguir una naturalización de la fauna en la zona interesada.

Es importante comentar que no se han conseguido visualizar directamente todas las relaciones tróficas entre las cuatro aves de estudio y los árboles por lo que se ha recurrido a una búsqueda de bibliografía ya existente para poder realizar posteriormente el mapa de biodiversidad del Zoo de Barcelona.

A continuación se explicarán las relaciones tróficas descritas entre las aves de estudio y las especies arbóreas presentes en el Zoo basándose en la bibliografía encontrada y algunas observaciones realizadas.

#### Cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*)

La cotorra de pecho gris es un ave principalmente granívora que en su hábitat natural se alimenta de semillas de especies silvestres y/o cultivadas como el maíz o el arroz (Davis 1974).

En Barcelona, se le ha observado alimentarse de brotes tiernos de chopo (*Populus sp.*), olmo (*Ulmus minor*) y robinia (*Robinia pseudoacacia*), frutos de 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 relación trófica con el pino carrasco (*Pinus halepensis*), la encina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*) y el aligustre (*Ligustrum japonicum*).



Ilustración 7. Cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) alimentándose de aligustre (*Ligustrum japonicum*).  
Fuente: A. Earnshaw (21/06/2008).

Todas las especies nombradas se encuentran en el Zoo de Barcelona con un porcentaje de 1.42% (*Populus alba*), 0.21% (*Ulmus minor*), 1.12% (*Robinia pseudoacacia*), 0.10% (*Ficus carica*), 0.52% (*Phoenix canariensis*), 2.85% (*Phoenix dactylifera*), 1.52% (*Cupressus*

*sempervirens*), 1.12% (*Pinus halepensis*), 2.13% (*Quercus ilex* subsp *ilex*) y 1.32% (*Ligustrum japonicum*).

En total, los ejemplares de estas especies representan un 12.31% del total del Zoo.

### **Urraca (*Pica pica*)**

La urraca es un ave principalmente omnívora aunque la base de su alimentación son los insectos, principalmente en los meses de primavera y verano. Por tanto, se alimentan de todo tipo de invertebrados, pequeños reptiles, aves y mamíferos, semillas de todo tipo, sobretodo de cereales, frutas y bayas (Domínguez et al., 1980). Los alimentos vegetales, fundamentalmente trigo y cebada, aun siendo menos abundantes forman parte de su dieta todo el año (Soler y Soler, 1991; Martínez et al., 1992) pero son más importantes durante los meses de otoño e invierno.

La carroña es otro de sus alimentos preferidos cuando está disponible, y son fáciles de ver en los bordes de las carreteras buscando animales atropellados. También es frecuente observarlos sobre animales domésticos como vacas u otros ungulados, alimentándose de ectoparásitos (Martínez, J. G., 2011).



**Ilustración 8. Urraca (*Pica pica*) alimentándose de restos de frutos. Fuente: Vicent Bataller.**

También se ha observado, mediante disecciones y observaciones, que esta especie puede alimentarse de frutos de higueras (*Ficus carica*) y vid (*Vitis vinifera*) (Pérez Chiscano, J. L., 1983).

En el Zoo sólo se encuentra 1 ejemplar (0.10% sobre el total del Zoo) de higuera (*Ficus carica*). Esto lleva a pensar que su presencia en el Parque no está condicionada por la vegetación.

### **Garza real (*Ardea cinerea*)**

La garza real es un ave de alimentación fundamentalmente piscívora como por ejemplo la trucha común (*Salmo trutta*) aunque si bien es cierto, también se alimenta de crustáceos como el cangrejo de río europeo (*Austropotamobius pallipes*), insectos como el escarabajo buceador (*Dysticus marginalis*) y anfibios como la rana bermeja (*Rana temporaria*) (Dariusz Jakubas & Agnieszka Mioduszevska, 2005).



**Ilustración 9. Garza real (*Ardea cinerea*) alimentándose. Fuente: Carlos S. Nieto, 2012.**

Recientemente, se han detectado interacciones depredatorias de garza real sobre nidos de cotorra de pecho gris en el mismo Zoo de Barcelona (Josep García & Xavier Tomás, 2006).

### **Curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*)**

La curruca capirotada se alimenta de insectos, fruta cultivada y bayas o frutos silvestres. Es un ave, que al alimentarse de frutos carnosos, dispersan las semillas de estos al expulsarlos por el aparato digestivo (Martí Boada, *com. verb.*).

Se ha observado, siguiendo la misma metodología que en el caso de la urraca (Pérez Chiscano, José Luis., 1983) que la curruca capirotada se alimenta de frutos de espino 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*) y aligustre (*Ligustrum japonicum*).

Dado que estas especies no son arbóreas, exceptuando el aligustre, no han sido reflejadas en el estudio. Por otro lado, estas especies se encuentran en el Parque dado que aparecen en la Guía Botánica del Zoo de Barcelona con la excepción del labiérnago.



**Ilustración 10.** Curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) alimentándose de frutos de hiedra (*Hedera helix*). Fuente: Màrius Domingo (05-02-2012).

### **7.2.3. Relaciones genotópicas entre las aves de estudio y la vegetación del Zoo**

Las zonas verdes de la ciudad de Barcelona, como lo es el Parc de la Ciutadella, son zonas más naturales con una menor contaminación, tanto atmosférica como acústica, por lo que son zonas más atractivas a las aves para establecer allí sus nidos y refugiarse.

Para poder establecer las relaciones genotópicas entre las aves y los árboles del Zoo, hay que diferenciar entre las aves que se refugian en las cavidades de los árboles (ya sean producidas por la caída de ramas o por fracturas en la corteza de los troncos) y las que construyen sus propios nidos. En el Zoo se encuentran 26 especies arbóreas (40%) que forman cavidades entre las cuales se encuentran el olivo (*Olea europaea*), la morera (*Morus alba*), el plátano (*Platanus x hispanica*) o la sófora (*Sophora japonica*) y 39 especies que no forman (60%) como por ejemplo el pino piñonero (*Pinus pinea*), la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), el pino australiano (*Casuarina cunninghamiana*) o la encina (*Quercus ilex*). En la siguiente figura se presentan los porcentajes de especies arbóreas que producen cavidades y las que no.



Figura 2. Porcentaje de especies arbóreas del Zoo que forman, o no, cavidades.

En el caso opuesto se encuentran aquellas especies de aves que construyen sus nidos con la aportación de ramas y barro en árboles o arbustos.

Este es el caso de las cuatro especies de aves estudiadas, con lo que es indiferente de la formación de cavidades por parte de los árboles. Para establecer las relaciones genotópicas, se han identificado todos los nidos que se han observado, como ya se ha explicado en otros capítulos, y se ha elaborado un mapa en el cual se sitúan estos nidos (Plano 26 del Anexo 1). El número total de nidos identificados ha sido de 133. La especie la que más nidos se han observado ha sido la garza real (78), seguida de la cotorra de pecho gris (50) y la urraca (5). Por el contrario, no se han detectado nidos de curruca capirotada, algo esperado ya que esta ave difícilmente se le ve construir su nido en el Zoo (Alex Mascarell *com. verb.*).

Las especies de árbol en las que se han encontrado estos nidos han sido el plátano de sombra (*Platanus x hispanica*), cedro del Líbano (*Cedrus libani*), palmera californiana de abanico (*Washingtonia filifera*), pino piñonero (*Pinus pinea*) y palmera datilera (*Phoenix dactylifera*).

La colonia de garzas reales (*Ardea cinerea*), se encuentra en una zona en la que predominan los plátanos y pese a que en esta especie se encuentran nidos (21), prefieren hacer sus nidos en pinos piñoneros, donde se encuentran la mayoría de estos (57). Curiosamente, la colonia de garzas reales se encuentra a pocos metros de la zona en la que los técnicos del Zoo alimentan a estas aves con el pescado sobrante de la alimentación de otros animales. Además, también se encuentran próximos a otras grandes aves piscívoras como los pelícanos (*Pelecanus crispus*).

Los nidos de urraca (*Pica pica*) se han localizado en plátanos (5), aunque lejos de la colonia de garzas reales.

En cuanto a la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), se encuentra colonizando una gran variedad de árboles como el plátano (16), el cedro del Líbano (5), pino piñonero (2) y la palmera de abanico californiana (1) aunque tiene preferencia por la palmera datilera (26), especie en la cual sólo se observan nidos de esta ave. Todos estos datos sobre la distribución de nidos según las especies arbóreas mencionadas se encuentran representados en la Figura 4.





Ilustración 11. Nido de cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) en una palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) en el Zoo de Barcelona. Fuente: Elaboración Propia.

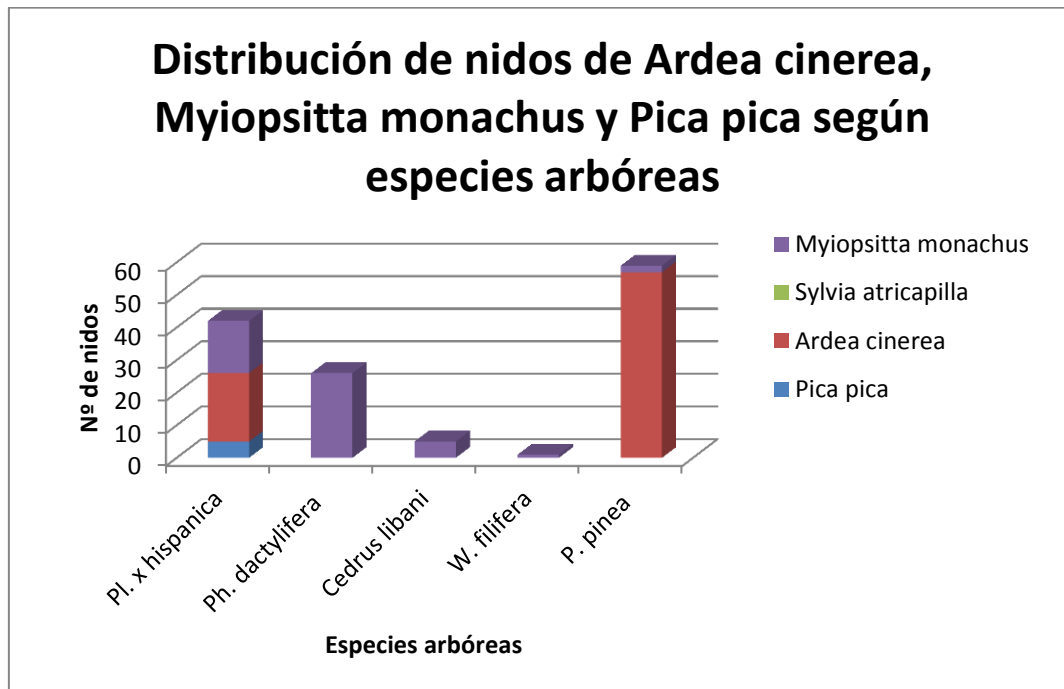


Figura 3. Distribución de nidos de garza real, cotorra de pecho gris, curruca capirotada y urraca según especies arbóreas.

Como resultado a las relaciones tróficas y genotópicas, se ha elaborado un mapa de biodiversidad arbórea asociada a estas aves que se puede ver en la página 33 del capítulo 1 del libro adjunto “Cartografía y fichas de identificación de árboles y aves de estudio”.

En este mapa se engloban todas las relaciones observadas entre las aves de estudio y las especies arbóreas presentes en el Zoo de Barcelona durante el periodo de estudio en el que queda representada que *Platanus x hispanica* es la especie arbórea en la que nidifican 3 de las 4 aves de estudio, siendo, por lo tanto, una de las especies más importantes.

### 7.3. Índices de biodiversidad

Con el objetivo de estudiar la biodiversidad en el Zoo, se han utilizado los índices de Simpson y Shannon para la biodiversidad de aves y una adaptación del índice de Singapur, utilizado para evaluar la biodiversidad en áreas urbanas.

#### 7.3.1. Índice de Shannon

Como ya se ha mencionado anteriormente, el índice de Shannon es uno de los primeros índices utilizados para medir la biodiversidad y tiene en cuenta el número de especies encontradas y la proporción de individuos de cada una de estas especies.

Se utilizará la fórmula de Shannon que presenta el logaritmo en base dos en lugar de la que presenta el logaritmo neperiano, dado que los valores obtenidos con esta fórmula siempre están comprendidos entre 0 y 5, lo que facilita la comparación entre los distintos valores obtenidos en las diferentes zonas de estudio.

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

Como se observa en la siguiente Tabla, el uso de esta fórmula permite clasificar la biodiversidad en cinco categorías.

Tabla 58. 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]

A continuación se muestra una tabla con los diferentes resultados obtenidos en cada uno de los días de muestreo de aves para cada zona de estudio.



**Tabla 59. Valores obtenidos del índice de Shannon para las áreas de estudio.**

Índice de Shannon	Día 19/11/2014	Día 26/11/2014	Día 03/12/2014	Media
Área de muestreo 1 (Palmeral)	2.00	1.83	2.02	<b>1.95</b>
Área de muestreo 2 (Pelicanos)	3.20	2.16	2.24	<b>2.53</b>
Área de muestreo 3 (Dirección)	1.18	1.65	1.53	<b>1.43</b>
Área de muestreo 4 (Granja)	2.23	-	2.32	<b>2.27</b>
Global del Zoo	2.87	2.44	3.05	<b>2.78</b>

Los resultados muestran que la media de biodiversidad en las zonas de estudio normalmente oscila entre baja y media siendo de 1.95 en el palmeral, 2.53 en la zona de pelicanos, 1.43 en dirección y 2.27 en la granja. Estos valores son debidos a que estas zonas presentan una vegetación arbórea muy homogénea hecho que condiciona una diversidad de aves escasa.

Es importante mencionar que los datos en la granja del 26/11/2014 fueron obtenidos tras una tormenta, por lo que no se observaron aves.

En el caso del palmeral se trata de una zona dominada prácticamente por palmeras datileras. Esta especie presenta una fuerte atracción genotópica y trófica con la cotorra de pecho gris, que ha colonizado prácticamente todas las palmeras de este área. Por ello, el número de ejemplares encontrados en esta zona es claramente superior al de resto de especies, factor que condiciona que la biodiversidad media encontrada sea baja (1.95).

En el caso del área de los pelicanos se observa que la biodiversidad aumenta de forma considerable. Esto es debido a que es un área con más diversidad de especies arbóreas, de las cuales cabe destacar el pino piñonero y el plátano de sombra como especies dominantes. Además, la instalación de los pelicanos cuenta con un pequeño lago de agua dulce en su interior y algunas especies arbustivas que son dos factores muy importantes a la hora de atraer aves del orden de los paseriformes. Todos estos factores hacen que la biodiversidad media de esta zona presente un valor de 2.53 dando lugar a un nivel de biodiversidad media.

En la zona de dirección se encuentra el valor de biodiversidad más bajo (1.43). Este valor es debido al elevado número de ejemplares encontrados de paloma común (*Columba livia*). El elevado número de ejemplares encontrados podría estar relacionado en parte con la vegetación arbórea existente, que en este caso es una zona donde prácticamente solo se encuentran ejemplares de plátano, especie arbórea con la cual la paloma mantiene una relación genotópica importante ya que este forma cavidades en su tronco, espacios que esta ave aprovecha para instalar sus nidos y refugiarse. No obstante, se sospecha que las instalaciones alrededor de esta zona tienen un papel importante a la hora de atraer este tipo ave ya sea por la alimentación de los animales que se encuentran en su interior o la morfología estructural y localización de las mismas además de ser un espacio limítrofe del Zoo.

La granja también presenta un índice de biodiversidad medio (2.27) debido a que es una zona dominada por gran variedad de especies arbustivas y a que también presenta una pequeña zona con agua dulce. Esta área de estudio presenta una gran variedad de aves paseriformes que se ven atraídas por los dos factores anteriormente nombrados. La vegetación arbórea en

esta zona es casi nula encontrándose dentro de la misma un único ejemplar de higuera (*Ficus carica*) y otro de ailanto (*Ailanthus altissima*).

Posteriormente estos resultados se han agrupado para intentar aproximar el valor más exacto del índice de Shannon global de todo el parque. Para ello se han sumado todas las especies de aves observadas en cada una de las zonas de estudio, así como el número de ejemplares. De esta manera, se ha aplicado la fórmula del índice de Shannon (antes mostrada) obteniéndose un valor medio de 2.78 por lo que la biodiversidad de aves total media del Zoo, para el periodo de estudio es media.

### 7.3.2. Índice de Simpson

El índice de Simpson se utiliza para observar si existe la dominancia de alguna especie sobre otra y en un principio representaba la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones realizadas al azar, por lo que sus valores oscilan entre 0 y 1. Posteriormente, se modificó el índice para que representara una mejor visión de la biodiversidad y para ello se propuso restar a 1 el valor obtenido por el índice para que así representara la probabilidad de que en dos extracciones realizadas al azar los individuos fueran de diferente especie, factor que indica una mayor biodiversidad.

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

Como ya se ha mencionado, los valores de este índice van de 0 a 1 siendo 0 el valor mínimo de biodiversidad y 1 el valor de máxima biodiversidad, donde todas las especies se encuentran equitativamente repartidas. Para dar un mayor detalle, en la siguiente Tabla se encuentran, al igual que se ha hecho para el índice de Shannon, diferentes categorías de este índice.

Tabla 60. Categorías para el índice de Simpson.

Calificación	Rango del índice de Shannon
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]

A continuación se muestra una tabla con los diferentes resultados obtenidos en cada uno de los días de muestreo de aves y zonas de estudio.

**Tabla 61. Valores obtenidos del índice de Simpson para las áreas de estudio.**

Índice de Simpson	Día 19/11/2014	Día 26/11/2014	Día 03/12/2014	Media
Área de muestreo 1 (Palmeral)	0.69	0.65	0.69	<b>0.67</b>
Área de muestreo 2 (Pelicanos)	0.87	0.77	0.77	<b>0.80</b>
Área de muestreo 3 (Dirección)	0.36	0.54	0.64	<b>0.51</b>
Área de muestreo 4 (Granja)	0.75	-	0.80	<b>0.77</b>
Global del Zoo	0,78	0,76	0,83	<b>0.79</b>

Es importante mencionar que los datos en la granja del 26/11/2014 fueron obtenidos tras una tormenta fuerte tormenta, por lo que puede ser la causa de que no se observaran aves.

Como ya se ha comentado anteriormente en el apartado para el índice de Shannon, en las áreas de estudio que corresponden al palmeral y la dirección, se ha encontrado una especie de ave dominante, siendo la cotorra de pecho gris la que domina en el palmeral y la paloma común la que domina en la zona de dirección. Esta dominancia respecto al resto de especies hace que la media del valor obtenido con este índice sea menor en estas dos zonas, siendo de 0.67 para el palmeral y de 0.51 en la dirección.

Por el contrario en la zona de la granja y la zona de pelicanos, las especies de aves se encuentran mucho más repartidas tal y como muestran los valores de biodiversidad que se han obtenido, siendo la media de estos de 0.80 para la zona de pelicanos y de 0,77 para la granja.

Posteriormente estos resultados se han agrupado para intentar aproximar el valor más exacto del índice de Shannon global de todo el Parque. Para ello se han sumado todas las especies de aves observadas en cada una de las zonas de estudio, así como el número de ejemplares. De esta manera, se ha aplicado la fórmula del índice de Simpson (antes mostrada) obteniéndose un valor medio de 0.79 por lo que la biodiversidad de aves total media del Zoo, para el periodo de estudio es muy alta.

### 7.3.3. Adaptación del índice de Singapur

El índice de Singapur o Índice de Biodiversidad Urbana (CBI en inglés) nace en Bonn, Alemania, en Mayo de 2008 durante la novena reunión de la Conferencia de los Partidos (COP 9).

La COP 9 reconoció el papel de las ciudades y autoridades locales así como que la implementación de estrategias nacionales sobre Biodiversidad y planes de acción requieren una estrecha colaboración con niveles subnacionales de los gobiernos. En este contexto, el Ministro para el Desarrollo Nacional de Singapur propuso el establecer un índice para medir la biodiversidad en las ciudades. Con este propósito, en febrero de 2009, un grupo de expertos se reunió para desarrollar un índice de biodiversidad urbana. Un segundo grupo se reunió posteriormente, en 2010, para revisar las pruebas piloto.

Este índice, que incorpora por 23 indicadores, está conformado por 3 componentes:

- Biodiversidad autóctona en el sistema urbano
- Servicios ecosistémicos proporcionados por la biodiversidad urbana
- Gobernanza y gestión sobre la biodiversidad

**1. Proporción de áreas naturales en la ciudad**

2. Medidas de conectividad o redes ecológicas para contabilizar la fragmentación

**3. Biodiversidad autóctona en zonas construidas (aves)**

4. Cambio en el nombre de especies autóctonas (plantas vasculares)

5. Cambio en el nombre de especies autóctonas (aves)

6. Cambio en el nombre de especies autóctonas (mariposas)

7. Cambio en el nombre de especies autóctonas (otro grupo taxonómico a elegir por la ciudad)

8. Cambio en el nombre de especies autóctonas (otro grupo taxonómico a elegir por la ciudad)

9. Proporción de áreas naturales protegidas

10. Proporción de especies alóctonas invasoras

**11. Regulación de la cantidad de agua**

12. Regulación del clima: almacenamiento de carbono i efecto de mitigación de la vegetación

13. Servicios de recreo y educación: área de parques/1000 habitantes

14. Servicios de recreo y educación: número de visitas anuales de educación formal (escolares menores de 10 años)

15. Presupuesto destinado a la biodiversidad

**16. Número de proyectos de biodiversidad implementados en la ciudad anualmente**

17. Normativa, regulación y políticas: existencia de estrategias y planes de acción en relación a la biodiversidad local

18. Capacidad institucional: número de instalaciones relacionadas con la biodiversidad

19. Capacidad institucional: número de agencias gubernamentales involucradas en cooperación en temas de biodiversidad

20. Participación: existencia de procesos de consultas públicas formales o informales sobre biodiversidad

**21. Participación: número de agencias, empresas, ONG's, instituciones académicas o internacionales en cooperación con la ciudad en temas de biodiversidad (actividades, proyectos y programas)**

## 22. Educación y concienciación: inclusión de la biodiversidad en los currículos escolares

## 23. Educación y concienciación: número de actos de difusión y concienciación pública anuales

Dado que el Zoo de Barcelona no se trata de una ciudad y no se pueden implementar todos estos indicadores, se han seleccionado aquellos aplicables al Parque Zoológico marcados en negrita en la lista anterior (1, 3, 11, 16, 21, 22, 23) por lo que no se calculará un índice sino que se realizará una adaptación explicando estos indicadores en relación con el Zoo de Barcelona (Sonia Sánchez *com. verb.*).

### 1. Proporción de áreas naturales en la ciudad

Teniendo en cuenta que el Zoo ya constituye por sí mismo un espacio verde dentro de la ciudad de Barcelona, junto al Parc de la Ciutadella, en este punto se valorarán los datos generales del inventario.

En el Zoo hay presentes 946 ejemplares de 68 especies diferentes de árboles. Teniendo en cuenta que algunas pueden ser originarias de más de una región, se observa que 8 especies son originarias de Oceanía, 23 de Europa, 4 de África, 15 de América y 21 de Asia (Figura 5).

Pese a predominar las especies con origen europeo, sólo se encuentran 7 especies autóctonas, lo que representa el 10.3% del total de especies, algo habitual en los jardines ya que se utilizan especies ornamentales.

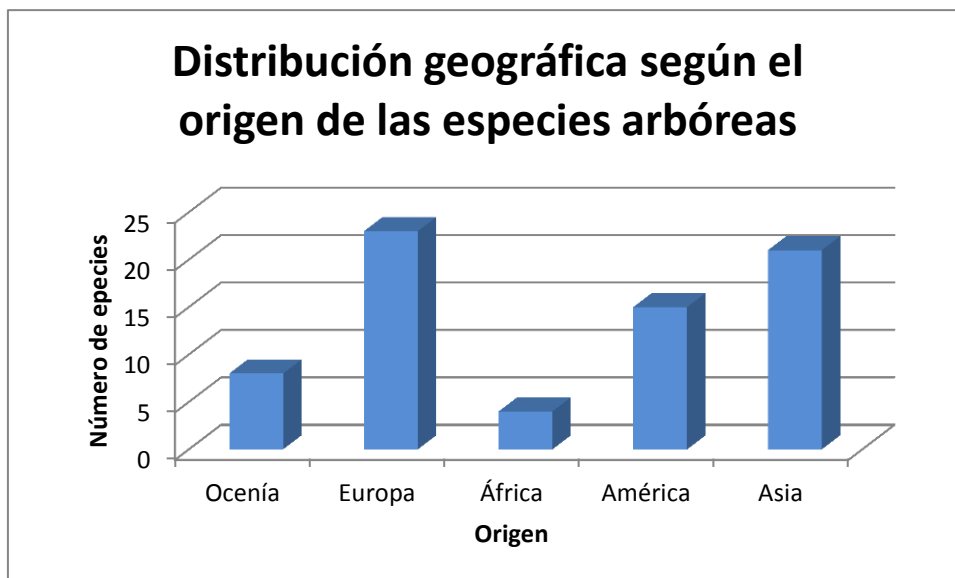


Figura 4. Distribución geográfica según el origen de las especies arbóreas del Zoo de Barcelona.

### 3. Biodiversidad autóctona en zonas construidas (aves)

En este punto no se valorará la biodiversidad autóctona de aves sino la general, sin tener en cuenta el origen de estas.

Los índices de Shannon y Simpson calculados muestran una biodiversidad de avifauna entre media y elevada para el ámbito del Zoo, aunque se observan zonas con una mayor diversidad (granja y recinto de pelícanos) que otras (palmeral y la zona de dirección) debido, principalmente, al tipo de vegetación presente.

En el periodo de estudio, la riqueza total de especies de avifauna observadas ha sido de 23

También se han clasificado las especies de aves registradas durante los muestreos para conocer la diversidad de avifauna en 4 categorías que se representan en la siguiente tabla.

Entre estas aves se encuentran especies exóticas como por ejemplo la aratinga cabeciazul (*Aratinga acuticaudata*), la cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*) y la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*).

Tabla 62. Clasificación de las aves observadas durante el estudio según su hábitat natural.

Categoría	Especie
Antrópicas	Gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> )
	Gorrión común ( <i>Passer domesticus</i> )
	Paloma bravía ( <i>Columba livia</i> )
	Paloma torcaz ( <i>Columba palumbus</i> )
	Tórtola turca ( <i>Streptopella decaocto</i> )
Bosques de ribera	Gallineta común ( <i>Gallinula chloropus</i> )
	Garceta común ( <i>Egretta garzetta</i> )
	Garza real ( <i>Ardea cinerea</i> )
	Lavandera blanca ( <i>Motacilla alba</i> )
Espacios abiertos	Aratinga cabeciazul ( <i>Aratinga acuticaudata</i> )
	Cotorra de Kramer ( <i>Psittacula krameri</i> )
	Cotorra de pecho gris ( <i>Myiopsitta monachus</i> )
	Cuervo ( <i>Corvus corax</i> )
	Colirrojo tizón ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )
	Garcilla bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )
	Loro del Senegal ( <i>Poicephalus senegalus</i> )
	Mirlo común ( <i>Turdus merula</i> )
	Urraca ( <i>Pica pica</i> )
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	
Sistemas forestales	Curruca capirotada ( <i>Sylvia atricapilla</i> )
	Lavandera cascadeña ( <i>Motacilla cinerea</i> )
	Mosquitero común ( <i>Phylloscopus collybita</i> )
	Petirrojo ( <i>Erithacus rubecula</i> )

## 11. Regulación de la cantidad de agua

La disponibilidad de agua para las aves no parece ser un problema en el Zoo ya que esta está presente en grandes cantidades ya sea en fuentes, pequeñas balsas o estanques y por supuesto en los recintos de los animales.

## 16. Número de proyectos de biodiversidad implementados en la ciudad anualmente

El Zoo, consciente de su compromiso hacia la conservación, la investigación y la educación, así como de su responsabilidad para mantener un espacio verde tan privilegiado como el Parc de la Ciutadella, ha puesto en marcha diferentes proyectos para la protección de aves, mamíferos, invertebrados y anfibios que habitan de manera natural así como proporcionar un espacio apto para muchas otras especies que aprovechan los recursos en el área del Parque Zoológico.

En los últimos años se han realizado estudios sobre la avifauna del Parque como el estudio de la colonia de ardeidos del Zoo de Barcelona, el inventario fenológico de las aves del Parc de la Ciutadella, un seguimiento de la colonia de grajillas (*Corvus monedula*) o un refuerzo alimentario y reproductivo de las poblaciones residentes de pequeñas aves entre otros proyectos. Además, también se han desarrollado estudios para conocer las poblaciones de mamíferos que habitan de forma natural el Zoo como lo son el seguimiento de la colonia de erizo común (*Erinaceus europaeus*) o el inventario de especies de murciélago que habitan el Zoológico.

## 21. Participación: número de agencias, empresas, ONG's, instituciones académicas o internacionales en cooperación con la ciudad en temas de biodiversidad (actividades, proyectos y programas).

A parte de las empresas patrocinadoras, como centro de investigación y conservación el Zoo colabora con numerosas empresas, ONG's e instituciones como las Universidades de la ciudad o centros de investigación, empresas adoptantes de animales que se hacen cargo de los costes económicos de su cuidado como por ejemplo Haribo (oso panda rojo), Llet Nostra (vaca frisona) o Fundació Agbar (flamencos de Chile) entre otras.

También las ONG's colaboran con el Zoo como es el caso de los "Pallapupas" una organización que ayuda a los niños a hacer más llevadera y agradable su estancia en los hospitales, la Fundación Pare Manel que organiza una recogida de juguetes anual para repartirlos a niños de familias en situación de vulnerabilidad y AFANOC, que organiza el día "Posa't la gorra", una campaña destinada a dar a conocer la realidad del cáncer infantil para normalizar esta enfermedad en la sociedad.

## **22. Educación y concienciación: inclusión de la biodiversidad en los currículos escolares**

El Zoo y los colegios de Catalunya siempre han estado muy ligados gracias a las actividades escolares en las que los alumnos aprenden sobre los comportamientos de los animales, sus hábitats y su conservación. Además también se organizan casales de verano y Navidad para niños de 5 a 13 años en los que pueden ampliar estos conocimientos.

## **23. Educación y concienciación: número de actos de difusión y concienciación pública anuales**

Con el propósito de concienciar a la población sobre la conservación e investigación de las especies, se organizan, junto al Instituto de Ornitología de Catalunya (ICO) jornadas de anillamiento de aves en las que se aprende sobre el comportamiento de las aves anilladas.

Como resumen final de esta adaptación del índice de Singapur y puesto que no se ha podido obtener un valor del estado de la biodiversidad urbana como ya se ha explicado en la introducción del mismo, se puede concluir 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, de donde obtiene la mayoría de los dípteros de los que se alimenta, nos indica que la calidad de las aguas es buena. Por otro lado, como ya se ha visto, 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.



## 8. Conclusiones

---





El estudio de la biodiversidad urbana es una disciplina reciente y, por lo tanto, poco estudiada. En este proyecto se ha estudiado el ámbito del Zoo de Barcelona (aproximadamente 13ha), situado en el Parc de Ciutadella, una de las zonas verdes más grandes e importantes de la ciudad. El estudio se ha basado en ver esta zona actuando como un imán para la avifauna, a partir de la vegetación arbórea presente (relaciones tróficas y genotópicas) y cómo afecta ésta a la abundancia de aves observada.

El Zoo no sólo se caracteriza por la presencia de fauna cautiva sino que también presenta un importante valor como nódulo de recarga debido a la presencia de una gran cantidad de especies arbóreas y vegetales que permiten la presencia de una gran diversidad de aves, pequeños mamíferos, reptiles, anfibios e insectos.

### **Inventario arbóreo**

En la actualidad, el Zoo de Barcelona cuenta con 946 ejemplares arbóreos de 68 especies diferentes, lo que significa un descenso de 42 ejemplares con respecto a 1999. Por otro lado, el número de especies se ha visto incrementado de 63 a las 68 actuales, sin valorar aquellos presentes en los recintos de animales ni las zonas en obras.

En cuanto al origen de estas especies, más de la mitad de estas son de origen asiático y europeo, siendo sólo siete de ellas autóctonas, como suele suceder en la gran mayoría de parques y jardines urbanos.

El plátano de sombra (*Platanus x hispanica*) es la especie más representada con 269 ejemplares (28.43% del total), aunque ha visto su número reducido en 28 desde 1999.

Estas especies se encuentran repartidas de forma más o menos homogénea a lo largo de todo el Zoo exceptuando algunas zonas como el palmeral donde la cantidad de palmeras es claramente dominante o la granja, donde encontramos una gran cantidad de vegetación arbustiva.

### **Relaciones tróficas**

Se ha observado que el Zoo de Barcelona presenta disponibilidad de alimento para las aves durante todo el año, siendo el otoño (60%) y el verano (23%) las estaciones en las que se encuentra una mayor cantidad de alimento mientras que el invierno (9%) y la primavera (8%) son las que menor cantidad presentan.

Respecto a las aves de estudio (*Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Sylvia atricapilla* y *Pica pica*) se ha llegado a la conclusión de que la garza real (*Ardea cinerea*) y la urraca (*Pica pica*) no se encuentran en el Zoo únicamente por la disponibilidad de alimento.

En el caso de la garza real esto se debe a la localización del Parque entre las desembocaduras del Besòs y el Llobregat, donde acude a diario a cazar, además de la alimentación proporcionada por parte de los técnicos del Zoo con el pescado sobrante de la alimentación a otros animales.

Por otro lado, la urraca está presente en el Zoo gracias a la carroña que encuentra en los recintos de especies carroñeras como el buitre además de la presencia de gran variedad de ungulados, con los cuales establece una relación de comensalismo al alimentarse de sus ectoparásitos.

Para la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) y la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) se ha observado a partir de los resultados que presentan relación trófica con varias especies vegetales presentes en el Zoo.

### **Relaciones genotópicas**

Se ha observado que la cotorra de pecho gris, garza real y urraca nidifican en diferentes especies arbóreas del zoológico siendo la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) la favorita para la cotorra de pecho gris ya que en ella se encuentran el 50.98% de los nidos mientras que el resto se encuentra repartido entre otras tres especies (*Platanus x hispanica*, *Cedrus libani* y *Washingtonia filifera*).

La garza real presenta el 73.03% de sus nidos sobre pinos piñoneros (*Pinus pinea*) mientras el 26.93% restante se encuentra en *Platanus x hispanica*.

En cuanto a la urraca, sólo se han encontrado 5 nidos, todos ellos sobre *Platanus x hispanica*.

Todas estas relaciones tróficas y genotópicas se muestran en el mapa resumen que se ha elaborado con el título de “Mapa de la biodiversidad arbórea asociada a las aves de estudio” (ver plano 27 del Anexo 1) en el que se muestran de forma visual todas aquellas especies de vegetación arbórea presente en el Zoo de Barcelona que influyen de alguna manera (tróficamente y/o genotópicamente) en la atracción de las aves de estudio, la localización de estos árboles dentro del Parque y las relaciones que se dan entre estos y las aves estudiadas. Además también incluye la localización de los nidos hallados durante el periodo de estudio.

### **Naturación y naturalización**

El número de especies de aves que se han observado durante el periodo de estudio que comprende entre octubre y diciembre, mediante visualización directa, ha sido de 23.

Durante el estudio se ha podido constatar que dependiendo de la zona del Zoo en la que nos encontremos la composición de la fauna aviar varía notablemente. Un ejemplo claro lo encontraríamos visitando las zonas del palmeral y la granja.

En el palmeral la avifauna está prácticamente dominada por la cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), 46.83% del total de ejemplares observados, perteneciendo el 53.17% restante a otras cinco especies. Esto es debido principalmente a la presencia de palmeras datileras (*Phoenix dactylifera*) de la cual se alimenta y utiliza como soporte para construir sus nidos. Por el contrario, en la granja dominan diferentes especies del orden de los paseriformes debido a que en esta zona abundan especies vegetales de porte arbustivo en las cuales suelen refugiarse estas especies. Los paseriformes representan el 54.54% de las aves observadas mientras que el 45.45% restante se reparte entre otras siete especies que no pertenecen a este orden.

Se ha llegado a la conclusión que aquellas zonas que presentan una vegetación más monótona presentan un menor índice de biodiversidad de avifauna tal y como se puede comprobar a partir de los valores obtenidos en las zonas del palmeral y dirección (1.95 y 1.43 sobre 5 para el índice Shannon y 0.67 y 0.51 sobre 1 para el índice de Simpson respectivamente). Por el contrario, aquellas áreas donde la vegetación es más diversa como lo son el área de pelicanos o el área de la granja presentan índices más elevados (2.53 y 2.27 sobre 5 para el índice de Shannon y 0.80 y 0.77 sobre 1 para el índice de Simpson respectivamente).

En general se ha obtenido que el Zoo de Barcelona presenta una biodiversidad de aves para el periodo de estudio entre media y elevada dependiendo del índice utilizado (2.78 sobre 5 (Shannon) y 0.79 sobre 1 (Simpson)). Es importante mencionar que estos valores son variables dependiendo de la época en la que se realice el estudio, debido a la presencia de aves migratorias y a la época de floración/fructificación de los árboles (disponibilidad de alimento).

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*



## 9. Propuestas de mejora

---







Una vez analizados los resultados obtenidos se han elaborado una serie de propuestas de mejora con diferentes objetivos. El objetivo principal de estas mejoras es fomentar una mayor naturalización de las diferentes especies de aves dentro del parque pero además también se pretende que se utilice la vegetación arbórea del parque con fines educativos y científicos.

Las propuestas se han clasificado en las siguientes líneas estratégicas:

1. Naturación
  - 1.1 Potenciación de las relaciones tróficas
  - 1.2 Reducción del número de ejemplares de palmera datilera (*Phoenix dactylifera*)
  - 1.3 Mejorar la conectividad entre núdulos de recarga de la ciudad
2. Educación ambiental
  - 2.1 Elaboración de nuevos carteles informativos sobre las especies arbóreas
  - 2.2 Elaboración de un recorrido botánico dentro del Zoo de Barcelona
3. Investigación
  - 3.1 Control del inicio de la época de floración/fructificación
  - 3.2 Control del inicio de la época de reproducción de las aves

A la hora de valorar los apartados de prioridad, coste económico y beneficios se han utilizado las siguientes categorías:

- Para la prioridad se han definido las siguientes categorías:
  - **Baja.** Acciones que pueden comenzar a aplicarse a partir del tercer año posterior a la aprobación de la propuesta.
  - **Moderada.** Acciones que pueden comenzar a aplicarse entre el segundo y tercer año posterior a la aprobación de la propuesta.
  - **Alta.** Acciones que deben comenzar a aplicarse en el primer año posterior a la aprobación de la propuesta.
- Para el coste económico se han definido las siguientes categorías:
  - **Bajo.** Coste económico inferior a 1.500€.
  - **Moderado.** Coste económico comprendido entre 1.501€ y 10.000€.
  - **Elevado.** Coste económico superior a 10.001€
- Para los beneficios se han definido las siguientes categorías:
  - **Ambiental.** Aquellas acciones que consiguen una mejora en la calidad ambiental o la biodiversidad.
  - **Social.** Aquellas acciones que repercuten positivamente sobre la sociedad ya sea debido a la proporción de bienes y servicios o que provocan un cambio en su forma de percibir el entorno.
  - **Económicas.** Aquellas acciones que reportan ganancias económicas ya sea debido al ingreso extra o al ahorro.
  - **Científico.** Aquellas acciones que proporcionan datos de interés científico que pueden ser utilizados en estudios posteriores.

### Línea estratégica 1. Naturación

#### Acción 1.1 Potenciación de las relaciones tróficas

##### Objetivo

Asegurarse que los árboles del Zoo presentan disponibilidad de alimento uniforme durante todo el año

##### Descripción

Introducción o aumento de aquellas especies arbóreas que produzcan frutos y/o flores comestibles para las aves durante las épocas de invierno y primavera, que son las que presentan menor cantidad de disponibilidad de alimento.

Algunas de estas especies pueden ser, por ejemplo, el álamo blanco (*Populus alba*), el olmo (*Ulmus minor*), el naranjo amargo (*Citrus aurantium*), el níspero (*Eriobotrya japonica*) y el olivo (*Olea europea*).

Prioridad	Periodo de inicio	Periodo de ejecución
Alta	2015	3-6 meses

##### Personas implicadas

Servicio de jardinería del Zoo de Barcelona

##### Coste económico

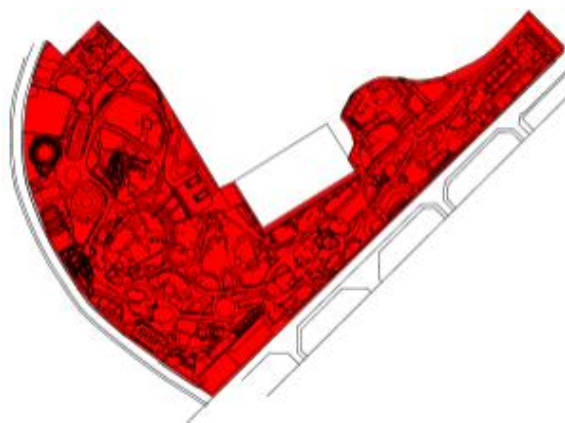
Elevado

##### Beneficios

Ambientales

##### Ámbito de la mejora

Zoo de Barcelona



**Línea estratégica 1. Naturación**

**Acción 1.2 Reducción del número de ejemplares de palmera datilera (*Phoenix dactylifera*)**

**Objetivo**

Reducir la cantidad de individuos de cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*) debido a que se trata de una especie invasora.

**Descripción**

Reducir moderadamente el número de palmeras pertenecientes a la especie *Phoenix dactylifera*, ya que se ha observado una relación directa con *Myiopsitta monachus*, donde nidifica con más frecuencia.

Se priorizará aquellas palmeras en las que ya se encuentren nidos de cotorra, o estén próximos a estos y se sustituirán por palmeras de hoja más corta como la especie *Washingtonia filifera* en la cual no se ha detectado con tanta frecuencia la presencia de nidos (1 nido en 37 ejemplares)

Las zonas donde se deberá actuar son el palmeral y el área cercana a la dirección del Zoo.

**Prioridad**

Moderada

**Periodo de inicio**

2015-2017

**Periodo de ejecución**

3-6 meses

**Personas implicadas**

Servicio de jardinería del Zoo de Barcelona

**Coste económico**

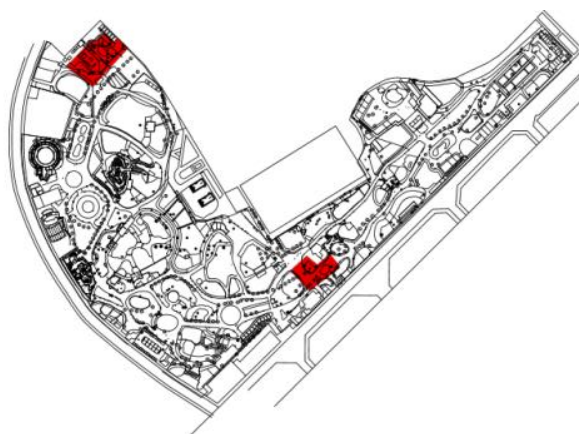
Moderado

**Beneficios**

Ambientales y sociales

**Ámbito de la mejora**

Palmeral y Zona de dirección



**Línea estratégica 1. Naturación**

**Acción 1.3** Mejorar la conectividad entre nódulos de recarga de la ciudad

**Objetivo**

Favorecer la naturalización de especies de fauna no perniciosa dentro del sistema urbano.

**Descripción**

Definir un tipo de vegetación dentro del sistema urbano que permita la conectividad entre el conjunto Parc de la Ciutadella-Zoo de Barcelona y el resto de jardines de entidad de la ciudad. La propuesta busca introducir especies arbóreas (aquellas que presenten un mayor número de relaciones tróficas y genotópicas con aves, siempre no perniciosas) en las calles y avenidas que se encuentran entre estos parques y jardines de la ciudad, como lo son el Parc del Guinardó o Montjuïc.

**Prioridad**

Moderada

**Periodo de inicio**

2015-2018

**Periodo de ejecución**

1-3 años

**Personas o entidades implicadas**

Ayuntamiento de Barcelona

**Coste económico**

Elevado

**Beneficios**

Ambientales y sociales

**Ámbito de la mejora**

Ciudad de Barcelona



**Línea estratégica 2. Educación ambiental**

**Acción 2.1** Elaboración de nuevos carteles informativos sobre las especies arbóreas

**Objetivo**

Dar a conocer las relaciones que se dan entre los árboles del Zoo y la fauna asociada a estos.

**Descripción**

Elaboración de nuevos carteles informativos sobre las especies arbóreas en los que además de la biología y distribución de la especie se muestren las interacciones (tróficas y/o genotópicas) entre la especie y la fauna asociada a estos.

**Prioridad**

Moderada

**Periodo de inicio**

2016

**Periodo de ejecución**

1-3 meses

**Personas o entidades implicadas**

Servicio de jardinería del Zoo de Barcelona

**Coste económico**

Bajo

**Beneficios**

Sociales

**Ámbito de la mejora**

Zoo de Barcelona



## Línea estratégica 2. Educación ambiental

### Acción 2.2 Elaboración de un recorrido botánico dentro del Zoo de Barcelona

#### Objetivo

Dar a conocer los árboles del Zoo y la fauna asociada.

#### Descripción

Elaborar un recorrido guiado donde se muestren y expliquen aquellas especies arbóreas más relevantes. Estas especies serán:

- Especies autóctonas.
- Árboles monumentales y/o ejemplares.
- Especies arbóreas que presenten relaciones importantes con la fauna urbana

Prioridad	Periodo de inicio	Periodo de ejecución
Moderada	2016	Continuo

#### Personas o entidades implicadas

Servicio de jardinería del Zoo de Barcelona

#### Coste económico

Bajo

#### Beneficios

Sociales

#### Propuesta de recorrido dentro del Zoo



### Línea estratégica 3. Investigación

#### Acción 3.1 Control del inicio de la época de floración/fructificación

##### Objetivo

Obtener un indicador del cambio global

##### Descripción

Poner en marcha y mantener un registro fenológico del inicio del periodo de floración y fructificación de algunas especies arbóreas (las que tengan un inicio más conocido o aquellas más fáciles de identificar) con la finalidad de visualizar posibles variaciones en la fenología de estas especies.

Las repeticiones en la variación de estos procesos puede considerarse una respuesta directa al cambio climático.

Prioridad	Periodo de inicio	Periodo de ejecución
-----------	-------------------	----------------------

Alta

2015

Continuo

##### Personas implicadas

Servicio de jardinería del Zoo de Barcelona

##### Coste económico

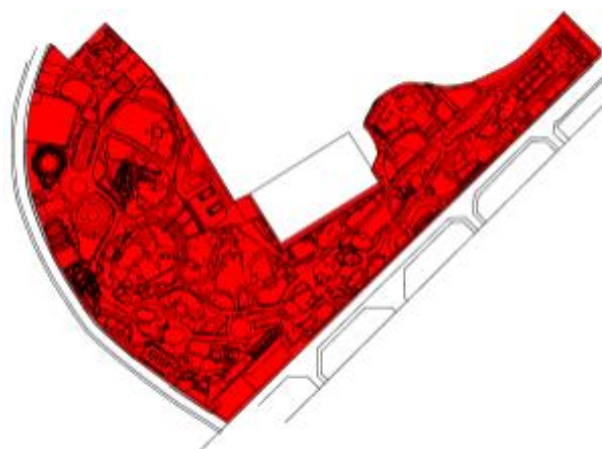
Bajo

##### Beneficios

Científico

##### Ámbito de la mejora

Recinto del Zoo de Barcelona



**Línea estratégica 3. Investigación**

**Acción 3.2 Control del inicio de la época de reproducción de las aves**

**Objetivo**

Obtener un indicador del cambio global

**Descripción**

Poner en marcha y mantener un registro del inicio del periodo de la época reproductiva de algunas especies de aves (aquellas que presenten un canto nupcial que permita identificarlo) con la finalidad de observar posibles variaciones en el inicio de este proceso.

Las repeticiones en la variación de estos procesos pueden considerarse una respuesta directa al cambio global.

**Prioridad**

Alta

**Periodo de inicio**

2015

**Periodo de ejecución**

Continuo

**Personas implicadas**

Ornitólogo del Zoo de Barcelona

**Coste económico**

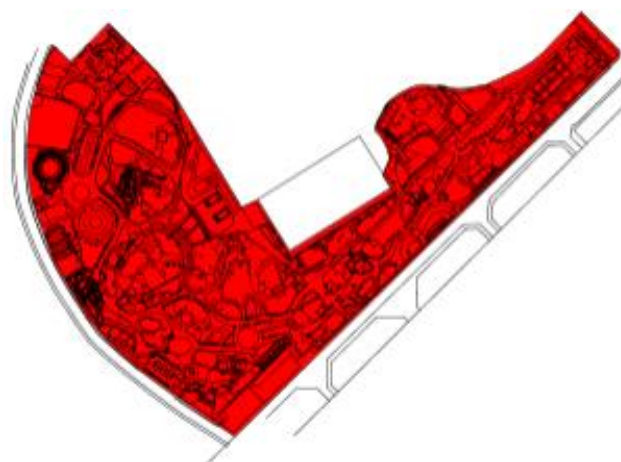
Bajo

**Beneficios**

Científico

**Ámbito de la mejora**

Recinto del zoo de Barcelona





## 10. 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](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](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 botánica 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 palmeras*. (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/buscador.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.

SOLER, J. J.; SOLER, M. (1991). “Análisis comparado del régimen alimenticio durante el período otoño-invierno de tres especies de córvidos en un área de simpatria”. *Ardeola*. Vol. 38. Nº 1, p. 69-89.

UNIVERSITAT DE BARCELONA, UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS Y UNIVERSITAT DE VALÈNCIA. ÀREA DE BOTÀNICA, DEPARTAMENT DE BIOLOGIA. *Herbario Virtual del Mediterraneo Occidental*. (2007). [Consulta: 1 al 7 de diciembre]. <<http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/index.html>>



# **Presupuesto, Huella de carbono asociada al proyecto y Programación**

---





## Presupuesto

<b>COSTES DIRECTOS</b>	<b>Precio unitario (€/ Unidad)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Personas</b>	<b>Total (€)</b>
<b>1. Recursos humanos</b>				
Salario				
Trabajo de campo	15	150 horas	3	6750
Trabajo de oficina	10	250 horas	3	7500
<b>2. Desplazamiento</b>				
Transporte público	3	58 viajes	3	522
<b>3. Recursos materiales</b>				
Microsoft Office2010	0			0
ArcGis v.10.0	0			0
Material de campo	0			0
Impresión color	0.29	450 hojas		130.5
Impresión B/N	0.05	222 hojas		11.1
Encuadernación	2.3	6 u		13.8
Cd's + Caratula	0.85	6 u		5.1
<b>4. Otros</b>				
Dietas	8	7 u	3	168.0
<b>TOTAL</b>				<b>15100.50</b>
<b>COSTES INDIRECTOS</b>				
20% de los costes directos				3020.10
<b>SUBTOTAL</b>				<b>18120.60</b>
<b>IVA (21%)</b>				<b>3805.33</b>
<b>TOTAL</b>				<b>21925.93</b>

## Huella de carbono asociada al proyecto

El cálculo de la huella de carbono estima la cantidad de gases de efecto invernadero, medidos en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes, que se emiten a la atmosfera a causa de las actividades antrópicas.

Como futuros ambientólogos, hemos creído necesario calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes asociadas a las actividades realizadas para la elaboración de este proyecto como lo son el transporte, el consumo de energía eléctrica y el consumo de papel.

### Transporte

En total se han realizado 1.218 kilómetros en transporte público (metro y FGC), que incluyen los viajes de ida y vuelta al Zoo de Barcelona, desde la Universitat Autònoma de Barcelona.

Así, el transporte ha supuesto una generación de 0.003 Kg de CO<sub>2</sub> por persona y kilómetro (Ecologistas en Acción), lo que hace un total de 10.962 Kg de CO<sub>2</sub>. Esta cifra representa el 17.69% de las emisiones totales del proyecto.

### Consumo eléctrico

Dado que el cálculo de la electricidad es complejo debido a que esta puede provenir de diferentes fuentes, se ha decidido no calcular el consumo de luz mediante bombillas sino centrarnos únicamente en los consumos de los ordenadores de cada miembro del grupo.

Se ha considerado un tiempo de uso igual para todos los miembros (150 horas)

En cuanto a la utilización de ordenadores, clave para la elaboración del proyecto, se han utilizado 3 ordenadores, que tienen unas potencias de 150W, 180W y 135W, utilizados durante 150 horas (450 horas en total).

Teniendo en cuenta que  $1KWh = 0.65KgCO_2$  (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), el consumo eléctrico total (contando únicamente los ordenadores) ha supuesto una generación total de 45.337 Kg de CO<sub>2</sub>, representando el 73.16% de las emisiones totales del proyecto.

### Papel

Para las emisiones correspondientes al papel utilizado, se han tenido en cuenta todas las impresiones realizadas y se ha tenido en cuenta también que  $\frac{1.8 Kg de CO_2}{1 Kg de papel reciclado}$  (Environmental Defense Fund), siendo 0.005 Kg la masa de una hoja DIN-A4.

Así, el consumo total de papel ha supuesto una generación de 5.67 Kg de CO<sub>2</sub>, representando el 9.15% de las emisiones totales del proyecto.

El total, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la realización de este proyecto han sido de 61.96 Kg de CO<sub>2</sub>.

En el siguiente gráfico pueden observarse las emisiones totales de CO<sub>2</sub> totales y el porcentaje que representan cada una de las 3 variables estudiadas.

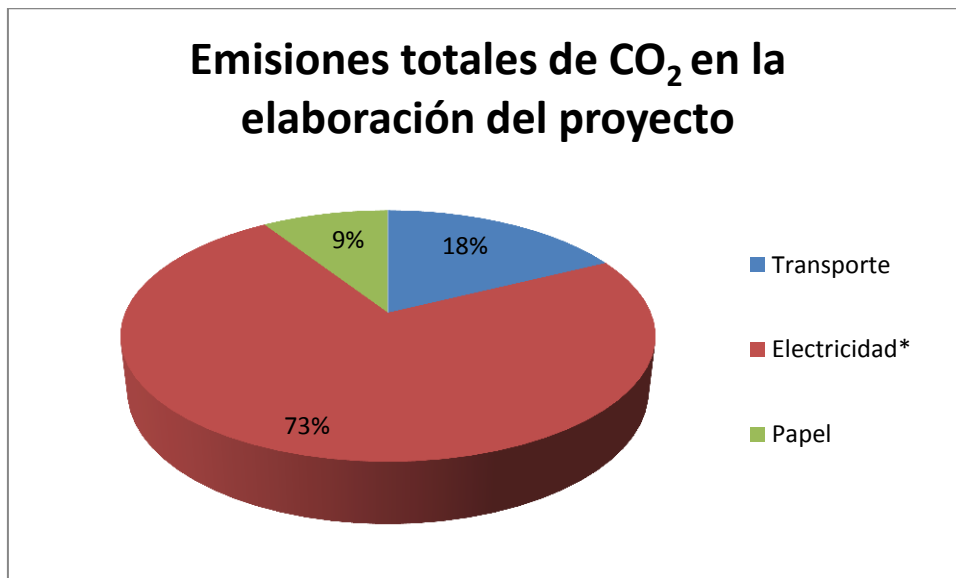


Figura 5. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> en la elaboración del proyecto.

\*Para la electricidad, únicamente se han valorado los consumos de los ordenadores de cada miembro del grupo.

## Programación

Objetivo	Descripción	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	<b>Elección del tema</b>																								
	<b>Elaboración de la programación</b>																								
	<b>Búsqueda antecedentes</b>																								
	<b>Definición objetivos</b>																								
	<b>Diseño de la metodología</b>																								
	<b>Búsqueda información</b>																								
	Botánica																								
	Avifauna																								
	Cartografía (Descarga Capas)																								
1	<b>Actualización del inventario arbóreo</b>																								
	Realización inventario actual																								
	Comparativa con el inventario de 1999																								
	Elaboración de la cartografía																								
	Elaboración de tablas y gráficos relacionados																								
2	<b>Estudio de la relación entre las aves y los árboles</b>																								
	Seguimiento y observación de aves de estudio																								
	Estudio de la relaciones tróficas y genotópicas																								
	Elaboración del mapa de biodiversidad																								
	Elaboración de gráficas y tablas asociadas																								
	Identificación de las especies de árboles que favorecen la presencia de cada una de las especies de aves de estudio																								

Objetivo	Descripción	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	<b>Determinación de la diversidad de aves en el Zoo</b>																								
	Consulta expertos																								
	Resultados																								
	Conclusiones																								
	Redacción artículo																								
	Cálculo huella de carbono																								
	Cálculo presupuesto																								
	Entregas y defensas parciales																								
	Entrega y defensa Final																								

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*

## Glosario

*Islas verdes*: Aquellas zonas dentro de la ciudad que presentan una vegetación abundante y se encuentran rodeadas completamente por asfalto.

*Nódulos de recarga*: Espacios del territorio que pueden ser utilizados como hábitat temporal o permanente por especies y poblaciones animales proporcionando diferentes tipos de uso (alimento, reproducción, protección, descanso).

*Línea ecotónica*: Barrera o línea que se produce entre el medio natural y el medio urbano.

*Bioindicador*: Los indicadores biológicos son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente.

*Naturación*: Acciones que implican involucrar la vida urbana y rural en un medio ambiente donde la naturaleza recupere el protagonismo, a través de especies vegetales que mejoren las condiciones de vida de una forma sostenible.

*Naturalización*: Proceso de entrada de biodiversidad faunística que se realiza en base a la naturación.

*Relación trófica*: Para el presente estudio, son las interacciones que se establecen entre las aves y la vegetación arbórea para conseguir alimento.

*Relación genotópica*: Para el presente estudio, son las interacciones que se establecen entre las aves y la vegetación arbórea para conseguir refugio.

*Autóctono*: Seres vivos que son propios del ecosistema en el que se encuentran.

*Exótico*: Seres vivos que han sido introducidos de forma artificial en el ecosistema.

*Biodiversidad*: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de ecosistemas.

*Inventario arbóreo*: Para el presente estudio, número de especies arbóreas y cantidad de individuos para cada una de ellas, presentes en un área determinada.

*Guía Botánica*: Documento en el cual se describen diferentes especies vegetales y se dan criterios para su identificación.

*Aves de estudio*: Para el presente estudio, hace referencia a las especies: *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, *Pica pica* y *Sylvia atricapilla*.

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*





