



**VÍA VERDE DE LA CAMPIÑA: ESTUDIO DE LOS
EFECTOS DE LA RESTAURACIÓN VEGETAL SOBRE
SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CARBONO Y LA
BIODIVERSIDAD ANIMAL**



Registro Electrónico

Registro:

DIP/R/T/E/2023/34454

17-05-2023 08:23:29

plm_registro_eipul_02

INFORME TÉCNICO

MAYO DE 2023

Equipo investigador de la Universidad de Córdoba

Joaquín L. Reyes López, Profesor Titular del Área de Ecología

Soledad Carpintero Ortega, Doctora en Ciencias Biológicas

Aurora Pérez Rubio, Graduada en Biología

Cristina Crespo Bastias, Doctora en Ciencias Ambientales

David Fernández Martín, Estudiante del grado de Biología

Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal.

Edificio Celestino Mutis, 1ª planta

Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba.

Campus de Rabanales. 14071-Córdoba

Joaquín L. Reyes López cc0reloj@uco.es

ÍNDICE

Resumen	5
Antecedentes	7
El cambio climático y los gases de efecto invernadero	7
Sumideros de carbono	9
Programa de compensación de emisiones de CO ₂ de la Excma. Diputación de Córdoba	11
Repoblación en la Vía Verde de la Campiña	14
Fase I	17
Fase II	20
Objetivos globales y específicos del trabajo	23
Resultados del estudio	24
Captación de CO ₂	24
Introducción	24
Metodología	26
Resultados	29
Árboles	29
Arbustos	31
Conclusiones del estudio de la captación de CO ₂	33
Estudio de la Biodiversidad	35
Las Hormigas	35
Introducción	35

Metodología	37
Resultados	44
Especies de hormigas	44
Grupos funcionales	47
Hormigas y cobertura	52
Conclusiones del estudio de las hormigas	61
Las Aves	62
Introducción	62
Objetivos	63
Metodología	63
Resultados	68
Especies de aves y grado de protección	68
Comparación de avifauna entre tramos	81
Resultados redes japonesas	89
Conclusiones del estudio de las aves	91
Bibliografía relacionada	93
Cambio climático, sumideros de carbono, captación de CO ₂ , reforestación y biodiversidad	93
Vías Verdes y Vía Verde de la Campiña	95
Hormigas	97
Aves	98

RESÚMEN

En abril de 2022 el área de Ecología de la Universidad de Córdoba firma un convenio con la Excma. Diputación Provincial de Córdoba para realizar un estudio en dos zonas a reforestar en la Vía Verde de la Campiña a su paso por Córdoba. Se trata de dos tramos de 4 y 8 kilómetros respectivamente, situados en las proximidades de las localidades de Las Pinedas (La Carlota) y Guadalcazar.

El estudio tiene dos partes principales, en la primera, se buscaba determinar cuánto CO₂ han secuestrado de la atmósfera los árboles y arbustos situados a los lados de la Vía Verde de la Campiña, en las dos zonas especificadas anteriormente, antes de la repoblación. Se encontraron 24 especies de árboles que han capturado unas 200 toneladas de CO₂. En cuanto a los arbustos, se han encontrado 7 especies, que han capturado más de 40 toneladas de CO₂. En total, las especies de leñosas que hay a ambos lados del camino de la Vía Verde de la Campiña en los 12 kilómetros señalados previamente, han capturado 238,37 toneladas de CO₂.

La segunda parte pretendió analizar en qué estado se encontraba la fauna antes de la repoblación para poder hacer posteriores estudios comparativos. Para dicho objetivo se trabajó con dos taxones bioindicadores, las hormigas y las aves. En cuanto a las hormigas, se determinó la fauna en ambas localizaciones y en cuatro zonas próximas, como posibles fuentes de especies tras la repoblación. Se han localizado 37 especies de hormigas, destacando la presencia de dos nuevas citas provinciales: *Aphaenogaster striativentris* y *Monomorium andrei*. La mayoría de las especies son típicas de zonas abiertas, aunque también se encuentran otras especies relacionadas con zonas con mayor cobertura e incluso especies más habituales en ambientes en buen estado de conservación. Estas últimas especies se relacionan con presencia de vegetación leñosa. Se encontró una fuerte correlación entre la fauna de hormigas y la cobertura de árboles. Por ello que se espera que la repoblación traiga consigo una mayor diversidad de hormigas y dado el carácter como grupo subrogado de este taxón, de una mayor biodiversidad general.

En cuanto a las aves, el estudio se desarrolló a lo largo de todo el transecto de la Vía Verde de la Campiña que transcurre por la Provincia de Córdoba. Se han encontrado 93 especies de aves, de las que un 20,45% se incluyen en alguna categoría

de amenaza en el Libro Rojo de las Aves de España 2021. Destacan por estar “En peligro”: el porrón europeo (*Aythya ferina*), codorniz común (*Coturnix coturnix*), martín pescador (*Alcedo atthis*), carraca europea (*Coracias garrulus*), milano real (*Milvus milvus*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), alcaudón común (*Lanius senator*) y el alcaudón real (*Lanius meridionalis*). Entre las especies más abundantes en este tramo de la Vía Verde destacan algunas típicas de zonas esteparias o abiertas, como es la campiña, siendo la principal en cuanto a número de individuos la aláudida cogujada común (*Galerida cristata*). También destacan algunas especies cinégéticas y otras propias de ambientes abiertos. Además, la presencia de algunos puntos con agua (río Guadajoz y distintos arroyos y embalses), permiten la presencia de especies acuáticas, con diferentes especies de ardéidas, anátidas y limícolas, entre otras. Al igual que sucedía con hormigas, se espera que la repoblación traiga consigo una mayor diversidad de especies de aves, sobre todo ligadas a ambientes forestales.

ANTECEDENTES

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

Desde los siglos XVIII-XIX el crecimiento de la población humana se ha disparado. En el año 1 D.C. había 200 millones de habitantes, en 1.800 se alcanzaron los 900 millones. Actualmente la población mundial es de 7.900 millones de habitantes, con un consumo de recursos cada vez más desmedido y un aumento en la demanda y producción de energía, obtenida mayoritariamente a través de combustibles fósiles. Esto ha provocado que el planeta haya entrado en lo que parte de la comunidad científica ha denominado como el Antropoceno: la nueva era geológica motivada por el impacto del ser humano en la Tierra.



Figura 1. Introducción. Calentamiento global

El cambio climático se refiere a la variación a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos en la tierra. Estos cambios pueden ser naturales. Pero desde el siglo XIX, con la revolución industrial, las actividades humanas son sus principales responsables. Esto se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles, es decir de carbón, petróleo y gas natural, que generan

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO_2) o el óxido nitroso (N_2O). Estos gases, junto con el vapor de agua (H_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3), son los principales GEI en la atmósfera terrestre.

Dichos gases reciben este nombre porque actúan como el cristal de un invernadero: las radiaciones solares llegan hasta la superficie de la tierra, y la calienta, dando lugar a que ésta emita rayos infrarrojos (ondas caloríficas). Estas ondas en parte se reflejan al espacio, pero los gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera impiden, en determinada medida, que el calor se refleje al exterior aumentando la temperatura media del planeta.

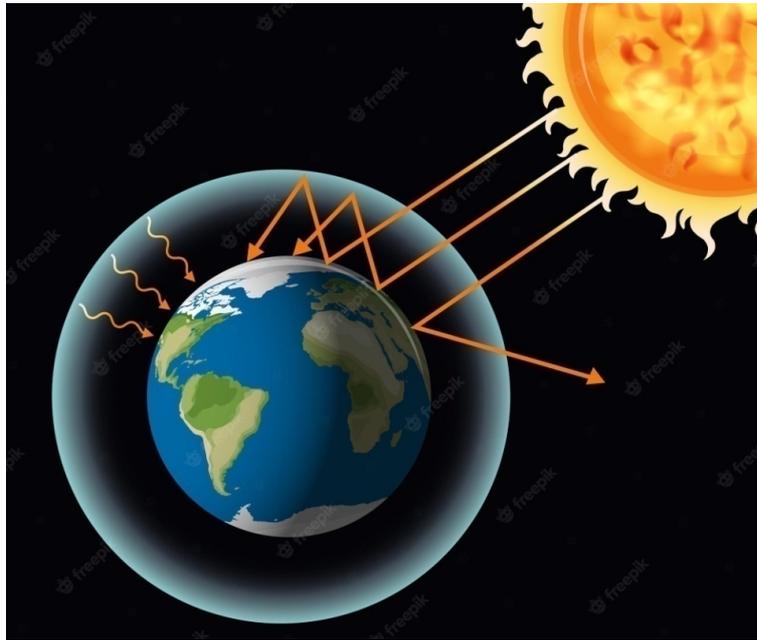


Figura 2. Introducción. Efecto invernadero

Y las emisiones de GEI siguen aumentando. Como resultado, la temperatura de la Tierra es ahora más elevada que a finales del siglo XIX. La última década (2011-2020) fue la más cálida registrada y el 2021 y 2022 fueron años con numerosos récords de altas temperaturas, además de intensas sequías e inundaciones. De hecho, el verano de 2022 ha sido el más caluroso de la historia en Europa desde que hay registros. El cambio climático no sólo implica temperaturas más cálidas, sino que tiene también otras consecuencias, como: sequías intensas, escasez de agua, incendios graves, aumento del nivel del mar, mayor intensidad de los fenómenos climatológicos como vientos, tormentas catastróficas e inundaciones

o huracanes, incremento de la aridez y desertificación, deshielo de los polos y disminución de la biodiversidad.

El cambio climático afecta asimismo a nuestra salud y economía: a la capacidad de cultivar alimentos, a la vivienda, a la seguridad y al trabajo. Esto incide e incidirá principalmente en pequeñas naciones insulares y en países en desarrollo donde se sufrirá mayor pobreza, hambruna y migraciones masivas. El número de «refugiados climáticos» está en aumento y se prevé que la situación va a seguir empeorando.

Dada la gravedad de este problema, los diferentes países han emprendido acuerdos globales para luchar contra este azote. Ya en 1988 se creó el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático. En 1992 se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas (ONU) sobre el medio ambiente y el Desarrollo, con la creación de la Convención Marco de la ONU sobre el Cambio Climático (que entró en vigor en 1994). A partir de ahí se suceden diferentes reuniones con compromisos para poner freno a las emisiones responsables del calentamiento global, como: el Protocolo de Kioto (que entró en vigor en 2005), Conferencia de la ONU sobre el Desarrollo Sostenible de Río de Janeiro (2012, donde se gestaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible), el Acuerdo de París (2015) o el Pacto Climático de Glasgow (2021). El principal objetivo es reducir las emisiones, asunto muy espinoso y complicado, especialmente en algunos países que no quieren asumir la responsabilidad.

SUMIDEROS DE CARBONO

El CO₂, que es el principal responsable del aumento de la temperatura del planeta, proviene en su mayor parte de la actividad humana, por ejemplo del uso de la gasolina para los vehículos o del carbón para calentar los edificios.

Además de tratar de reducir las emisiones de CO₂, se emprenden otros frentes de lucha contra la acumulación de este gas. Así, se pueden encontrar en la naturaleza algunos elementos que “secuestran” carbono, es decir que capturan y almacenan carbono de manera que no llegue a la atmósfera. Son los llamados

sumideros de carbono, siendo los más importantes los océanos (gracias al placton, las algas, las bacterias fotosintéticas o la formación de corales) y los bosques en formación. Esto es porque en el proceso de la fotosíntesis se emplea entre otras moléculas el CO₂. De forma breve, las plantas mediante la fotosíntesis utilizando agua, la energía de la luz del sol y el CO₂ de la atmósfera, obtienen energía química y materia orgánica (biomasa vegetal) y desprenden oxígeno. Este hecho se utiliza en la lucha contra el calentamiento global. Los árboles acumulan grandes cantidades de carbono en la madera a través de la fotosíntesis. Por el contrario, el desmonte de bosques, al igual que el uso de combustibles, libera dióxido de carbono. Las diferentes especies vegetales muestran distinta captación de carbono. En general, las especies pioneras, de crecimiento rápido (por ejemplo, el álamo o el sauce), absorben carbono de forma más inmediata, pero en menor medida que las especies con maderas duras (como el pino carrasco, la encina o el alcornoque) que son más densas y almacenan más carbono y durante más tiempo, aunque suelen crecer más lentamente.



Figura 3. Introducción. Consecuencias del cambio climático

Así, una estrategia empleada en la actualidad con éxito por empresas y organismos públicos para compensar las emisiones de CO₂ es la revegetación. Por supuesto, estos proyectos se deben llevar a cabo de manera que no perjudiquen a la biodiversidad nativa. Para ello, lo ideal es emplear especies de árboles y arbustos nativos y plantarlos en lugares donde históricamente estuvieran presentes, pero que en la actualidad estén degradados por causas antrópicas. Y siempre hay que

considerar que en esas zonas no habiten especies amenazadas, o al menos, que dicha revegetación se realice de manera que no las perjudique.

PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE CÓRDOBA

El día 6 de octubre de 2017, la Diputación provincial de Córdoba y ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) firmaron un acuerdo mediante el cual se impulsó la puesta en marcha de la Vía Verde de la Campiña. La firma del acuerdo permitió la cesión por parte de ADIF a la institución provincial de un tramo de vía de algo más de 27 kilómetros y que afecta a los términos municipales de La Carlota, La Rambla, Guadalcazar y la capital cordobesa.

En este tramo de la Vía Verde y otras localizaciones, la Diputación de Córdoba, dentro de su responsabilidad medioambiental, aprobó en 2021 la puesta en marcha de un Programa de compensación de emisiones de CO₂ que engloba varias actuaciones de reforestación en los años 2021 a 2023 para alcanzar el objetivo de la neutralidad climática, que deberá conseguirse en el año 2050 en todo el territorio de la Unión Europea. La normativa de referencia es el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, dentro del compromiso de la Diputación de Córdoba con el Desarrollo Sostenible y con los Objetivos de la Agenda 2030.

Los lugares elegido para dichas reforestaciones fueron la Vía Verde de la Campiña (en los términos de La Carlota y de Guadalcazar), Los Arroyones (Fuente Palmera) y la Finca Porrillas (Alcolea).



Figura 4. Introducción. Vía Verde de la Campiña

Con este fin se seleccionaron aquellas especies vegetales autóctonas que más CO₂ captan de la atmósfera, según lo indicado en la “Guía para la estimación de absorción de dióxido de carbono” (Ministerio de Transición Ecológica) y la calculadora de absorciones de la Oficina Española del Cambio Climático. Las especies elegidas, fueron: el almez (*Celtis australis*), el fresno (*Fraxinus angustifolia*), el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), pino carrasco y piñonero (*Pinus halepensis*, *P. pinea*), encina (*Quercus ilex ballota*) y acebuche (*Olea europea sylvestris*), como arbóreas y el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o la coscoja (*Quercus coccifera*), como arbustivas. Al estar la zona rodeada de una zona agrícola, no se disponía de fuentes de semillas suficientes, pero la procedencia de estas plantas ha sido, en lo posible, cercana a la zona de actuación.

Según el artículo 6 de la Ley 43/2003 de Montes, la actuación es una repoblación forestal (establecimiento de especies forestales en un terreno mediante siembra o plantación) y en concreto una forestación: repoblación, mediante siembra o plantación, de un terreno que era agrícola o estaba dedicado a otros usos no forestales (en este caso a vía de comunicación ferroviaria). En consonancia con el artículo 46 de la L 2/92 Ley Forestal de Andalucía, el objetivo de la actuación es la recuperación de especies autóctonas de árboles y de matorral mediterráneo.

La Vía Verde de la Campiña, y en concreto la zona reforestada, discurre por un ambiente degradado históricamente. En este tipo de medio, los árboles mejoran la diversidad vegetativa y estructural de estas áreas y proporcionan refugio y otros recursos a numerosas especies de flora y fauna, que no podrían subsistir de otra manera. Así, incluso pequeñas-medianas áreas, como las que se tratan, pueden beneficiarse en gran manera con acciones como la que se ha emprendido. Se espera además que la reforestación favorezca el papel de la Vía Verde como corredor ecológico al conectar distintas zonas de vegetación natural. Asimismo, las reforestaciones diversifican el paisaje, aumentan las zonas de sombra, protegen el suelo de fenómenos erosivos y reducen la pérdida de suelos fértiles.

De igual modo, estos proyectos de reforestación permiten mejorar las zonas donde se actúa para el hombre, aumentando la calidad de vida de los usuarios de la vía y de los vecinos, permitiendo a la población acercarse a la naturaleza y al medio rural en general y satisfaciendo la demanda creciente de este uso eco-recreativo.

El Plan aprobado por la Diputación contribuye y se alinea con las principales políticas europeas, españolas y andaluzas en materia de biodiversidad, cambio climático y lucha contra la despoblación.



Figura 5. Introducción. Pozo en la Vía Verde de la Campiña

Dentro del Programa de Compensación de Emisiones de la Diputación, el día 22/4/2022, la Diputación de Córdoba y la Universidad de Córdoba firman un convenio para la realización de un estudio, como punto de partida, de la captación de CO₂ por las especies de leñosas que hay anteriores a la presente reforestación y un análisis de la biodiversidad en los tramos a reforestar de la Vía Verde de la Campiña.

REPOBLACIÓN EN LA VÍA VERDE DE LA CAMPIÑA

La Vía Verde de la Campiña recorre el antiguo trazado ferroviario Marchena-Valchillón, que estuvo en servicio desde el año 1861 hasta 1970. Este ferrocarril fue construido para unir Córdoba y Sevilla, mediante un trazado alternativo a la línea que seguía la vega del Guadalquivir. Aunque transportaba pasajeros entre las diferentes localidades, su utilidad fue principalmente el transporte de mercancías a lo largo de la campiña. En 2005 se inauguró como Vía Verde el tramo comprendido entre la estación de Valchillón, en Córdoba, y La Fuencubierta, en el límite con la provincia de Sevilla. En Córdoba comienza, por tanto, en la estación de Valchillón (municipio de Córdoba) y continúa por Guadalcazar y La Carlota, con un total de 28 kilómetros aproximadamente. A continuación prosigue por la provincia de Sevilla otros 65 km. Se trata de la segunda Vía Verde más larga de Andalucía, siendo la primera la Vía Verde del Aceite, con 128 km, que pasa por las provincias de Córdoba y Jaén. Las parcelas de la Vía Verde de la Campiña son propiedad de ADIF.

Las zonas a revegetar en el presente proyecto se localizan en la campiña cordobesa, donde dominan los olivares, cultivos de trigo y de girasol. Algunos arroyos y la vegetación de cañas y otras especies riparias que los acompañan atraviesan de cuando en cuando la Vía Verde y, ocasionalmente, se encuentran restos de vegetación nativa o algunos pies aislados de árboles o arbustos tanto nativos como exóticos. Para la revegetación se han considerado zonas diferentes en cuanto a las características del suelo y la insolación. En cuanto a las especies vegetales, se han seleccionado las más adaptadas a cada situación y que maximicen la absorción de carbono a medio-largo plazo.



Figura 6. Introducción. Proyecto de reforestación en la Vía Verde de la Campiña

Esta área se localiza en el sector biogeográfico Hispalense y su comunidad climax es un encinar denso con especies arbustivas xerofíticas. De la comunidad climácica ya solo quedan algunos manchones aislados, ya que la mayoría del paisaje está compuesto, como se ha comentado anteriormente, por campos de cultivo. En general, el paisaje de la campiña se comenzó a definir principalmente durante la Edad Media, cuando se concede la potestad de roturar y adhechar algunos montes. Antes ya se cultivaba este rico suelo, pero aún quedaban muchas tierras con el bosque original. Con el inicio de la Edad Moderna, acompañado por un aumento demográfico y una mayor necesidad de trigo, se acrecienta el desmonte de estas feraces tierras.

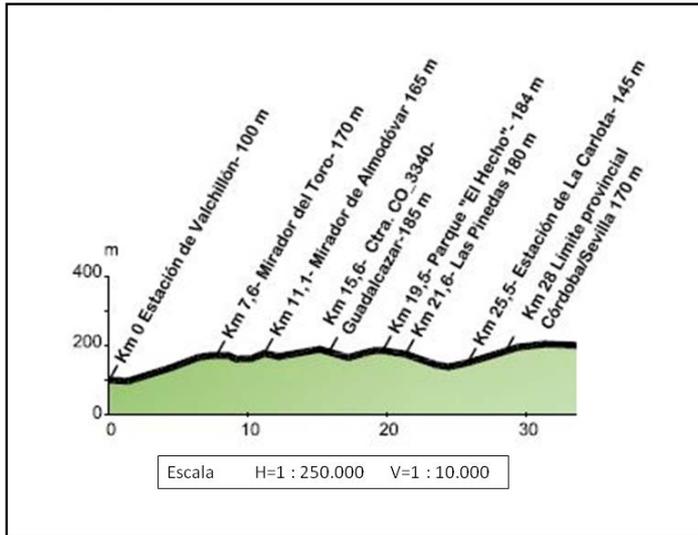


Figura 7. Introducción. Altimetría de la Vía Verde de la Campiña a su paso por Córdoba



Figura 8. Introducción. Campos de cultivo que atraviesa la Vía Verde de la Campiña



Figura 9. Introducción. Cultivo de girasol colindante a la Vía Verde de la Campiña

Este proyecto se desarrolla en dos fases. La Fase I se llevó a cabo en la primavera del 2021. Tiene un recorrido de unos 4 km. La Fase II, con un recorrido de unos 8 km, se realizó en el año 2022.



Figura 10. Introducción. Repoblación en las Fases I y II

FASE I

El tramo que comprende la Fase I, discurre entre el punto en el que la Vía Verde atraviesa el arroyo Guadalmazán (PK 24+680) hasta el arroyo del Escorial (PK 20+820). Se inicia, por tanto en el Arroyo Guadalmazán, que presenta algo de vegetación de ribera en las proximidades. Se trata de una zona catalogada como “galería arbustiva” en el Mapa de Vegetación Natural elaborado para el Atlas de Andalucía (Junta de Andalucía).



Figura 11. Introducción. Arroyo Guadalmazán

Después de atravesar zonas de cultivo (trigo, girasol, olivar), la Vía Verde alcanza la localidad de Las Pinedas (departamento del municipio de La Carlota). Desde esta zona hasta el final de esta fase hay áreas arboladas, con especies nativas (como pinos *Pinus halepensis*, Algarrobos *Ceratonia siliqua*, almeces *Celtis australis*) e introducidas (como cinamomo *Melia azederach*, ciprés de Arizona *Cupressus arizonica*, eucaliptus *Eucalyptus globulus*, olmo de Siberia *Ulmus pumila*) y de matorral (como retamas *Retama sphaerocarpa*, adelfas *Nerium oleander*, mirtos *Myrtus communis*). Esta fase acaba en el Arroyo Escorial, donde encontramos vegetación de ribera y una laguna artificial.



Figura 12. Introducción. Vía Verde a su paso por Las Pinedas (Fase I)



Figura 13. Introducción. Culebra de cogulla (*Macroprotodon brevis*, aparecida muerta) y rana común (*Pelophylax perezi*) junto a la fuente redonda (S. XVIII) de Las Pinedas



Figura 14. Introducción. Embalse del Arroyo Escorial

Entre la Fase I y la Fase II hay varios manchones de vegetación natural, que incluyen el Parque Municipal de El Hecho y el lentisco singular de la Vía Verde de la Campiña (lentisco arbóreo de mayor perímetro de tronco de toda la provincia).

FASE II

La Fase II se ha llevado a cabo entre el PK 17+540 (Arroyo de la Marota, término municipal de Córdoba), hasta el PK 9+500 (Arroyo del Temple, término municipal de Guadalquivir). El tramo desde el Arroyo de la Marota, en su mayor parte, va atravesando campos de cultivos. También cruza algunos arroyos, sobre todo con presencia de cañas (*Arundo donax*) (Arroyo de las Ánsaras, Arroyo de la Torvisca, Arroyo del Temple).



Figuras 15. Introducción. Arroyo de La Torvisca

Asimismo se encuentran dos áreas de descanso arboladas, con mesas y bancos, próximas a la localidad de Guadalquivir. Este tramo finaliza en el arroyo de Temple, con presencia de un cañizal denso.



Figura 16. Introducción. Área de descanso Fase II



Figura 17. Introducción. Cañizal del Arroyo del Temple

En relación con la mejora de la conectividad que se persigue con la revegetación es necesario indicar que existen zonas cercanas a la Vía Verde con un gran interés faunístico y florístico, incluso hábitats de interés comunitario considerados prioritarios en la Directiva Hábitats. En cuanto a las zonas de interés florístico, por ejemplo en el Parque Municipal El Hecho y alrededores, se localiza la mayor mirteda de la provincia de Córdoba (*Myrtus communis*), con algunos ejemplares de grandes dimensiones. Con respecto a la fauna, en los parajes de la Dehesilla, El Hecho y pastizales aledaños, la Sociedad Cordobesa de Historia Natural ha localizado una población de la mantis religiosa áptera *Apteromantis aptera*, catalogada como vulnerable en varios libros rojos (Andalucía, España) e incluida en el Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Otros insectos de interés encontrados por este grupo son *Harraphidia laufferi*, una especie de mosca serpiente de la que tan solo se conocía una cita del norte de la provincia, y un pequeño grillo, *Stenonemobius gracilis*, muy escaso en la península ibérica y asociado a pastizales húmedos. En cuanto a los vertebrados, en un área próxima a la Vía Verde (Chozas de la Parrilla y La Dehesilla) se ha localizado una de las dos únicas poblaciones de tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*) conocidas en la campiña. También hay que señalar que, pese a la pobreza piscícola de los arroyos de la Campiña, en el arroyo Guadalmazán los miembros de la citada

sociedad han localizado cuatro especies autóctonas de peces. Este dato es muy significativo, ya que los peces continentales constituyen uno de los grupos animales más amenazado del planeta, debido principalmente a la desaparición o alteración de sus hábitats y a la entrada de especies exóticas. La presencia de aves es abundante y muy interesante, como se explicará en el capítulo relativo a las aves de la Vía Verde.

OBJETIVOS GLOBALES Y ESPECÍFICOS DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como objetivo global realizar un estudio de la captación de CO₂ de las plantas leñosas (árboles y arbustos) presentes en la Vía Verde de la Campiña, en las zonas a reforestar (Fases I y II). Además se persigue estudiar la biodiversidad en dichas localizaciones según dos grupos taxonómicos de bioindicadores, las hormigas y las aves, ya que dicha revegetación pretende, asimismo, mejorar la biodiversidad y la conectividad a escala local y regional.

El primer objetivo específico de este estudio es determinar la cantidad de CO₂ captado y acumulado por los árboles y arbustos que lindan con la Vía Verde en las zonas que comprenden las Fases I y II, antes de la revegetación,

El segundo objetivo específico consiste en estudiar la fauna de hormigas (Orden Hymenoptera, Familia Formicidae) como bioindicadoras típicas, en los mismos lugares y época señalados en el objetivo anterior, para determinar qué especies están presentes y su abundancia relativa en relación a la cobertura vegetal.

El tercer objetivo es estudiar las aves (Clase Aves), como vertebrados bioindicadores a lo largo de la Vía Verde en su recorrido por la provincia Córdoba, analizando su relación con distintos parámetros ambientales y estimar si la reforestación podría traer consigo algún cambio sobre dicha comunidad.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

CAPTACIÓN DE CO₂

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se emprendió con el fin de determinar cuánto CO₂ atmosférico han capturado los árboles y arbustos de las zonas de la Vía Verde de la Campiña comprendidas en las Fases I y II, antes del proyecto de repoblación.



Figura 1. Captación CO₂. Vía Verde de la Campiña y vegetación que la acompaña

En las distintas especies de leñosas, todas las maderas (tronco, raíces y ramas) contienen aproximadamente un 50% de carbono. Aunque hay tablas que ajustan con más exactitud el contenido de carbono por especie, si de alguna no se tiene el dato concreto, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático recomienda considerar dicho porcentaje del 50%. En consecuencia, conociendo la

biomasa seca del individuo, se sabrá cuánto carbono contiene y a partir de este dato cuánto CO₂ ha secuestrado de la atmósfera. Esto se calcula considerando la proporción entre el peso de la molécula de CO₂ (44 g/mol) y el peso del átomo de C que contiene (12 g/mol). Así pues, el factor de equivalencia entre carbono fijado y CO₂ secuestrado, tiene un valor constante de $44/12=3,67$. Este valor multiplicado por el contenido en carbono del individuo indica la cantidad de CO₂ que ha secuestrado de la atmósfera.

Por lo tanto, conocer la biomasa seca de un árbol o arbusto es el primer paso para calcular cuánto CO₂ ha secuestrado de la atmósfera. Para ello existen diferentes métodos. Algunos son muy generalistas, por ejemplo, aquellos que emplean imágenes satélite. Estos sistemas pueden aportar datos globales interesantes, pero hay métodos que proporcionan resultados más exactos. Entre los más fiables se encuentran principalmente estos dos tipos de métodos:

- Método directo. Da mucha información, pero es complejo y destructivo, puesto que implica cosechar la biomasa de todos los árboles y arbustos del área (tronco, ramas, raíces), secarla y pesarla. Este método, además de costoso en recursos y tiempo, es inviable en la mayoría de los casos, por ejemplo si se trabaja en zonas protegidas.

- Métodos indirectos. Se valen de la información conseguida por el método directo. Así, se emplean los datos recogidos en distintos trabajos que hayan seguido el sistema anterior, bien de todos los individuos de una zona o bien llevado a cabo de forma parcial, es decir tomando muestras de algunos de los individuos. Estos resultados permiten desarrollar modelos de estimación de la captación de CO₂ por las diferentes especies de árboles y arbustos. En estos modelos se relaciona la biomasa vegetal de cada especie y la captación de CO₂ con medidas que se pueden tomar sin dañar al individuo, como el diámetro del tronco, la cobertura y/o la altura. Los modelos que relacionan estos atributos físicos a la biomasa y a la captación de CO₂ se llaman modelos alométricos y han probado ser muy efectivos. Para poder emplear las ecuaciones que contemplan los modelos alométricos existen una serie de tablas específicas de biomasa para muchas especies vegetales en multitud de ambientes.

Para el presente trabajo se ha empleado el segundo sistema, es decir, el no destructivo, siguiendo la metodología que se explica a continuación.

METODOLOGÍA

En los tramos de las Fases I y II de la repoblación se han medido los árboles y arbustos que bordean ambos lados de la Vía Verde, en franjas de anchura de 4 metros, desde los límites del camino internándose en el medio.

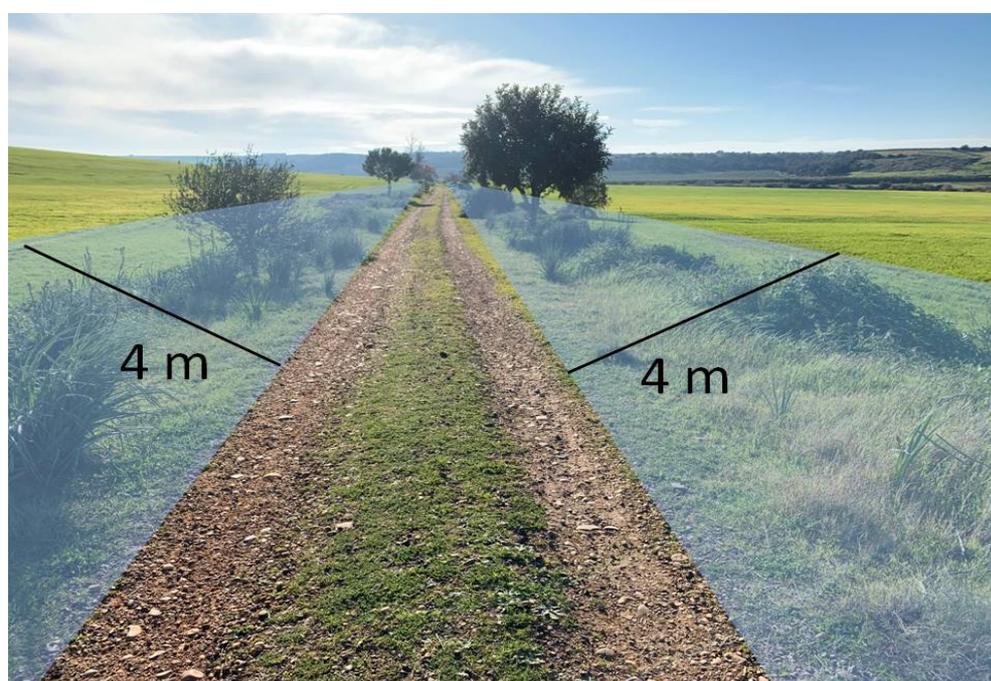


Figura 2. Captación CO₂. Superficie estudiada para conocer el CO₂ captado por árboles y arbustos, en la Vía Verde de la Campiña

Para los árboles hemos medido la variable diámetro del tronco a la altura del pecho. Esta es una metodología ampliamente empleada, ya que permite estimar la biomasa de forma fiable a partir de una única variable. Para tomar dicha medida se ha empleado una forcípula, que es un instrumento que consta de una regla graduada y de dos brazos perpendiculares a ésta, uno fijo y otro que se desplaza a lo largo de

la regla, de forma que la forcípula se ajusta al árbol y se lee directamente el diámetro de su tronco. Se tomaron dos medidas por individuo.



Figura 3. Captación CO₂. Uso de la forcípula para medir el diámetro del tronco de árboles

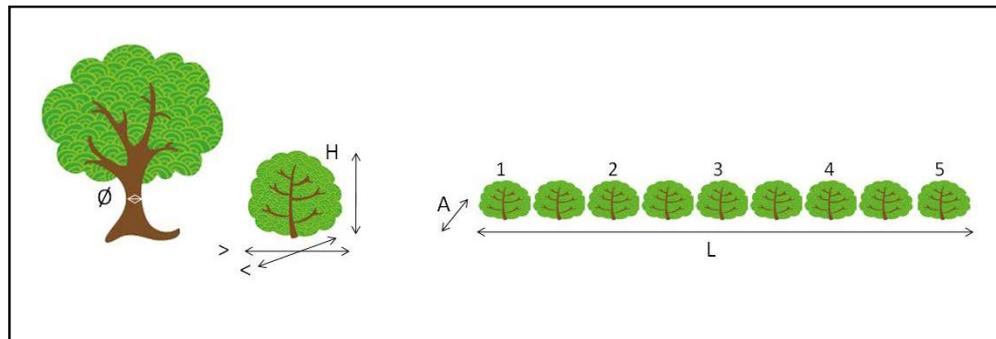


Figura 4. Captación CO₂. Medidas realizadas en árboles y arbustos para determinar su biomasa (explicación en el texto) y consecuente secuestro de CO₂ de la atmósfera.

Para los arbustos se han seguido dos metodologías. En el caso de arbustos aislados, se han recogido tres medidas para cada individuo: la altura, el valor mayor de cobertura y el menor. Para medir la altura se ha utilizado una guía graduada y para la cobertura se ha utilizado una cinta métrica. Para arbustos de la misma especie en línea, unos junto a otros, se tomaron las siguientes medidas: longitud de la línea de arbustos y las mismas medidas que en el caso de los arbustos aislados para cinco de los individuos de la línea. Estas medidas permiten saber la superficie que ocupan los arbustos dentro de una superficie dada, que en nuestro caso viene determinada por la longitud de la línea de arbustos y por una profundidad de los 4 metros muestreados. La superficie que ocupan los arbustos en esta área de muestreo la da la longitud de la línea de arbustos y una profundidad que sería el valor medio de las medidas de cobertura de los 5 individuos muestreados.



Figura 5. Captación CO₂. Metodología para medir la altura y cobertura de los arbustos.

RESULTADOS

ÁRBOLES

Se tomaron medidas de un total de 499 árboles, de 24 especies distintas. En la Tabla 1 se refleja el número de individuos de cada especie de árbol, además de la biomasa total en kilogramos por especie y los valores de CO₂ captado (total de CO₂ por especie y media de CO₂ según número de individuos).

Entre las especies aparecen algunas nativas (los pinos, la encina y la coscoja, almez, fresno, taraje y madroño), aunque la mayoría son exóticas. Las más representadas, según número de individuos fueron: el olivo, con 97 individuos, aunque la mayoría eran muy pequeños, la melia, el pino piñonero, el algarrobo, la encina y el pino carrasco, todos ellos con más de 40 individuos. En términos de biomasa total por especie, las más importantes fueron: el pino piñonero, con más de 24 toneladas, la melia, el eucalipto, que aunque solo se registraron 5 individuos, son muy grandes, el algarrobo, el pino carrasco, el olmo de Siberia, y la morera blanca, todos ellos con más de 5 toneladas por especie. Entre estas 7 especies han capturado casi un 85% del CO₂ por parte del arbolado.

En total, los árboles que bordean la Vía Verde de la Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado casi 200 toneladas de CO₂ de la atmósfera.

	Núm. Indivs	Biomasa (kg)	Total CO ₂ (kg)	Media por indiv CO ₂ (kg)
Pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)	53	24572,10	45811,25	311,92
Cinamomo (<i>Melia azedarach</i>)	57	18656,56	34234,79	600,61
Eucalipto (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>)	5	16369,17	28584,73	5716,95
Algarrobo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	45	10135,78	18599,16	413,31
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	41	9027,17	16531,73	403,21
Olmo de Siberia (<i>Ulmus pumila</i>)	13	7012,74	12868,38	989,88
Morera blanca (<i>Morus alba</i>)	26	6403,07	11326,64	435,64
Olivo (<i>Olea europea</i>)	97	3938,11	6836,21	40,60
Braquiquito (<i>Brachychiton sp.</i>)	5	2821,48	5177,42	1035,48
Encina (<i>Quercus rotundifolia</i>)	43	1805,53	3147,49	41,99
Almez (<i>Celtis australis</i>)	25	1545,41	2835,83	113,43
Ciprés (<i>Cupressus sp.</i>)	7	1508,50	2768,10	395,44
Almendro (<i>Prunus dulcis</i>)	22	1392,36	2512,58	114,21
Robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	11	1044,81	1802,19	163,84

Casuarina (<i>Casuarina sp.</i>)	2	964,90	1770,60	885,30
Catalpa (<i>Catalpa sp.</i>)	2	513,26	941,83	470,91
Acacia de tres espinas (<i>Gleditsia triacanthos</i>)	2	387,70	711,42	355,71
Fresno de hoja estrecha (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	8	332,26	582,87	72,86
Aligustre (<i>Ligustrum vulgare</i>)	3	250,13	437,32	145,77
Coscoja (<i>Quercus coccifera</i>)	23	140,17	241,31	10,49
Higuera (<i>Ficus carica</i>)	1	111,34	204,31	204,31
Madroño (<i>Arbutus unedo</i>)	4	87,63	160,25	40,06
Taraje (<i>Tamarix sp.</i>)	3	39,34	72,19	24,06
Granado (<i>Punica granatum</i>)	1	14,92	27,37	27,37
TOTAL	499	109074,45	198185,97	

Tabla 1. Captación CO₂. Total de individuos por especie de árbol. Biomasa total en kilogramos por especie y valores de CO₂ captado (total de CO₂ por especie y media de CO₂ según número de individuos).

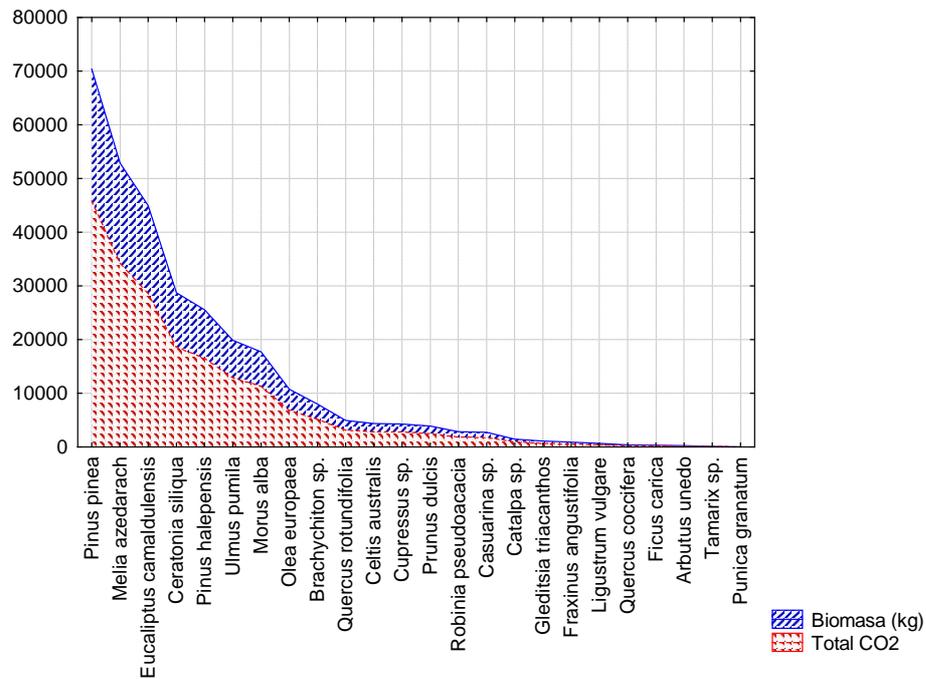


Figura 6. Captación CO₂. Total CO₂ capturado por las diferentes especies de árboles y biomasa

Aunque hay especies más eficaces a la hora de capturar el CO₂, en el

presente estudio se observa que el CO₂ captado se relaciona de forma clara con la biomasa del arbolado, independientemente de la especie de árbol.

ARBUSTOS

	Núm. Indivs	Biomasa (kg)	Total CO ₂ (kg)	Media por indiv CO ₂ (kg)
Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i>)	77	13336,69	24130,21	313,38
Adelfa (<i>Nerium oleander</i>)	477	6187,11	11001,41	23,06
Palmito (<i>Chamaerops humilis</i>)	20	1148,32	2005,60	100,28
Retama (<i>Retama spp.</i>)	34	745,30	1378,84	40,55
Gayomba (<i>Spartium junceum</i>)	123	781,3973	1472,57	11,97
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	27	91,60	175,98	6,52
Jaguarzo negro (<i>Cistus monspeliensis</i>)	1	9,85	17,51	17,51
TOTAL	1359	22300,26	40182,12	

Tabla 2. Captación CO₂. Total de individuos por especie de arbusto. Biomasa total en kilogramos por especie y valores de CO₂ captado (total de CO₂ por especie y media de CO₂ según número de individuos).

Se tomaron medidas de un total de 1359 arbustos, de 7 especies distintas. En la Tabla 2 se refleja el número de individuos de cada especie de arbusto, además de la biomasa total en kilogramos por especie y los valores de CO₂ captado (total de CO₂ por especie y media de CO₂ según número de individuos).

Todas las especies muestreadas son nativas. Las más representadas, según número de individuos fueron: la adelfa, con 477 individuos, la gayomba y el lentisco, todas con más de 50 individuos.

En términos de biomasa total por especie, las más importantes fueron: el lentisco (más de 13 toneladas), del que aparecen individuos con un gran volumen y las adelfas, de las que hay un gran número de individuos, en su mayoría formando largos setos. Solo estas dos especies acumulan más del 87% del CO₂ captado por arbustos.

Considerando todas las especies, los arbustos que bordean la Vía Verde de la

Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado más de 40 toneladas de CO₂.

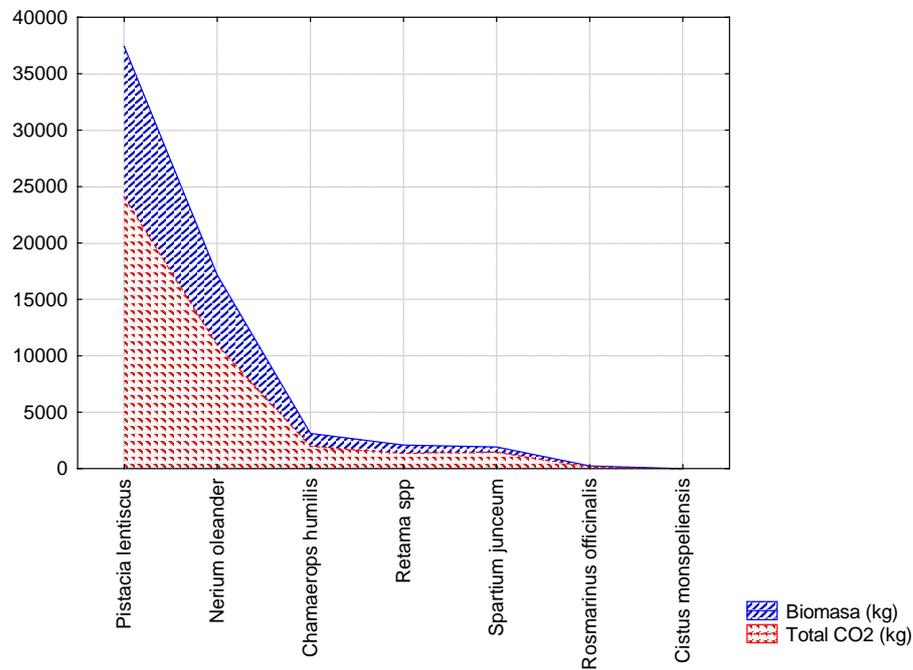


Figura 7. Captación CO₂. Total CO₂ capturado por las diferentes especies de arbustos y biomasa

Al igual que sucedía en árboles, aunque hay especies más eficaces a la hora de capturar el CO₂, en el presente estudio se observa que el CO₂ captado se relaciona de forma clara con la biomasa del matorral, independientemente de la especie.

El conjunto de árboles y arbustos que bordean la Vía Verde de la Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado 238,37 toneladas de CO₂ de la atmósfera.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LA CAPTACIÓN DE CO₂

1. Se ha realizado un estudio sobre la cantidad de CO₂ atmosférico que han capturado los árboles y arbustos presentes en dos zonas a reforestar en la Vía Verde de la Campiña (Fases I y II). La metodología empleada fue mediante modelos alométricos, por tanto, no requirió dañar a los individuos.

2. Se midieron 499 árboles, de 24 especies distintas. Ocho de las especies son nativas, la mayoría son por tanto exóticas.

3. Las especies más representadas de árboles, según número de individuos fueron: el olivo, la melia, el pino piñonero, el algarrobo, la encina y el pino carrasco, todas ellas con más de 40 individuos. En términos de biomasa total por especie, las más importantes fueron: el pino piñonero, la melia, el eucalipto, el algarrobo, el pino carrasco, el olmo de Siberia, y la morera blanca, todas ellas con más de 5 toneladas por especie. Entre estas 7 especies han capturado casi un 85% del CO₂, por parte del arbolado. El CO₂ captado se relaciona con la biomasa del arbolado, independientemente de la especie de árbol.

4. En total, los árboles que bordean la Vía Verde de la Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado casi 200 toneladas de CO₂ de la atmósfera.

5. Se midieron un total de 1359 arbustos, de 7 especies distintas, todas ellas nativas.

6. Las especies de arbustos más representadas, según número de individuos fueron: la adelfa, la gayomba y el lentisco, todas con más de 50 individuos. En términos de biomasa total por especie, las más importantes fueron: el lentisco y las adelfas, Ambas especies acumulan más del 87% del CO₂ captado por arbustos. El CO₂ captado se relaciona con la biomasa del matorral, independientemente de la especie.

7. Los arbustos que bordean la Vía Verde de la Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado más de 40 toneladas de CO₂.

8. El conjunto de árboles y arbustos que bordean la Vía Verde de la Campiña, en las Fases I y II de la repoblación, han capturado 238,37 toneladas de CO₂ de la atmósfera.

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD

El estudio de la biodiversidad se realizó sobre un grupo de vertebrados, las aves, y otro de invertebrados, las hormigas, ambos frecuentemente empleados como bioindicadores en trabajos sobre conservación del medio.

LAS HORMIGAS (Orden Hymenoptera, Familia Formicidae)

INTRODUCCIÓN - LAS HORMIGAS COMO BIOINDICADORAS

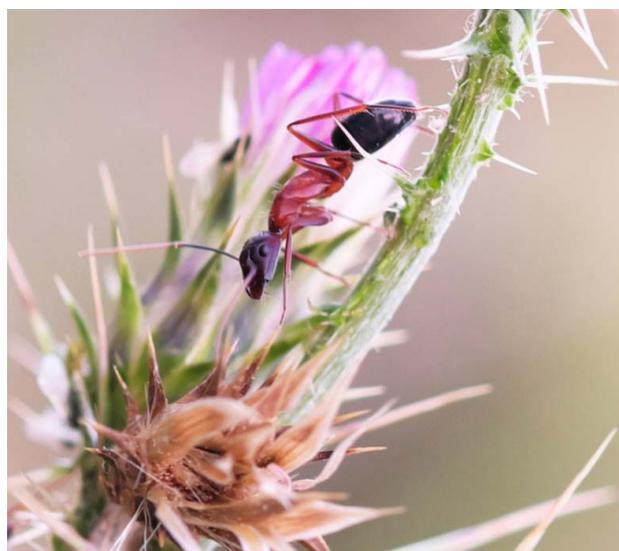


Figura 1. Formícidos. *Camponotus pilicornis*

Para realizar planes de gestión de recursos naturales en cualquier área concreta, se requiere la realización de unos pasos previos que lleven a la determinación de cuál es el estado de partida en el que se encuentra el ecosistema. De esta manera, podemos tener las claves para elegir qué tipo de intervención es la idónea para su conservación y/o restauración. La complejidad de los ecosistemas imposibilita, en la mayoría de los casos, realizar estudios exhaustivos de todas y cada una de las comunidades de seres vivos que albergan. Por ello se han desarrollado técnicas alternativas para evaluar su estado de conservación. Una de ellas es mediante el uso de bioindicadores, que se

pueden definir como la especie o el conjunto de especies, con rangos de amplitud estrechos respecto a uno o más factores ambientales y que, con su presencia y sus cambios poblacionales, pueden reflejar el estado de un lugar en cuanto al grado de calidad o condiciones de los ecosistemas y biodiversidad general.

En este contexto, se ha demostrado, en numerosos estudios para diferentes ecosistemas, las posibilidades de usar las hormigas (Orden Hymenoptera, Familia Formicidae) como indicadoras ambientales. Esto se debe a que presentan determinadas características que favorecen esta función. En primer lugar constituyen una alta proporción de la biomasa animal total. Además son funcionalmente muy importantes en los ecosistemas gracias a los diferentes nichos que ocupan y las distintas funciones que realizan. Así, por ejemplo, actúan como dispersoras de semillas; formando parte de la dieta de numerosos anfibios, reptiles y aves; como ingenieras del suelo afectando a su estructura y composición; o como principales depredadoras de otros invertebrados. También tienen una alta fidelidad ecológica. Su respuesta a las perturbaciones es predecible, rápida, analizable y generalmente lineal. Son especies abundantes, no furtivas, sencillas de encontrar en campo y de fácil recolección. Existe un buen conocimiento de su taxonomía y de su identificación. Se encuentran tanto en ecosistemas naturales como en los alterados. Utilizan diversos estratos de nidificación y tienen un amplio espectro de alimentación, relacionándose con numerosas especies de plantas y animales. Las hormigas no sólo son un buen grupo bioindicador de las condiciones del medio, sino que además se ha demostrado su carácter como grupo subrogado, es decir, su riqueza y diversidad es reflejo de la riqueza y diversidad de otros grupos faunísticos y florísticos. Por todas estas razones, las hormigas han sido utilizadas en numerosos estudios como indicadoras de perturbación y con fines de manejo conservacionista, como indicadoras de rehabilitación o de estados sucesionales, así como indicadoras de riqueza en sistemas agroforestales.

MÉTODO DE ESTUDIO

El trabajo de las hormigas se ha realizado con uno de los métodos más empleados y eficaces para su estudio. Se trata de la colocación de una serie de transectos de trampas de caída, durante las épocas de mayor actividad de estas especies, primavera y verano.

Las trampas de caída consisten en recipientes de paredes lisas, enterrados a ras de suelo y que en ocasiones contienen algún líquido que impide que las capturas puedan escapar y a su vez que puede actuar como atrayente y/o conservante.

Este es un sistema pasivo de muestreo de comunidades de artrópodos epigeos, especialmente dirigido a aquellos grupos activos y con áreas de forrajeo amplias. Este método nos aporta información sobre la abundancia de cada especie en función del periodo de muestreo y del hábitat muestreado. Además, constituye un sistema de muestreo versátil, que permite la captura de los organismos independientemente de sus ciclos de actividad (nocturnos o diurnos).

Las trampas en el presente estudio son las habituales empleadas por el grupo de Mirmecología de la Universidad de Córdoba, dirigido por el Dr. Joaquín L. Reyes López. Consisten en vasos de plástico translúcido de 150 ml (\varnothing superior 5,7 cm, \varnothing base 5 cm, profundidad 7,3 cm. REF 409702, DELTALAB SL). Se entierran con el borde enrasado a nivel del suelo, y se dejan en campo durante 48 h. A las trampas se les echa agua con unas gotas de detergente (al 1%), para romper la tensión superficial del agua y evitar el escape de pequeños individuos.



Figura 2. Formícidos. Ejemplo de trampa de caída. A. Foto detalle del recipiente. B. Trampa dispuesta en el campo.

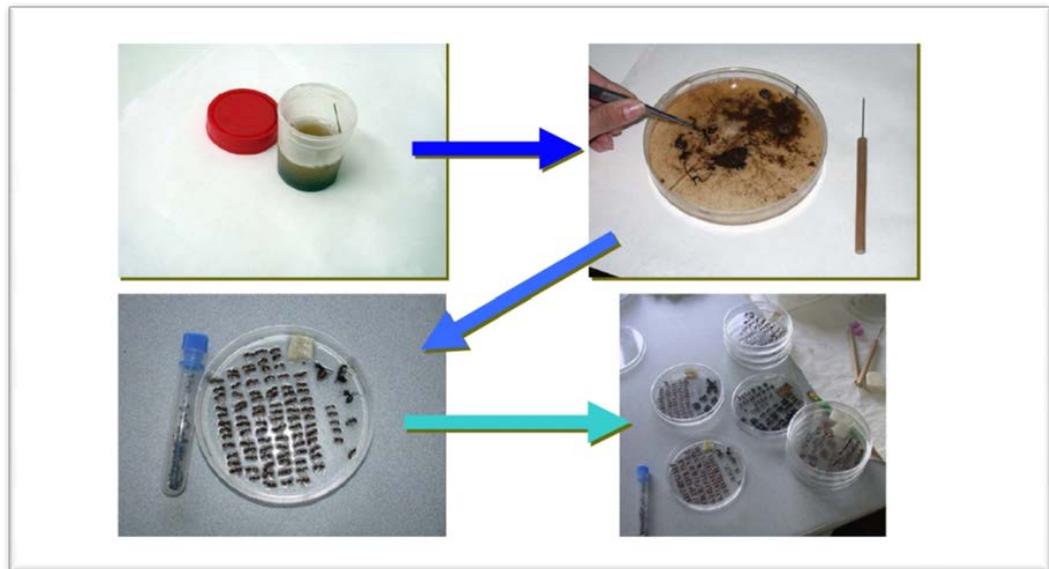


Figura 3. Formícidos. Procesado en el laboratorio

Una vez en laboratorio, se extraen las hormigas de las trampas, se pasan a viales de 3 y 6 ml con alcohol de 96% para su posterior conservación e identificación taxonómica a nivel de especie, con la ayuda de una lupa binocular. Su abundancia se cuantifica contando el número de obreras por cada trampa, así como el número de trampas ocupadas por cada especie.



Figura 4. Formícidos. Identificación de las especies de hormigas

A lo largo de toda la superficie de la Vía Verde comprendida en la Fase I, en la primavera y verano del 2021, se colocaron 90 trampas en 9 transectos de 10 trampas cada uno. En la primavera y verano de 2022, se colocaron 80 trampas (8 transectos) en la Fase II. Asimismo se colocaron trampas en cuatro zonas diferentes próximas, como puntos de comparación y como posibles fuentes de especies: un olivar (30 trampas), un bosque de eucaliptus (30 trampas) y dos zonas con vegetación nativa, con mayor o menor grado de degradación, el Monte de Las Pinedas (30 trampas) y el Parque Municipal de El Hecho (40 trampas).

El olivar se localiza en la Fase I, en las proximidades del área de descanso de Las Pinedas, junto al antiguo apeadero ferroviario (37°43'03.0"N 4°56'56.4"W). Se trata de un olivar con cultivo tradicional, con roturación del suelo.



Figura 5. Formícidos. Olivar en Fase I

El bosque de eucaliptus se encuentra sobre el Arroyo Garabato, que desemboca en el arroyo Guadalmazán en un punto próximo, antes de que este atraviese la Vía Verde. Presenta una elevada cobertura de eucaliptus, así como presencia de cañas sobre el lecho del arroyo.



Figura 6. Formicidos. Bosquete de eucaliptus próximo a Arroyo Guadalmazán

El Monte de las Pinedas se encuentra en la pedanía de las Pinedas, a 1 km aproximadamente de la Vía Verde. Es una dehesa de encinas de gran porte, hoy en día acondicionada para visitantes, con servicios de mesas, bancos y aseos. Ocupa unas 100 hectáreas de las que 10 de ellas son propiedad del Ayuntamiento de La Carlota. Alrededor hay campos de olivar y viviendas.



Figura 7. Formícidos. Ruta del Monte de Las Pinedas



Figura 8. Formícidos. Monte de Las Pinedas

Entre la Fase I y la Fase II, se encuentra El Parque Municipal “El Hecho”, que linda con el arroyo de la Cañada Honda. Se localiza en la propia Vía Verde y a unos 4 kilómetros de Guadalcázar en el PK 19+200 a PK 19+000. Es el monte público CO-70025-AY, propiedad del Ayuntamiento de Guadalcázar, localizado en el término municipal de Guadalcázar (polígono 9 Parcela 11 y 12) y de La Rambla (Polígono 39 Parcela 1). Se trata de un área, de unas 5,8 hectáreas, adhesionada y con manchones de monte mediterráneo, con abundancia de encinas (*Quercus rotundifolia*), acebuches (*Olea oleaster sylvestris*), y matorral, como lentiscos (*Pistacia lentiscus*), jaras (*Cistus monspeliensis*, *C. crispus*), lavanda (*Lavandula stoechas* y *L. pedunculata*) romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), destacando la abundancia de mirto (*Myrtus communis*). Es un lugar de esparcimiento para la población local y otras poblaciones limítrofes. Se encuentra equipado con barbacoas, fuentes de agua potable y baños públicos.



Figura 9. Formícidos. Parque Municipal El Hecho

De cada transecto de trampas se registraron valores de cobertura vegetal con dos metodologías complementarias. En primer lugar, se tomaron medidas generales de cobertura, incluyendo el entorno, con la ayuda de una cámara fotográfica Nikon Coolpix 995 con una lente ojo de pez Nikon FC-E8. Para ello, de cada transecto se tomaron cuatro fotografías hemisféricas en la posición de las trampas 1, 4, 7 y 10. La cámara, a un metro sobre el nivel del suelo, se orienta hacia el norte magnético y se dirige al cielo para tomar la fotografía. Con el programa Adobe Photoshop CC2017 las fotografías se transforman en imágenes de blancos y negros puros, las zonas blancas corresponden a cielo abierto y las negras a las zonas con cobertura vegetal. Dichas

imágenes se procesan con el programa HemiView v9, obteniéndose los valores medios de porcentaje de cielo visible (valor inverso a la cobertura) y otras variables relacionadas (VS_{mean} = media de los valores de cielo visible, Visible Sky; VS_{min} = valor mínimo; VS_{max} = máximo; VS_{sd} = desviación típica; VS_{cv} = coeficiente de variación).



Figura 10. Formícidis. Cámara y objetivo para fotografía hemisféricas

Fotografía hemisférica:

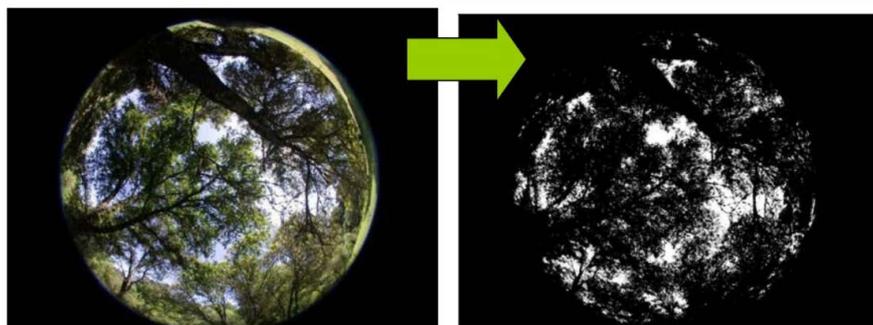


Figura 11. Formicidos. Ejemplo de fotos hemisféricas

Además, en los transectos de la Vía Verde y de las zonas con presencia de vegetación mediterránea como posibles fuentes de especies (Monte de las Pinedas y Parque de El Hecho), se registró para cada trampa individual si se encontraba bajo cobertura arbórea o arbustiva, anotando la especie vegetal concreta.

RESULTADOS

ESPECIES DE HORMIGAS

Las especies de hormigas encontradas en las diferentes zonas estudiadas, se reflejan en la Tabla 1, donde también se muestra, la abundancia de cada especie (según presencia en trampas) y su grupo funcional. Los grupos funcionales son una forma de ordenación de las especies que permite agruparlas según apetencias ecológicas similares, lo que facilita la interpretación de las comunidades. Los grupos reflejados en la Tabla 1 se han adaptado a partir de los de Roig & Espadaler (2010). Se requiere la adaptación porque a veces una especie puede comportarse de diferente manera según el ambiente en el que se encuentre. Por ejemplo, una especie puede buscar zonas abiertas, soleadas, en ambientes más fríos y refugiarse bajo árboles en ambientes más cálidos.

Las especies están ordenadas según su abundancia en los transectos de la Vía Verde.

	EL HECHO	EUCALIPTAL GUADALMAZAN	MONTE PINEDAS	OLIVAR	VÍA VERDE	GF
<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr, 1853	19	2	16	0	113	GO
<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)	3	6	5	1	93	CAL/AB
<i>Tetramorium semilaeve</i> André, 1883	13	8	21	2	91	GO
<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	10	20	1	10	90	GO
<i>Cataglyphis rosenhaueri</i> Santschi, 1925	4	0	11	22	68	CAL/AB
<i>Crematogaster auberti</i> Emery, 1869	8	6	9	0	56	GO
<i>Plagiolepis schmitzii</i> Forel, 1895	24	12	25	6	56	GO
<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille, 1798)	11	28	6	1	51	FRI/SOM
<i>Camponotus barbaricus</i> Emery, 1905	28	13	9	16	49	CAL/AB
<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)	2	9	9	1	45	GO
<i>Temnothorax racovitzai</i> Bondroit, 1918	30	0	21	0	38	C
<i>Temnothorax tyndalei</i> Forel, 1909	5	0	2	0	23	C
<i>Aphaenogaster gibbosa</i> (Latreille, 1798)	27	5	13	20	22	GO
<i>Temnothorax recedens</i> (Nylander, 1856)	8	2	0	0	14	C
<i>Camponotus micans</i> (Nylander, 1856)	0	0	0	3	8	CAL/AB
<i>Aphaenogaster striativentris</i> Forel, 1895	0	0	0	0	6	CAL/AB
<i>Monomorium andrei</i> Saunders, 1890	0	0	0	0	6	C
<i>Cataglyphis velox</i> Santschi, 1929	4	11	0	0	5	CAL/AB
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier, 1792)	2	7	12	0	5	MAD
<i>Temnothorax alfacarensis</i> Tinaut & Reyes-López, 2020	0	0	3	0	5	C
<i>Tetramorium caespitum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	0	4	GO
<i>Camponotus sylvaticus</i> (Olivier, 1792)	1	0	1	0	2	FRI/SOM
<i>Aphaenogaster dulcinea</i> Emery, 1924	0	0	0	0	1	C

<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier, 1792)	1	2	2	0	1	FRI/SOM
<i>Camponotus sp.</i>	0	5	0	0	1	
<i>Camponotus piceus</i> (Leach, 1825)	1	0	0	0	1	CAL/AB
<i>Crematogaster sordidula</i> (Nylander, 1849)	0	0	0	0	1	FRI/SOM
<i>Solenopsis sp.</i>	1	19	2	0	1	C
<i>Temnothorax bejaraniensis</i> Reyes-López & Carpintero-Ortega, 2013	0	0	0	0	1	C
<i>Camponotus foreli</i> Emery, 1881	0	0	0	3	0	CAL/AB
<i>Camponotus pilicornis</i> (Roger, 1859)	3	0	8	0	0	FRI/SOM
<i>Goniomma hispanicum</i> (André, 1883)	0	0	3	0	0	CAL/AB
<i>Iberoformica subrufa</i> Roger, 1859	25	0	4	0	0	CAL/AB
<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	0	1	0	0	0	FRI/SOM
<i>Lasius lasioides</i> (Emery, 1869)	0	1	0	0	0	FRI/SOM
<i>Oxyopomyrmex sp.</i> OXYSPP	0	0	2	0	0	CAL/AB
<i>Tetramorium forte</i> Forel, 1904	0	0	2	0	0	GO
Riqueza (Número de especies)	23	18	23	11	28	
Número de especies exclusivas	0	2	3	1	4	
Total trampas	40	30	30	30	170	
Media de especies según presencia/trampa	5,77	5,23	6,23	2,83	5,04	
Media de individuos/trampa	60,75	57,83	172,46	54,26	60,89	

Tabla 1. Formicidos. Abundancia en trampas de cada especie de hormiga en los diferentes medios muestreados y grupos funcionales (GF).

ESTUDIO DE LAS ESPECIES DE HORMIGAS SEGÚN LOS GRUPOS FUNCIONALES

Los grupos funcionales encontrados son:

GO	Generalistas y/u oportunistas (GO),
CAL/AB	Especialistas de climas cálidos y/o hábitats abiertos
FRI/SOM	Especialistas de climas fríos y/o hábitats de sombra
C	Crípticas
MAD	Especialistas de la madera

En primer lugar hay que señalar que de estos y de los siguientes análisis se ha excluido la especie *Camponotus sp.*, que está en vías de descripción y de la que aún no se tiene suficiente información.

Según el Total de datos	EL HECHO	GUADALMAZÁN	MONTE PINEDAS	OLIVAR	VIA VERDE
GO	104 (45,02%)	62 (40,79%)	96 (51,37%)	39 (45,88%)	477 (55,72%)
CAL/AB	65 (28,14%)	30 (19,74%)	34 (18,18%)	45 (52,94%)	230 (26,87%)
FRI/SOM	16 (6,93%)	32 (21,05%)	17 (9,09%)	1 (1,176%)	55 (6,42%)
MAD	2 (0,86%)	7 (4,60%)	12 (6,42%)	0 (0%)	5 (0,58%)
C	44 (19,05%)	21 (13,81%)	28 (14,97%)	0 (0%)	89 (10,39%)

Tabla 2. Formícidos. Número de observaciones (y porcentaje respecto al total de observaciones por zona) de los individuos capturados en trampas para cada grupo funcional y cada medio estudiado.

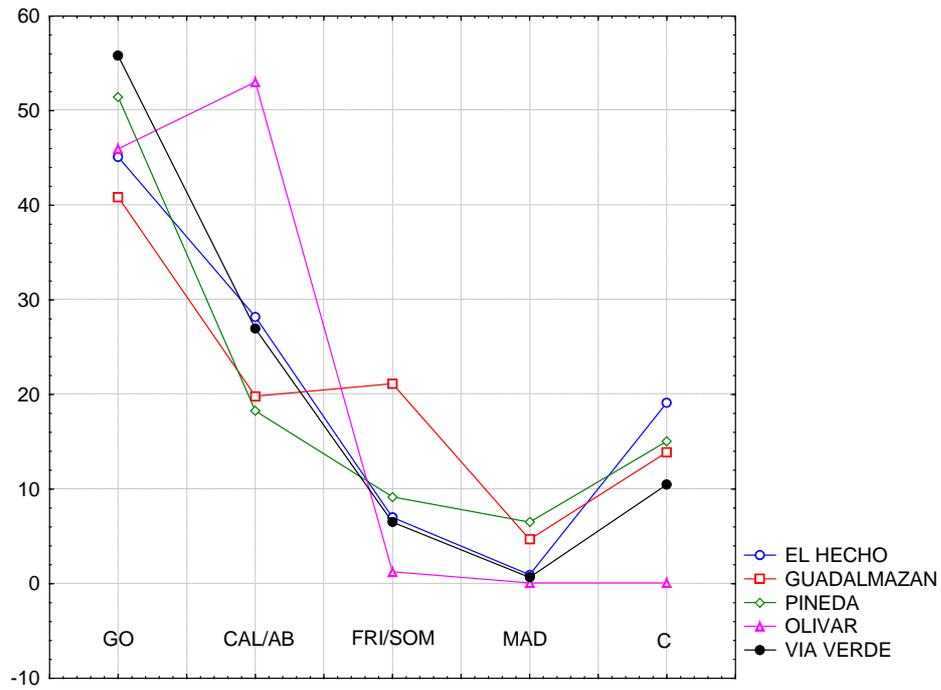


Figura 12. Formícidos. Representación gráfica del porcentaje de observaciones de cada grupo funcional por zona.

De acuerdo a los datos obtenidos, la mayoría de las especies encontradas en el conjunto de las zonas son generalistas/oportunistas y especialistas en climas cálidos/abiertos. Este resultado es lógico considerando dónde se localizan las áreas de estudio, es decir la campiña. De cualquier manera, también hay presencia de otras especies interesantes, por hallarse asociadas a ambientes de otro tipo.



Figura 13. Formicidos. Nido de *Tapinoma nigerrimum* junto a lirio de invierno (*Iris planifolia*) y pita (*Agave americana*).

En la Vía Verde, la mayoría de las especies son generalistas/oportunistas y asociadas a ambientes cálidos/abiertos. *Aphaenogaster senilis*, *Messor barbarus* o *Pheidole pallidula* son especies muy corrientes y abundantes, no solo en este tipo de medio agrícola abierto, sino que son muy tolerantes, encontrándose incluso en ambientes urbanos. Aún así, aparecen especies interesantes, algunas asociadas a ambientes fríos/de sombra y sobre todo varias especies crípticas. La importancia de las especies crípticas es porque muchas veces están asociadas a medios en buenas condiciones, por ejemplo, con frecuencia se encuentran en zonas con sustrato con hojarasca, por lo tanto, donde hay vegetación. En este caso hay que destacar la presencia de cinco especies del género *Temnothorax*, que suelen asociarse a hábitats en buen estado de conservación. Entre ellas resalta la especie *Temnothorax bejaraniensis* descrita en Córdoba por dos miembros del equipo del presente trabajo. Se le dio el nombre específico a esta especie (*bejaraniensis*) porque los primero individuos se encontraron en el entorno del Arroyo Bejarano, próximo a la localidad de Trassierra, aunque posteriormente se ha encontrado en otras localidades e incluso en otras

provincias. Tras la muerte de muchos de los olmos que formaban parte del bosque de ribera del Arroyo Bejarano por grafiosis (*Ophiostoma novo-ulmi*), esta especie ha disminuido en gran medida su población en ese área, lo que pone de relieve las necesidades de la especie y su carácter como bioindicadora. También hay que destacar la presencia de dos especies, *Aphaenogaster striativentris* y *Monomorium andrei* citadas en pocas ocasiones y localizaciones de la península ibérica y que suponen dos nuevas citas en la provincia de Córdoba.



Figura 14. Formícidos. Obrera de *Temnothorax bejaraniensis* Reyes-López & Carpintero-Ortega, 2013

En El Hecho hay que destacar la abundante presencia de especies crípticas (casi un 20% de las especies). Este lugar es donde más observaciones de especies de este tipo aparecen. Algunas de las especies más abundantes en esta zona (*Temnothorax racovitzae*, *Aphaenogaster gibbosa* o *Iberoformica subrufa*) se encuentran habitualmente asociadas al monte mediterráneo y las dehesas de la provincia de Córdoba. Estas especies son asimismo abundantes en el Monte de Las Pinedas.



Figura 15. Formícidos. Zonas con matorral de El Hecho

En el eucaliptal próximo al Arroyo Guadalmazán, además de las abundantes especies generalistas/oportunistas y asociadas a ambientes cálidos/abiertos, hay que destacar las especies de frío/sombra, asociadas a la cobertura arbórea de la zona, siendo el medio donde más observaciones de este tipo aparecen (21,05%).

Llama la atención que en el olivar no se encuentran especies relacionadas con la madera, ni crípticas. Esto es porque, a pesar de tratarse de un medio arbolado y con un sustrato con hojarasca como puede verse en la fotografía, el tratamiento que se le da al cultivo, con uso de herbicidas, insecticidas y roturación del suelo, es desfavorable a la presencia de la mayoría de las especies de hormigas, sobre todo para las más sensibles, registrándose la riqueza en especies más baja de todas las zonas y con una mayoría de especies generalistas/oportunistas y asociadas a ambientes cálidos/abiertos.



Figura 16. Formícidos. Olivar muestreado en Fase I

RELACIÓN ENTRE LAS ESPECIES DE HORMIGAS Y LA COBERTURA DE LA ZONA

El siguiente gráfico muestra el valor medio y el intervalo de confianza (95%) del número de especies por zona, según dicho valor por transecto. En general, las zonas con leñosas, excepto el olivar, tienen más especies. Por lo tanto, la cobertura vegetal favorece una mayor riqueza. El caso del olivar es distinto, no sólo no aparecen especies interesantes, desde el punto de vista de la conservación, como se señaló antes, sino que además la riqueza (número de especies) es menor.

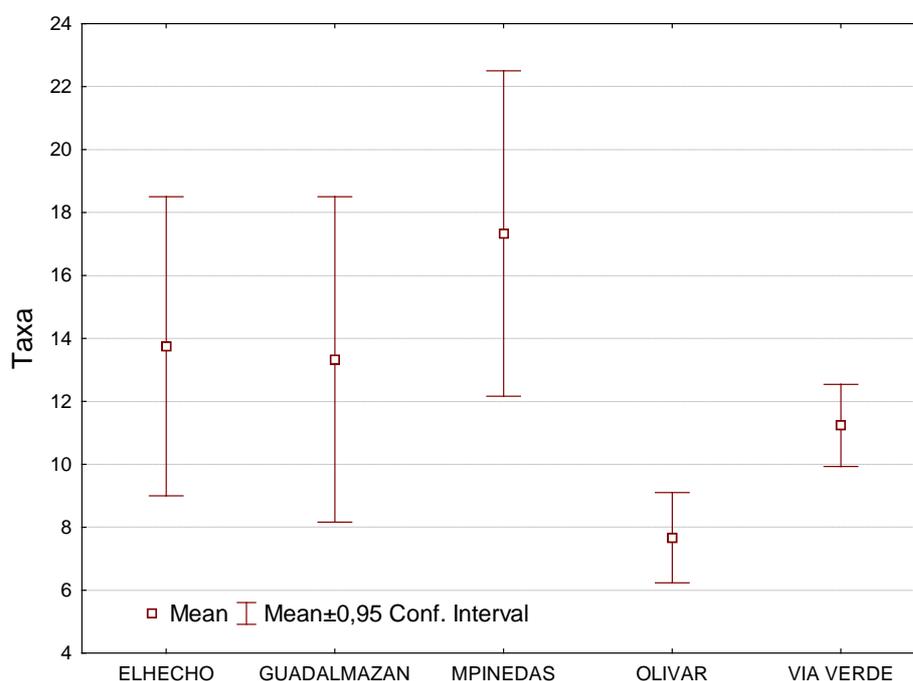


Figura 17. Formicidos. Valor medio e intervalo de confianza (95%) de riqueza de especies por zona, según dicho valor por transecto de trampas.

Si se excluyen los datos del olivar (ya que hemos comprobado que posiblemente por el manejo al que se somete al cultivo funciona de una forma diferente al resto de las zonas) y estudiamos el número de especies por transecto con respecto a la media de cielo visible de cada transecto por zona (dato inverso a cobertura), encontramos que a medida que disminuye el cielo visible (es decir, aumenta la cobertura), aumenta de

forma significativa el número de especies. Por tanto, los resultados que se intuían según el gráfico anterior se reafirman, una mayor cobertura vegetal favorece la riqueza en especies de hormigas.

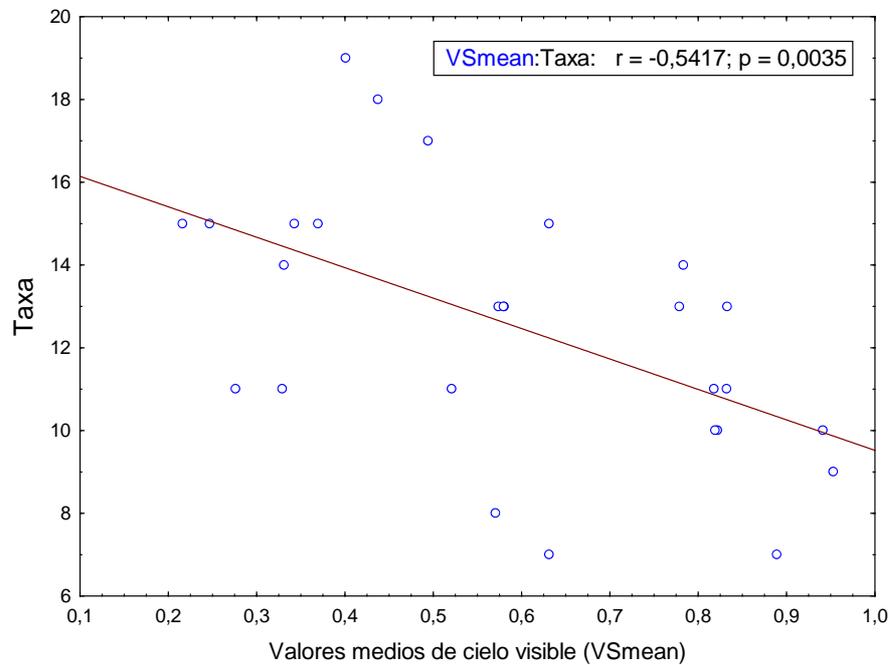


Figura 18. Formícidos. Riqueza de especies por transecto con respecto a la media de cielo visible de cada transecto en el conjunto de las zonas (excepto olivar).

A continuación, realizamos un análisis PLS (Partial Least Squares, regresión de mínimos cuadrados parciales) entre la presencia de las diferentes especies de hormigas en los transectos de todas las zonas estudiadas (excluyendo el olivar) y el conjunto de variables de cielo visible registradas, con el sistema de fotografías hemisféricas antes explicado (valor medio, mínimo, máximo, desviación típica y coeficiente de variación de cielo visible). Un elevado porcentaje de la covarianza (77,883) se explica únicamente por el eje 1. Al representar gráficamente el eje X y el eje Y de los datos obtenidos, que suponen un resumen de ambos bloques (variables ambientales y especies), se obtiene una correlación positiva muy alta ($r=0,8110$, $p<0,001$). Es decir, las variables de cielo visible explican en gran medida la presencia de las diferentes especies de hormigas.

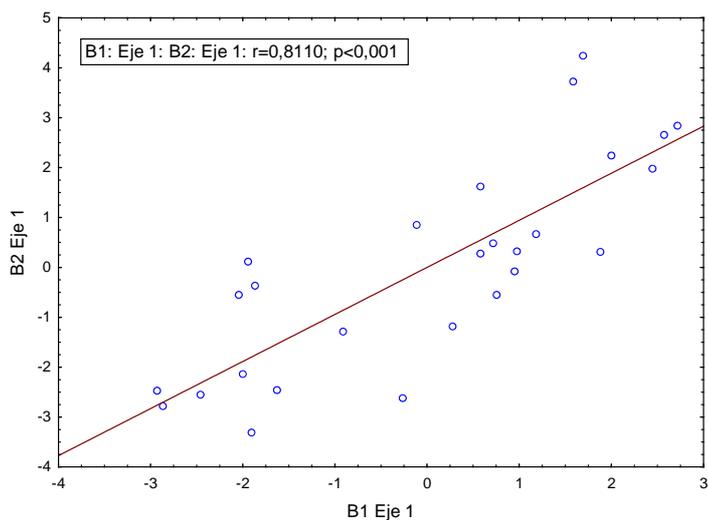


Figura 19. Formicidos. Representación gráfica de las proyecciones sobre el eje 1, obtenidas en el análisis PLS, que suponen un resumen de los datos de ambos bloques (variables ambientales y especies) para el total de zonas (excepto olivar).

Igual sucede si analizamos con el mismo sistema únicamente los datos de la Vía Verde. El eje 1 explica un elevado porcentaje de la covarianza (84,942) y al representar gráficamente las proyecciones de ambos bloques sobre este eje, se obtiene una correlación positiva muy alta ($r=0,8532$, $p<0,001$).

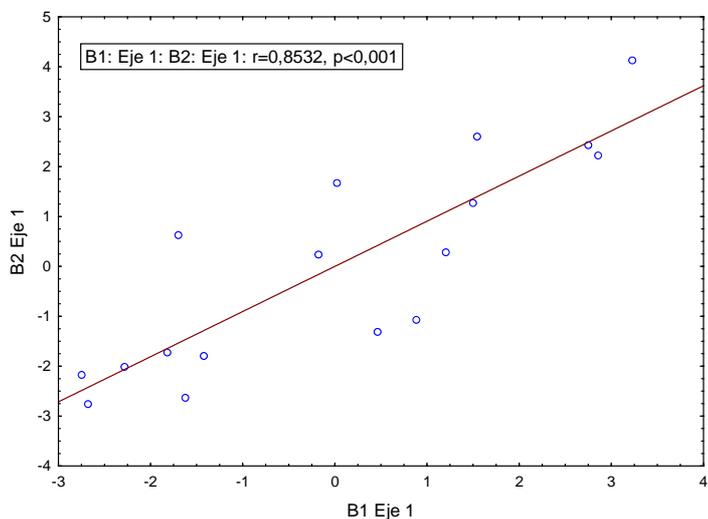


Figura 20. Formicidos. Representación gráfica de las proyecciones sobre el eje 1, obtenidas en el análisis PLS, que suponen un resumen de los datos de ambos bloques (variables ambientales y especies) para la Vía Verde.

Las especies individuales de hormigas que se ven más influidas, positiva o negativamente por alguna de las variables ambientales de cielo visible medidas, se muestran mediante análisis de correlación de Spearman.

ESPECIES DE HORMIGAS	VSmean	VSmin	VSmax	VSsd	VScv
<i>Aphaenogaster senilis</i>	0,478	0,489	0,601	-0,229	-0,347
<i>Tetramorium semilaeve</i>	0,303	0,327	0,370	-0,273	-0,240
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	0,068	0,317	0,114	-0,376	-0,318
<i>Cataglyphis rosenhaueri</i>	0,422	0,246	0,528	0,163	-0,027
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	-0,528	-0,427	-0,544	-0,018	0,174
<i>Camponotus micans</i>	0,002	-0,196	0,075	0,511	0,320
<i>Solenopsis spp</i>	-0,351	-0,336	-0,380	0,201	0,172
<i>Crematogaster scutellaris</i>	-0,547	-0,393	-0,587	0,127	0,215
<i>Camponotus lateralis</i>	-0,451	-0,477	-0,443	0,084	0,205
<i>Camponotus sylvaticus</i>	-0,457	-0,310	-0,415	-0,066	0,147

Tabla 3. Formicidos. Valores de correlación de Spearman entre la abundancia de cada especie de hormigas y las variables ambientales registradas de cielo visible. En rojo aparecen los resultados significativos.

Varias especies aparecen negativamente correlacionadas de forma significativa con alguna de las variables que miden el cielo visible, por lo tanto se ven favorecidas por ambientes con cobertura vegetal. Estas son: *C. scutellaris* (grupo funcional MAD), *P. pygmaea* (FRI/SOM), *C. sylvaticus* (FRI/SOM), *C. lateralis* (FRI/SOM), *Solenopsis spp* (C), *T. nigerrimum* (GO), *Solenopsis spp* (C).

Estas especies están positivamente correlacionadas (de forma significativa) con alguna de las variables ambientales antes señaladas: *A. senilis* (GO), *C. rosenhaueri* (CAL/AB), *C. micans* (CAL/AB) y *T. semilaeve* (GO).

RELACIÓN ENTRE LAS ESPECIES DE HORMIGAS Y LA COBERTURA ARBÓREA Y ARBUSTIVA DE CADA TRAMPA.

En los transectos de la Vía Verde y de las zonas con presencia de vegetación mediterránea, como posibles fuentes de especies (Monte de las Pinedas y Parque de El Hecho), se registró para cada trampa individual si se encontraba bajo cobertura arbórea o arbustiva, anotando la especie vegetal concreta. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Especie de leñosa	Nombre científico	Matorral (1) Árbol (2)	Vía Verde	M. Pinedas	El Hecho
Retama	<i>Retama sphaerocarpa</i>	1	3		
Pitas	<i>Agave americana</i>	1	1		
Cañas	<i>Arundo donax</i>		12		
Chumbera	<i>Opuntia ficus-indica</i>	1	4		
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	1		
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i>	1	2		3
Jara rizada	<i>Cistus crispus</i>	1		2	4
Jaguarzo negro	<i>Cistus monspeliensis</i>	1			4
Jara pringosa	<i>Cistus ladanifer</i>	1			2
Mirto	<i>Myrtus communis</i>	1	1		9
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i>	1			2
Labiérnago	<i>Phillyrea angustifolia</i>	1			1
Aulaga	<i>Genista hirsuta</i>	1			2
Encina	<i>Quercus rotundifolia</i>	2	8	20	8
Higuera	<i>Ficus carica</i>	2	1		
Pino	<i>Pinus halepensis</i>	2	13		
Olivo	<i>Olea europaea</i>	2	3		3
Ailanto	<i>Ailanthus altissima</i>	2	2		
Fresno	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	1		2
Eucaliptus	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2	6		
Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i>	2	3		
Álamo blanco	<i>Populus alba</i>	2	7		
Morea	<i>Morus alba</i>	2	1		

Número de transectos			17	3	4
Especies de hormigas			28	23	23
Nº de especies de árboles			10	1	3
Nº de especies de matorral			7	1	8
Trampas cubiertas por matorral			24	2	27
Trampas cubiertas por árboles			45	20	13

Tabla 4. Formicidos Número de trampas cubiertas por arbustos y árboles del total de trampas por zonas.

En el conjunto de las tres zonas, aparecen trampas cubiertas por un total de 10 especies de árboles y 12 especies de arbustos, además de las cañas (*Arundo donax*).

Hay que señalar que en el monte de las Pinedas el número de especies de hormigas es igual al del Parque de El Hecho, a pesar de que la vegetación que cubre las trampas es mucho menos diversa, ya que solo hay una especie de árbol, la encina (que cubre muchas de las trampas) y una de matorral, la jara rizada. Este hecho pone de relieve la importancia de las encinas para la diversidad de hormigas.

Con el conjunto de los datos de Vía Verde, Monte de las Pinedas y Parque El Hecho, al correlacionar el número de especies de hormigas por transecto con las trampas cubiertas por árboles, se obtiene una correlación positiva ($r=0,7638$) y significativa ($p=0,00002$). Sin embargo, el total de trampas cubiertas por matorral no parece afectar al número de especies de hormigas ($r=-0,0932$, $p=0,6723$).

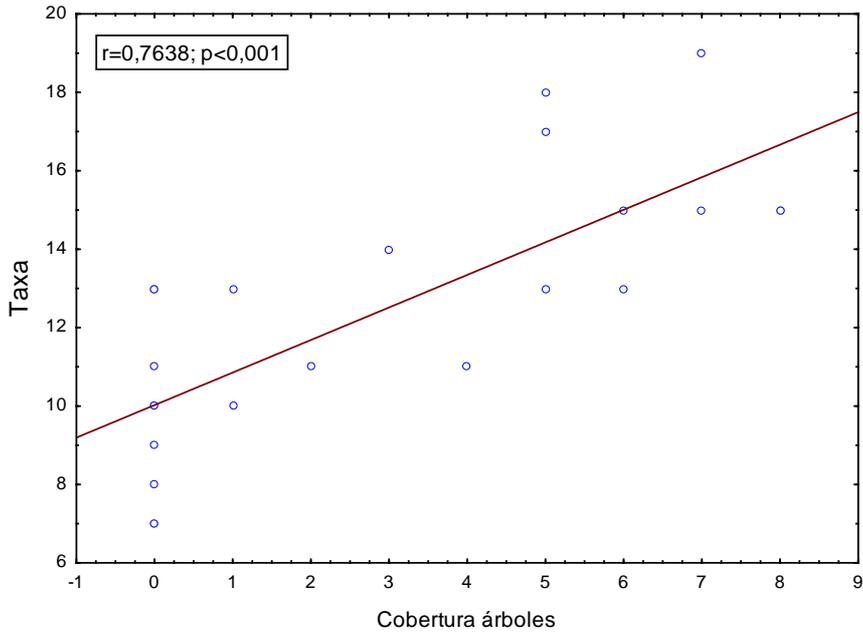


Figura 21. Formícidos. Número de especies de hormigas por transecto versus total de trampas cubiertas por árboles, para las zonas Vía Verde, Monte de las Pinedas y Parque de El Hecho.

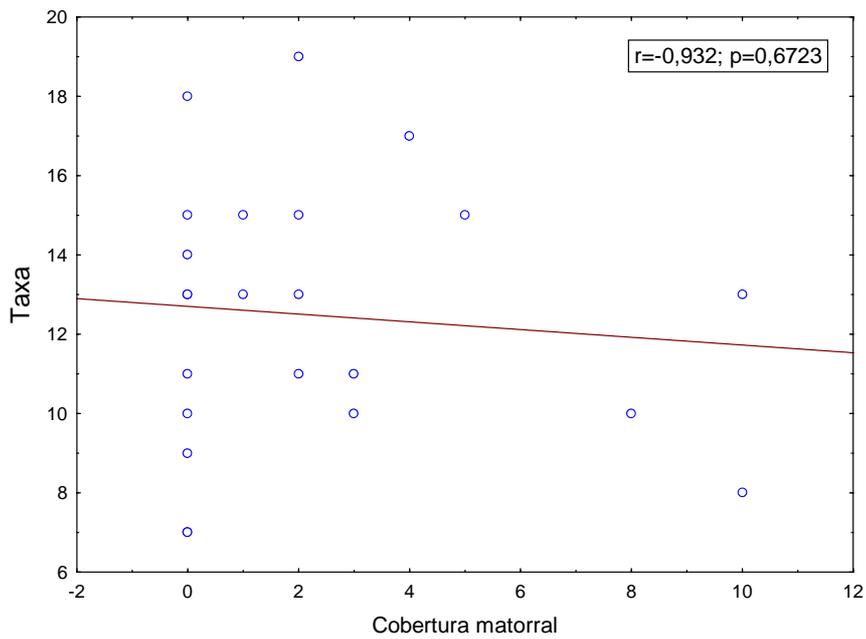


Figura 22. Formícidos. Número de especies de hormigas por transecto versus total de trampas cubiertas por matorral, para las zonas Vía Verde, Monte de las Pinedas y Parque de El Hecho.

Considerando los datos únicamente de la Vía Verde se obtienen resultados similares. Una correlación positiva y significativa entre el número de especies de hormigas y de trampas cubiertas por árboles ($r=0,7392$, $p=0,0011$), mientras que el matorral parece no tener efecto en este sentido ($r=-0,2112$, $p=0,4324$), pero hay que tener en cuenta que muchas de las trampas cubiertas por matorral, es por cañas exóticas (*Arundo donax*) y es que hay un transecto en la Vía Verde que está con las 10 trampas cubiertas por cañas y tiene pocas especies de hormigas, solo 8.

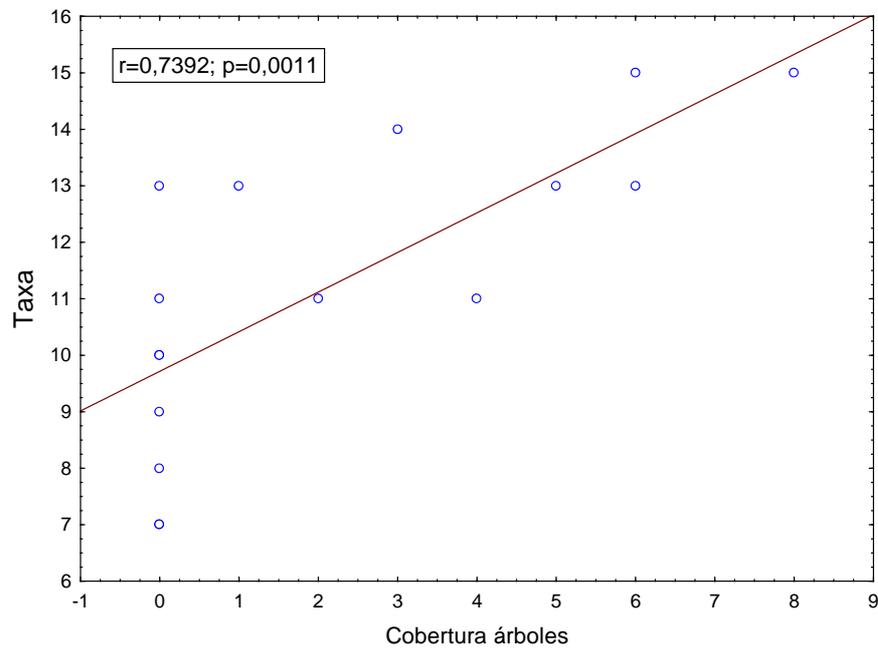


Figura 23. Formícidos. Número de especies de hormigas por transecto versus total de trampas cubiertas por árboles, para la Vía Verde.

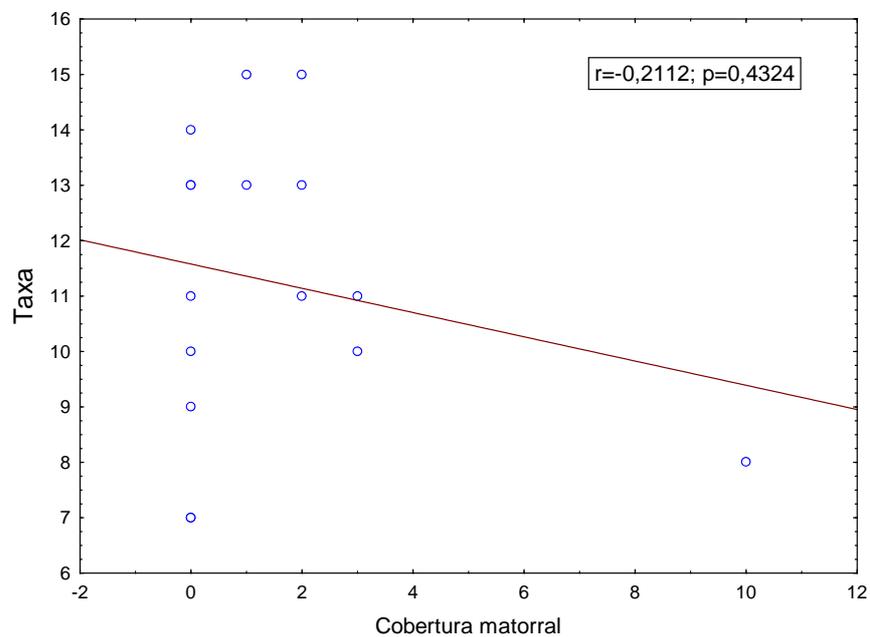


Figura 24. Formícidos. Número de especies de hormigas por transecto versus total de trampas cubiertas por matorral, para la Vía Verde.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LAS HORMIGAS

1. Se han empleado las hormigas (Orden Hymenoptera, Familia Formicidae) como grupo bioindicador para medir la biodiversidad en las zonas a reforestar de la Vía Verde de la Campiña y en algunas zonas próximas como elemento de comparación: Monte de las Pinedas, Parque Municipal de El Hecho, un olivar próximo al área de descanso de Las Pinedas y un eucaliptal próximo a la intersección del arroyo Guadalmezán con la Vía Verde.
2. En el conjunto de las zonas se han localizado 37 especies de hormigas. En las áreas de la Vía Verde estudiadas (Fases I y II de la repoblación) han sido 28 especies.
3. Destaca la presencia de dos especies, *Aphaenogaster striativentris* y *Monomorium andrei* citadas en pocas ocasiones y localizaciones de la península ibérica y que suponen dos nuevas citas en la provincia de Córdoba.
4. La mayoría de las especies son típicas de zonas abiertas, aunque también se encuentran otras especies relacionadas con zonas con mayor cobertura e incluso especies más habituales en ambientes en buen estado de conservación. Estas últimas especies se relacionan con presencia de vegetación leñosa.
5. En concreto, la presencia de arbolado favorece la aparición de especies de hormigas asociadas a ambientes forestales.
6. Zonas próximas a la Vía Verde con árboles y arbustos típicos del monte mediterráneo, pueden actuar como fuente de especies de hormigas más típicas de ambientes forestales.
7. Por todo ello, se estima que la reforestación contribuirá al asentamiento de un mayor número de especies y de una mayor diversidad de hormigas, y dado su carácter de grupo subrogado, de una mayor biodiversidad general.

LAS AVES

INTRODUCCIÓN

Las aves constituyen uno de los grupos faunísticos de vertebrados más estudiados en los trabajos acerca del medio natural. Esto se debe a varios factores. En primer lugar son muy atractivos. El hecho de que sean fácilmente visibles, que nos acompañen incluso en las ciudades, su colores, su canto, hacen que para la mayoría de las personas resulten ser animales agradables de contemplar y con quien compartir el espacio. En segundo lugar, las aves son componentes cruciales en los ecosistemas terrestres dado los numerosos servicios ecosistémicos que brindan, por ejemplo como dispersoras de semillas o en el control biológico de plagas, entre muchos otros.



Figura 1. Aves. Algunas especies presentes en la Vía Verde de la Campiña

Por último, y ya ligado a un uso más científico, las aves son el grupo de vertebrados terrestres con un mayor número de especies y una mayor diversidad en su comportamiento y sus apetencias ecológicas. Así, hay especies que nidifican en suelo, otras en árboles o matorrales; pueden utilizar multitud de alimentos, por ejemplo hay especies carnívoras, granívoras, frugívoras, insectívoras, piscícolas o filtradoras; hay aves que pueden llegar a medir 3 metros y otras que miden menos de 5 cm; habitan desde los desiertos hasta lugares cubiertos permanentemente por nieve y hielo, como la Antártida. Su capacidad de vuelo y su sangre caliente favorece el haber podido extenderse por todo el mundo y ser capaces de explotar una gran cantidad de nichos.

Además las aves son relativamente fáciles de detectar e identificar por su aspecto y/o su canto. Todo ello hace que constituyan un excelente grupo bioindicador y que sean tratadas en muchas ocasiones con este fin en los estudios sobre la naturaleza. Por último, muchas especies de aves son muy sensibles a los cambios en el medio, que con frecuencia ocasionan problemas para su supervivencia.

OBJETIVOS

Complementar el trabajo sobre biodiversidad realizado con hormigas en la Vía Verde de la Campiña, con un estudio sobre las aves que podemos encontrar en la zona, relacionando la presencia de las diferentes especies con el tipo de medio y extrayendo conclusiones del efecto que tendrá la reforestación emprendida sobre la diversidad de aves.

Analizar el estado de conservación de las especies más sensibles o emblemáticas encontradas en la Vía Verde.

MÉTODO DE ESTUDIO DE LAS AVES

El estudio de las aves se realizó en todo el recorrido de la Vía Verde de la Campiña, a su paso por la provincia de Córdoba, entre los meses de junio de 2021 y mayo de 2022. En total la Vía Verde mide unos 92 km y se divide en 12 tramos, el recorrido cordobés va desde la antigua estación de Valchillón hasta la de la Carlota y equivale a los 4 primeros tramos:

Tramo nº 1: De 0-7 km. Va desde el inicio de la vía (en su zona más próxima a Córdoba capital) en la estación de Valchillón hasta el apeadero de Las Tablas de Córdoba. A los 2 km se cruza el río Guadajoz, sobre un puente de hormigón y ladrillo, que sustituyó en la época de la postguerra al original metálico. En el km 6 aparece el túnel de Las Tablas que lleva al final de este tramo, el apeadero de Las Tablas. Hay que destacar en este tramo la presencia del río Guadajoz y del arroyo de Valchillón, encontrándose así los primeros cuerpos de agua de la Vía Verde.

Tramo nº 2: De 7-16 km. Apeadero de Las Tablas de Córdoba - Estación de Guadalcázar. Todo el tramo discurre por cultivos de campiña, por colinas y vaguadas y atravesando algunos arroyos, los del Temple y de la Torvisca se salvan mediante puentes. El del Temple tiene adosadas las pilastras de un pozo. No queda nada de la Estación de Guadalcázar, donde se ha construido un parque como área de descanso con merenderos.



Figura 2. Aves. Zonas de cultivo en la Vía Verde de la Campiña

Tramo nº 3: De 16-20 km. Estación de Guadalcázar –hasta el embalse de Las Pinedas en las afueras de La Carlota. Este tramo discurre también principalmente por áreas de cultivo, al menos en su primera parte, donde atraviesa el arroyo de la Marota por un puente. Finalizando el tramo se pasa junto al Parque Municipal “El Hecho” (km 18), con vegetación mediterránea y zonas más umbrías. Finaliza en el embalse del arroyo El Escorial, en el poblado de colonización de Las Pinedas.



Figura 3. Aves. Embalse del arroyo Escorial en Las Pinedas

Y el Tramo nº 4: De 20-26 km. Las Pinedas (La Carlota) – Área de Descanso de la estación de La Carlota. En este tramo se encuentran los volúmenes de agua más importantes dentro de la Vía Verde, el embalse del arroyo Escorial en Las Pinedas y el río Guadalmezán, casi al final del tramo. En la Vía Verde, a su paso por la localidad de Las Pinedas, se encuentran algunas zonas repobladas con especies nativas y exóticas, así como restos del apeadero de Las Pinedas, donde se ha dispuesto otra área de descanso. Posteriormente, desde las Pinedas hasta el arroyo Guadalmezán, la Vía Verde discurre entre campos de cultivo. Tras el arroyo Guadalmezán se continúa asimismo por campos de cultivos hasta el lugar donde se localizaba la estación de La Carlota, situada antiguamente a 6 km de dicho pueblo y hoy ya desaparecida, finalizando el tramo cordobés de la Vía Verde y adentrándose en el tramo sevillano, por donde continuará otros 65 km.

En el presente estudio se diferencian las comunidades de aves de la Vía Verde de los cuatro tramos descritos.

En la Figura 4 se señala sobre un mapa satélite cada tramo de la Vía Verde de la

Campiña, a su paso por la provincia de Córdoba. Se ha dividido cada tramo de estudio por colores: tramo 1-rojo, tramo 2-verde, tramo 3-azul y tramo 4-amarillo.



Figura 4. Aves. Tramos de la Vía Verde de la Campiña a su paso por Córdoba, considerados para el estudio de aves

TOMA DE DATOS

Los muestreos se han realizado recorriendo en bicicleta los tramos de la Vía Verde descritos. Para ello se establecieron paradas de escucha y observación con la ayuda de prismáticos. Las paradas se hacían cada 5 km durante los 26 kilómetros implicados y también al principio y final de cada tramo. En cada parada se tomaban datos por 10 minutos y se iba apuntando cada especie reconocida tanto por oído (canto) como por visualización, siempre que el individuo estuviera presente en el camino o fuera de este, pero a una distancia tal que el ave fuera visible o audible desde la misma Vía Verde.

Para los muestreos se eligieron fechas a lo largo de las diferentes estaciones del año, para así poder detectar los diferentes grupos fenológicos: las especies presentes todo el año, temporalmente en las distintas épocas (estivales o invernantes) o de paso en sus rutas migratorias. Los muestreos se realizaron el 10 de junio de 2021, el 17 de junio de 2021, el 17 de octubre de 2021, el 24 de enero de 2022, el 15 de febrero de 2022, el 1 de mayo de 2022, el 3 de mayo de 2022 y el 26 de mayo de 2022, pudiendo observarse paso migratorio en octubre y en mayo.

Por último, se colocaron redes japonesas en un área próxima a la zona donde el arroyo Guadalmazán cruza la Vía Verde, el 19 de octubre de 2021. Las redes japonesas, o de niebla, constituyen un sistema para capturar los animales que vuelan, principalmente aves y murciélagos. Están confeccionadas con nailon y las medidas son variables, generalmente de 6, 8 ó 12 metros de largo por unos 2 m de altura. Se colocan tensas en posición vertical, con unos soportes en cada extremo. La red es muy fina y es invisible para las aves, que chocan con ella y quedan atrapadas en unas bolsas que forman la misma red, sin causarles daño. La utilización de redes japonesas está reglamentada y no deben usarse más que con fines científicos.



Figura 5. Aves. Red japonesa en la Vía Verde de la Campiña

RESULTADOS

ESPECIES DE AVES Y GRADO DE PROTECCIÓN

En la Tabla 1 se muestran las 93 especies de la Clase Aves encontradas en la Vía Verde, ordenadas por órdenes y familias. Se señala también su categoría en el Libro Rojo de las aves de España 2021 y la abundancia relativa. Categorías del Libro Rojo: EN En peligro, VU Vulnerable, NT Casi amenazadas, LC No amenazadas o de preocupación menor, NE no evaluadas, DD Poco conocidas, información deficiente y se ha añadido la categoría EX Exóticas. Colores en la columna de abundancia: Rojo más de 10 observaciones, Naranja 7-9, Azul oscuro 4-6 y Azul claro 1-3 observaciones.

Taxonomía	Nombre científico	Nombre vulgar	Libro rojo 2021	Abundancia
Orden Pelecaniformes; familia Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Cormorán grande	LC	Azul claro
Orden Ciconiiformes; familia Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	Garceta común	LC	Azul claro
	<i>Egretta alba</i>	Garceta grande	LC	Azul claro
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	LC	Naranja
	<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	LC	Azul oscuro
Orden Ciconiiformes; familia Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	LC	Naranja
Orden Anseriformes, familia Anatidae	<i>Anser anser</i>	Ansar o ganso común	LC	Azul oscuro
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón	LC	Azul oscuro
	<i>Anas crecca</i>	Cerceta común	LC	Azul claro
	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Ganso del Nilo	EX	Azul claro
	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cuchara común	LC	Azul claro
	<i>Aythya ferina</i>	Porrón europeo	EN	Azul claro
Orden Accipitriformes; familia Accipitridae	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aguililla calzada	LC	Azul claro
	<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero occidental	LC	Azul oscuro
	<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	LC	Rojo
Orden Galliformes; familia Phasianidae	<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común	EN	Naranja
	<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	VU	Rojo
Orden Gruiformes; familia Rallidae	<i>Fulica atra</i>	Focha común	LC	Azul oscuro
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común	LC	Azul claro

Orden Apodiformes; familia Apodidae	<i>Apus apus</i>	Vencejo común	LC	
Orden Bucerotiformes; familia Upupidae	<i>Upupa epops</i>	Abubilla	LC	
Orden Charadriiformes; familia Burhinidae	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	NT	
Orden Charadriiformes; familia Charadriidae	<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea	LC	
	<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	LC	
Orden Charadriiformes; Familia Laridae	<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría	LC	
Orden Charadriiformes; familia Recurvirostridae	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta común	LC	
	<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	LC	
Orden Charadriiformes; familia Scolopacidae	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	LC	
	<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	NT	
	<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	LC	
	<i>Tringa nebularia</i>	Archibebe claro	LC	
Orden Columbiformes; familia Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma bravía	LC	
	<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	LC	
	<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea	VU	
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca	LC	
Orden Coraciformes; familia Alcedinidae	<i>Alcedo atthis</i>	Martín pescador	EN	
Orden Coraciformes; familia Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea	EN	
Orden Coraciiformes; familia Meropidae	<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	LC	
Orden Cuculiformes; familia Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común	LC	
Orden Falconiformes; familia Accipitridae	<i>Circaetus gallicus</i>	Águila culebrera europea	LC	
	<i>Elanus caeruleus</i>	Elanio común	NT	
	<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	LC	
	<i>Milvus milvus</i>	Milano real	EN	
Orden Falconiformes; familia Falconidae	<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	EN	
Orden Passeriformes; familia Aegithalos	<i>Aegithalos</i>	Mito	LC	

Aegithalidae	<i>caudatus</i>			
Orden Passeriformes; familia Alaudidae	<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común	VU	
	<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	LC	
	<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria común	NT	
Orden Passeriformes; familia Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo	LC	
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	LC	
Orden Passeriformes; familia Emberizidae	<i>Emberiza calandra</i>	Escribano triguero	LC	
Orden Passeriformes; familia Fringillidae	<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero	LC	
	<i>Linaria cannabina</i>	Pardillo común	LC	
	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	LC	
	<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo	LC	
	<i>Chloris chloris</i>	Verderón común	LC	
Orden Passeriformes; familia Hirundinidae	<i>Delichon urbica</i>	Avión común	LC	
	<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	LC	
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	VU	
	<i>Cecopris daurica</i>	Golondrina daúrica	LC	
Orden Passeriformes; familia Laniidae	<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común	EN	
	<i>Lanius meridionalis</i>	Alcaudón real	EN	
Orden Passeriformes; familia Motacillidae	<i>Anthus pratensis</i>	Bisbita pratense o común	LC	
	<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	LC	
	<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera	LC	
	<i>Motacilla cinerea</i>	Lavandera cascadeña	LC	
Orden Passeriformes; familia Paridae	<i>Parus major</i>	Carbonero común	LC	
	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Herrerillo común	LC	
Orden Passeriformes; familia Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	LC	
	<i>Passer hispaniolensis</i>	Gorrión moruno	LC	
Orden Passeriformes; familia Remizidae	<i>Remiz pendulinus</i>	Pájaro moscón	LC	
Orden Passeriformes; familia Sturnidae	<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro	LC	
Orden Passeriformes; familia Sylviidae	<i>Cisticola juncidis</i>	Buitrón	NT	

	<i>Locustella naevia</i>	Buscarla pintoja	DD	
	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Carricero común	LC	
	<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca cabecinegra	LC	
	<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirotada	LC	
	<i>Sylvia communis</i>	Curruca zarcera	LC	
	<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común	NT	
	<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor bastardo	LC	
	<i>Iduna opaca</i>	Zarcero bereber	DD	
	<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero polígloa	LC	
Orden Passeriformes; familia Turdidae	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	LC	
	<i>Turdus merula</i>	Mirlo común	LC	
	<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo	LC	
	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	LC	
	<i>Saxicola rubicola</i>	Tarabilla europea	LC	
	<i>Saxicola rubetra</i>	Tarabilla norteña	DD	
	<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común	LC	
Orden Piciformes; familia Picidae	<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos	LC	
	<i>Picus viridis sharpei</i>	Pito real	LC	
Orden Podicipediformes; familia Podicipedidae	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	LC	
Orden Strigiformes; familia Strigidae	<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	NT	

Tabla 1. Aves. Especies de aves encontradas en la Vía Verde, ordenadas por órdenes y familias. Categoría en el Libro Rojo de las aves de España 2021: EN En peligro, VU Vulnerable, NT Casi amenazadas, LC No amenazadas o de preocupación menor, DD Poco conocidas, información deficiente, EX Exóticas. Abundancia: Rojo más de 10 observaciones, Naranja 7-9, Azul oscuro 4-6 y Azul claro 1-3 observaciones.

En la Figura 6 se indica el número de especies que se integran en cada categoría del Libro Rojo. La mayoría no están amenazadas (70 especies de un total de 93). Pero también se encuentran otras especies más interesantes desde el punto de vista de la conservación: 8 en peligro, 4 vulnerables 7 casi amenazadas y, por otro lado, dos exóticas.

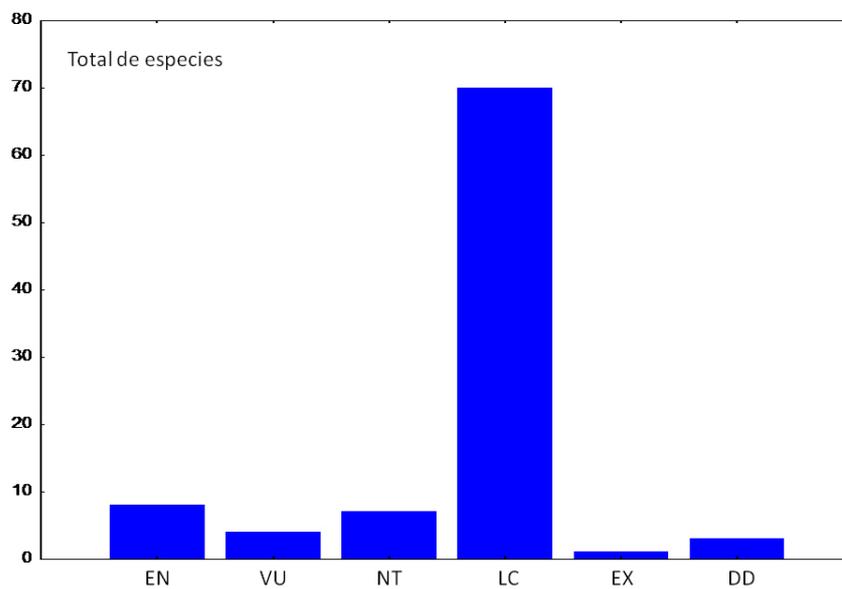


Figura 6. Aves. Total de especies de aves que se integran en cada categoría del Libro Rojo. 2021: EN En peligro, VU Vulnerable, NT Casi amenazadas, LC No amenazadas o de preocupación menor, DD Poco conocidas, información deficiente, EX Exóticas.



Figura 7. Aves. Tarabilla común (*Saxicola rubicola*) y Verderón común (*Chloris chloris*). Especies muy abundantes en la Vía Verde de la Campiña (Foto Aurora Pérez)

La especie más abundante en todo el recorrido, con 29 observaciones, es la Cogujada común (*Galerida cristata*). Se trata de un ave característica de zonas abiertas, como es la campiña, y no migratoria, por lo que es fácil verla todo el año y a lo largo de todos los tramos. La cogujada es una especie esteparia. Estas aves son aquellas que pueden utilizar medios estépicos (áreas llanas y extensas de vegetación herbácea) a lo largo de todo su ciclo vital. Además las aves esteparias presentan otras características, salvo excepciones, como: nidificar en el suelo o en pequeños arbustos, tener colores crípticos (miméticos con el ambiente), comportamiento discreto, permaneciendo mucho tiempo posadas en el suelo. Los mejores representantes de este patrón son los de la familia de los alaúridos, habiéndose detectado en la Vía Verde cogujadas, calandrias y alondras. Otras aves típicas de zonas abiertas encontradas en la Vía Verde, son: la perdiz, la codorniz, el escribano triguero, el buitrón, la bisbita pratense, la buscarla pintoja, el alcaraván, la avefría, la carraca, la tarabilla o el alcaudón real. También algunas rapaces como el cernícalo vulgar, el aguilucho lagunero o el elanio común, entre otras. La campiña ofrece el hábitat ideal para las aves que buscan los medios abiertos para alimentarse y/o nidificar.



Figura 8. Aves. Cogujada común (*Galerida cristata*) (Foto Jacek Ulinski en Unsplash)

España es el país europeo con mayor riqueza de aves esteparias. También se encuentran en relativa abundancia en otros países de Europa occidental (Portugal, Francia e Italia) y oriental (Turquía, Rusia y Ucrania).

Actualmente, las poblaciones de aves esteparias, se están viendo mermadas por distintos factores, principalmente la fragmentación de sus hábitats debido a los cambios en las prácticas agrícolas y a su intensificación. De hecho, las aves esteparias son el grupo de vertebrados con una mayor proporción de especies amenazada (el 60%).

En cuanto a los cambios en las prácticas agrícolas que afectan negativamente a estas especies, se encuentran: la implantación de regadíos, cambio a cultivos leñosos, empleo masivo de biocidas y concentración parcelaria, con lo que ello implica en cuanto a destrucción de linderos, disminución de la superficie en barbecho y pérdida de alternancia de cultivos y de fases productivas de la tierra. En la Tabla 2 se exponen algunos de estos problemas y ejemplos de aves de la Vía Verde afectadas.

Tipo de Problema		Algunas especies de la Vía Verde afectadas
Cambios en las prácticas agrarias	Uso abusivo de pesticidas que reducen drásticamente el número de presas, además de provocar el envenenamiento de las aves	Alcaudones, carraca, cernícalo vulgar, alondra, golondrina, alcaraván, buitrón, calandria, mochuelo
	Aumento en la intensificación de cultivos que trae una reducción de diversidad de ambientes donde emplazar los nidos o buscar alimento	Alcaudones, carraca, alondra, tórtola, alcaraván, buitrón, elanio
	Mecanización, cambios de cultivo, transformación en regadíos, uso de variedades de ciclo corto	Codorniz, alondra, perdiz, calandria, aguiluchos
	Instalación de fotovoltaicas Abandono de las prácticas agrarias que ocasionan matorralización que limita la disponibilidad de lugares donde nidificar y de presas.	Alcaudones, perdiz, codorniz, aláudidos, alcaraván, aguiluchos, carraca
	Expansión de cultivos de leñosas a costa de cultivos de cereal	Perdiz, codorniz, aláudidos, aguiluchos, elanio, carraca
Destrucción o alteración de otro tipo de hábitats presentes en la Vía Verde	Destrucción de otros hábitats (de zonas húmedas, de bosques de ribera...)	Martín pescador, porrón europeo, andarríos chico, mosquitero común
Otras acciones humanas directas o indirectas	Fuerte presión cinegética y/o contaminación genética a causa de introducción de variedades no nativas con fines cinegéticos	Codorniz, perdiz, porrón europeo, tórtola
	Caza ilegal, muerte por venenos y/o expolio de nidos	Cernícalo vulgar, milano real, elanio
	Desaparición de sus especies presa por introducción de especies exóticas, menos idóneas	Martín pescador

Tabla 2. Aves. Principales problemas que sufren las aves en la Vía Verde de la Campiña

Entre las especies que habitan en la campiña se encuentran algunas tradicionalmente cinegéticas, como la perdiz y la codorniz. La perdiz está incluida en el libro rojo de las aves como vulnerable, ya que sus poblaciones presentan una alarmante situación de declive. Los principales factores que contribuyen a este descenso son: la excesiva presión cinegética y la pérdida de su hábitat (típicamente viven asociadas a zonas agrícolas, con especial predilección por aquellos cultivos que conservan barbechos o linderos). También sufren la suelta de ejemplares de granjas cinegéticas, que producen contaminación genética, así como el uso de pesticidas, que afectan a las aves de forma directa y también indirecta, al perjudicar a los invertebrados con los que alimentan a sus pollos.



Figura 9. Aves. Perdiz roja (*Alectoris rufa*) (Foto Bruce Kee en Unplash)

La codorniz común se encuentra en una situación aún peor, ya que en el Libro Rojo 2021 se incluye en la categoría de “En Peligro”. Las amenazas que sufre son similares a la de la perdiz, incluyendo la masiva implantación de centrales energéticas, especialmente fotovoltaicas, que destruyen sus zonas de alimentación y reproducción. Además se hibridan con la codorniz japonesa (*Coturnix japonica*), de la que se producen sueltas con fines cinegéticos.

Hay otro problema grave que sufren perdices, codornices y otras especies esteparias, es el adelanto de las cosechas, a consecuencia de las altas temperaturas alcanzadas durante el inicio del verano y del uso de variedades de cultivo más precoces, lo que está provocando la muerte de aves que utilizan las áreas cerealistas como zonas de cría. En concreto, hay un grupo de especies que se ven perjudicadas en gran medida este problema, es el de los aguiluchos (género *Circus*), rapaces esteparias. En el presente estudio se ha avistado en el tramo 4 al aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) que suele nidificar próximo a zonas húmedas en el suelo. Aunque en estos muestreos no se ha llegado a encontrar aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) (ave del año 2023), su presencia en la zona ha sido atestiguada en otros trabajos, lo que no es de extrañar, ya que hace unos años su imagen era habitual en la campiña cordobesa. Pero esta ave está sufriendo un grave deterioro en sus poblaciones cordobesas, de manera que en los últimos años ha descendido casi un 30%. Los aguiluchos sufren en gran medida los cambios en las prácticas agrícolas y, en concreto, la recogida de las cosechas mientras los pollos aún están en los nidos.

Otras especies de las citadas anteriormente como residentes en zonas abiertas y que presentan graves problemas de conservación (“En Peligro”) son: la carraca, el alcaudón real y el cernícalo vulgar. La carraca es un ave migradora, presente en la época estival. Tiene un colorido muy llamativo, azul turquesa y rojizo, al contrario que las típicas aves esteparias. Si se ha incluido en este grupo es porque tiene preferencia por terrenos llanos y abiertos, fundamentalmente agrícolas con cultivos de secano, siempre que cuenten con lugares donde poder nidificar: árboles maduros o construcciones agrarias. También suelen acoger bien los nidales artificiales. La pérdida de hábitat, las transformaciones agrarias o el abuso de pesticidas, con la consecuente reducción en sus recursos tróficos, son algunas de las mayores amenazas para esta ave insectívora y cazadora de pequeños vertebrados.

El alcaudón real es un ave residente con aspecto de pequeña rapaz por su pico curvo y sus hábitos cazadores. Suele encontrarse posado en cables, postes o en partes altas de arbustos, buscando los insectos y pequeños vertebrados de los que se alimenta y a los que, en ocasiones, empala en pinchos de arbustos o vallas de alambre de espino. Las amenazas para la conservación de esta especie son similares a las de la carraca.



Figura 10. Aves Alcaudón real (*Lanius excubitor*) (Foto Joshua J. Cotten en Unsplash)

El cernícalo vulgar es una pequeña rapaz residente en la península ibérica, que puede encontrarse tanto en zonas agrícolas como en otros lugares abiertos, como acantilados, bosques poco densos e incluso en zonas antrópicas, aunque su hábitat óptimo es el agrícola. Sus presas favoritas son pequeños vertebrados e insectos, por lo que el abuso de plaguicidas y la transformación de su hábitat, constituyen algunas de sus principales amenazas, junto con: mortalidad por disparos, atropello en carreteras, muerte en tendidos eléctricos o por colisión con aerogeneradores.

La presencia de algunos grupos de árboles en estos tramos de la Vía Verde, e incluso de árboles aislados, permiten el avistamiento de especies de aves ligadas, en mayor o menor medida, a medios forestales, como por ejemplo: el cuco, mito, arrendajo, pinzón vulgar, carbonero común, herrerillo común, curruca capirotada, o el pito real. Otras aves encontradas se suelen asociar a bosques de ribera, caso, por ejemplo, del pájaro moscón, ruiseñor bastardo, ruiseñor común, zarcero bereber o zarcero políglota.



Figura 11. Aves. Árboles y matorral en la Vía Verde de la Campiña

Las masas de agua en las proximidades de la Vía Verde, sobre todo en los tramos 1 y 4, permiten la presencia de otro tipo de aves, las acuáticas. La adición de estas especies en estos tramos, hacen que se muestren como los de mayor riqueza (mayor número de especies) (Figura 13). Entre las especies acuáticas se encuentran una “En Peligro”, el porrón europeo y otra exótica invasora, el ganso del Nilo, siendo, junto con la tórtola turca, las únicas especies exóticas encontradas en el estudio. Este ganso, originario de África, fue introducido en Europa como ave ornamental en el siglo XVIII. Su presencia se debe a sueltas de particulares o escapes de zoológicos. Se reproduce con facilidad en la naturaleza y ocasiona problemas al medio natural (por ejemplo por eutrofización del agua) y a las especies nativas, acaparando de forma agresiva los lugares de alimentación y nidificación. El porrón europeo es un ánade buceador que incrementa en invierno las poblaciones sedentarias, con la llegada de nuevos ejemplares procedentes de otras latitudes.



Figura 12. Aves. Ganso del Nilo (*Alopochen aegyptiaca*) (Foto Jack Blueberry en Unsplash)

En general, la heterogeneidad ambiental favorece una mayor riqueza y diversidad de especies. La Vía Verde, en la provincia de Córdoba, aunque cuenta con algo de arbolado y matorral discurre por zonas eminentemente agrícolas, con lo que la reforestación se espera que favorezca la presencia de más especies y abundancia de individuos, especialmente los ligados a ambientes forestales, con un consecuente incremento de la diversidad de aves y otros grupos faunísticos.

DIFERENCIAS EN LA AVIFAUNA ENTRE LOS TRAMOS ESTUDIADOS SEGÚN ESPECIES EXCLUSIVAS Y CATEGORÍAS FENOLÓGICAS

La Figura 13 muestra la riqueza (número de especies de aves) de cada tramo estudiado de la Vía Verde. Los tramos 1 y 4, que son donde están los cuerpos de agua más importantes, son los de mayor riqueza de aves, destacando el tramo 4, que cuenta tanto con el embalse del arroyo Escorial de las Pinedas como con el arroyo Guadalmazán. La menor riqueza en especies se encuentra en el tramo 3, por un lado posiblemente por ser el de menor longitud y por otro por discurrir prioritariamente por terrenos de cultivo, al igual que el tramo 2.

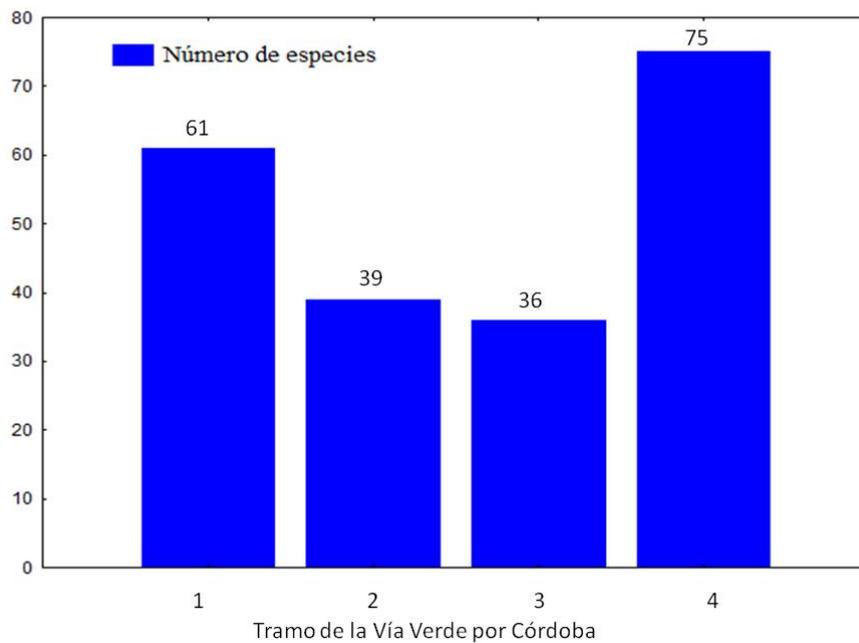


Figura 13. Aves. Total de especies de aves (riqueza) por tramo estudiado.



Figura 14. Aves. Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) en el embalse del arroyo Escorial (Foto Aurora Pérez)

Las Tablas 3, 4 y 5 muestran las especies que aparecen de forma exclusiva en los tramos 1, 3 y 4 (en el tramo 2 no aparecen ninguna especie exclusiva). Las que se encuentran en dos o más tramos aparecen en la Tabla 6. Asimismo, se indica con colores la fenología de las especies: blanco-especies residentes durante todo el año en la zona, verde-estivales, azul-invernantes, malva-en paso migratorio, junto con la categoría amarillo-domésticas o asilvestradas. Las especies invernantes son las que llegan en el paso migratorio de octubre desde el norte y pasan aquí el invierno. Las especies estivales llegan desde el sur en el paso migratorio de abril-mayo y pasan aquí el verano. Las especies de paso, usan la Vía Verde como ruta en su migración hasta llegar a su destino, al norte para nidificar o al sur para invernar. El hecho de que las aves que tienen que recorrer en muchas ocasiones miles de kilómetros desde sus lugares de invernada a los de nidificación, o viceversa, encuentren zonas donde poder parar a descansar y alimentarse, es fundamental para poder llevar a cabo con éxito su migración, por lo que el avistamiento de especies en paso migratorio es de gran importancia.

Exclusivas tramo 1	
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito común
<i>Ardea alba</i>	Garceta grande
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo europeo
<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría
<i>Locustella naevia</i>	Buscarla pintoja
<i>Milvus milvus</i>	Milano real
<i>Motacilla cinerea</i>	Lavandera cascadeña
<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarabilla norteña
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea
<i>Sylvia communis</i>	Curruca zarcera

Tabla 3. Aves. Especies encontradas únicamente en el tramo 1.

En el tramo 1 se encuentra de forma exclusiva el mito común, propio de bosques de ribera y algunas aves acuáticas como, la garceta grande, gaviota sombría, lavandera cascadeña o la lavandera boyera. El mito es, en este caso, la única especie exclusiva residente. Las demás especies que encontramos son en su mayoría especies invernantes, que concurren principalmente en las zonas húmedas. Aparecen también algunas especies estivales y de paso.

Exclusivas tramo 3	
<i>Circaeus gallicus</i>	Águila culebrera
<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo

Tabla 4. Aves. Especies encontradas únicamente en el tramo 3.

El tramo 3 contiene un área con vegetación mediterránea y mayor umbría, permitiendo encontrar en exclusiva al sedentario arrendajo euroasiático, córvido principalmente forestal. El arrendajo acostumbra a enterrar parte de los frutos que recolecta, contribuyendo a la expansión de las masas forestales.



Figura 15. Aves. Arrendajo euroasiático (*Garrulus glandarius*) (Foto Dirk van Wolferen en Unsplash)

Exclusivas tramo 4	
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero
<i>Fulica atra</i>	Focha común
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico
<i>Anser anser</i>	Ganso común
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común
<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común
<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Ganso del Nilo
<i>Anas crecca</i>	Cerceta común
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo
<i>Aythya ferina</i>	Porrón común
<i>Cecopris daurica</i>	Golondrina daúrica
<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea
<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos
<i>Egretta garzetta</i>	Garceta común
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar
<i>Lanius meridionalis</i>	Alcaudón real
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta común
<i>Remiz pendulinus</i>	Pájaro moscón
<i>Spatula clypeata</i>	Cuchara común
<i>Tringa nebularia</i>	Archibebe claro

Tabla 5. Aves. Especies encontradas únicamente en el tramo 4.

En el tramo 4 se encuentra el mayor número de especies exclusivas, muchas de las cuales son sedentarias. En amarillo se señalan las especies domésticas o asilvestradas, caso del ganso común y de la especie exótica invasora ganso del Nilo. Las demás especies que encontramos en su mayoría están asociadas a zonas de agua, como son las limícolas (avoceta, chorlitejo chico, andarríos chico, cigüeñuela, agachadiza o archibebe claro) y otras acuáticas (focha común, cuchara común, cerceta común, zampullín común, garceta común, porrón común, o gallineta común, entre otras). Las especies estivales son las menos representadas, destacando la golondrina dáurica, que nidifica en el puente del río Guadajoz, y la carraca europea, que se ha visto en la zona de eucaliptos próxima al arroyo Guadalmazán.

En cuanto a las especies comunes en dos o más tramos (Tabla 6), destacan las especies sedentarias y a continuación las estivales. En la Figura 17 se representa el número de especies así como el total de observaciones, para cada grupo fenológico, obteniéndose resultados que coinciden con los de las especies comunes en dos o más tramos, de manera que las especies sedentarias son las más abundantes, a continuación las estivales, las invernantes y por último las de paso. No se han tenido en cuenta las especies asilvestradas o domésticas, cuya presencia debe a sueltas intencionadas o fortuitas de animales.



Figura 16. Aves. Pollos de mirlo (*Turdus merula*)

Especies comunes en dos o más tramos	
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada Común
<i>Corvus corax</i>	cuervo
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo
<i>Chloris chloris</i>	verderón común
<i>Emberiza calandra</i>	escribano triguero
<i>Turdus merula</i>	Mirlo Común
<i>Columba palumbus</i>	Paloma Torcaz
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarabilla europea
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz Roja
<i>Cisticola juncidis</i>	Buitrón
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola Turca
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca Capirotada
<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca Cabecinegra
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Común
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor Común
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo Vulgar
<i>Parus major</i>	Carbonero Común
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Carricero Común
<i>Passer hispaniolensis</i>	Gorrión Moruno
<i>Buteo buteo</i>	Busardo Ratonero
<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero polígloa
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera Blanca
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla Bueyera
<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor Bastardo
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca
<i>Anthus pratensis</i>	Bisbita pratense
<i>Elanus caeruleus</i>	Elanio Común
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco Europeo
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz Común
<i>Delichon urbica</i>	Avión Común
<i>Linaria cannabina</i>	pardillo común
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal Común
<i>Upupa epops</i>	Abubilla
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra Común
<i>Alcedo atthis</i>	Martín Pescador

<i>Apus apus</i>	Vencejo Común
<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade Azulón
<i>Ardea cinerea</i>	Garza Real
<i>Columba livia</i>	Paloma Bravía
<i>Lanius senator</i>	Alcaudón Común
<i>Milvus migrans</i>	Milano Negro
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón
<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco Común
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Herrerillo común
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria común
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aguililla Calzada
<i>Iduna opaca</i>	Zarcero bereber
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Cormorán Grande
<i>Picus viridis sharpei</i>	Pito real

Tabla 6. Aves. Especies comunes en al menos dos tramos. Igual que antes, en azul- especies invernantes, verde- estivales, malva-en paso migratorio, blanco- especies residentes todo el año.

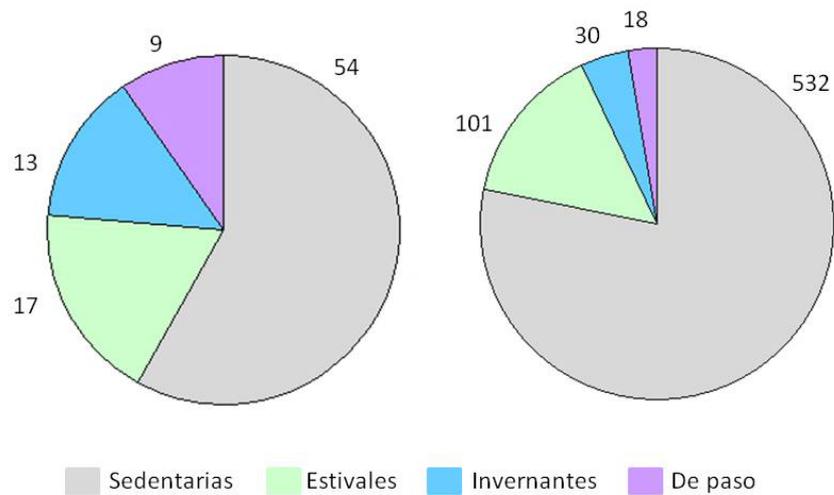


Figura 17. Aves. . Número de especies (izquierda) y número de observaciones (derecha) en la Vía Verde, según carácter fenológico.

De las 93 especies de aves encontradas en la Vía Verde, el 58,6% son residentes (78,12% de las observaciones), es decir, desarrollan todo su ciclo vital en la zona. A continuación aparecen las aves estivales (especies 18,27%, observaciones 14,83%) y las invernantes (especies 13, 97%, observaciones 4,40%). Por último, se han observado algunos individuos en su paso migratorio (9,67% especies, observaciones 2, 64%), bien en otoño hacia el sur, bien en primavera hacia el norte.

Según los tramos estudiados, puede observarse en las Tablas 3 y 5 que 10 de las 13 especies invernantes de la Vía Verde aparecen en los tramos 1 y 4, con 5 especies en el tramo 1 y otras 5 en el tramo 4. Muchas de estas especies invernantes son aves acuáticas ligadas a las láminas de agua que se encuentran en estas zonas.

De las especies estivales encontramos sólo 5 especies que sean exclusivas de algún tramo, por lo que 11 de esas especies se extienden por toda la Vía Verde. Estas especies llegaron con el paso migratorio primaveral y se han asentado en la Vía Verde, criando y permaneciendo todo el verano, como es el caso del Abejaruco europeo, que pasa el invierno en África tropical y viene a la península ibérica, entre otras localidades, para criar. Muchas de las especies estivales están asociadas a ambientes abiertos, como la campiña.



Figura 18. Aves. Nidos de abejaruco en el tramo 1 de la Vía Verde de la Campiña.



Figura 19. Aves. Recogiendo las aves capturadas en las redes japonesas

AVES CAPTURADAS EN REDES JAPONESAS

Por último, en la Tabla 7 se indican las especies de aves y número de individuos capturados en las redes japonesas colocadas en una zona próxima al arroyo Guadalmazán, el 19 de octubre del 2021

Nombre científico	Nombre vulgar	Número de individuos
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo europeo	1
<i>Cisticola juncidis</i>	Císticola buitrón	1
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	1
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común	2
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirotada	1
<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor bastardo	1
<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común	4
<i>Saxicola rubicula</i>	Tarabilla europea	2
<i>Chloris chloris</i>	Verderón común	2
<i>Passer hispaniolensis</i>	Gorrión moruno	1

Tabla 7. Aves. Especies y número de individuos capturados en las redes japonesas.

Se capturaron un total de 10 especies, dos de ellas invernantes (el zorzal y el petirrojo) y el resto residentes. La mayoría de las especies capturadas son habituales en la Vía Verde de la Campiña, como el verderón, la tarabilla, el buitrón, la curruca capirotada o el gorrión moruno. Pero otras fueron más escasas en los muestreos realizados, especialmente el petirrojo, que únicamente se vio en una ocasión, o el colirrojo tizón, del que se tienen solo cuatro observaciones.



Figura 20. Aves. Identificando y comprobando el estado de las aves capturadas en las redes japonesas.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LAS AVES

1. A lo largo de la Vía Verde de la Campiña, a su paso por la provincia de Córdoba se han encontrado 93 especies de aves.
2. Un 20,45% de las especies se incluyen en alguna categoría de amenaza en el Libro Rojo de las Aves de España 2021. Destacan por estar “En peligro”: el porrón europeo (*Aythya ferina*), codorniz común (*Coturnix coturnix*), martín pescador (*Alcedo atthis*), carraca europea (*Coracias garrulus*), milano real (*Milvus milvus*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), alcaudón común (*Lanius senator*) y el alcaudón real (*Lanius meridionalis*).
3. Entre las especies más abundantes en estos tramos de la Vía Verde destacan algunas típicas de zonas esteparias o abiertas, como es la campiña, como: la aláudida cogujada común (*Galerida cristata*); las especies cinegéticas perdiz roja (*Alectoris rufa*), codorniz común (*Coturnix coturnix*) y paloma torcaz (*Columba palumbus*); algunas rapaces, como el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*); passeriformes, algunos de zonas abiertas y otros más ligados a matorral, como: el escribano triguero (*Emberiza calandra*), jilguero (*Carduelis carduelis*), verdecillo (*Serinus serinus*), verderón (*Chloris chloris*), golondrina común (*Hirundo rustica*), gorrión común y molinero (*Passer domesticus* y *P. hispaniolensis*), estornino negro (*Sturnus unicolor*), mirlo común (*Turdus merula*) tarabilla europea (*Saxicola rubicola*) o el cuervo (*Corvus corax*), entre otros. También destacan por su abundancia algunas especies ligadas a medios acuáticos, relacionadas con los cuerpos de agua presentes en la zona, como la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) o el chorlitejo chico (*Charadrius dubius*).
4. Los problemas que está sufriendo la campiña (como el uso abusivo de los pesticidas, aumento de la intensificación, pérdida de construcciones agrarias tradicionales o expansión de cultivos de leñosas, entre otros), perjudica a las especies de aves de la Vía Verde.

5. Se han localizado dos especies exóticas (la tórtola turca *Streptopelia decaocto* y el ganso del Nilo *Alopochen aegyptiaca*) y otra doméstica asilvestrada (ganso común *Anser anser domesticus*)
6. En cuanto a la fenología, la mayoría de las especies (58,06%) y de las observaciones de individuos (78,12%) corresponden a aves sedentarias, es decir, que desarrollan todo su ciclo vital en la zona. A continuación aparecen las aves estivales (especies 18,27%, observaciones 14,83%) y las invernantes (especies 13, 97%, observaciones 4,40%). Por último, se han observado algunos individuos en su paso migratorio (9,67% especies, observaciones 2, 64%), bien en otoño hacia el sur, bien en la primavera hacia el norte. Las aves estivales son las que llegan de latitudes más meridionales para nidificar en la zona y muchas de ellas son propias de campiña. Las invernantes llegan desde zonas septentrionales a pasar la época en lugares con un clima menos extremo, y en esta área, en su mayoría, están ligadas a los hábitats acuáticos presentes.
7. Aunque con una mayor presencia de zonas agrícolas, el que haya algunos cuerpos de agua, de mayor o menor importancia y de algunas zonas arboladas y/o con matorral, permiten una mayor diversidad de especies de aves, como se vio anteriormente también con hormigas, y muy posiblemente sucederá otro tanto con otros grupos faunísticos. Se espera que la reforestación, por tanto, favorezca la presencia de más especies y abundancia de individuos, especialmente los ligados a ambientes forestales, con un consecuente incremento de la diversidad.

BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA

CAMBIO CLIMÁTICO, SUMIDEROS DE CARBONO, CAPTACIÓN DE CO₂, REFORESTACIÓN Y BIODIVERSIDAD

Curiel-Esparza, J., Gonzalez-Utrillas, N., Canto-Perello, J., & Martin-Utrillas, M. (2015). Integrating climate change criteria in reforestation projects using a hybrid decision-support system. *Environmental Research Letters*, 10(9), 094022.

Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 2069-2094.

Fonseca-González, W. (2017). Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 91-109.

Funes, I., Molowny-Horas, R., Savé, R., De Herralde, F., Aranda, X., & Vayreda, J. (2022). Carbon stocks and changes in biomass of Mediterranean woody crops over a six-year period in NE Spain. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(5), 98.

Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación*, 4(1), 38-53.

Montero, G., López-Leiva, C., Ruiz-Peinado, R., López-Senespleda, E., Onrubia, R., & Pasalodos, M. (2020). *Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, Spain.

Montero, G., Ruiz-Peinado, R. & Muñoz, M. (2005). *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Monografías INIA: serie forestal, nº 13. 275 págs.

Moreno, J., Galante, E., Ramos, et al. (2005). Impacts on Animal Biodiversity. In “A Preliminary General Assessment of the Impacts in Spain Due to the Effects of

Climate Change” Ministerio de Medio Ambiente. (Disponible en : https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/preliminary_assessment_impacts_2005_tcm30-178514.pdf)

Oyonarte, P. B., & Cerrillo, R. N. (2003). Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of western Andalusia. *Forest Systems*, 12(3), 47-55.

Segura, M., & Andrade Castañeda, H. J. (2008). ¿ Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?. *Agroforestería en las Américas*, 46:89-96.

Wang, C., Zhang, W., Li, X. y Wu, J. (2022). A global meta-analysis of the impacts of tree plantations on biodiversity. *Global Ecology and Biogeography*, 31(3), 576–587. (Disponible en: <https://doi.org/10.1111/geb.13440>)

WEBS:

The Intergovernmental Panel on Climate Change. United Nations:

<https://www.ipcc.ch/>

NASA. Global climate change. Vital Signs of the Planet:

<https://climate.nasa.gov/>

WWF - Effects of Climate Change | Threats:

<https://www.worldwildlife.org/threats/effects-of-climate-change>

Sumideros de carbono. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/>

Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico:

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>

Guía para la estimación de absorciones de CO₂. Ministerio para la transición ecológica:

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf

How we measure the carbon capture potential of forest:

<https://www.terraformation.com/blog/how-to-measure-carbon-capture-potential-forests>

Estudio sobre la funcionalidad de las formaciones vegetales aragonesas como sumidero de CO₂. Informe final. Gobierno de Aragón:

<https://www.aragon.es/documents/20127/674325/estudio.pdf/a4737233-9028-721a-0e81-539421b795a3>

VÍAS VERDES Y VÍA VERDE DE LA CAMPIÑA

VÍAS VERDES

Aycart, C. (2008) El Programa Vías Verdes y su papel como herramienta para el desarrollo rural sostenible. Comunicación técnica en el Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONAMA 9. (Disponible en:

http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/985741_CAycart.pdf)

García-Mayor, C., Martí, P., Castaño, M., & Bernabeu-Bautista, Á. (2020). The unexploited potential of converting rail tracks to greenways: The Spanish Vías Verdes. *Sustainability*, 12(3), 881.

Hernández, A. (2014). Producto turístico en torno a las Vías Verdes. II Jornada divulgativa sobre Vías Verdes de Andalucía (Disponible en: <http://goo.gl/e1d8ZK>)

Hernández, A., Aizpurúa, N & Aycart, C. Dirección de actividades ambientales y Vías Verdes, FFE (2011). Desarrollo Sostenible y Empleo en las Vías Verdes. Dirección de Actividades Ambientales y Vías Verdes. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. (Disponible en: https://viasverdes.com/prensa/documentos/interes/libro_emplea_verde.pdf)

WEBS:

Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Información completa sobre Vías Verdes: <http://www.viasverdes.com>

Vías Verdes de Andalucía. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Unión Europea. Junta de Andalucía. Universidad de Sevilla:

<https://www.viasverdes.com/vandalucia/vandalucia.asp>

VÍA VERDE DE LA CAMPIÑA

Martínez, M. L., López-Tirado, J., & Jurado, R. P. Guadalcazar y su entorno. Una joya botánica de la campiña cordobesa. Paisaje, historia y vegetación. (2022) *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 116 (Disponible en: <http://www.rsehn.es/publicaciones-boletin/art728>)

Folleto turístico CAMINO NATURAL VÍA VERDE DE LA CAMPIÑA. (www.mapa.gob.es/es/) https://www.mapa.gob.es/images/ca/lacampinaes_tcm34-149062.pdf

Diputación de Córdoba. (6 de octubre de 2017). La Diputación de Córdoba y ADIF impulsan la puesta en marcha de la Vía Verde de la Campiña:

<https://dipucordoba.es/la-diputacion-de-cordoba-y-ADIF-impulsan-la-puesta-en-marcha-de-la-via-verde-de-la-campina/>

WEBS:

Vía Verde de la Campiña. Ficha técnica, descripción, mapas y más información (www.viasverdes.com):

<https://www.viasverdes.com/itinerarios/itinerario.asp?id=50>

Vía Verde de la Campiña cordobesa y sevillana. Informe accesibilidad (www.viasverdes.com):

<https://www.viasverdes.com/vandalucia/pdf/InformesAccesibilidad/Informe->

[accesibilidad-VV-Campi%C3%B1a.pdf](#)

Vía Verde de la Campiña. Descripción, mapas y más información (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. www.mapa.gob.es/es/):

<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/caminos-naturales/sector-sur/la-campina/default.aspx>

Programa de reforestación de la Diputación de Córdoba:
<https://dipucordoba.es/la-diputacion-de-cordoba-impulsa-un-programa-de-reforestacion-para-compensar-las-emisiones-de-co2-a-la-atmosfera/>

HORMIGAS

Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E., & Schultz, T. R. (2000). *ANTS Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington DC, 9.

Andersen, A. N., Hoffmann, B. D., Müller, W. J., & Griffiths, A. D. (2002). Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of applied Ecology*, 39(1), 8-17.

Akhila, A., & Keshamma, E. (2022). Recent perspectives on ants as bioindicators: A review. *Journal of Entomology and Zoology studies*, 10(3):11-14

Azcarate, F. M., & Peco, B. (2012). Abandonment of grazing in a Mediterranean grassland area: consequences for ant assemblages. *Insect Conservation and Diversity*, 5(4), 279-288.

Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Harvard University Press.

Jiménez-Carmona, F., Carpintero, S., & Reyes-López, J. L. (2020). Ants (Hymenoptera: Formicidae) as surrogates for epigeic arthropods in Northern Andalusian ‘dehesas’ (Spain). *Sociobiology*, 67(2), 201-212.

Keshamma, E. (2022) An Overview on Ants as Bioindicator. *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, 5(6):825-829

Mahanta, D. K., Singh, M. K., Sujatha, G. S., & Teja, K. S. S. (2022) Insects as Ecological and Biological Indicators. *Vigyan Varta*, 3(5):136-146

Reyes-López, J., Ruiz, N., & Fernández-Haeger, J. (2003). Community structure of ground-ants: the role of single trees in a Mediterranean pastureland. *Acta Oecologica*, 24(4), 195-202.

Roig, X. & Espadaler, X. (2010). Propuesta de grupos funcionales de hormigas para la Península Ibérica y Baleares, y su uso como bioindicadores. *Iberomyrmex* 2: 28–29.

Sheikh, A. H., Ganaie, G. A., Thomas, M., Bhandari, R., & Rather, Y. A. (2018). Ant pitfall trap sampling: An overview. *Journal of Entomological Research*, 42(3), 421-436.

Verdinelli M, Yakhlef S, Cossu C, Pilia O y Mannu R (2017) Variability of ant community composition in cork oak woodlands across the Mediterranean region: implications for forest management. *iForest -Biogeosciences and Forestry* 10:707-714.

WEBS:

California Academy of Science: <https://www.antweb.org/>

Asociación ibérica de mirmecología: <https://mirmiberica.org/>

AVES

De Juana E. & Contreras, F. (2023) *Aves de estepas y secanos, presagio de una extinción*. SEOBirdLife

Gupta, T. D. Bird as Bio-Indicator which Help to Measure Environmental Health. (2022). *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 7(5), 2456-2165

Kiran, D. S., Kour, A., Priya, V. D., & Kumar, R. (2022). Different strategies adopted by birds to sustain ecosystem: A review. *The Pharma Innovation Journal* 11(9): 412-422

Padoa-Schioppa, E., Baietto, M., Massa, R., & Bottoni, L. (2006). Bird communities as bioindicators: The focal species concept in agricultural landscapes. *Ecological indicators*, 6(1), 83-93.

Peterson, R., Mountfort, G., Hollom, P. A. D. (1995) *Guía de campo de las aves de España y Europa*. Ed Omega.

SEO/BirdLife (López-Jiménez N. Ed). 2021. *Libro Rojo de las aves de España*.

Yanes Puga, M & Delgado Marzo, J M. 2006. *Aves Esteparias en Andalucía. Bases Para Su Conservación*. Editorial Junta De Andalucía

WEBS:

SEO. Todas las aves de España de la A a la Z: <https://seo.org/listado-aves-2/>

Asociación andaluza para las aves: <https://www.andaluciabirdsociety.org/>

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Estrategia para la conservación de las aves esteparias: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pbl-fauna-flora-estrategias-esteparias.aspx>

Junta de Andalucía. Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Aves esteparias amenazadas en Andalucía: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Fauna/Aves_esteparias/Las_aves_esteparias_en_Andalucia5.pdf