

AOBH_nº 6

Plantas que dependen de las aves: conceptos y experiencias de conservación en la Serranía valenciana

Emilio Laguna Lumbreras

Cuadernos de Ciencia Abierta
"Aras de los Olmos Big History"
Open Science Working Papers

Centro de Divulgación Científica y Medioambiental Big History



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA
Vicerectorat de Projecció Territorial i Societat



BIGHISTORY
Aras de los Olmos



Aras de los Olmos
ayuntamiento

El Centro de Divulgación Científica y Medioambiental *Big History* nace en 2015 fruto de un convenio entre la Universidad de Valencia y el Ayuntamiento de Aras de los Olmos. En este pequeño municipio de la serranía valenciana se puede rastrear la historia del universo desde sus orígenes hasta el presente gracias a las aportaciones científicas de distintas áreas del conocimiento: el *big bang* y la evolución del universo, la Astronomía; la formación y los cambios geomorfológicos de la Tierra, la Geología; el nacimiento y la expansión de la vida, la Botánica y la Zoología; la época de los dinosaurios, la Paleontología; los primeros seres humanos, la Arqueología; el surgimiento de la civilización, la Historia; y –sobre todo- la respuesta a los nuevos retos, a través de la Electrónica, la Informática, la Robótica, el Diseño, la Ingeniería de Energías, la Comunicación, el Trabajo Social, la Sociología, la Economía y tantas otras áreas de conocimiento.

AOBH, Cuadernos de Ciencia Abierta *Aras de los Olmos Big History*, es una de las publicaciones que el Centro edita tras el correspondiente informe de su comité científico. Está especializada en todas aquellas *investigaciones en elaboración* que se realizan en o sobre Aras de los Olmos, en cualquier temática y desde cualquiera de las ramas del saber universitario, con el objeto de facilitar su divulgación y discusión científica.

La inclusión de los textos en esta colección no impide la posterior publicación del autor que mantiene en todo momento la integridad de la propiedad de sus derechos.

Estos trabajos no pueden ser reproducidos sin el permiso de su autor.

AOBH, Cuadernos de Ciencia Abierta *Aras de los Olmos Big History*

Director: Joaquín Martín Cubas

Edición: Fundación *El Olmo*

Año: 2023

Dirección: Plaza Plazeta, 7 46179 Aras de los Olmos (València)

Colaboran: Universitat de València y Ayuntamiento de Aras de los Olmos

Contacto: Joaquin.martin@uv.es

© Autor/a/es

ISSN: 2792-8659

Plantas que dependen de las aves: Conceptos y experiencias de conservación en la Serranía valenciana

Emilio Laguna Lumbreras

Generalitat Valenciana. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal. Avda. Comarques del País Valencià, 114. 46930 Quart de Poblet, Valencia. laguna_emi@gva.es

RESUMEN: La evolución biológica ha dado lugar a una estrecha relación de interdependencia entre las plantas y los animales, que se analiza en este caso para las aves. Las diásporas o unidades de dispersión de las plantas -usualmente frutos y semillas- poseen adaptaciones específicas para el paso completo o parcial por el tubo digestivo de las aves (endozoocoria), o bien para ser transportados por éstas, ya sea voluntariamente o por la capacidad para adherirse al plumaje u otras partes de su cuerpo (exozoocoria), lo que les permite el transporte a corta, media y larga distancia. Además, para muchas especies vegetales, la endozoocoria incrementa la capacidad germinativa de las semillas por escarificación física o química. Se exponen casos para estas situaciones y se ejemplifican otros en los que la conservación de especies o comunidades vegetales amenazadas ha estado estrechamente vinculada a conocimientos relativos a estas vías de dispersión.

Palabras clave: Dispersión, Aves, Frutos, Semillas, Coevolución.

Forma de citar: Laguna Lumbreras, Emilio (2023) “Plantas que dependen de las aves: conceptos y experiencias de conservación en la Serranía valenciana”, *AOBH*, 6.

Índice: 1. Introducción. – 2. Tipos de dispersión de frutos y semillas. – 3. La endozoocoria. – 3.1. La dispersión endozoócora completa. – 3.2. La dispersión endozoócora parcial. – 3.3. Algunas excepciones a los modelos generales. – 3.4. Ejemplos y aplicaciones conservacionistas. – 4. La exozoocoria. – 4.1. La dispersión exozoócora involuntaria. – 4.2. La dispersión exozoócora voluntaria. – 4.3. Ejemplos aplicados a la conservación. – Resultados inesperados de la dispersión: Nuevas comunidades vegetales. – 6. A modo de conclusión. – 9. Bibliografía y fuentes documentales

1.- Introducción

La distribución actual de las plantas es el resultado de numerosos factores, que, en suma, reflejan el pulso entre su capacidad de dispersión –traslado de las llamadas diásporas o unidades de dispersión, esto es, frutos, semillas, esporas o propágulos– y las barreras que la naturaleza, o más recientemente la propia actividad humana, ha ido imponiéndoles (Howe y Smallwood, 1982; Fenner, 1985; Cousens *et al.*, 2008; Clobert *et al.*, 2012; Guàrdia, 2013). Como resultado de la evolución biológica, muchos grupos de plantas –a menudo géneros o familias botánicas completas– muestran adaptaciones de sus unidades de dispersión para intentar alcanzar las mayores distancias posibles y colonizar nuevos ambientes (Van der Pijl, 1982; Herrera, 1995; Herrera y Pellmyr, 2002; Traveset *et al.*, 2014; Gradaille y Bonet, 2022). Un ejemplo evidente son los vilanos –llamados popularmente “abuelos” o “abuelets”–, o los frutos alados o sámaras, perfectamente adaptados para ser dispersados por el viento; las esporas de helechos y musgos, e incluso algunas semillas casi microscópicas, como las de las orquídeas, pesan tan poco que puede ser transportadas fácilmente por el aire. Otras plantas, las que viven a la orilla del mar, suelen tener sus frutos y semillas adaptadas para resistir la salinidad del agua del mar y ser transportadas por ésta entre unas y otras costas. Igualmente, a lo largo de la historia, el ser humano ha facilitado consciente o inconscientemente la

dispersión de muchas especies ya fuera por ser plantas útiles, como los alimentos cultivados, o porque involuntariamente las trasladaba mucho más allá de sus límites naturales cuando viajaba. Sin embargo, las adaptaciones más notables se suelen atribuir a los frutos carnosos ingeridos por fauna silvestre (Dennis *et al.*, 2007; Traveset *et al.*, 2014) y transportados por aves migratorias (Foto 1). Incluso muchas plantas cuyas semillas caen al suelo, sin tener adaptaciones especiales para ser transportadas a gran distancia, las tienen para poder ser trasladadas por las hormigas a sus hormigueros, donde a menudo no llegan a consumir todo lo que almacenan, permitiendo que algunas de ellas germinen tras las lluvias y den lugar a nuevas plantas.

El estudio de la relación entre las plantas y sus medios de dispersión ya se inició en tiempos remotos, constando entre otros en referencias de Aristóteles o Teofrasto (Thanos, 1994), aunque se intensificó especialmente en el siglo XIX con la teoría darwinista, y pronto daría lugar a una detallada clasificación de las adaptaciones morfológicas de los frutos y semillas (v. Beal, 1898).



Foto 1. Bando de estorninos –especies del género *Sturnus*–, citados junto a los tordos y mirlos – género *Turdus*– como ejemplo tradicional de la dispersión de frutos por aves. Foto: E. Laguna

Existen pocos textos escritos en castellano especializados en las formas de las semillas o frutos y sus tipos de dispersión, pero cabe reseñar uno de factura reciente, el de Gradaille & Bonet (2022) sobre los distintos tipos de diásporas de las plantas de las Islas Baleares, donde quedan resumidos los diferentes tipos de dispersión, siendo perfectamente aplicables a nuestro territorio. En menor detalle, estos aspectos se recogen en la mayoría de los textos introductorios al conocimiento académico de la Botánica y de las plantas superiores en general (Font Quer, 1979; Masalles *et al.*, 1988; Fuentes Yagüe, 2001; Izco *et al.*, 2004; Nabors, 2006; Tiscar, 2021) y la terminología especializada se encuentra igualmente en diccionarios botánicos como los de Font Quer (1977) o Aguilera y Puche (2004). Allá donde interviene la fauna silvestre, los nombres técnicos que los definen están conformados por diversos términos de raíz griega o latina: coria (=dispersión), zoo

(=fauna), exo (=externo) y endo (=interno). De las diversas “corias” o modos de dispersión, la zoocoria define a la que se realiza por animales, dividiéndose habitualmente en endozoocoria (transporte a través del tubo digestivo) y exozoocoria (adhiriéndose las diásporas a pelo, plumas, etc. o siendo directamente transportados por los animales, como ocurre con la mirmecocoria, es decir, el transporte que realizan con sus mandíbulas las hormigas). En textos más especializados, ya a nivel de artículos científicos, se desciende al nivel del tipo de fauna, usando el prefijo “ornito” para las aves; es decir, se hablaría de ornitocoria para la dispersión especializada por las aves.

Cara al presente trabajo, se ha simplificado la referencia a los frutos, considerando como tales tanto los verdaderos frutos como los que no lo son desde un punto de vista estrictamente académico, cual serían los de las gimnospermas o coníferas (piñas, gálbulos, arcéstides, etc.) o las infrutescencias o frutos complejos (siconos, etc.). En lo referente al ámbito geográfico, la mayoría de las indicaciones y fuentes documentales son de carácter general, aunque se ha tratado de aportar ejemplos e información referidos al interior y NW de la provincia de Valencia, y en especial a la comarca de *La Serranía* o de *Los Serranos*, denominada igualmente *Alto Turia* en la comarcalización oficial de la Comunidad Valenciana.

2.- Tipos de dispersión de frutos y semillas

Aunque a menudo los principales vectores de dispersión de muchas especies –sobre todo a larga distancia– sean las aves, los mismos frutos o semillas pueden ser indistintamente trasladados en muchas ocasiones por los mamíferos, incluyendo al ser humano, y de modo menos habitual por otros organismos como reptiles o peces (Herrera, 1987; Herrera, 2002; Traveset *et al.* 2014). Hay que reseñar que, cuando se habla de formas de frutos o semillas adaptadas a la dispersión por la fauna, pensamos intuitivamente en la dispersión primaria, es decir, en la que se va a realizar de modo preferente por la especie vegetal, basándose en la morfología del fruto o las observaciones realizadas en la naturaleza, y que resulta de la coevolución con los dispersores a lo largo de millones de años (Van der Pijl, 1982; Estrada y Fleming, 1986; Levey *et al.*, 2001). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que muchas veces las diásporas, una vez han llegado a un lugar a cierta distancia de donde se originaron, a menudo son nuevamente objeto de transporte (dispersión secundaria) por hormigas o por otras aves a corta distancia (Traveset *et al.* 2014; Gradaille y Bonet, 2022). No sería raro, por ejemplo, que un fruto carnoso sea objeto de dispersión primaria por un ave frugívora, y que, una vez haya pasado por el tubo digestivo del animal y es expulsado, las semillas eyectadas puedan transportarse a su vez por hormigas, o por aves granívoras que no las destruyan totalmente, dándose lugar por tanto a una dispersión secundaria. Por la misma regla, podría hablarse de dispersiones terciarias, cuaternarias, etc., aunque esos otros modelos, mucho menos habituales, se simplifican a menudo como formas de dispersión secundaria. Estas estrategias deben diferenciarse de la denominadas “diplocoria”, que se da cuando un fruto o semilla puede dispersarse indistintamente por dos o más grandes grupos de agentes (Gradaille y Bonet, 2022); es el caso, por ejemplo, de los vilanos de las flores de muchas especies de familias como las Asteráceas, Valerianáceas, etc., que pueden ser dispersadas tanto por el viento (anemocoria) como adhiriéndose a la piel o plumas de los vertebrados (exozoocoria).

Como ya se ha indicado, la zoocoria tiende a dividirse en endozoocoria y exozoocoria –también denominada epizoocoria o ectozoocoria–. En el caso de la endozoocoria, la mayoría de los conocimientos actuales están referidos a lo que podríamos denominar “endozoocoria completa”, donde las diásporas atraviesan todo el tubo digestivo (Foto 2), estando expuestas en consecuencia al ataque de los ácidos estomacales y la escarificación que pueden realizar sobre sus cubiertas los microorganismos de la fauna intestinal, abandonando el cuerpo de las aves en las deyecciones

(Traveset *et al.*, 2007). Sin embargo, también podemos hablar de una “endozoocoria parcial”, que correspondería a las diásporas que no son consumidas en sentido estricto, sino que se quedan solo en la primera parte del tracto digestivo, llegando hasta la molleja y siendo posteriormente regurgitadas. Se trataría de casos en que las aves, o bien usan las semillas como si fueran pequeñas piedras, para ayudar a triturar otros alimentos en la molleja, o bien simplemente expulsan esas partes duras –usualmente, semillas– una vez que han licuado suficientemente en ese órgano las cubiertas blandas externas del fruto, que son las que realmente le sirven de alimento. Esto no es raro en algunas aves que predan sobre frutos carnosos, aunque esas mismas especies, o bien otras, también sometían a los mismos frutos a la endozoocoria completa. En la endozoocoria parcial puede darse al menos una escarificación o lijado parcial de las cubiertas de las semillas por el efecto del roce entre ellas o con otros objetos duros en la molleja.



Foto 2. Frutos de madroño (*Arbutus unedo*) parcialmente consumidos por aves, que se encargan de dispersar sus semillas al pasar por su tracto digestivo. Se trata de una especie arbórea relativamente frecuente en *La Serranía*. Foto: E. Laguna.

En el caso de la exozoocoria, son muchas las especies que poseen adaptaciones específicas para poder adherirse sobre todo al pelo de los mamíferos y las plumas de las aves, tales como aguijones, apéndices plumosos, etc. Se trata de lo que podríamos denominar como “exozoocoria involuntaria”, ya que los animales transportan esos frutos o semillas inconscientemente. Sin embargo, como veremos más adelante, existen casos en los que las aves transportan conscientemente los propágulos, ya sea para guardarlos o enterrarlos en sitios a usar como despensas o, por ejemplo, para construir sus nidos –en ese caso, suelen ser ramas completas que contienen los frutos, y éstos,

a su vez, a las semillas—. Podemos hablar entonces de una “exozoocoria voluntaria”, aun cuando obviamente el interés del ave no sea dispersar la especie vegetal.

Al hacer referencia a la endozoocoria, parece evidente que la razón por la que las aves consumen los frutos o semillas es fundamentalmente su alimentación, o, para el caso ya dicho de la endozoocoria parcial, podrían usarse como coadyuvante para triturar los alimentos que llegan a la molleja (Estrada y Fleming, 1986; Levey *et al.*, 2001; Traveset *et al.*, 2014). Sin embargo, cabe sospechar que, en ocasiones, tanto para frutos como para otras partes de los vegetales, es probable que las aves recurran de modo instintivo al consumo de algunos frutos o semillas como medicinas, es decir, para automedicarse, aspecto muy poco conocido de la etología animal. E incluso que, al igual que ocurre con los humanos, también podrían consumir ocasionalmente frutos por pura curiosidad, para probar su sabor –a riesgo, obviamente, de que sean más tóxicos de lo esperable–.

3.- La endozoocoria

3.1.- La dispersión endozoócica completa

El caso más fácil de asociar a la dispersión de diásporas por aves es el de la endozoocoria completa, es decir, el de los frutos que pasan por todo el tubo digestivo, que tiene su mejor personalización en los frutos carnosos (Herrera, 1984a y b; Estrada y Fleming, 1986; Jordano, 2000; Levey *et al.*, 2001; Herrera, 2004), incluyendo lo que se ha popularizado en los últimos años como “frutas del bosque” o “frutos rojos” (cerezas, grosellas, arándanos, etc.). Las aves que consumen este tipo de frutos son las frugívoras, por contraposición a las granívoras, de las que se habla más adelante, que consumen semillas o frutos no carnosos de pequeño tamaño. Aunque este tipo de dispersión se desarrolla por la mayoría de las aves –incluyendo muchas omnívoras e insectívoras (v. Jordano y Herrera, 1981; Herrera, 1983)–, el arquetipo de este grupo de especies dispersoras son los túrdidos –género *Turdus*, incluyendo a los mirlos y los distintos tipos de tordos (Herrera, 1981)– y los estorninos –género *Sturnus*–, de los que las especies que hay en el territorio valenciano, y en particular en *La Serranía*, son parcial o totalmente migratorias. Los movimientos migratorios son los que explican la amplia distribución de muchas plantas mediterráneas de frutos carnosos –bayas, drupas, etc.–, que incluyen sobre todo a gran parte de las especies dominantes de las maquias o matorrales altos, a cualquier altitud (Herrera, 1992, 2001). Desde los lentiscos, mirtos o palmitos de los cañones de los ríos, por donde penetra el cinturón de vegetación de baja altitud o piso termomediterráneo en *La Serranía*, hasta las cimas más elevadas de la comarca, en pleno piso supramediterráneo, donde pueden encontrarse sobre todo agracejos (*Berberis hispanica* subsp. *seroi*), endrinos (*Prunus spinosa*), palomestos o arraclanes de roca (*Rhamnus pumila* subsp. *pumila*), etc.; y, por supuesto, en las zonas de altitudes medias, normalmente entre los 500-600 y 1000-1200 m de altitud, en el termoclima mesomediterráneo, siguiendo la clasificación indicada por Costa (1986). Algunas de estas especies de frutos primordialmente endozoócicos, como las zarzamoras (*Rubus ulmifolius*, Foto 3) o el espino albar (*Crataegus monogyna*) pueden encontrarse prácticamente a cualquier altitud en enclaves suficientemente húmedos.

Junto al caso ya explicitado de los frutos carnosos, está el de la dispersión que se realiza directamente de semillas o frutos no carnosos, cuyos principales protagonistas son las aves granívoras. De este tipo de dispersión existe mucha menos información (Traveset *et al.*, 2007 y 2014), e intuitivamente se tiende a pensar que aquello que consumen las aves granívoras les va a servir directamente de alimento, es decir, que no va a resistir el paso por su tubo digestivo. Sin embargo, es evidente que muchas de las semillas que caen al suelo y pueden ser consumidas por estas aves pueden ser especialmente resistentes a la escarificación mecánica y ácida a la que las

somete el tracto digestivo. Un ejemplo evidente podría ser el de la mayoría de las leguminosas silvestres, caracterizadas por tener cubiertas duras e impermeables (Baskin y Baskin, 1998; Black *et al.*, 2006; Fenner y Thompson, 2005), y que sin embargo son objeto de consumo por muchas especies de aves, especialmente las que poseen cierto tamaño (perdices, tórtolas, etc.) Existe la posibilidad de que se consuman solo como forma de endozoocoria parcial, pero tampoco es raro ver semillas de géneros como *Coronilla*, *Hippocrepis*, etc. en las deyecciones de aves (obs. pers.). Se da un caso parecido con las jaras y jarillas, esto es, la familia de las Cistáceas, donde se ha comprobado que la endozoocoria ayuda efectivamente a su dispersión (Ramos *et al.*, 2006). Es probable que el consumo de muchas de estas especies se haga de modo poco selectivo, comiendo tanto semillas resistentes como no resistentes que estén próximas en el suelo, de modo que al final sólo aprovechen como alimento las no resistentes al paso por la molleja, el estómago y el intestino. Entre los ejemplos orientados a la conservación, veremos más adelante un caso muy evidente de este tipo consumo de semillas extremadamente duras, el del altramuz valenciano (*Lupinus mariae-josephae*), que afecta a comarcas orientales y meridionales de Valencia y del norte de Alicante.



Foto 3. Frutos de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), cuyas semillas son fáciles de encontrar en deyecciones de aves y excrementos de mamíferos silvestres en *La Serranía*. Foto: E. Laguna

La endozoocoria por aves granívoras ayudaría a justificar la colonización de muchas especies que tienden a aparecer en hábitats a los que no podrían acceder por la barocoria, es decir, por la dispersión por gravedad al caer las semillas de su planta madre. Si se observa, por ejemplo, la flora que coloniza los tejados viejos de muchas poblaciones en *La Serranía* no es raro ver especies como los cenizos (*Chenopodium* spp.), que no pueden llegar fácilmente a esos sitios por otras vías alternativas.

En este apartado de la endozoocoria completa, cabe recordar que muchas semillas solo alcanzan buenas tasas de germinación en laboratorio cuando se someten a tratamiento con ácidos (sulfúrico, clorhídrico, etc.) suficientemente rebajados (García-Fayos, 2001; Prada y Arizpe, 2008; Ferrer-

Gallego *et al.*, 2013; Ballesteros *et al.*, 2015), de modo que se les somete a unos niveles de pH que pueden diferir poco de los de los estómagos de la fauna dispersora. Se produce así el desbloqueo de muchos mecanismos de dormición o inhibición germinativa (Robertson *et al.*, 2006). La diversidad de combinaciones morfológicas y anatómicas de las semillas, especialmente en las que corresponden a frutos con pulpas u otros elementos comestibles atractivos para las aves, es excepcional, incluyendo una amplia gama de colores –aunque las aves no los vean necesariamente con la misma coloración que podemos apreciarla nosotros–, sabores, contenidos nutricionales, relación de tamaños entre fruto y semilla, etc. (Herrera, 1995; Levey *et al.*, 2001; Traveset *et al.*, 2014). Aunque imaginemos instintivamente que los frutos grandes han de poseer semillas de tamaño proporcional –ocurre, por ejemplo, en el palmito, *Chamaerops humilis* (Foto 4)– son muy abundantes las excepciones, incluso afectando a especies relativamente abundantes o frecuentes, como el madroño (*Arbutus unedo*) o la higuera (*Ficus carica*), donde se combinan frutos relativamente grandes con semillas diminutas. En otros casos, algunas especies ofrecen una gran cantidad de alimento que encierra luego una pequeña cantidad de semillas, como ocurre por ejemplo con los maguillos o manzanos silvestres (*Malus sylvestris*).

Junto a estos mecanismos, debe señalarse que la endozoocoria no sólo ayuda a dispersar las semillas sino también, y de modo conjunto, las micorrizas que han de asociarse a las raíces de muchas de esas especies vegetales tras su germinación. Este es un novedoso campo de investigación para el que ya se están obteniendo primeros testimonios para la ciencia (Correia *et al.*, 2019).



Foto 4. Frutos del palmito (*Chamaerops humilis*), que por su mayor grosor sólo pueden ser dispersados por mamíferos o por aves de gran tamaño. Foto: E. Laguna.

3.2.- La dispersión endozoócora parcial

A diferencia del caso del capítulo 3.1, la endozoocoria parcial es un fenómeno poco conocido y a menudo más difícil de seguir en campo. Mientras las semillas dispersadas por vía endozoócora completa están incluidas en los excrementos o deyecciones de los animales, las que son regurgitadas tras pasar sólo por una parte del tubo digestivo, como ocurre con la molleja de las aves, pueden ser difíciles de distinguir en el suelo de aquellas otras que hayan llegado hasta allí por otros mecanismos. Ello, unido a los propios métodos de estudio habituales en esta materia, diseñados para el análisis de la endozoocoria completa –p.ej. el lavado con agua del tracto digestivo–, hace que el papel de la dispersión de semillas por regurgitación sea usualmente infraestimado (Jordano, 1987; Amico y Aizen, 2005). Sin embargo, es un fenómeno fácil de observar, por ejemplo, en el suelo urbano cuando es frecuentado por bandadas de estorninos durante su estancia invernal en nuestro territorio (obs. pers.). Existen igualmente trabajos que referencian este comportamiento en especies corrientes en nuestro entorno como el mirlo común (Sorensen, 1984; Barnea *et al.*, 1991; Snow y Snow, 2010). Además, se ha documentado que la endozoocoria por regurgitación no contribuye solo a la dispersión de semillas en pequeños entornos, sino también a grandes distancias, al menos en el caso de las aves acuáticas (Kleyheed y van Leeuwen, 2015).



Foto 5. Semillas regurgitadas por estorninos al detenerse sus bandos en el entorno urbano de Valencia, recogidas por el autor sobre 1 m² de suelo en terreno urbano. Incluyen fundamentalmente a plantas cultivadas de jardines como el almez (*Celtis australis*), la palmera de abanico (*Washingtonia robusta*), la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) y el olivo (*Olea europaea*). Foto: E. Laguna.

Las razones que justifican la exozoocoria parcial, como ya se ha adelantado, serían fundamentalmente dos (v. Revilla y Encinas, 2015). De un lado, el consumo de la pulpa u otras partes carnosas que rodean a las semillas, una vez que son transformados casi en líquidos por el efecto mecánico de la molleja, ayudados por esas propias semillas. Por otro, como fenómeno aún menos conocido, estaría el caso del uso de las semillas duras para ayudar a la moltura en la molleja de otros alimentos consumidos por las aves. Su efecto sería similar al de las pequeñas piedras o granos de

arenas gruesas que las aves granívoras utilizan a menudo para esas mismas funciones, regurgitándolas posteriormente. Al no pasar las semillas por el estómago e intestino de las aves, no se someten a la escarificación ácida de sus cubiertas, por lo que podrían tener una menor capacidad germinativa (Herrera, 1984; Traveset y Verdú, 2001). No obstante, también se conocen casos en los que las semillas regurgitadas poseen una capacidad óptima de germinación, como ocurre en Canarias con las del drago (*Dracaena draco*) cuando son ingeridas por la paloma rabiche (*Columba junoniae*) (Romero Rodríguez, 2014).

3.3.- Algunas excepciones a los modelos generales

Tras los párrafos anteriores, puede pensarse que existe una coevolución tan clara entre semillas (o frutos) y sus dispersores faunísticos, que éstos últimos son fácilmente engañados por el reclamo de colores, sabores, contenido en azúcares u otros alimentos que contienen, etc. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la evolución también ha seleccionado aves expertas en alternativas. Por ejemplo, si una sandía (*Citrullus vulgaris*) o melón (*Cucumis melo*) son consumidos por un cerdo doméstico, e incluso por un humano, la dispersión endozoócara completa de sus semillas está prácticamente asegurada. Sin embargo, si estos mismos frutos quedan a disposición de aratingas, cotorras, loros, etc. además de que puedan consumir la pulpa o parte carnosa, lo harán igual con las semillas o “pipas” (obs. pers.), con una habilidad similar a la que exhiben comiendo pipas de girasol (*Helianthus annuus*). Aves como los piquitrueros (*Loxia curvirostra*) están especializadas en abrir y consumir frutos secos de pequeño tamaño, como los piñones de los pinos (Génard y Lescourret, 1987; Cramp y Perrins, 1994a; Senar y Borrás, 2004). Mientras unas aves dispersan semillas de cerezas (*Prunus avium*), endrinos (*P. spinosa*) o cerezos de Santa Lucía (*P. mahaleb*) al consumir sus frutos, otras pueden estar esperando a esas semillas para abrirlas y consumir el embrión y cotiledones que encierran.



Foto 6. Ejemplares de cotorras de frente roja (*Aratinga erythrogenys* = *Psittacara erythrogenys*) al pie de un almez (*Celtis australis*) en un jardín cerca de Valencia, recogiendo semillas que luego rompen con su pico para consumir la parte comestible del interior. Foto: E. Laguna

Además de todo lo anterior, cabe tener en cuenta la capacidad de las especies para destruir inconscientemente las semillas ya en la boca, antes de entrar en el tubo digestivo. Estos casos son inhabituales en aves, pero poseen sugerentes ejemplos en el caso de los mamíferos, como el que ilustran Juniper y Maberley (2020) para la dispersión histórica de la manzana (*Malus domestica*) desde su área de origen en las montañas centroasiáticas del Tian Shan hacia Europa, a través de poblaciones naturalizadas intermedias. Dada su capacidad de conservación en el tiempo, resistiendo largos viajes, las manzanas se usaban para alimentación humana y del propio ganado que transportaba mercancías a través de lo que, siglos más tarde, sería el recorrido principal de la Ruta de la Seda. Este transporte se realizó inicialmente con camellos, que mastican la comida moviendo lateralmente la mandíbula hasta transformar en líquidos la mayoría de los alimentos, por lo que apenas ayudaron a la dispersión de los manzanos como especies asilvestradas, al destruir sus semillas. Esa dispersión solo se produjo de modo efectivo cuando los camellos fueron sustituidos por caballos, cuyo movimiento mandibular permite la ingestión de las semillas sin destruirlas.

3.4.- Ejemplos y aplicaciones conservacionistas

Muchas especies amenazadas forestales dependen especialmente de que, en su hábitat, se encuentren suficientemente favorecidas por otras, es decir, que se dé lo que se conoce como facilitación –por ejemplo, a través del sombreo o luz filtrada que proveen la cobertura de especies caducifolias como fresnos y arces, de la protección que le dan plantas espinosas como endrinos y agracejos, etc.–. Tampoco es raro ver plantas cuya colonización se reduce en una primera fase a crecer al pie de árboles junto a sus troncos –por ejemplo, sabinas albares (*Juniperus thurifera*) y negrales (*J. phoenicea*), esparragueras (*Asparagus acutifolius*), etc. bajo las diversas especies de pinos–, debido al denominado “efecto percha”, es decir, la concentración de deyecciones de las aves bajo sus posaderos u oteaderos en las cruces o puntos de ramificación de los árboles. Esta funcionalidad está siendo aprovechada en algunos proyectos, como el de los denominados “núcleos de dispersión y reclamo” fomentado desde el *Centro para la Investigación y Experimentación Forestal* (García Martí y Ferrer-Gallego, 2013), donde la plantación agrupada o nucleación (Reis *et al.*, 2003; Corbin y Holl, 2012) de algunas especies facilitadoras, como los arbustos espinosos, rodeando ejemplares temporalmente defendidos con protectores de especies amenazadas que se pretenden implantar, ayuda a asegurar su pervivencia a largo plazo. Recientemente, el proyecto LIFE Teixeres, para la conservación del tejo (*Taxus baccata*) en la Comunidad Valenciana, ha incidido en esta metodología, con plantaciones programadas, entre otras zonas, en el *Rincón de Ademuz* o en la *Sierra de Chiva*, basándose en evidencias de trabajos con esa especie amenazada (v. García y Obeso, 2003; Gómez-Aparicio *et al.*, 2004), que tuvieron sus antecedentes en otros proyectos previos desarrollados desde el CIEF y el *Servicio de Vida Silvestre y Red Natura 2000* de la Generalitat Valenciana (Serra *et al.*, 2007).

Una forma aplicada extrema de la anterior filosofía es la de la creación de poblaciones artificiales de tejos en áreas próximas a zonas naturales donde podrían implantarse de modo natural gracias a la dispersión de sus frutos por las aves (Ferrer-Gallego *et al.*, 2022). Se trataría de un ejemplo de la denominada “conservación *quasi in situ*” propuesta por Volis y Bechler (2010), basándose para el caso del tejo u otras especies de frutos carnosos en conocimientos de la función dispersora de las aves (v. Herrera, 1984a y b; García *et al.*, 2010) y otras funciones relacionales (v. Jordano *et al.*, 2009). Para el caso valenciano, la mayoría de poblaciones de tejos están formadas por solo uno o muy pocos ejemplares, a veces de un solo sexo, por lo que no llegan a producir semillas; muchos de esos ejemplares dispersos se han reproducido primero vegetativamente en el CIEF, y posteriormente se han plantado formando huertos clonales o huertos-semillero donde se representa en pocos metros cuadrados toda la diversidad genética de un sistema montañoso o una comarca, y posibilitando en

pocos años la producción de frutos –ya que los esquejes conservan la fisiología de las plantas adultas, no siendo necesario esperar 40-50 años para que se produzca la floración y fructificación, como ocurre en las plantas obtenidas de semilla– (García-Martí, 2007; Ferrer-Gallego *et al.*, 2022).



Foto 7. Imagen de semillas de altramuz valenciano (*Lupinus mariae-josephae*), de unos 6 mm de longitud, cuya localización, cuya primera recolección se realizó pensando en su interés para la actividad cinegética, al observarse que atraía para su alimentación a las perdices. Foto: E. Laguna.

Un caso singular, esta vez referido a especies dispersadas por aves granívoras, es el del altramuz valenciano, *Lupinus mariae-josephae* (Foto 7), un endemismo que se consideraba extinto y que solo se había podido reproducir de modo excepcional a partir de semillas conservadas por un cazador en la localidad valenciana de Monserrat, que intentó propagar la planta al observar que atraía a las perdices para su alimentación natural (Navarro *et al.*, 2006; Laguna, 2011). Desgraciadamente, la especie desapareció del único sitio donde se conocía, al hacerse una gran cantera en la década de 1970, pero pudo relocalizarse a partir de la toponimia local (“Pic del tramús”, “Pla del tramussar”, etc.) en diversas zonas de las provincias de Valencia y Alicante (Fos *et al.*, 2007; Laguna *et al.*, 2009). Las experiencias de germinación indican que las semillas necesitan un pretratamiento de calor y fuerte escarificación, que podría obtenerse en campo mediante el envejecimiento de las cubiertas y su combinación con tratamientos ácidos –como el paso por el tubo digestivo de los animales– aunque, a efectos prácticos, como ocurre con muchas leguminosas, se obtiene igualmente mediante imbibición en agua y un ligero escaldamiento, que reblandece notablemente la dureza e impermeabilidad de la cubierta seminal (Ferrer-Gallego *et al.*, 2013).

4.- La exozoocoria

4.1.- La dispersión exozoócora involuntaria

A diferencia de la dispersión endozoócora, los conocimientos sobre la exozoócora se apoyan necesariamente en muchas menos evidencias, ya que su seguimiento en campo puede resultar mucho más compleja (Sorensen, 1986), incluso cuando se trata solo de simulaciones experimentales (de Pablos y Peco, 2003 y 2007), que además se han realizado preferentemente con mamíferos (Couvreur *et al.*, 2004; Will *et al.*, 2007). Y sin embargo, el papel de las aves en la dispersión de semillas por vía exozoócora, especialmente cuando se analiza el caso del transporte a largas distancias –por ejemplo, por las aves migratorias que frecuentan los humedales–, resulta indudable (Cain *et al.*, 2000 y 2003; Nathan, 2006), ya que, salvo la endozoocoria, especialmente en el caso de especies de hábitats forestales mediadas por paseriformes (v. Costa *et al.*, 2013), no existen otros mecanismos que permitan explicar fácilmente la distribución de muchas especies vegetales a nivel mundial (Trakhtenbrot *et al.*, 2005; Nathan *et al.*, 2008). A lo sumo, en determinados climas o para algunas especies concretas, eventos extraordinarios como ciclones o huracanes pueden conllevar la dispersión anemócora a gran distancia (v. Renner, 2004).

Parece evidente que muchos de los géneros presentes en la flora valenciana, incluyendo los representados en *La Serranía*, poseen frutos o semillas con adaptaciones específicas para este tipo de dispersión (v. Mateo y Crespo, 2014) tales como excrecencias finas o ganchos (*Daucus*, *Torilis*, *Xanthium*, etc.), apéndices plumosos o filamentosos (*Stipa*, *Geranium*, etc.), vilanos (*Centranthus*, *Taraxacum*, etc.), cubiertas u otras partes viscosas (*Viscum*), o simplemente cubiertas rugosas combinadas con tamaños diminutos (*Erica*, *Antirrhinum*, etc.). Sin embargo, probar que estos frutos se localizan en las plumas de aves es bastante más difícil, aun cuando a nivel experimental pueda demostrarse que se adhieren a tales estructuras. Lo mismo ocurre si pensamos, por ejemplo, en las semillas de plantas acuáticas y palustres que podrían viajar incluidas en el barro que queda adherido a las plumas o patas de aves que frecuentan los medios húmedos –limícolas, anátidas, etc.–. De hecho, gran parte de las evidencias de dispersión exozoócora, antes que en las aves se han comprobado con mayor facilidad en mamíferos (Herrera, 1985), incluyendo el ganado (Manzano, 2015) y el propio ser humano (Guix, 2021). Globalmente, los datos conocidos hasta ahora, basados más en esas morfologías de los frutos que en las evidencias concretas de su transporte, apuntan a que las comunidades vegetales herbáceas, y en especial los pastizales, son los tipos de hábitats en los que la exozoocoria se expresa con mayor intensidad y representación (Willson *et al.*, 1990; Traba *et al.*, 2001).

En la dispersión exozoócora involuntaria, por adherencia de las semillas a las plumas, resulta evidente que las que poseen menor tamaño han de tener mayor probabilidad de ser dispersadas, como ocurre por ejemplo con muchas especies de rébolas (género *Galium*, p. ej., *G. aparine*, Foto 8) o determinados grupos de umbelíferas, como las zanahorias silvestres (*Daucus carota*) y las cadillas del género *Torilis*, todas ellas con significativa representación en *La Serranía*. Al igual que ocurre con los mamíferos, es muy probable que los frutos de estas mismas especies, cuando se adhieren a las plumas de grandes aves, no lo hagan sólo individualmente, sino que se dispersen ramas o infrutescencias completas, siguiendo el conocido modelo “foliage is the fruit” demostrado por Janzen (1984). Y, en todo caso, solo las aves de gran tamaño pueden transportar por vía exozoócora frutos grandes adaptados a esta modalidad de dispersión, como ocurre con las cadejas o arrancamoños, de las que son frecuentes en nuestros campos especies como *Xanthium italicum* o *X. spinosum*. En el caso de la dispersión por adherencia en el medio acuático, ya sea porque las diásporas se secan y quedan pegadas al cuerpo de las aves –p. ej., en las lentejas de agua, *Lemna*

gibba, donde a veces toda la planta hace de unidad de dispersión—, o porque éstas están contenidas en el barro que llevan pegado a sus patas o plumas, las semillas pueden transportarse a grandes distancias (Coughlan *et al.*, 2017) en tiempos cortos, algo que los mamíferos sólo pueden conseguir tras varios eventos de colonización progresivos a menores distancias. La distribución cosmopolita de especies como carrizos (*Phragmites australis*), enneas (*Typha* spp.) y muchas especies de juncos (*Holoschoenus*, *Juncus*, etc.) o juncias (*Cyperus* spp.) podría deberse parcialmente a este tipo de dispersión. Este mismo mecanismo podría explicar cómo las plantas rupícolas de pequeñas diásporas pueden colonizar sistemas montañosos muy alejados entre sí, como ocurre con las esporas de algunos helechos particularmente raros; podría ser el caso, por ejemplo, de las lenguas de ciervo, *Phyllitis scolopendrium*, que en la provincia de Valencia posee escasísimas poblaciones, casi siempre en cuevas (por ejemplo, en Castielfabib, en el *Rincón de Ademuz*). Es igualmente muy probable que las plantas que viven en extraplomos rocosos, como las orejillas de ratón (*Sarcocapnos enneaphylla*), tan frecuentes en los cintos y grandes acantilados de la mayoría de los municipios de *La Serranía*, hallen en las aves de ambientes rupícolas a sus principales dispersores para distancias medias o largas.



Foto 8. Rama con frutos de rébola o amor del hortelano (*Galium aparine*), especie muy frecuente en las zonas de huerta de *La Serranía*. Tanto la rama como los frutos se adhieren con facilidad al pelo de los mamíferos y las plumas de las aves, que los dispersan involuntariamente. Foto: E. Laguna.

Una forma peculiar, a caballo entre la dispersión voluntaria y la involuntaria, es la del transporte de ramas para la construcción de nidos, cuando éstas incluyen a su vez semillas, que luego se dispersan desde allí por gravedad o incluso germinan en los propios nidos cuando éstos se abandonan. Un ejemplo fácil de observar en los ambientes urbanos es el de las uvas de pájaro o “raïms de pastor” (*Sedum sediforme*, *S. album*) cuyas ramas se ven a menudo en los sencillos nidos que realizan palomas y tórtolas (Foto 9), o en el de los gorriones (obs. pers.).

Esta forma de dispersión ayuda a explicar que estas especies aparezcan por toda *La Serranía* colonizando los tejados, aleros y cornisas de viejos edificios. La germinación de semillas tampoco es un fenómeno extraño dentro de los nidos de muchas especies (v. Warren *et al.*, 2017; Foto 10), siendo fácil de ver aquí en los de aviones o golondrinas (obs. pers.), donde esas diásporas han llegado formando parte del barro con el que se construyen esas estructuras. Un caso similar que parece repetirse en estudios recientes para ambientes mediterráneos, es el del empleo de especies cuyos aceites esenciales pueden tener funciones desinfectantes o aromatizantes, como algunas de las citadas en estudios de la composición vegetal de nidos en Córcega (Mennerat *et al.*, 2009); aquel estudio incluía especies fuertemente olorosas también presentes en el NW de Valencia como *Cistus monspeliensis*, *Foeniculum vulgare*, *Geranium robertianum*, *Lavandula stoechas*, *Helichrysum italicum*, *Phagnalon saxatile* o *Teucrium capitatum*. Este esquema de uso de plantas con propiedades insecticidas se ha comprobado con carácter más general en diversos grupos de aves (v. Wimberger, 1984; Clark y Mason, 1988; Lafuma *et al.*, 2001) y en algunas especies frecuentes en nuestra zona como el estornino común o europeo (Clark y Mason, 1985; Gwinner, 1997). Además de las virtudes antiparasitarias de estas plantas, diversos autores también han propuesto que, simplemente, las aves las usan como ambientadores para aromatizar sus nidos (Lambrechts y Dos Santos, 2000; Petit *et al.*, 2002).



Foto 9. Nido abandonado de paloma doméstica, del que se observó que estaba formado fundamentalmente por ramas secas de una de pájaro (*Sedum album*), que a su vez contienen las semillas de la especie. Foto: E. Laguna.

4.2.- La dispersión exozoócora voluntaria

Al igual que ocurre con la endozoocoria, la dispersión voluntaria de las semillas por aves ha sido objeto de estudios especializados, ya que son pocos los ejemplos de grupos de especies que los practican, y han dado lugar a hipótesis muy atractivas sobre el comportamiento animal. Por supuesto, existen casos en los que, recolectando semillas o frutos con los que alimentarse, éstos caen accidentalmente del pico, ayudándose así a su dispersión. Sin embargo, el caso que mejor ejemplifica la dispersión voluntaria es el de las aves que recogen semillas para almacenarlas a modo de despensas, a menudo en el suelo; ya sea porque se entierran semillas en cantidades muy superiores a las que se van a consumir, o bien porque las aves olvidan una parte de los sitios donde han situado esos alimentos de reserva, muchas de ellas germinan posteriormente. El ejemplo típico de este comportamiento en nuestras latitudes es el arrendajo europeo (*Garrulus glandarius*), que entre otros alimentos entierra habitualmente bellotas de las diferentes especies del género *Quercus* (Howe y Smallwood, 1982; Clayton *et al.*, 1986; Cramp y Perrins, 1994b); existen casos similares de especies vicariantes en otras regiones del planeta, como Norteamérica (Stapanian, 1986; Steele, 2021). Se calcula que cada ejemplar de arrendajo puede llegar a enterrar entre 4.000 y 5.000 bellotas, de las que solo consume una pequeña parte. Este comportamiento alimenticio está ampliamente corroborado en los bosques españoles de quercíneas (San Miguel, 1983; Guitián, 1985; Vázquez, 1997; Perea *et al.*, 2014), haciendo de dispersor no sólo a corta sino a media y larga distancia (Gómez, 2003). De hecho, en ausencia de éste u otros dispersores como las ardillas, los bosques de *Quercus* no habrían podido alcanzar la extensión y distribución que actualmente poseen, ya que sus frutos no poseen ninguna adaptación para su dispersión a larga distancia.



Foto 10. Germinación de semillas en nidos abandonados de aves. En el caso de caer el nido a tierra, las raíces de las semillas pueden alcanzar el suelo y dar lugar a nuevas plantas. Foto: E. Laguna.

Otro ejemplo relevante y fácil de observar en toda la comarca de *La Serranía*, aunque sin reflejo en la bibliografía, es el de la dispersión de plantas crasas que crecen sobre tejados antiguos en los cascos urbanos, mayoritariamente pertenecientes a la familia de las Crasuláceas. Las principales

especies autóctonas observables en estos casos son las uvas de pájaro, *Sedum sediforme* (Foto 11) y *S. album*, que en los tejados más umbrosos pueden acompañarse de la orejilla de fraile, *Umbilicus rupestris*. A menor altitud, con condiciones de temperatura más favorable, se expanden igualmente especies exóticas de este grupo (*Kalanchoe* × *houghtonii*, *Crassula muscosa*, *Aeonium* spp., etc.). Es probable que las hojas de algunas de estas especies sean recolectadas como alimento, aunque conviene recordar que plantas como *S. album* pueden ser tóxicas para las aves, a pesar de su nombre popular; a cambio, como ya se ha indicado, sí que es frecuente que se transporten las ramas con hojas y frutos para usarlas en la confección de los nidos. Sádlo *et al.* (2018) han denominado a estas diásporas vegetativas “fragmentos no especializados”, y en este caso, además de hacerlo a través de las semillas, las plantas colonizan los tejados a partir de la capacidad de enraizamiento de las hojas que se desprenden de los tallos o de los propios fragmentos completos.

Un caso peculiar, en el que resulta difícil discernir entre la exozoocoria involuntaria y la voluntaria, es el de los muérdagos (*Viscum album*), plantas parásitas de los pinos de montaña, representados en la provincia de Valencia en escasas localidades de *La Serranía* (Andilla) y el *Rincón de Ademuz* (Vallanca y Puebla de San Miguel), a través del muérdago de las coníferas (*V. album* subsp. *austriacum*), que colonizan al pino negral (*Pinus nigra*) y al rojal o albar (*P. sylvestris*). La especie produce frutos carnosos blancos que podrían dispersarse por vía endozoócica, pero su pulpa es extremadamente viscosa, y al romperse fácilmente la cubierta por la presión del pico de las aves, resulta a menudo imposible de tragar; la reacción inmediata del animal es la de intentar desprenderse del mucílago que contiene las semillas, frotando el pico contra la corteza de los árboles, donde queda adherida, germinando más tarde y dando lugar a nuevas plantas parásitas (Zuber, 2004; Mellado y Zamora, 2014; Mellado, 2016). Esta estrategia, además de beneficiar a la especie vegetal, ha ayudado ampliamente a su expansión hasta alcanzar en las últimas décadas dimensiones propias de plagas, tanto para esta especie europea como para otras equivalentes del mismo género en otros continentes (Aukema y Martínez del Río, 2001).

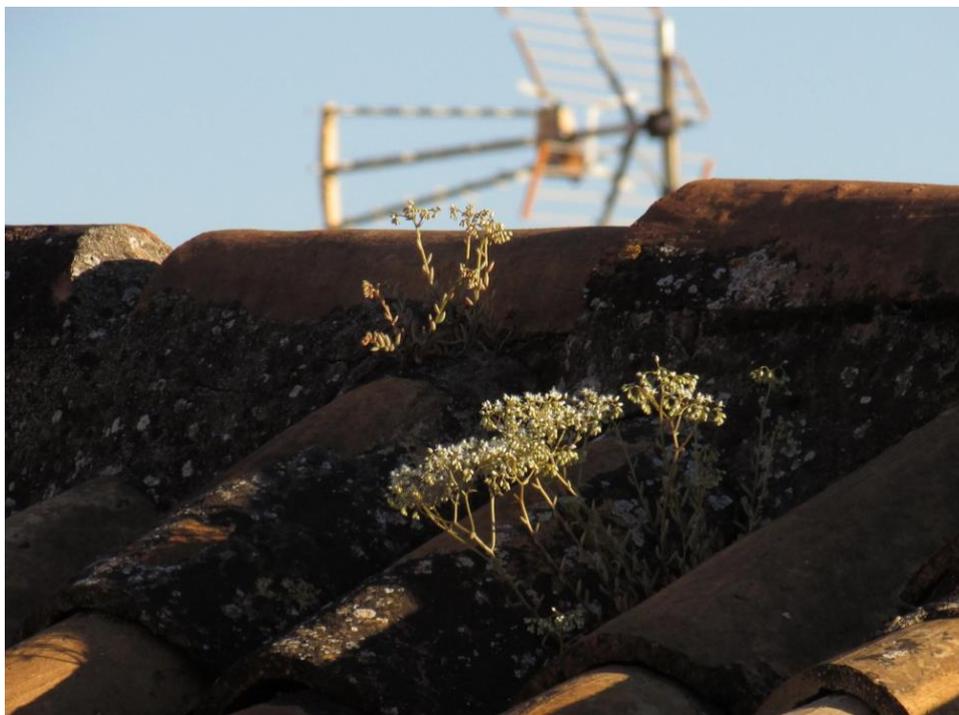


Foto 11. Ejemplares de uva de pájaro (*Sedum album*) creciendo sobre tejados viejos, una imagen habitual en los cascos urbanos de *La Serranía*. Las ramas en fresco o ya secas con semillas se transportan por las aves para distintos fines (ver texto). Foto: E. Laguna.

4.3. Ejemplos aplicados a la conservación

Tanto la endozoocoria como la exozoocoria se consideran como las principales vías de colonización vegetal de los ecosistemas singulares como las islas, explicando cómo las plantas han recorrido distancias, en ocasiones muy largas, para medrar en nuevos territorios (MacArthur y Wilson, 1967; Thornton, 2007; Viana *et al.*, 2016). Otro tanto ocurre con otros hábitats particularmente frágiles y amenazados, como los humedales y las marismas (Lovas-Kiss *et al.*, 2018). En el caso de la exozoocoria, además de la de tipo involuntario, la de tipo voluntario puede jugar un papel relevante con el trasiego de ramas para la construcción de nidos (Warren *et al.*, 2017). Como ya se ha indicado, la colonización de los hábitats rupícolas puede estar estrechamente relacionada con la presencia de aves que nidifican o usan esos ambientes, y cabe recordar que, al menos en la flora valenciana, los ambientes rocosos no sólo reúnen una parte significativa de las especies vegetales endémicas, muchas de ellas amenazadas, sino que además están a menudo dominadas por plantas de ese tipo (Laguna, 1994 y 1998; Mateo *et al.*, 2011). Como mero ejemplo, algunas de las mejores poblaciones de la espuelilla de roca valenciana, *Chaenorhinum tenellum*, crecen en cintos con colonias de gorrión chillón (*Petronia petronia*), ocupando en parte las mismas oquedades de los nidos, como ocurre en la localidad clásica de esa especie vegetal, la *Cueva Horadada* de Ayora (obs. pers.), donde el ilustre botánico A.J. Cavanilles la recolectó por primera vez. Otras especies endémicas y amenazadas, como el clavel de roca de La Balma (*Petrocoptis pardoii*), poseen en sus semillas protuberancias ricas en nutrientes –eleosomas–, que además tienen la particularidad de hacerlas más adhesivas a pieles y plumas si se hidratan, y que también ayudan al anclaje de la propia semilla en las grietas de las rocas.



Foto 12. Saladilla de Peñíscola (*Limonium perplexum*), una de las especies valencianas más amenazadas, cuyas ramas secas podrían transportarse por aves marinas como la gaviota común (*Larus michahellis*).
Foto: E. Laguna.

No obstante, lo anterior, la observación directa de la exozoocoria es, como ya se ha indicado, difícil de ver en campo, y menos aun cuando se trata de especies vegetales raras. En ocasiones, no queda más remedio que atribuir a ese mecanismo de dispersión la presencia de semillas, frutos o ramas completas portadoras de diásporas, cuya presencia más allá de las plantas madre que las originaron no pueden explicarse por otras vías. Así, durante los trabajos de seguimiento de poblaciones de una de las especies valencianas más amenazadas, la saladilla de Peñíscola (*Limonium cavanillesii*, Foto 12), que crece en los acantilados costeros bajos de la sierra de Irta (Laguna *et al.*, 2016), se observaron en campo ramas secas con frutos y semillas, en posiciones y lugares que sólo podían explicarse por el trasiego o transporte mediado por la fauna, preferentemente por gaviotas (obs. pers.). En el mismo sentido, la irregular distribución de muchas de nuestras especies de orquídeas, el grupo de la flora valenciana con mayor concentración de especies amenazadas (Serra *et al.*, 2019), sólo encuentra una explicación sencilla pensando en la posibilidad de que sus diminutas semillas, casi microscópicas, utilicen las plumas que recubren las aves como uno de sus medios de transporte a media y larga distancia



Foto 13. Bosquetes de almez (*Celtis australis*), chopo (*Populus nigra*) y olmos (*Ulmus minor*) en el Barranco del Reguero de Alpuente. Foto: E. Laguna.

5.- Resultados inesperados de la dispersión: Nuevas comunidades vegetales

Como cierre de esta revisión de la interdependencia de plantas y aves, cabe reseñar que se están observando nuevas comunidades vegetales en entornos urbanos, aún pendientes de describir, derivadas de la expansión de diásporas vegetales de especies urbanas y agrícolas gracias a la avifauna. La presencia de algunas comunidades concretas, como los bosquetes de almeces (*Celtis australis*) –como los que se observan, por ejemplo, en el Barranco del Reguero aguas abajo del casco urbano de Alpuente–, podría tener su origen en los ejemplares de esta especie que se cultivaron en el pasado para la obtención de ramas, usadas para fabricar mangos de azadas, horcas u otros aperos agrícolas. De hecho, este mismo patrón de la presencia de bosquetes de almez se observa en zonas donde hubo hasta época reciente gran tradición de cultivo de la planta, como ocurre en el entorno de Zarra y Jarafuel en la provincia de Valencia, o el de Viver y Navajas en la de Castellón (obs. pers.).

Un fenómeno similar podría ser el origen de algunos de los escasos rodales valencianos de bosquetes de laurel (*Laurus nobilis*), como el que existe en el barranco de La Murta (Alzira). Pero estas mismas especies, combinadas con una pléyade de árboles y arbustos exóticos invasores de dispersión anemócora y zoócora procedentes de la jardinería urbana, se está expandiendo con relativa rapidez en el entorno de grandes ciudades como Valencia capital y su conurbación (obs. pers.); en esas nuevas formaciones vegetales confluyen algunas especies arbóreas de origen agrícola como el olivo (*Olea europaea*) con las de origen alóctono, que en el caso de las plantas endozoócoras poseen frutos o semillas de pequeño tamaño, fáciles de dispersar por la avifauna. Se forman así bosquetes periurbanos de aligustre asiático (*Ligustrum lucidum*), palmera canaria (*Phoenix canariensis*), palmera de abanico (*Washingtonia robusta*), cinámono (*Melia azedarach*), lantanas (*Lantana camara* y *L. strigocamara*), etc. También se le unen plantas asilvestradas correspondientes a portainjertos de cultivos, que adquieren carta de naturaleza cuando aquellos se abandonan, como el caqui euroasiático (*Diospyros lotus*), el de Virginia (*D. virginianus*) y las vides americanas puras (*Vitis rupestris*, *V. riparia*) o híbridas, junto a otros que provienen de los anteriores cultivos, sobre todo en el caso de cítricos (*Citrus reshni*, *×Citroncirus webberi*, *Poncirus trifoliata*, *Citrus aurantium*, etc.).

La presencia de estas nuevas comunidades vegetales en zonas ahora libres de esas invasiones biológicas, como ocurre en *La Serranía*, es sólo cuestión de tiempo, ya que los ajardinamientos urbanos se han hecho mayoritariamente con especies no autóctonas, y las colonias de aves urbanas se están enriqueciendo notablemente con paseriformes de dieta parcial o totalmente compuestas por frutos y semillas.



Foto 14. Pseudobosques de reciente aparición en entornos de antiguas huertas abandonadas en la conurbación de Valencia, dominados por especies ornamentales de frutos carnosos como el aligustre asiático (*Ligustrum lucidum*) y la morera blanca (*Morus alba*). Foto: E. Laguna.

6.- A modo de conclusión

A lo largo de este artículo se ha hecho una exposición de la clara dependencia que muchas especies vegetales poseen de la fauna silvestre, y en particular de la avifauna; en el mismo sentido, la mayoría de las aves dependen para su alimentación, y en ocasiones para otras funcionalidades, del consumo o empleo de frutos, semillas o partes de plantas que pueden portarlas. Sin embargo, de estas interrelaciones, parece claro que aún queda mucho por conocer, y especialmente en lo relativo a métodos de dispersión aún poco estudiados como la exozoocoria, o la endozoocoria parcial –por regurgitación–. La notable riqueza en avifauna del interior valenciano, bien patente en *La Serranía*, convierte esta zona en un excelente laboratorio natural para el estudio y seguimiento de estas relaciones naturales entre animales y plantas, y sin duda ayudan a explicar su peculiar tipología paisajística y su diversidad de ecosistemas.

7.- Bibliografía y fuentes documentales

- Aguilella, A. y Puche, F. (2004). *Diccionari de Botànica*. Sèrie Educació - Materials 71. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.
- Amico, G.C. y Aizen, M.A. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral. *Ecología Austral* 15: 89-100.
- Aukema, J.E. y Martínez del Río, C. (2001). Mistletoes as parasites and seed-dispersing birds as disease vectors: current understanding, challenges and opportunities. pp. 99-110 en Levey, D.H., Silva, W.R. y Galetti, M. (eds.): *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation*. Wallingford: CAB International.
- Ballesteros, D., Meloni, F. y Bacchetta, G. (eds.) (2015). *Manual para la germinación de plantas autóctonas mediterráneas seleccionadas*. Valencia: Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.
- Barnea, A., Yom-Tov, Y. y Friedman, J. (1991). Does ingestion by birds affect seed germination? *Functional Ecology* 5: 394-402.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (1998). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press.
- Beal, W.J. (1898). *Seed dispersal*. Boston: Ginn & Co.
- Black, M., Bewlwy, J.D. y Halmer, P. (eds.) (2006). *The encyclopedia of seeds: Science, technology and uses*. Wallingford: CAB International.
- Cain, M.L., Milligan, B.G. y Strand, A.E. (2000). Long-distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany* 87: 1217-1227.
- Cain, M.L., Nathan, R. y Levin, S.A. (2003). Long-Distance Dispersal. *Ecology* 84: 1943-1944.
- Clark, L. y Mason, J.R. (1985). Use of nest material as insecticidal and antipathogenic agents by the European Starling. *Oecologia* 67: 169–176.
- Clark, L. y Mason, J.R. (1988). Effect of biologically active plants used as nest material and the derived benefit to starling nestlings. *Oecologia* 77: 174–180.
- Clayton, N.S., Mellor, R. y Jackson, A. (1996). Seasonal patterns of food storing in the Jay *Garrulus glandarius*. *Ibis* 138: 250–255.
- Clobert, J., Baguette, M., Benton, T.G. y Bullock, J.M. (2012). *Dispersal ecology and evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Corbin, J.D. y Holl, K.D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management* 265: 37-46.
- Correia, M.; Heleno, R.; Silva, L.P. da; Costa, J.M. & Rodríguez-Echeverría, S. (2019). First evidence for the joint dispersal of mycorrhizal fungi and plant diaspores by birds. *New Phytologist* 222: 1054-1060.
- Costa, M. (1986). *La vegetación del País Valenciano*. Valencia: Universitat de València.
- Costa, J.M., Ramos, J.A., da Silva, L.P., Timoteo, S., Araújo, P.M., Felgueiras, M.S., Rosa, A., Matos, C., Encarnação, P., Tenreiro, P.Q. y Heleno, R.H. (2013). Endozoochory largely outweighs epizoochory in migrating passerines. *Journal of Avian Biology* 45: 59–64.

- Coughlan, N.E., Ksly, T.C., Davenport, J. y Jansen, M.A.K. (2017). Up, up and away: bird-mediated ectozoochorous dispersal between aquatic environments. *Freshwater Biology* 62: 631-648.
- Cousens, R., Dytham, C., & Law, R. (2008). *Dispersal in plants: a population perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- Couvreur, M., Vandenberghe, B., Verheyen, K. y Hermy, M. (2004). An experimental assessment of seed adhesivity on animal furs. *Seed Science Research* 14: 147-159.
- Cramp, S. y Perrins, C.M. (eds.) (1994a). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. VIII: Crows to Finches*. Oxford: Oxford University Press.
- Cramp, S. y Perrins, C.M. (eds.) (1994b). *The birds of the western Palearctic, vol VIII*. Oxford: Oxford University Press.
- De Pablos, I. y Peco, B. (2003). Medidas estandarizadas de la capacidad de dispersión exozoócora en especies de pastos herbáceos. pp. 651-955 en Sociedad Española para el Estudio de los Pastos: *Pastos, desarrollo y conservación*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca – Junta de Andalucía.
- De Pablos, I. y Peco, B. (2007). Diaspore morphology and the potential for attachment to animal coats in Mediterranean species: an experiment with sheep and cattle coats. *Seed Science Research* 17: 109-114.
- Dennis, A.J., Schupp, E.W., Green, R.J. y Westcott, D.A. (eds.) (2007). *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*. Wallingford: CAB International.
- Estrada, A. y Fleming, T.H. (eds.) (1986). *Frugivores and seed dispersal*. Tasks for Vegetation Science, vol. 15. Dordrecht: Springer.
- Fenner, M. (1985). *Seed Ecology*. London: Chapman and Hall.
- Fenner, M. y Thompson, K. (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ferrer-Gallego, P.P., Ferrando, I., Gago, C. y Laguna, E. (eds.) (2013). Manual para la conservación de germoplasma y el cultivo de flora valenciana amenazada. Valencia: Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente.
- Ferrer-Gallego, P.P., Ferrando, I., Serena, V., García-Martí, X., Ballester, G. y Laguna, E. (2021). El tejo (*Taxus baccata*) en el centro de la provincia de Valencia y su conservación. Un modelo integrador para la preservación genética de especies longevas amenazadas. *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal* 36: 47-66.
- Font Quer, P. (1977). *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Labor.
- Font Quer, P. (1979). *Iniciació a la botànica: morfologia externa*. 2ª ed. Barcelona: Fontalba.
- Fos, S., Navarro, A., Ferrando, I., Alba, S. y Laguna, E. (2007). El descubrimiento del último endemismo: el altramuz valenciano. *Mètode* 52: 106-113
- Fuentes Yagüe, J.L. (2001). *Iniciación a la Botánica*. Madrid: Mundi Prensa.
- García, D. y Obeso, J.R. (2003). Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography* 26: 739-750.
- García, D., Zamora, R. y Amico, G. (2010). Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: conservation guidelines from real-world landscapes. *Conservation Biology* 24: 1070-1079.

- García-Fayos, P. (coord.) (2001). *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal en la Comunidad Valenciana*. Valencia: Banc de Llavors Forestals, Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana.
- García-Martí, X. (2007). Producción de material forestal de *Taxus baccata* destinado a planes de Conservación. pp. 141-152 en Serra, L. (ed.): *El Tejo en el Mediterráneo Occidental*. Alcoi: Generalitat Valenciana - Conselleria de Territori i Habitatge.
- García-Martí, X. y Ferrer-Gallego, P.P. (2013). La creación de núcleos de dispersión y reclamo como modelo de restauración ecológica forestal. pp. 149-157 en: Martínez Ruiz, C. Lario, F.J. y Fernández Santos, B. (eds.): *Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación*. Palencia: Sociedad Española de Ciencias Forestales y Asociación Española de Ecología Terrestre.
- Génard, M. y Lecourret, F. (1987). The Common Crossbill *Loxia recurvirostra* in the Pyrenees: some observations on its habitats and on its relations with conifer seeds. *Bird Study* 34: 52-63.
- Gómez, J.M. (2003). Spatial patterns in long-distance dispersal of *Quercus ilex* acorns by jays in an heterogeneous landscape. *Ecography* 26: 573-584.
- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., Hódar, J.A., Castro, J. y Baraza, E. (2004). Applying plant facilitation to forest restoration in Mediterranean ecosystems: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14: 1128-1138.
- Gradaille, J.L. y Bonet, J. (2022). *Diásporas. Frutos y semillas de la flora balear*. Dispersión. Sóller: Fundació Jardí Botànic de Sóller – Museu Balear de Ciències Naturals.
- Guàrdia, R. (2013). La dispersión de las semillas. *Investigación y Ciencia* 446: 40-41.
- Gutián, J. (1985). Datos sobre el régimen alimenticio de los passeriformes de un bosque montano en la Cordillera Cantábrica occidental. *Ardeola* 32: 155-172.
- Guix, J.C. (2021). *Interacciones mutualistas entre animales y plantas. VIII. Antropocoria: plantas y hongos*. Publicacions del Centre de Recursos de Biodiversitat Animal, vol. 14. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Gwinner, H. (1997). The function of green plants in nests of European Starlings (*Sturnus vulgaris*). *Behaviour* 134: 337-351.
- Herrera, C. M. (1985). Determinants of plant-animal coevolution: the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos* 44: 132-141.
- Herrera, C.M. (1981). Datos sobre la dieta frugívora del Mirlo (*Turdus merula*) en dos localidades del sur de España. *Doñana Acta Vertebrata* 8: 306-310.
- Herrera, C.M. (1983). Coevolución de plantas y frugívoros: la invernada mediterránea de algunos passeriformes. *Alytes* 1: 177-190.
- Herrera, C.M. (1984a). A study of avian frugivores, bird-dispersed plants and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecological Monographs* 54: 1-23.
- Herrera, C.M. (1984b). Adaptation to frugivory of Mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65: 609-617.
- Herrera, C.M. (1987). Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs* 57: 305-331

- Herrera, C.M. (1992). Mediterranean plant-bird seed dispersal systems: the roles of history and adaptation. pp. 241-250 en Thanos, C.A. (ed.): *Plant-animal interactions in Mediterranean-type ecosystems*. Atenas: University of Athens.
- Herrera, C.M. (1995). Plant-vertebrate seed dispersal systems in the Mediterranean: ecological, evolutionary and historical determinants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 705-727.
- Herrera, C.M. (2001). Dispersión de semillas por animales en el Mediterráneo: ecología y evolución. pp. 125-152 en Zamora, R. y Pugnaire, F.I. (eds.): *Ecosistemas Mediterráneos. Análisis Funcional*, Madrid: CSIC-AEET.
- Herrera, C.M. (2002). Seed dispersal by vertebrates. pp. 185-208 en Herrera, C.M. y Pellmyr, O. (eds.): *Plant-Animal Interactions. An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Science.
- Herrera, C. M. (2004). La ecología de los pájaros frugívoros ibéricos. pp. 127-153 en Tellería, J. L. (ed.): *La ornitología hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis Madrazo*. Madrid: Editorial Complutense, Universidad Complutense.
- Herrera, C.M. y Pellmyr, O. (eds.) (2002). *Plant-Animal Interactions. An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Science.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Izco, J., Barreno, E., Brugués, M., Costa, M. Devesa, J.A., Fernández, F., Gallardo, T., Llimona, X., Prada, C., Talavera, S y Valdés, B. (2004). *Botánica*. 2ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Janzen, D.H. (1984). Dispersal of Small Seeds by Big Herbivores: Foliage is the Fruit. *American Naturalist* 123: 338-353.
- Jordano, P. (1987). Frugivory, external morphology and digestive system in mediterranean sylviid warblers *Sylvia* spp. *Ibis* 129:175-189.
- Jordano, P. (2000). Fruits and frugivory. pp. 125-166 en Fenner, M. (ed.): *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2ª ed. Wallingford: CAB International.
- Jordano, P. y Herrera, C.M. (1981). The frugivorous diet of Blackcap populations *Sylvia atricapilla* wintering in southern Spain. *Ibis* 123: 502-507.
- Jordano, P., Vázquez, D. y Bascompte, J. (2009). Redes complejas de interacciones planta-animal. Pp. 17-41 en Medel, R., Aizen, M. y Zamora, R. (eds.): *Ecología y evolución de las interacciones planta-animal: conceptos y aplicaciones*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Juniper, B.E. y Mabberley, D.J. (2020). *La extraordinaria historia de la manzana*. Bilbao: Libros del Jata.
- Kleyheeg, E. y van Leeuwen, C.H.A. (2015). Regurgitation by waterfowl: An overlooked mechanism for long-distance dispersal of wetland plant seeds. *Aquatic Botany* 127: 1-5.
- Lafuma, L., Lambrechts, M.M. y Raymond, M. (2001). Aromatic plants in bird nests as a protection against blood-sucking flying insects? *Behavioural Processes* 56: 113–120.
- Laguna, E. (coord.) (1994). *Libro de la flora vascular rara, endémica o amenazada de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Consellería de Medio Ambiente - Generalitat Valenciana.
- Laguna, E. (ed.). (1998). *Flora rara, endémica o amenazada de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Consellería de Medio Ambiente - Generalitat Valenciana.

- Laguna, E. (2011). La història de la tramussera valenciana. p. 158 en Giralt, J., dir. ed.: *Història Natural dels Països Catalans, Suplement Flora i Fauna*. Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana.
- Laguna, E., Fos, S. y Navarro, A. (2009). *Lupinus mariae-josephae* H. Pascual. pp. 52-53 en Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. y Ortiz, S. (eds.): *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España: Adenda 2008*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Laguna, E., Navarro, A., Pérez-Rovira, P., Ferrando, I. y Ferrer-Gallego, P.P. (2016). Translocation of *Limonium perplexum* (Plumbaginaceae), a threatened coastal endemic. *Plant Ecology* 217: 1183-1194.
- Lambrechts, M.M. y Dos Santos, A. (2000). Aromatic herbs in Corsican blue tit nests: The “Potpourri” hypothesis. *Acta Oecologica* 21: 175–178.
- Levey, D.H., Silva, W.R. y Galetti, M. (eds.) (2001). *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution, and conservation*. Wallingford: CAB International.
- Lovas-Kiss, A., Sánchez, M.I., Willkinson, D.M., Coughlan, N.E., Alves, J.A. y Green, A.J. (2018). Shorebirds as important vectors for plant dispersal in Europe. *Ecography* 42: 956-967.
- MacArthur, R.H. y Wilson, E.O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press.
- Manzano, P. (2015). *Transporte de semillas por las ovejas trashumantes, y sus potenciales implicaciones en la vegetación*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Masalles, R.M., Carreras, J., Farràs, A., Ninot, J.M. y Camarasa, J.M. (1988). Plantes superiors. Vol. 6 en Folch, R. (dir.): *Història Natural dels Països Catalans*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.
- Mateo, M. y Crespo, M.B. (2014). *Claves ilustradas para la flora valenciana*. Jaca: Jolube.
- Mateo, G., Crespo, M.B. y Laguna, E. (eds.) (2011). *Flora Valentina. Flora vascular de la Comunitat Valenciana. vol. 1: Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae (I)*. Valencia: Fundación de la Comunidad Valenciana para el Medio Ambiente.
- Mellado, A. (2016). *Ecological interactions mediated by the european Mistletoe, Viscum album subsp. austriacum, in mediterranean forests – an integrated perspective*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Mellado, A. y Zamora, R. (2014). Generalist birds govern the seed dispersal of a parasitic plant with strong recruitment constraints. *Oecologia* 176: 139–147.
- Mennerat, A., Perret, P. y Lambrechts, M.M. (2009). Local individual preferences for nest materials in a passerine bird. *PLOS One* 4: e5104.
- Nabors, M.W. (2006) *Introducción a la Botánica*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Nathan, R. (2006). Long-Distance Dispersal of Plants. *Science* 313: 786-788.
- Nathan, R., Schurr, F.M., Spiegel, O., Steinitz, O., Trakhtenbrot, A. y Tsoar, A. (2008). Mechanisms of long-distance seed dispersal. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 638–647.
- Navarro, A.J., Fos, S., Ferrando, I. y Laguna, E. (2006). Localización del endemismo aparentemente extinto *Lupinus mariae-josephi*. *Flora Montiberica* 33: 59-63.
- Perea, R., San Miguel, A. y & Gil, L. (2014). Interacciones planta-animal en la regeneración de *Quercus pyrenaica*: ecología y gestión. *Ecosistemas*: 23(2), 18-26.

- Petit, C., Hossaert-Mckey, M., Perret, P., Blondel, J. y Lambrechts, M.M. (2002). Blue tits use selected plants and olfaction to maintain an aromatic environment for nestlings. *Ecology Letters* 5: 585–589.
- Prada, M.A. y Arizpe, D. (coords.) (2008). *Manual de propagación de árboles y arbustos de ribera. Una ayuda para la restauración de riberas en la región mediterránea*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Ramos, M.E., Robles, A.B y Castro, J. (2006). Efficiency of endozoochorous seed dispersal in six dry-fruited species (Cistaceae): from seed ingestion to early seedling establishment. *Plant Ecology* 185: 97-106.
- Reis, A., Bechara, F.C., Espindola, M.B., Vieira, N.K. y Souza, L. (2003). Restoration of damaged land áreas: using nucleation to improve successional processes. *The Brazilian Journal of Nature Conservation* 1: 85-92.
- Renner, S. (2004). Plant dispersal across the tropical Atlantic by wind and sea currents. *International Journal of Plant Sciences* 164 (4 Suppl.): S23-S33.
- Revilla T. y Encinas, F. (2015). Ecología y evolución de la endozoocoria. *Acta Biologica Venezuelana* 35:187-215.
- Robertson, A.W., Trass, A., Ladley, J.J. y Kelly, D. (2006). Assessing the benefits of frugivory for seed germination: the importance of deinhibition effect. *Functional Ecology* 20: 58-66.
- Romero Rodríguez, J. (2014). Interacciones frugívoras de *Columba junoniae* Hartert 1916 (Columbidae): experimentación en cautividad (Gran Canaria). TFG. La Laguna: Universidad de La Laguna.
- Sádlo, J., Chytrý, M., Pergl, J. y Pyšek, P. (2018). Plant dispersal strategies: a new classification based on multiple dispersal modes of individual species. *Preslia* 90: 1-22.
- San Miguel, A. (1983). Contribución al estudio de la alimentación del arrendajo (*Garrulus glandarius* L. 1758) en España. *Boletín de la Estación Central de Ecología* 12: 77-82.
- Senar, J.C. y Borrás, A. (2004). Sobrevivir en invierno: Estrategias de las aves invernantes en la península Ibérica. *Ardeola* 51: 133-168.
- Serra, L., Pérez-Rovira, P., Olivares, A., Laguna, E. y Ballester, G. (2007). Proyecto LIFE “Gestión y valoración de 3 hábitats de alta montaña”: Acciones sobre *Taxus baccata*. pp 119-126 en Serra, L. (ed.): *El Tejo en el Mediterráneo Occidental*. Alcoi: Generalitat Valenciana - Conselleria de Territori i Habitatge.
- Serra, L., Fabregat, C., Oltra, J.E., Laguna, E., Benito, J., Martí, E. y Catalá, J. (2019). *Guía de las Orquídeas de la Comunitat Valenciana*. Valencia: Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural – Generalitat Valenciana.
- Snow, B. y Snow, D. (2010). *Birds and Berries*. Poyser Monographs. Londres: T & AD Poyser
- Sorensen, A.E. (1984). Nutrition, energy and passage time: Experiments with fruit preference in European Blackbirds (*Turdus merula*). *Journal of Animal Ecology* 53: 545-557.
- Sorensen, A.E. (1986). Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 443-463.
- Stapanian, M.A. (1986). Seed dispersal by birds and squirrels in the deciduous forests of the United States. Pp. 225-236 en Estrada, A. y Fleming, Th.H. (eds.): *Frugivores and seed dispersal*. Tasks for Vegetation Science, vol. 15. Dordrecht: Springer.

- Steele, M.A. (2021). *Oak seed dispersal: A study in plant-animal interactions*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Thanos, C.A. (1994). Aristotle and Theophrastus on plant-animal interactions. pp. 3-11 en Arionoutsou, M. y Groves, R.H. (eds.): *Plant-animal interactions in Mediterranean climate ecosystems*. Dordrecht: Kluwer.
- Thornton, I. (2007). *Island colonization. The origin and development of island communities*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tiscar, P.A. (2021). *Botánica Agronómica*. Madrid: Paraninfo.
- Traba, J., Levassor, C. y Peco, B. (2001). Dispersión de semillas por adhesión en pastizales mediterráneos. Una aproximación experimental. pp. 129-134 en Ríos, S. (coord.): *Biodiversidad en pastos. Ponencias y comunicaciones de la XLI Reunión Científica de la SEEP, I Foro Iberoamericano de Pastos*. Valencia: Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación - Generalitat Valenciana.
- Trakhtenbrot, A., Nathan, R., Perry, G. y Richardson, D.M. (2005). The importance of long-distance dispersal in biodiversity conservation. *Diversity and Distributions* 11: 173–181.
- Traveset, A. y Verdú, M. (2001). A meta-analysis of the effect of gut treatment of seed germination. Pp. 339-350 en Levey, D.H., Silva, W.R. y Galetti, M. (eds.): *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation*. Wallingford: CAB International.
- Traveset, A., Robertson, A.W. y Rodríguez-Pérez, J. (2007). A review on the role of endozoochory in seed germination. Pp. 78-103 in Dennis, A.J., Schupp, E.W., Green, R.J. y Westcott, D.A. (eds.): *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*. Wallingford: CABI Digital Library.
- Traveset, A., Heleno, R. y Nogales, M. (2014). The ecology of seed dispersal. pp. 62-94 in Gallagher, S.R. (ed.): *The ecology of regeneration in plant communities*. 3ª ed. Wallingford: CAB International.
- Van der Pijl, L. (1982). *Principles of plant dispersal*. Berlín: Springer.
- Vázquez, X. (1997). El Arrendajo. pp 474-475 en Purroy, F.J. (ed.): *Atlas de las Aves de España (1975-1995)*. Barcelona: Seo/BirdLife – Lynx Ediciones.
- Viana, D.S., Gangoso, L., Bouten, W. y Figuerola, J. (2016). Overseas seed dispersal by migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences* 283: 20152406.
- Volis, S. y Bechler, M. (2010). *Quasi in situ*: a bridge between *ex situ* and *in situ* conservation of plants. *Biodiversity and Conservation* 19: 2441-2454.
- Warren, R.J., Love, J.P. y Bradford, M.A. (2017). Nest-mediated seed dispersal. *Plant Ecology* 218: 1213-1220.
- Will, H., Maussner, S. y Tackenberg, O. (2007). Experimental studies of diaspore attachment to animal coats: predicting epizoochorous dispersal potential. *Oecologia* 153: 331-339.
- Willson, M.F., Ruce, B.L. y Westoby, M. (1990). Seed dispersal spectra: A comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science* 1: 547-562.
- Wimberger, P.H. (1984). The use of green plant material in bird nests to avoid ectoparasites. *The Auk* 101: 615–618.
- Zuber, D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora* 199: 181–203.



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA
Vicerectorat de Projecció Territorial i Societat



BIGHISTORY
Aras de los Olmos



Aras de los Olmos
ayuntamiento