



## Papel de las interacciones plantas-frugívoros en la regeneración de especies forestales en el sureste de España

**Autor:** Vicente Martínez Lopez

**Institución:** Universidad de Murcia

**Otros autores:** Víctor Manuel Zapata Pérez (Universidad de Murcia); Francisco Robledano Aymerich (Universidad de Murcia)

## Resumen

Las zonas forestales mediterráneas han sido gestionadas por el hombre como fuente de recursos (madera, pastos, caza,...), interviniendo activamente en la regulación de su aprovechamiento y en la prevención de perturbaciones (incendios), y contribuyendo a mantener su biodiversidad y productividad. Durante el último medio siglo, el creciente éxodo rural y la pérdida de rentabilidad han provocado el abandono de estos usos, rompiéndose un equilibrio alcanzado durante milenios. Todo lo cual, unido a la deforestación y fragmentación de hábitats, y enmarcado en un escenario de cambio climático, hace que las formaciones forestales y su biodiversidad asociada sufran una fuerte presión, especialmente bajo climas semiáridos. Actualmente las administraciones forestales afrontan inversiones importantes en materia de reforestación, prevención y mantenimiento en un contexto de recursos financieros decrecientes, por lo que cobra gran interés el estudio de herramientas que favorezcan la regeneración natural de la vegetación leñosa.

Por ello se ha analizado el papel de las aves como dispersoras de especies vegetales arbustivas típicas de ambientes semiáridos mediterráneos (*Rhamnus lycioides* y *Pistacia lentiscus*). El estudio se ha realizado en un paisaje forestal fragmentado del sureste de España (Montepinar, Murcia), reforestado con pino carrasco (*Pinus halepensis*). Mediante censos, observaciones focales y trampeo con redes verticales, se ha estudiado la composición de la comunidad invernante de aves forestales, el comportamiento en la obtención y consumo de frutos por las especies frugívoras, y la distribución de la dispersión en una mancha forestal fuertemente perturbada. A partir de estos datos se ha evaluado la efectividad de las aves como herramienta para la dispersión. Los resultados sugieren que el potencial de dispersión ornitócora es alto pero su efecto está sujeto a una fuerte variación temporal, y a escala espacial puede mostrar un patrón localmente parcheado y heterogéneo. Esto plantea modelos alternativos sobre la distribución de la dispersión, tanto en el propio fragmento forestal como en relación con el mosaico paisajístico.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las áreas mediterráneas han sido objeto de perturbaciones humanas desde hace miles de años, lo que ha dado resultado a un paisaje heterogéneo (Blondel & Aronson, 1999). Esta acción humana a menudo se superpone, reemplaza o mimetiza a las perturbaciones naturales, como incendios, herbivoría, etc. (Valladares, 2007).

El sureste español posee un clima mediterráneo, con la consiguiente escasez de lluvias, concentradas en otoño y primavera. En el dominio mediterráneo semiárido y árido, con precipitaciones frecuentemente inferiores a los 400 mm anuales y bajo un régimen de intensas perturbaciones, no son habituales las formaciones arbóreas densas, que son sustituidas por matorrales o bosques aclarados con predominio del componente arbustivo (Chaparro, 1996; López, 1999; Esteve *et al.*, 2003).

Estas formaciones arbustivas generan gran cantidad de frutos y semillas que constituyen un importante recurso alimenticio para muchas especies animales. Los frutos aportan energía y nutrientes a las aves, aunque también pueden contener sustancias tóxicas (fenoles, alcaloides,...) (Herrera, 1982). La importancia trófica de los frutos determina que se hayan establecido numerosas relaciones planta-animal, en las que el segundo actúa como dispersor o como depredador. La relación entre aves frugívoras y plantas con flores ocurre desde al menos 90 millones de años (Fleming & Kress, 2011).

La dispersión de semillas por las aves se ha abordado en numerosos estudios. Merecen destacarse los trabajos de Herrera (2004) y Jordano (1985) que tratan ampliamente diferentes aspectos de la ecología de los frugívoros ibéricos. Otros autores, como Debusche *et al.* (1982) estudian el papel de las aves frugívoras en la sucesión vegetal en campos abandonados del Mediterráneo. Bas *et al.* (2005) destaca la importancia de una densidad adecuada de la comunidad de aves frugívoras para el éxito en la dispersión de las semillas, ya que dichas aves tienen poca capacidad de ingestión.

En la Región de Murcia, el grupo de investigación "Ecosistemas Mediterráneos" del Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia ha iniciado recientemente estudios sobre la dispersión de semillas por las aves en zonas forestales semiáridas, cuyos principales resultados se resumen en Ramos (2011). Este grupo ha realizado otros estudios en áreas urbanizadas y mosaicos agroforestales, enfocados a desarrollar una metodología de aplicación práctica y sencilla, para la evaluación de la biodiversidad en fragmentos discretos ("islotos") de hábitat forestal, en los que la dispersión ornitócora juega un papel clave. Los resultados se reflejan, entre otros, en los trabajos de Zapata (2008) y Ramos (2010).

En los ambientes mediterráneos los frugívoros juegan un papel clave en los procesos de dispersión de semillas, por ello el conocimiento de las interacciones planta-frugívoro es esencial para poder interpretar la dinámica del paisaje mediterráneo y orientar su gestión. Es de esperar que estas interacciones jueguen un papel importante y de utilidad práctica en la regeneración del hábitat forestal. Un mejor conocimiento de tales procesos ayudaría, así mismo a diseñar nuevas estrategias de restauración en ecosistemas degradados dirigiendo las actuaciones a potenciar el papel de los frugívoros.

En el sureste ibérico, los estudios sobre las interacciones planta-frugívoro y su influencia sobre la dispersión de las diferentes especies forestales son muy escasos. La mayoría de estos estudios se han realizado en el noreste (Bas *et al*, 2005) y suroeste peninsular (Jordano, 1989), zonas que a pesar de poseer también un clima mediterráneo, presentan particularidades climáticas que las hacen muy diferentes.

El objetivo general del presente trabajo es profundizar en el estudio de las relaciones plantas-frugívoros en un fragmento forestal mediterráneo muy modificado por la acción del hombre (Parque Forestal de Montepinar), bajo condiciones ambientales semiáridas. Como objetivos específicos se establecen:

- Caracterizar la comunidad de aves forestales invernantes y su papel dispersor
- Describir y analizar el comportamiento de obtención y consumo de frutos por las aves frugívoras
- Evaluar la contribución de las aves a la dispersión de semillas y contrastar diferentes aproximaciones a su cuantificación
- Extraer conclusiones y realizar recomendaciones para aprovechar este tipo de interacciones biológicas en la gestión y restauración forestal.

En el Parque Forestal de Montepinar, Ramos (2011) obtiene los siguientes resultados que pueden servir como punto de partida para el presente estudio:

- Para el espino negro (*Rhamus lycioides*), las aves consumieron 4,3 millones (47,25%) de los 9,1 millones de frutos que se estimó que se podían producir en el área, porcentaje muy inferior al de otras áreas de la Península Ibérica (Herrera, 2004), con consumos de más del 90% de la cosecha de frutos de esa especie.
- Entre Mayo y Octubre se perdieron casi todos los frutos (casi el 95%). Julio y Agosto fueron los meses en los que más frutos se dispersaron (91%).
- Para el lentisco (*P. lentiscus*), de los 219.000 frutos que se estimó que se podían producir en el área, las aves consumieron 78.000 (35,61%), dato muy inferior a los estudios realizados en otras áreas de la Península Ibérica (Herrera,

2004), que citan consumos entre el 90-100% de la cosecha de frutos maduros de *P. lentiscus*.

- Entre Agosto y Noviembre se perdieron casi todos los frutos de *P. lentiscus* (en torno al 75%). Durante Agosto y Octubre fue cuando más frutos se dispersaron.
- La dispersión de *R. lycioides* fue la más efectiva, a pesar de que su abundancia local fue media, y su densidad de frutos relativamente baja.
- La dispersión de *P. lentiscus* resultó ser muy baja, lo que concuerda con su baja densidad local, aunque contrasta con lo observado en otras áreas de la Península, donde las aves muestran gran apetencia por sus frutos (Herrera, 2004).

## 2. AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en la Región de Murcia (SE de España), entre las pedanías de El Esparragal, Cobatillas y Las Lumbreras (TM de Murcia), junto a la urbanización Montepinar (38° 2' 11'' N y 1° 5' 40'' O). Situada a 118,63 m.s.n.m., tiene una superficie de 26,86 ha una pendiente media del 11,89% (Zapata, 2008). El clima es mediterráneo semiárido, con una precipitación anual de 290,5 mm, concentrada en primavera y otoño, y una temperatura media de 17,5°C (Estación Beniel "Los Álamos", SIAM 2011).

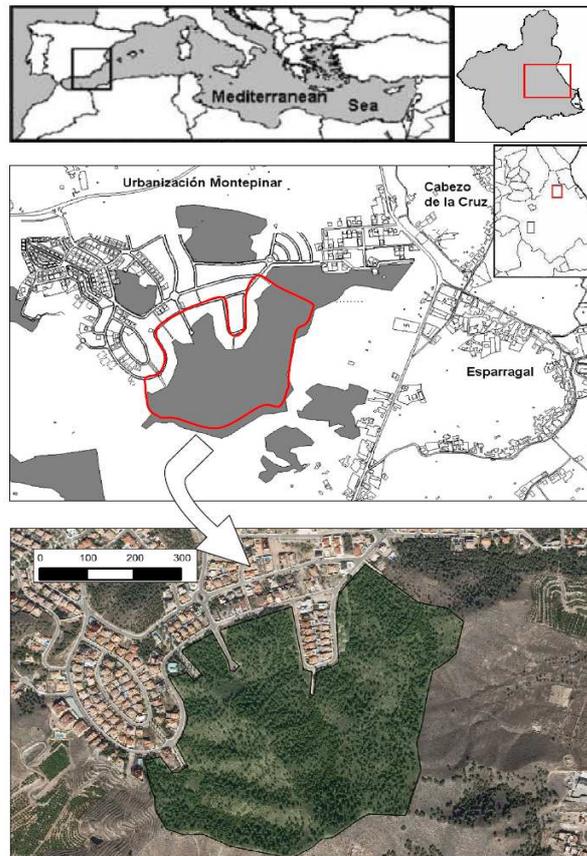


Figura 1: Localización geográfica. (Ramos, 2011)

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Especies estudiadas

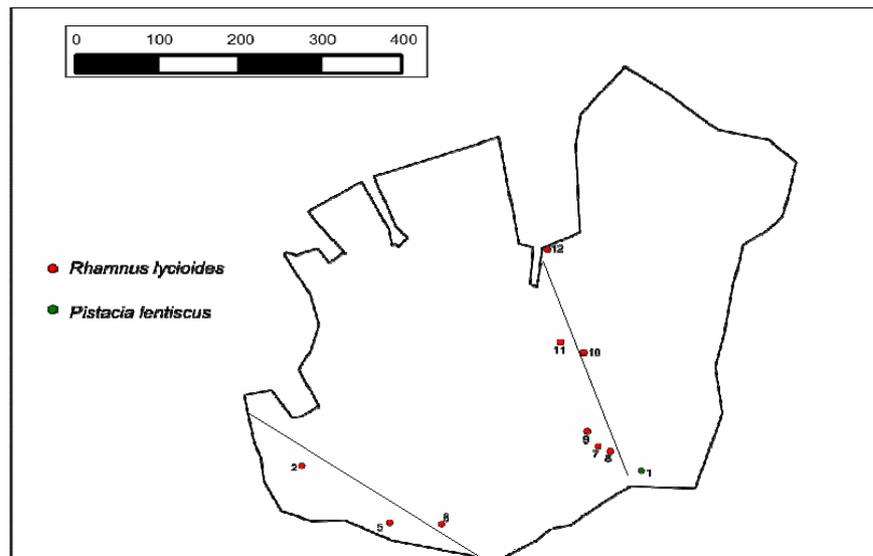
Se ha trabajado con dos especies de arbustos de hoja perenne típicas de las zonas forestales del sureste mediterráneo (*Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* y *Pistacia lentiscus*). La forma vital de las dos especies es nanofanerófita, pero *P. lentiscus* puede presentarse también como macrofanerótita (VV.AA., 2009). La Tabla 1 muestra la fenología de las dos especies de estudio.

Especie	Floración	Maduración de frutos	Presencia de frutos
<i>Rhamnus lycioides</i>	Marzo-Junio	Agosto-Octubre	Agosto-Noviembre
<i>Pistacia lentiscus</i>	Marzo-Mayo	Septiembre-Enero	Agosto-Marzo

Tabla 1: Fenología de especies estudiadas (Herrera, 1984)

La frecuencia de aparición en el área es media para *R. lycioides* (frecuencia relativa de 0,44) y baja para *P. lentiscus* (frecuencia relativa de 0,04). La abundancia relativa de estas especies se calculó para 25 unidades de muestreo circulares de 100m<sup>2</sup> donde se anotaba la presencia o ausencia de las diferentes especies leñosas.

Se seleccionaron 9 arbustos para el estudio, 8 *R. lycioides* y 1 *P. lentiscus*. Sólo se tomó un individuo de *P. lentiscus* porque su frecuencia relativa en el área es 11 veces menor a la de *R. lycioides*, y a parte muchos de los individuos de lentisco no fructificaron en el año de estudio. Los *R. lycioides* 7 y 8 se han analizado como un único individuo por proximidad. Los arbustos están distribuidos en 2 transectos, en dos vaguadas diferentes. Se puede ver la distribución de los arbustos en la Figura 2:



**Figura 2:** Distribución de arbustos. Modificado de Ramos, 2011

### 3.2 Muestreo de vegetación

A la hora de escoger los arbustos que iban a ser objeto de estudio, se hizo un recorrido previo donde se anotaba la densidad de frutos con el fin de recoger una amplia variabilidad de fructificación en los arbustos seleccionados.

#### 3.2.1 Estudio de la densidad y distribución de arbustos productores de frutos carnosos

En otoño de 2011 se realizaron en Montepinar muestreos de vegetación para determinar la densidad de arbustos en la zona.

Los muestreos fueron realizados por alumnos de la asignatura “Diversidad del paisaje mediterráneo” del Máster de la Universidad de Murcia *Gestión de la Biodiversidad en Ambientes Mediterráneos*. Se tomaron parcelas de 100 m<sup>2</sup>, y en cada una de ellas se tomaron diferentes tipos de medidas de todos los arbustos presentes (*Asparagus albus*, *A. horridus*, *R. lycioides*, *P. lentiscus* y *Olea europaea* var. *Silvestris*). Los parámetros que se midieron fueron edad, presencia de frutos, tipo morfológico altura, perímetro, anchura máxima, microhábitat, distancia a posadero más cercano y tipo de posadero.

Los datos de altura, morfología y anchura se utilizaron para calcular el biovolumen de los arbustos, para calcularlo se utilizó la fórmula propuesta por Blanco y Navarro (2003) para calcular la biomasa aérea de matorrales y arbustos; en este caso se consideró el morfotipo cilíndrico. La fórmula utilizada es:  $V = X * [D/2]^2 * h$ , siendo D la anchura de la planta y h la altura.

### **3.3 Muestreo de avifauna**

El muestreo de avifauna en la zona se ha realizado en 2011 mediante estaciones de escucha. Se han realizado 6 muestreos:

- 2 durante la segunda quincena de Octubre, en días consecutivos, el primero por la tarde y el segundo por la mañana.
- 4 en el mes de Noviembre, uno en la primera quincena y otro en la segunda, también en períodos de tarde y mañana en días consecutivos.

Se han seleccionado períodos de mañana y tarde buscando los momentos en que la actividad de las aves es máxima (a primera hora de la mañana y a última de la tarde). La razón para elegir días consecutivos es para evitar que haya cambios en la comunidad de aves dentro de la misma quincena.

En cada uno de los muestreos se han realizado 2 censos de 10 minutos separados por un intermedio de 1 hora. Las estaciones de escucha se han ubicado entorno a los arbustos seleccionados para el estudio teniendo en cuenta un radio de 50 metros.

Con los datos obtenidos se han calculado la abundancia media de cada especie, la riqueza de especies y la densidad de cada una de las especies de aves que se han detectado en la zona de estudio.

#### **3.3.1 Descripción y caracterización de la comunidad invernante**

Para nuestro estudio se necesita diferenciar, dentro de la categoría de aves frugívoras, entre frugívoros legítimos e ilegítimos (o depredadores), los primeros consumen el fruto completo digieren la pulpa, y más tarde regurgitan o defecan la semilla, mientras que los segundos ingieren la semilla y abandonan la pulpa o comen la pulpa dejando caer la semilla (Debusche, 1982) (Herrera, 2004). Entre los frugívoros ilegítimos se encuentran los fringílicos (p. ej *Fringilla*, *Carduelis*,...) y páridos (*Parus*), por otro lado tenemos los sílbidos y los túrdidos que son frugívoros legítimos (Herrera, 2004).

#### **3.3.2 Observaciones y registros de comportamiento alimentario**

Simultáneamente a las estaciones de escucha se observaron los arbustos objetivo para detectar las especies que entraban en ellos, y si consumían o no frutos. Como ya se ha indicado, los datos se tomaron en los meses de Octubre y Noviembre de 2011, y se distribuyeron en 4 quincenas. En cada quincena se realizaron dos periodos de observación matutinos de 10 minutos y otros dos vespertinos de la misma duración,

separados entre sí por un intervalo de 1 hora. En total se dedicaron a la observación de cada arbusto 160 minutos.

Para realizar los registros los observadores se situaron a unos 30 metros y utilizaron prismáticos para vigilar los arbustos seleccionados. El objetivo principal de la actividad era detectar las especies que entraban, y sí se producía consumo o no, y en caso de producirse, anotar también la cantidad que se consumía; pero también se intentaron tomar datos acerca de sí se producía transporte, de comportamiento y del destino que seguía el ave al salir del arbusto, pero esa información no fue registrada debido a la dificultad de verificar esos datos. Con las observaciones que se hicieron se obtuvieron dos estimas de consumo:

- Consumo observado: Como el número de frutos que se observó que fueron consumidos.
- Consumo optimista: Como el número de frutos consumidos, más el número de consumos indeterminados (individuos para los que no se pudo constatar el consumo). Cada consumo indeterminado se consideró como el consumo de un fruto.

### **3.3.3 Muestreo mediante captura con redes japonesas**

Durante los días 22 de Noviembre de 2011 y 12 de Diciembre de 2011 se llevaron a cabo jornadas de anillamiento en Montepinar con el objetivo de recoger muestras de heces que diesen datos del consumo de frutos y de la dirección en la que eran transportados. Se utilizaron dos baterías de redes japonesas de 120 metros (entre las dos), se situaron en zonas de transición de hábitat forestal a agrícola o urbano, en las vaguadas coincidentes con los transectos seleccionados para el estudio.

Para obtener las heces, se introdujeron las aves capturadas en bolsas de tela en las que previamente se había colocado un cono de papel para facilitar la recogida de la muestra. Una vez que se producía la excreción y el ave se liberaba, se sacaba el cono de papel de la bolsa, y la muestra se depositaba en un Eppendorf.

Se analizaron un total de 38 muestras obtenidas con las jornadas de anillamiento. Además, se recogieron 17 muestras en Montepinar los días 7 y 17 de Noviembre de 2011, localizadas debajo de posaderos en el interior del pinar.

### **3.3.4 Análisis de heces en el laboratorio**

Las muestras de heces recolectadas se dejaron secar en el laboratorio para facilitar su manipulación, y más tarde fueron analizadas con una lupa binocular (modelo Optika WF 10x/20). El tiempo medio de dedicación a cada muestra fue de unos 5 minutos. En el análisis se anotó la especie a la que pertenecía el excremento, y el número de semillas totales, diferenciándose entre cápsulas y semillas “fértils”. Se analizó la composición de la dieta, registrando la presencia de restos vegetales y/o de insectos (los datos de estos últimos no se utilizaron en el presente Proyecto).

### 3.4 Técnicas de análisis estadístico

Se obtuvieron una serie de variables que se utilizaron para buscar relaciones entre el número de visitas y el consumo (observado y optimista) a través de diversos métodos estadísticos. Además de la variable biovolumen que ya ha sido explicada anteriormente, también se midió la distancia entre los arbustos seleccionados y el borde la urbanización con el fin de añadir esta variable al análisis. Este dato fue medido directamente sobre la foto aérea a partir del servidor cartográfico Cartomur ([www.cartomur.com](http://www.cartomur.com)).

Para explorar la existencia de relaciones entre variables se realizaron análisis de regresión lineal y análisis de la varianza utilizando el software estadístico de distribución libre “R” (R Development Core Team, 2006). También se analizó mediante el test Kruskal-Wallis la existencia de relación entre la densidad de fructificación con el número de visitas, el consumo observado y el consumo optimista.



## RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la comunidad invernante de aves

El número de especies detectadas en los censos ascendió a 36 (Tabla 2):

**Listado de especies**

<i>Accipiter nisus</i>	<i>Motacilla alba</i> <sup>(1)</sup>
<i>Aegithalus caudatus</i> <sup>(1)</sup>	<i>Parus cristatus</i> ** <sup>(1)</sup>
<i>Alectoris rufa</i> <sup>(1)</sup>	<i>Parus major</i> ** <sup>(1)</sup>
<i>Anthus pratensis</i> <sup>(1)</sup>	<i>Passer domesticus</i> <sup>(1)</sup>
<i>Athene noctua</i>	<i>Phoenicurus ochrurus</i> * <sup>(1)</sup>
<i>Bubo bubo</i>	<i>Phylloscopus collybita</i> <sup>(1)</sup>
<i>Carduelis cannabina</i> ** <sup>(1)</sup>	<i>Picus viridis</i>
<i>Carduelis carduelis</i> ** <sup>(1)</sup>	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>
<i>Carduelis chloris</i> ** <sup>(1)</sup>	<i>Regulus ignicapillus</i> <sup>(1)</sup>
<i>Columba palumbus</i>	<i>Serinus serinus</i> ** <sup>(1)</sup>

### Listado de especies

<i>Delichon urbicum</i>	<i>Streptopelia turtur</i> <sup>(1)</sup>
<i>Erithacus rubecula</i> <sup>*(1)</sup>	<i>Sturnus unicolor</i> <sup>(1)</sup>
<i>Falco tinnunculus</i>	<i>Sylvia atricapilla</i> <sup>*(1)</sup>
<i>Fringilla coelebs</i> <sup>***(1)</sup>	<i>Sylvia melanocephala</i> <sup>*(1)</sup>
<i>Galerida cristata</i> <sup>(1)</sup>	<i>Sylvia undata</i> <sup>*(1)</sup>
<i>Galerida sp</i>	<i>Turdus merula</i> <sup>*(1)</sup>
<i>Larus michahellis</i>	<i>Turdus philomelos</i> <sup>*(1)</sup>
<i>Loxia curvirostra</i> <sup>(1)</sup>	<i>Upupa epops</i>

**Tabla 2:** Especies de aves detectadas en los censos realizados en la zona. Especies de aves frugívoras legítimas (\*) e ilegítimas (\*\*). Tipo de frugivorismo según Debusche *et al* (1982) y Herrera (2004). <sup>(1)</sup>Especies de aves Passeriformes (Excluidos Hirundinidae)

No todas las especies detectadas fueron frugívoras, se encontraron también rapaces e insectívoras. De las 36 especies, 14 son frugívoras. Se detectaron especies que a pesar de ser insectívoras, pueden consumir frutos ocasionalmente, como el mosquitero común (*Phylloscopus collybita*), al cual en varias citas se le atribuye el consumo de frutos de *P. lentiscus* entre otros (Cramp, 1998). Hay 7 frugívoros legítimos (*Erithacus rubecula*, *Turdus philomelos*, *Turdus merula*, *Sylvia undata*, *Sylvia melanocephala*, *Sylvia atricapilla* y *Phoenicurus ochruros*) y 7 ilegítimos (*Carduelis cannabina*, *Carduelis carduelis*, *Carduelis chloris*, *Fringilla coelebs*, *Serinus serinus*, *Parus cristatus* y *Parus major*). Se obtuvieron datos de abundancia relativa que se utilizaron para calcular la densidad (la densidad se calculo dividiendo la abundancia media entre la superficie por unidad de muestreo, unos 7854 m<sup>2</sup>, después de cálculo para una hectárea) de las especies censadas en el área de estudio, los resultados se muestran en la Tabla 3:

Media período global	Densidad media periodo (por Ha)	±SE
<i>Accipiter nisus</i>	0,05	0,04
<i>Aegithalus caudatus</i>	1,50	0,34
<i>Alectoris rufa</i>	0,36	0,14
<i>Anthus pratensis</i>	0,61	0,17
<i>Athene noctua</i>	0,01	0,01
<i>Bubo bubo</i>	0,01	0,01
<i>Carduelis cannabina</i>	0,30	0,11
<i>Carduelis carduelis</i>	0,08	0,04
<i>Carduelis chloris</i>	0,21	0,06
<i>Columba palumbus</i>	0,58	0,38
<i>Delichon urbicum</i>	0,01	0,01
<i>Erithacus rubecula</i>	3,14	0,28

Media período global	Densidad media periodo (por Ha)	±SE
<i>Falco tinnunculus</i>	0,05	0,03
<i>Fringilla coelebs</i>	2,70	0,69
<i>Galerida cristata</i>	0,01	0,01
<i>Larus michahellis</i>	0,34	0,34
<i>Loxia curvirostra</i>	0,03	0,03
<i>Motacilla alba</i>	0,19	0,07
<i>Parus cristatus</i>	0,01	0,01
<i>Parus major</i>	0,98	0,12
<i>Passer domesticus</i>	0,37	0,15
<i>Phoenicurus ochruros</i>	0,48	0,15
<i>Phylloscopus collybita</i>	2,85	0,29
<i>Picus viridis</i>	0,04	0,02
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	0,13	0,13
<i>Regulus ignicapillus</i>	0,45	0,12
<i>Serinus serinus</i>	2,35	0,45
<i>Streptopelia turtur</i>	0,04	0,03
<i>Sturnus unicolor</i>	0,76	0,19
<i>Sylvia atricapilla</i>	0,45	0,17
<i>Sylvia melanocephala</i>	4,60	0,33
<i>Sylvia undata</i>	0,85	0,12
<i>Turdus merula</i>	0,70	0,12
<i>Turdus philomelos</i>	0,70	0,23

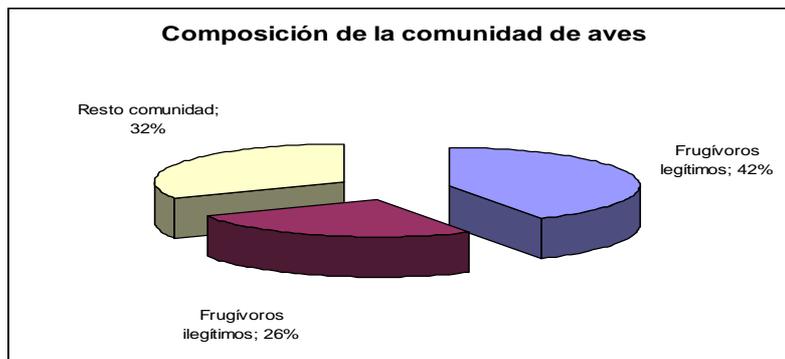
**Tabla 3:** Densidad de las especies censadas en el área de estudio. *Upopa epops* y *Galerida sp.* no aparecen porque su densidad por hectárea resultó ser inferior a 0,005

La densidad total de aves en Montepinar es de 25,94 individuos por hectárea, de las que más del 90% son paseriformes, aún excluyendo los cazadores aéreos como aviones comunes o roqueros (Tabla 4, Figura 4). De las 34 especies observadas 25 son paseriformes (23 excluyendo a los cazadores aéreos). Los frugívoros representan algo más del 40% de la riqueza total de la comunidad y algo más del 60% de las especies forestales *sensu lato*, repartiéndose al 50% entre legítimos e ilegítimos. En la Figura 3 se muestra la aportación a la comunidad de aves de frugívoros legítimos y de frugívoros ilegítimos.

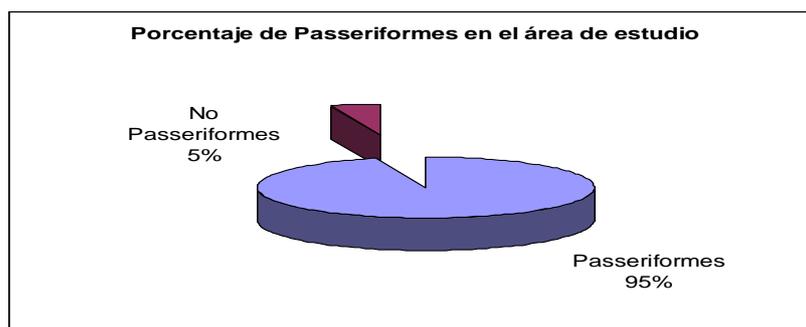
	Comunidad	Passeriformes	Forestales (s.l.)	Frugívoros legítimos	Frugívoros ilegítimos
<b>Riqueza total (nº sps)</b>	34	25	23	7	7

%		73,53	67,65	20,59	20,59
% de las forestales s.l.				30,43	30,43
% de los frugívoros				50,00	50,00
Densidad total (ind/ha)	25,94	24,46	24,32	10,92	6,63
%		94,29	93,75	42,09	25,56
% de las forestales s.l.				44,90	27,26
% de los frugívoros				62,22	37,78

**Tabla 4:** Riqueza y densidad totales de la comunidad de aves, y aportación de todo el orden paseriformes, de los paseriformes forestales *sensu lato* (excluyendo sólo los cazadores aéreos), y de los dos tipos de frugívoros invernantes en Montepinar



**Figura 3:** Aportación a la comunidad de aves de frugívoros



**Figura 4:** Aportación a la comunidad de aves de Paseriformes

Como se puede observar los frugívoros legítimos son el grupo más numeroso, en cuanto a número de individuos, de la comunidad de aves de la zona (Tabla 4). En la Figura 4 se muestra la aportación a la comunidad de aves de los Paseriformes. El aporte

a la comunidad de aves por parte de este orden en cuanto a número de individuos es muy superior al de otros grupos.

#### 4.2 Características morfológicas y densidad de arbustos

Con los datos obtenidos en el muestreo de vegetación, se estimó una densidad de arbustos de *R. lycioides*, que resultó ser de 223,5 ejemplares por hectárea. Dada la escasísima representación de *P. lentiscus* en área de estudio, no se pudo estimar su densidad general a partir de dicho muestreo.

Los ejemplares sobre los que se realizaron observaciones de consumo de frutos por aves, tuvieron las siguientes características morfológicas (Tabla 5):

Código arbusto	Especie	Edad	Biovolumen
PIS	<i>Pistacia lentiscus</i>	Adulto	8,91
RHA2	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	4,77
RHA5	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	3,02
RHA6	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	10,40
RHA78	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	28,40
RHA9	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	22,64
RHA10	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	15,39
RHA11	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	26,42
RHA12	<i>Rhamnus lycioides</i>	Adulto	18,50

**Tabla 5:** Características de los arbustos. (PIS= *Pistacia lentiscus*; RHA2= *Rhamnus lycioides* 2; RHA5= *Rhamnus lycioides* 5;.....)

#### 4.3 Relaciones planta-ave

##### 4.3.1 Consumo de frutos según los registros de comportamiento alimentario

Los datos obtenidos durante la observación de arbustos se reflejan en la Tabla 6:

	SYLMEL	SYLUND	ERIRUB	PHOOCH	PHYCOL
Número de visitas totales	27	2	9	2	3
Consumo	11	2	2	0	0
Nº visitas en las que se consume	8	2	2	0	0
Indeterminado	16	0	3	0	3
Visita sin consumo	3	0	4	2	0
Consumo optimista	27	2	6	0	3

**Tabla 6:** Datos sobre consumo obtenidos mediante la observación de arbustos. <sup>(1)</sup> No se pudo constatar el consumo. <sup>(2)</sup> Suma del consumo más los indeterminados, suponiendo que en cada indeterminado se consumiese un fruto. (SYLMEL= *Sylvia melanocephala*; SYLUND= *S. undata*; ERIRUB= *Erithacus rubecula*; PHOOCH= *Phoenicurus ochruros*; PHYCOL= *Phylloscopus collybita*)

Se detectaron 5 especies (*Sylvia melanocephala*, *S. undata*, *Erithacus rubecula*, *Phoenicurus ochruros* y *Phylloscopus collybita*). Las cuatro primeras especies son frugívoros legítimos, y el mosquitero es un insectívoro que ocasionalmente puede consumir frutos, como ya se ha comentado; en cualquier caso en las tres observaciones de mosquitero que se obtuvieron no hubo consumo de frutos, por lo que no se descarta que la entrada al arbusto se produjera con el objetivo de capturar algún tipo de insecto.

También se recoge en la Tabla 8 el consumo total de frutos, el número de visitas en las que hubo consumo, el número de casos indeterminados (calculando el consumo optimista con estos dos datos), y el número de visitas sin consumo.

Otros datos calculados fueron (Tabla 7):

Nº visitas/minuto	0,03
Consumo observado(Frutos/minuto)	0,01
Consumo optimista(Frutos/minuto)	0,03

**Tabla 7:** Relación de nº de visitas, consumo y consumo optimista por minuto

De los 9 arbustos seleccionados para el estudio, 8 eran *R. lycioides*, por lo que también se calcularon los resultados excluyendo los datos obtenidos del ejemplar de *P. lentiscus* (Tabla 8).

	SYLMEL	SYLUND	ERIRUB	PHOOCH	PHYCOL
Número de visitas totales	26	2	7	2	3
Consumo observado	11	2	2	0	0
Nº visitas en las que se consume	8	2	2	0	0
Indeterminado	15	0	1	0	3
Visita sin consumo	3	0	4	2	0
Consumo optimista	26	2	3	0	3

**Tabla 8:** Datos sobre consumo obtenidos mediante la observación de arbustos (Sin *P. lentiscus*) (SYLMEL= *Sylvia melanocephala*; SYLUND= *S. undata*; ERIRUB= *Erithacus rubecula*; PHOOCH= *Phoenicurus ochruros*; PHYCOL= *Phylloscopus collybita*)

Se observa que no hay variaciones significativas respecto a la Tabla 8, pero el hecho de utilizar sólo los datos obtenidos a partir de *R. lycioides* nos permite aplicar el dato de densidad en la zona y calcular otros parámetros. (Tablas 9, 10 y 11).

<b>Nº visitas/minuto</b>	0,03
<b>Consumo observado(Frutos/minuto)</b>	0,01
<b>Consumo optimista(Frutos/minuto)</b>	0,03

**Tabla9:** Relación de nº de visitas, consumo y consumo optimista por minuto

<b>Octubre (días)</b>	31
<b>Noviembre (días)</b>	30
<b>Total días</b>	61
<b>Período potencial de consumo (horas)</b>	488
<b>Período potencial de consumo (minutos)</b>	29280

**Tabla 10:** Período potencial de consumo durante el estudio

<b>CALCULOS PARA 2 MESES</b>	<b>8 <i>Rhamnus</i></b>	<b>Cada <i>Rhamnus</i></b>	<b>x 223,5 <i>Rhamnus</i>/ha</b>
<b>Nº visitas</b>	915	114,37	25562,81
<b>Consumo observado(nº frutos)</b>	343,12	42,89	9586,05
<b>Consumo optimista(nº frutos)</b>	777,75	97,22	21728,39

**Tabla 11:** Nº de visitas, consumo y consumo optimista para todos los *Rhamnus*, por *Rhamnus* y por hectárea

En la Tabla 11 se pueden ver los resultados de consumo de frutos obtenidos para una hectárea, el éxito de consumo, respecto al número de visitas total, ha sido en el caso del consumo observado, del 37,5 %, y en el caso del consumo optimista, del 85%.

### 4.3.2 Datos de consumo de frutos según el análisis de las muestras de heces

Los datos de los análisis de las heces recogidas en los anillamientos que se hicieron en Montepinar se muestran en la Tabla 12:

Fecha	Lugar	Especie	Semilas	Especie 1	Semillas	Especie 2	Procedencia	Destino
22/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia melanocephala</i>	3	<i>A. horridus</i>	0	0	NA	NA
22/11/2011	Montepinar	<i>Turdus merula</i>	2	<i>A. albus</i>	0	0	Pinar	Cultivo
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
22/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia melanocephala</i>	2	<i>A. horridus</i>	0	0	Urbanización	Pinar
22/11/2011	Montepinar	<i>Erithacus rubecula</i>	0	0	0	0	Urbanización	Pinar
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i> (2º vez)	0	0	0	0	NA	NA
22/11/2011	Montepinar	<i>Erithacus rubecula</i>	0	0	0	0	NA	NA
22/11/2011	Montepinar	<i>Turdus philomelos</i>	0	0	0	0	Pinar	Cultivo
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Cultivo	Pinar
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Urbanización	Pinar
22/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Cultivo
12/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia atricapilla</i>	3	<i>A. horridus</i>	1	<i>A. horridus</i>	*	*
12/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia atricapilla</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
12/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
12/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia atricapilla</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
12/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia atricapilla</i>	0	0	0	0	*	*
12/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
12/11/2011	Montepinar	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización
12/11/2011	Montepinar	<i>Sylvia atricapilla</i>	0	0	0	0	Pinar	Urbanización

**Tabla 12:** Datos de análisis de heces recogidas en los anillamientos realizados en Montepinar (\*= Ave atraída con reclamo, por lo que su destino y procedencia no se anotaron)

Los datos del análisis revelaron un contenido de semillas pobre en las heces, además, se encontraron semillas de *Asparagus horridus* y *A. albus*, pero no de las especies objetivo *Pistacia lentiscus* y *Rhamnus lycioides*.

En cuanto a la procedencia y destino de las aves podemos ver que el pinar suele ser el punto de procedencia y la urbanización, el destino, lo que podría indicar un desplazamiento de las aves a las zonas ajardinadas para obtener los recursos, en detrimento por tanto del consumo de los recursos alimenticios ubicados en el pinar, como es el caso de las semillas de *Rhamnus lycioides* y *Pistacia lentiscus*.

No se pudo constatar la existencia de un patrón de transporte de semillas de unas zonas a otras (entre pinar, cultivo y/o urbanización), ya que los datos obtenidos no fueron suficientes.

Se analizaron otras muestras de heces de la zona, procedentes de fechas diferentes, pero cercanas a las de los anillamientos, y que fueron recogidas a los pies de posaderos (Tabla 13).

Lugar	Fecha	Especie	Semillas	Especie 1	Semillas	Especie 2	Semillas
Montepinar	07/11/2011	NA	6	<i>A. albus</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/2011	NA	13	<i>R. lycioides</i>	1	<i>A. albus</i>	1
Montepinar	07/11/2011	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	07/11/2011	NA	0	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	17/11/11	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	17/11/11	NA	1	<i>A. albus</i>	0	0	0
Montepinar	17/11/11	NA	1	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	5	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	25	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	17/11/11	NA	0	0	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	14	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	3	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	17	<i>R. lycioides</i>	0	0	0
Montepinar	07/11/11	NA	15	<i>R. lycioides</i>	1	<i>A. horridus</i>	1

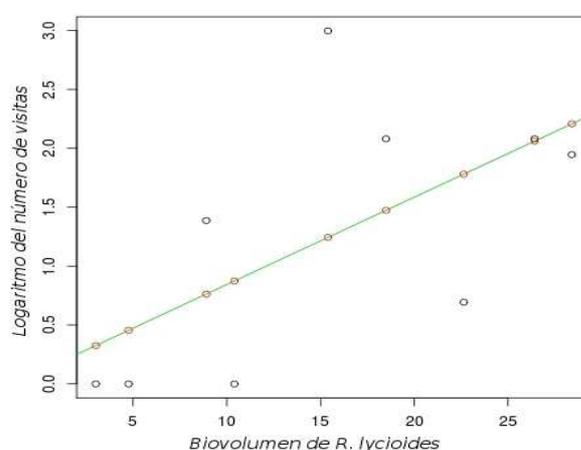
**Tabla 13:** Datos de análisis de heces recogidas en posaderos en Montepinar

Como se observa las muestras recogidas a los pies de posaderos contienen una cantidad de semillas muy superior a la que contenían las heces procedentes de los anillamientos, y además aparecen semillas de *Rhamnus lycioides*. Hay que destacar que estas últimas se recogieron en lugares muy localizados en el interior de la mancha forestal, esto podría explicar el porque en los anillamientos hubo unos resultados tan pobres en cuanto a contenido de semillas en las heces. Podría deberse a que exista una cierta especialización en la aves a la hora de consumir los frutos, que haya aves que se queden en el interior de la mancha forestal y consuman frutos de unos pocos arbustos seleccionados (por su biovolumen, número de frutos, etc) dando lugar a un consumo

distribuido en parches, y que haya otros individuos que consuman en la periferia, donde los frutos no son un recurso tan abundante. Esta especialización podría estar provocada por el territorialismo, los individuos más fuertes ocuparían los lugares con más recursos en el interior de la mancha forestal.

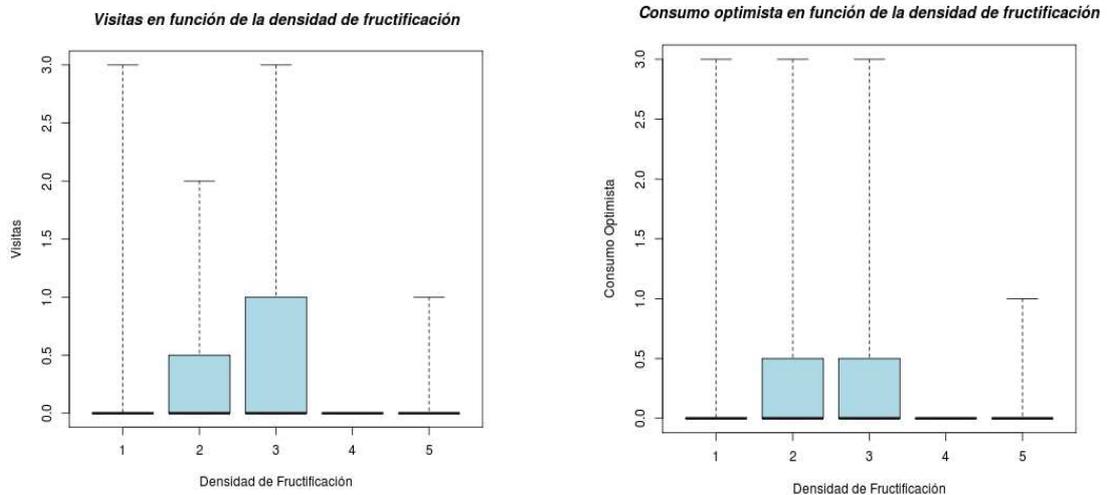
#### 4.3.3 Variables relacionadas con el consumo de frutos

El consumo observado, el consumo optimista y el número de visitas no mostró ninguna relación con la distancia del arbusto a la urbanización, y los dos primeros no se relacionaron con el biovolumen. Sólo se encontró una relación marginal positiva entre el número de visitas que recibía cada arbusto y su biovolumen ( $p < 0,1$ ; Figura 5).



**Figura 5:** Relación entre número de visitas y biovolumen del arbusto

Se analizó mediante el test de Kruskal-Wallis, la respuesta de esas mismas variables a la densidad de fructificación de cada arbusto, considerando cinco clases de densidad (1= >500 frutos; 2= >250 frutos; 3= >100 frutos; 4= >50 frutos; y 5 = <50 frutos).



**Figura 6:** Variación del número de visitas en función de la densidad de fructificación (derecha) y variación del consumo optimista en función de la densidad de fructificación (izquierda)

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre dichas clases para el número de visitas (Figura 6 dcha) y el consumo optimista (Figura 6 izda), pero no para el consumo. Las aves parecen mostrar preferencia por los arbustos con mayor biovolumen (figura 5) y por aquéllos con fructificaciones intermedias-altas, descartando las muy altas, medias-bajas, y bajas.

## DISCUSIÓN

### 5.1 La comunidad de frugívoros

Los datos de densidad invernal de frugívoros legítimos registrados durante el periodo de estudio no son muy diferentes de los de otras áreas españolas. Los valores obtenidos en Doñana por Jordano (1985) son de un orden de magnitud similar a los de Montepinar (en torno a 100 individuos/10 ha), aunque hay una gran variabilidad interanual de manera que pueden registrarse entre 85 y 150 aves/10 ha en años consecutivos (mismos meses que los aquí estudiados). Por su parte en Baleares, Sunyer (1997) en distintas comunidades de matorral registra valores comparables para las principales especies y una abundancia acumulada similar (98 aves/10 ha).

La comparación de las especies dominantes de frugívoros y sus densidades entre Montepinar y diferentes hábitats arbustivos de Baleares (Tabla 14) muestra algunas similitudes y diferencias en las abundancias relativas de las especies compartidas. Se destaca que en promedio *Sylvia melanocephala* y *Erithacus rubecula* están en todos los casos entre las tres especies más abundantes.

Densidad					
(Individuos/10 ha)					
Especies	Montepinar (presente estudio)	Matorrales Baleares (Sunyer, 1997) máximo en <b>negrita</b>			
		Maquia abierta	Maquia densa	Acebuchal	Promedio (Baleares)
<i>Erithacus rubecula</i>	31,4	9,3	43,6	<b>44,2</b>	<b>32,37</b>
<i>Phoenicurus ochruros</i>	4,80	<b>7,8</b>	0	1,7	3,17
<i>Sylvia atricapilla</i>	4,50	<b>1</b>	0	0,8	0,60
<i>Sylvia melanocephala</i>	46,00	21	15	<b>60,8</b>	<b>32,27</b>
<i>Sylvia undata</i>	8,50	0	0,3	<b>0,8</b>	0,37
<i>Turdus merula</i>	7,00	5,4	0,7	<b>10,8</b>	5,63
<i>Turdus philomelos</i>	7,00	<b>42,6</b>	26	4,2	24,27
<b>TOTAL</b>	109,20	87,10	85,60	123,30	98,67

**Tabla 14:** Comparación de la densidad de los principales frugívoros de Montepinar con los de diferentes hábitats arbustivos de Baleares.

En las comunidades estudiadas por Sunyer (1997) hay otras especies de frugívoros no citadas en Montepinar (por ejemplo *Sylvia sarda*, y otras especies de *Turdus*). Aún considerándolas la densidad de frugívoros legítimos alcanza en promedio un total de 114,9 aves/10 ha, todavía muy similar a la de Montepinar.

Algunas especies de frugívoros, como *Turdus philomelos* y *Sylvia atricapilla*, tienen mayor capacidad que las dominantes (*Sylvia melanocephala*, *Erithacus rubecula*), para rastrear la abundancia de frutos a nivel local y regional (Rey, 1995). Esto podría explicar que en el área haya densidades más bajas de *T.philomelos* y *S. atricapilla*. Puede que el grueso de la población de estas especies se encuentre desplazado a áreas de mayor producción de frutos.

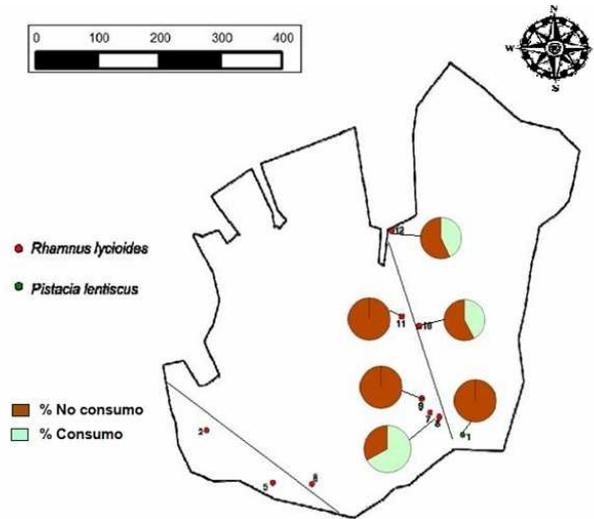
Es común también que se produzcan variaciones a nivel de composición de la comunidad de aves, variando las proporciones de frugívoros legítimos e ilegítimos, e incluso la composición de la dieta de estos (Jordano, 1994; Herrera, 1998; Guitián *et al.*, 2000). Sería esperable que las fluctuaciones en las comunidades de aves se produjesen asociadas a las fluctuaciones de disponibilidad y composición de los frutos, esto ocurre así a veces (Jordano, 1985; Rodríguez de los Santos *et al.*, 1986; Cuadrado *et al.*, 1995), pero no siempre, ya que hay estudios en los que no hay relación directa, lo cual podría indicar que las respuestas de las aves son diferentes según el hábitat (Herrera, 2004).

En nuestro estudio se ha revelado que los frugívoros legítimos suponen un 42% del total de la comunidad de aves, y los ilegítimos un 26% (Figura 3). Los resultados de nuestras observaciones (Tablas 6 y 8) y los análisis de heces (Tabla 12) no atribuyen ningún consumo a los frugívoros ilegítimos, lo cual no se justifica sólo con que tengan una representación menor en la comunidad de aves de la zona. Esto podría relacionarse con su tolerancia a las toxinas pueden producir los frutos, que se discutirá más adelante (apartado 5.3).

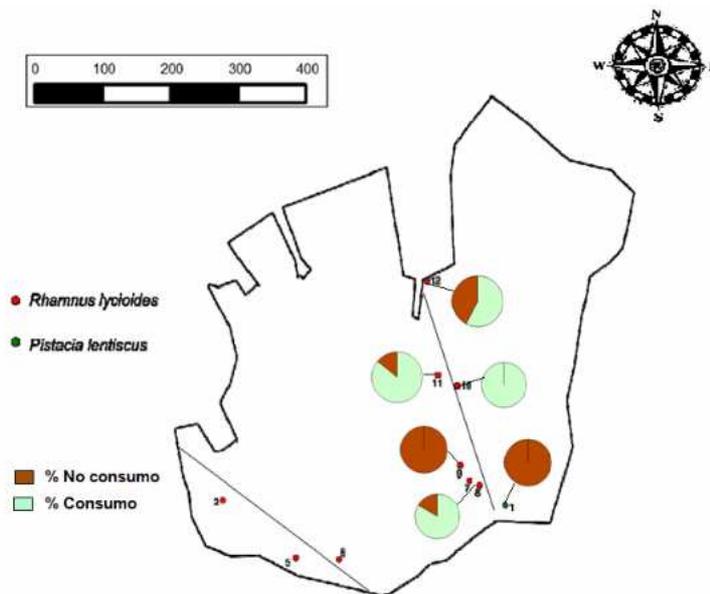
## 5.2 Comportamiento de consumo y distribución de la frugivoría

Existen pocos estudios que hayan analizado de forma comparable el comportamiento de obtención y consumo de frutos en ecosistemas similares al estudiado. En Cazorra, Traveset (1994) cita un consumo medio de 0,1 frutos maduros de *Pistacia terebinthus* por minuto, considerando la actividad de toda la comunidad de frugívoros. Si se detrae el porcentaje de consumo por frugívoros ilegítimos (consumidores de pulpa y predadores de semillas), el 46,9% atribuible a los legítimos sólo supone 0,05 frutos/minuto, aproximándose más a la estima optimista de Montepinar (0,03 frutos/minuto).

Otro aspecto a considerar es la distribución interna del mismo, lo que afectaría a las estimas basadas en la observación directa. Para el estudio de la distribución de la frugivoría se han elaborado unos mapas (Figuras 7 y 8) en los que se puede ver el porcentaje de éxito de las visitas realizadas por las aves a cada uno de los arbustos. En marrón se puede ver el porcentaje de las visitas en las que no existió consumo, y en verde el porcentaje de visitas en las que hubo consumo, respecto al total de visitas realizadas a cada arbusto. En el transecto Oeste no se muestran gráficos de porcentaje de consumo porque no hubo visitas. Esto podría tener varias razones, por un lado puede que el transecto Oeste, sea menos atractivo al ser más externo dentro de la mancha forestal, con lo que probablemente muestre mayor número de perturbaciones procedentes de las zonas colindantes. La reticencia de las aves a consumir frutos de estos arbustos podría deberse también a que el transecto Este (más interno) tenga mayor productividad de frutos, por lo que las aves preferirían centrar el consumo en los arbustos de este transecto para maximizar el beneficio obtenido con cada visita realizada. Así, al elegir arbustos más productivos, se limitaría el número de visitas y el tiempo de cada visita, con lo que se reduciría la exposición a depredadores, ya que las plantas con frutos son lugares relativamente inseguros para las aves porque los depredadores esperan encontrarlas en ellos (Gutián *et al.*, 1994).



**Figura 7:** Porcentaje de éxito del consumo observado. Modificado de Ramos 2011



**Figura 8:** Porcentaje de éxito del consumo optimista Modificado de Ramos 2011

En el transecto Este el consumo se centra en los arbustos 7, 8, 10 y 12, y no parece existir ningún patrón de selección. Esta distribución “aleatoria” podría venir a apoyar la hipótesis planteada en el apartado 4.3.2 sobre la especialización de los individuos, que daría lugar a que los individuos se especializasen en alimentarse dentro de la mancha forestal, seleccionando ciertos arbustos por sus condiciones ventajosas (biovolumen, protección, densidad de fructificación,...), o en zonas periféricas, donde al haber menos frutos el grado de frugivoría descendería, y las aves pasarían a tener una dieta más heterogénea.

Pasando ahora a comentar los resultados de porcentaje del éxito del consumo optimista, se puede observar que el consumo se sigue centrando en los arbustos 7, 8, 10 y 12, pero ahora además existe un porcentaje de consumo importante en el arbusto número 11. A pesar del aumento en el porcentaje de consumo, que era esperable al tratarse de consumo optimista, no se producen cambios significativos que nos permitan intuir ningún patrón en la distribución del consumo, esto apoyaría nuestra hipótesis del consumo por parches.

Observando los datos de biovolumen de los arbustos (Tabla 5), se puede ver que los arbustos del transecto Oeste tienen menor biovolumen que los del Este, lo que parece indicar que las aves prefieren arbustos con mayores biovolúmenes. Esta hipótesis se ve reforzada por los resultados de nuestros análisis estadísticos (Figura 5), que mostraban una relación positiva entre el número de visitas y el biovolumen.

Si tomamos esta hipótesis como cierta, cabría esperar que en los arbustos con mayores densidades de fructificación sean también los más visitados y los que prefieran las aves, sin embargo los resultados estadísticos obtenidos (Figura 6), mostraron que tanto el número de visitas como el consumo optimista, se concentraba en arbustos con densidades de fructificación intermedias, e intermedias altas. Una explicación posible para este resultado podría tener que ver con que a densidades mayores aumente excesivamente la competencia (intraespecífica y/o interespecífica) y no salga tan rentable energéticamente acudir a estos arbustos. También podría tener que ver con los depredadores, que podrían esperar mayor número de visitas a arbustos con grandes densidades de fructificación, por lo que las aves preferirían no acudir a ellos por el elevado riesgo de ser depredados.

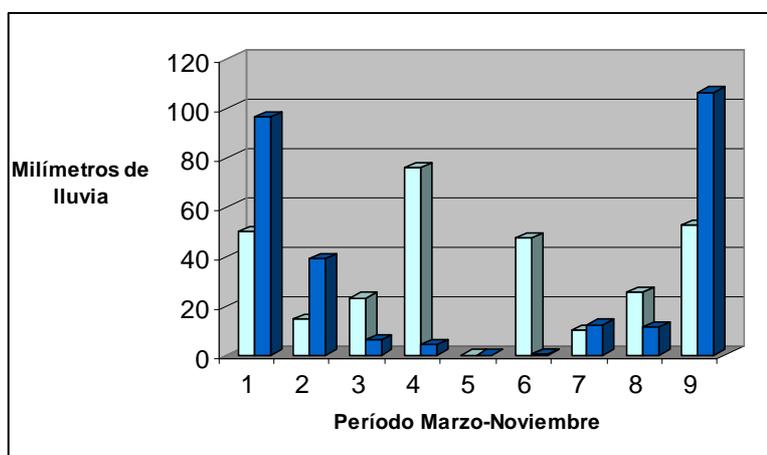
### **5.3 Contribución global de la dispersión ornitócora a la movilización de frutos. Comparación con estimas previas**

Los resultados de nuestro estudio atribuyen a las aves el consumo de entre 9.586,05 y 21.728,39 frutos de *Rhamnus lycioides* por hectárea (Tabla 11), es decir, entre 257.385,44 y 583.624,55 frutos de *Rhamnus lycioides* para todo el área de estudio (26,86 ha) durante los dos meses estudiados. Si aplicamos el dato de la estima de frutos que podía producir el área, 9,1 millones de frutos durante todo el periodo de fructificación (Ramos, 2011), obtendríamos un porcentaje de dispersión de entre un 2,83 % y un 6,41%, lo cual es un porcentaje ínfimo, pero hay que tener en cuenta que el mismo estudio se vio que el 91% de la dispersión de *R. lycioides* se producía en los meses de Julio y Agosto, nuestro estudio se hizo en Octubre y Noviembre, por tanto para comparar los porcentajes de dispersión habría que hacerlo con el 9% de frutos que se estima que quedaría disponible para las aves (0,819 millones de frutos), obteniendo unos porcentajes de dispersión de entre un 31,43% y un 71,26% . En el estudio de Ramos en 2011, los datos atribuyeron a las aves el consumo 4,3 millones de frutos, un 47,25%. Ambos datos contrastan con otros estudios que revelan consumos de más del 90% para la cosecha de frutos de *R. lycioides* (Herrera, 2004).

En el estudio de Ramos se vio que el consumo de frutos era más intenso en los meses de Julio y Agosto, lo cual podría explicar parte de la variación de resultados respecto al presente estudio, ya que los datos de consumo se tomaron en Octubre y Noviembre.

Dentro de una misma localidad, tanto la abundancia total como la composición específica de los frutos disponibles fluctúan mucho entre años, como se ha demostrado en numerosos estudios llevados a cabo en diferentes localidades ibéricas (Herrera, 2004). Según esto se debería tener en cuenta que los datos proceden de años diferentes, por lo cual sería probable que nos encontrásemos ante una fluctuación brusca en la producción de frutos, y que el porcentaje de consumo obtenido en nuestro estudio sea muy superior al calculado, ya que la producción de frutos sería muy inferior a la del año anterior.

Una explicación podría ser que un período demasiado seco hubiese afectado a la zona durante los periodos de floración, cuajado o maduración de los frutos de *Rhamnus lycioides*, esto habría provocado una disminución de la cantidad y calidad los de frutos. Según los datos de la estación meteorológica más cercana (Beniel “Los Álamos”, SIAM 2012), la precipitación total para el período Marzo-Noviembre en 2010 fue de 298,8 mm, y para el mismo período en 2011, 276,13.



**Figura 9:** Lluvias período Marzo (1)-Noviembre (9) para los años 2010 y 2011 (Azul claro= 2010, y azul oscuro= 2011)

A primera vista la disminución no parece tan importante como para producir una disminución brusca de la fructificación de *R. lycioides*, pero hay que tener en cuenta que no todas las fases en el desarrollo del fruto son igual de importantes, la etapa de floración y cuajado es determinante. En la Figura 9 podemos ver como variaron las lluvias en la zona para el período Marzo-Noviembre (período de floración, cuajado y maduración de frutos de *Rhamnus lycioides* según Herrera, 1984).

Se aprecia como en 2010 las lluvias se distribuyeron mejor que en 2011 (se concentraron en Marzo y Noviembre). En 2011 la precipitación fue significativamente inferior en Mayo y Junio, período de floración y cuajado de los frutos, lo que podría haber provocado una disminución importante del número de frutos. Los meses de Agosto y Octubre también fueron más secos en 2011, en estos meses los frutos de *R. lycioides* se encuentran en periodo de maduración, por lo que la calidad del fruto se podría haber visto reducida, tanto por disminución del valor nutricional (lípidos y carbohidratos), como por el aumento de deposición de sustancias potencialmente tóxicas en el fruto.

En cualquier caso el consumo de frutos ambos años es inferior al de otras zonas, esto se podría deber a la baja abundancia relativa en la zona de especies como *Pistacia lentiscus* (>58%) u *Olea europaea* var. *sylvestris* (>20%), que tienen frutos con porcentajes de lípidos muy superiores a los de la mayoría de arbustos mediterráneos (<5%), como sería el caso de *Rhamnus lycioides* (Herrera, 1984). Las poblaciones de aves podrían centrar en consumo en otros recursos más rentables energéticamente, como especies vegetales de zonas ajardinadas.

Las aves son capaces de medir la calidad de los frutos a través de diferentes características de estos. Experimentos con aves enjauladas muestran que discriminan entre frutos con diferentes contenidos nutricionales (Schaefer *et al.*, 2003). También pueden detectar altas concentraciones de lípidos por la textura que dejan los frutos al masticarlos en la boca. Otra sensación que pueden detectar es la astringencia, la sensación de sequedad intensa y amargor producida por la ingestión de plantas fenólicas, como en el caso de los caquis (Corlett, 2011). Algunas aves son incluso capaces de diferenciar entre contenidos en lípidos del 1% y el 2% (Schaefer *et al.*, 2003). Muchos frutos contienen sustancias potencialmente tóxicas (fenoles, alcaloides,...) (Herrera, 1982). La capacidad de muchos frugívoros legítimos para tolerar estas toxinas les permiten llevar una dieta frugívora (Herrera, 2004). En zonas del sur de la Península Ibérica muchos frugívoros ilegítimos y consumidores ocasionales de frutos tienden a evitar el consumo de frutos con toxinas (Herrera, 2004).

Montoliu (2010) sugiere que las plantas que sufren estrés hídrico durante los periodos de floración, cuajado y maduración, sufren una reducción importante en el número de frutos y en la deposición de carbohidratos en los mismos. Según esto, durante un periodo de cuajado marcadamente seco, como el de mayo-junio de 2011, los arbustos estudiados podrían haber experimentado un estrés fisiológico importante que habría provocado una disminución de la calidad de los frutos y una deposición de sustancias tóxicas (fenoles y alcaloides) que podría haber disuadido a los frugívoros no legítimos de consumir los frutos. Lo cual explicaría su menor abundancia y la ausencia de consumo, así como la propia reducción del consumo por los frugívoros legítimos.

#### 5.4 Modelos alternativos de consumo de frutos. Consecuencias para la dispersión

En el apartado 4.3.2 se planteó la posibilidad de que se estuviese produciendo en la zona un consumo por parches, esta se apoyó en que los análisis de las heces recogidas bajo posaderos mostraban una abundancia de semillas mayor. También se planteó la posibilidad de que existiese una especialización de los individuos, unos se situarían en las zonas más internas de la mancha, y otros en la periferia.

Tomando esta hipótesis como cierta, el patrón de dispersión podría asemejarse al planteado en la Figura 11. El círculo verde del interior representaría la zona interna de la mancha forestal, donde se situaría un grupo de individuos que preferiría las zonas internas, probablemente por ser más seguras y mostrar menos perturbaciones. El círculo azul representaría la zona de la periferia de la mancha forestal, donde los frutos pasarían a ser un recurso menos abundante, y las aves tendrían que buscar el sustento en otras fuentes de recursos. Estos individuos tenderían a ser los menos territoriales, principalmente juveniles. Las flechas rojas muestran el posible patrón de dispersión. Las pequeñas más internas representarían la dispersión en la zona interna de la mancha forestal, la dispersión estaría muy limitada ya que los individuos tenderían a establecerse cerca de las zonas de consumo (parches), por lo que la mayoría de las semillas serían depositadas en un grupo muy reducido de posaderos favoreciendo la competencia intra e interespecífica.

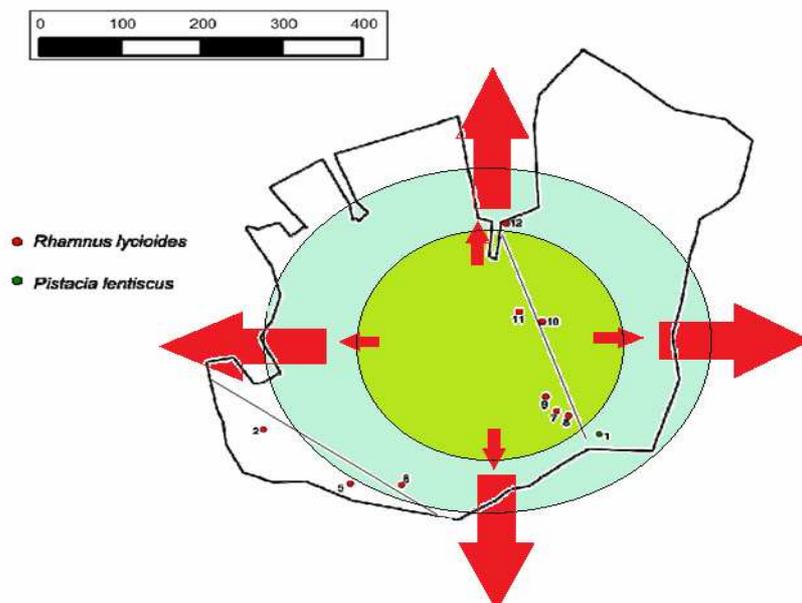
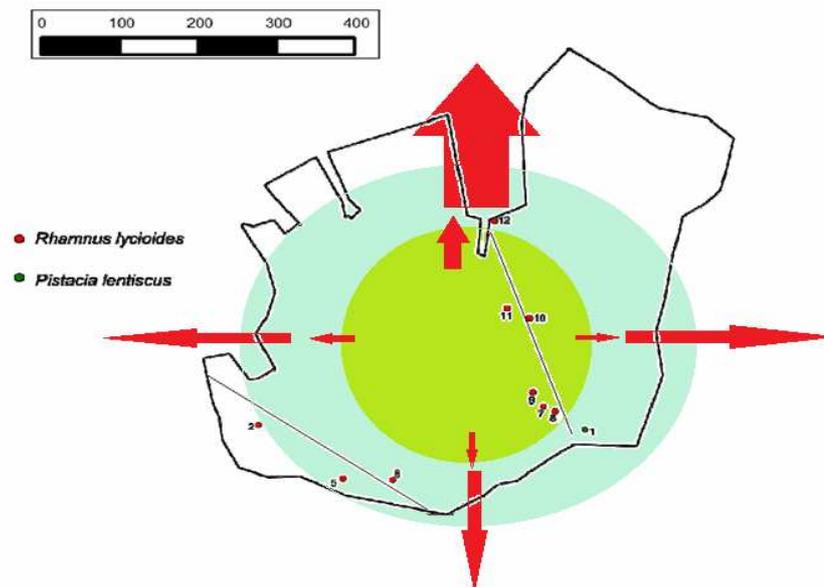


Figura 11: Dispersión de semillas asumiendo un consumo por parches.

Esto contribuiría a mantener los patrones de heterogeneidad interna, pero no a la dispersión homogénea. Las flechas más externas representarían la dispersión que se produciría desde la zona periférica de la mancha forestal hacia zonas adyacentes. Esta dispersión sería mucho más intensa, ya que las aves de esta zona se verían obligadas a desplazarse más para conseguir el alimento al no haber tanta abundancia de frutos. La dispersión desde la periferia hacia el interior de la zona de estudio sería muy baja, ya que los individuos internos estarían ocupando el territorio evitando que entrasen otros. Otro posible patrón de dispersión sería el que muestra la Figura 12.



**Figura 12:** Dispersión de semillas asumiendo un consumo por parches y un uso intenso de las zonas ajardinadas como recurso alimenticio.

Los círculos verde y azul representan lo mismo que en la Figura 11, pero ahora la dispersión se vería desplazada principalmente hacia la urbanización (hacia el Norte en el mapa), debido a que las zonas ajardinadas existentes en la urbanización serían utilizadas intensamente por las aves, sobre todo las de la periferia, aunque también atraerían a las de zonas internas, por tanto las semillas de especies forestales que las aves hubiesen podido ingerir irían a parar a los jardines, y no a otras zonas potencialmente colonizables, por ejemplo zonas de cultivo abandonadas.

Ambos patrones encajarían perfectamente con los datos obtenidos en los análisis de heces. Los datos procedentes de los anillamientos representarían a los individuos periféricos, cuyas heces contenían pocas semillas y que además solían desplazarse del pinar a la urbanización. Los datos de las muestras recogidas en los posaderos

representarían a los individuos internos, que abandonarían con mucha menos frecuencia la seguridad que les ofrece la zona interior de la mancha forestal y se alimentarían con mucha más intensidad de frutos de especies forestales que los periféricos. Estos dos modelos deberían, indudablemente, ser validados mediante la formulación de hipótesis y predicciones asociadas, que requerirían de nuevos estudios de campo para ser comprobadas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las densidades de aves frugívoras en Montepinar son comparables con las descritas en otros ecosistemas de matorral mediterráneo (Doñana, Baleares), coincidiendo además las especies dominantes en muchos casos. La comunidad estudiada parece idónea para realizar una dispersión ornitócora efectiva. La estima optimista del consumo de frutos de arbustos mediterráneos (*Rhamnus lycioides* fundamentalmente) que realizan las aves dispersoras legítimas en Montepinar se asemeja a los valores de otros espacios como Cazorla.

En cuanto a la distribución interna del consumo de frutos por las aves, parece haber una cierta especialización, produciéndose un consumo parcheado y heterogéneo, mostrando preferencias por los arbustos con mayor biovolumen y por aquéllos con densidades de fructificación intermedias-altas, lo cual puede responder a una excesiva competencia intra- o interespecífica, o a la mayor presencia de predadores en arbustos muy fructificados. El porcentaje de dispersión calculado para el periodo estudiado (entre un 31,43% y un 71,26% de la producción de frutos estimada previamente en la zona) contrasta con los porcentajes obtenidos en otros estudios que rondan el 90%. Dado que la fructificación puede variar mucho interanualmente (en cantidad y calidad), un descenso de la precipitación, sobre todo durante el periodo de cuajado del fruto –como sucedió en 2011 en Montepinar-, puede provocar una fructificación baja y de peor calidad (bajas concentraciones de carbohidratos y alto contenido en sustancias fenólicas y tóxicas), apuntándose esto como explicación del bajo porcentaje de consumo por las aves.

Se proponen dos modelos alternativos de distribución interna del consumo de frutos en la mancha forestal, con implicaciones para la dispersión de *R. lycioides* dentro de la propia mancha y hacia zonas adyacentes (cultivos abandonados). En caso de producirse un consumo por parches, la dispersión de las semillas no sería homogénea, por lo que las aves no podrían considerarse herramientas de dispersión totalmente efectivas en el interior de la mancha. Cuando la dispersión se dirigiera hacia zonas adyacentes, la heterogeneidad no constituiría un problema, ya que *a priori* bastaría con que la dispersión fuera suficientemente intensa (aunque heterogénea) como para generar núcleos de colonización efectiva en esas zonas. En cualquier caso, se necesitarían estudios complementarios para conocer en mayor detalle el comportamiento de la dispersión de frutos, tanto internamente como hacia paisajes circundantes.

Para potenciar el papel de las aves frugívoras en la restauración de ecosistemas forestales, se sugiere recurrir a otras técnicas, como reforestaciones de baja densidad que favorezcan una distribución más homogénea, o realizar clareados que disminuyan la competencia por el espacio y favorezcan la densidad de especies frugívoras menos forestales, como el colirojo tizón (*Phoenicurus ochruros*). Así, la dispersión iría dirigida a estos claros, por lo que una distribución homogénea de claros resultaría en un patrón de dispersión del mismo tipo. A este respecto, la instalación de perchas o posaderos artificiales en dichos claros puede favorecer la dispersión hacia los mismos.

La repoblación con especies como *Pistacia lentiscus*, cuya distribución actual es mucho más restringida que la potencial (debido a procesos históricos de sobreexplotación), no solo beneficiaría a esta especie, sino que incrementaría un recurso alimenticio de mayor calidad que los frutos de *R. lycioides*. El incremento de la densidad de arbustos productores de frutos de alto contenido energético en la periferia de las manchas forestales atraería a los frugívoros hacia ellas, contrarrestando la tendencia a desplazarse a zonas ajardinadas. Todas estas hipótesis deberían verificarse mediante nuevos estudios de campo, dirigidos a aumentar los conocimientos empíricos sobre el funcionamiento de las perchas y clareos como elementos favorecedores de la dispersión (interna y externa), sobre la posibilidad de incrementar la direccionalidad de la dispersión hacia zonas objeto de reforestación, y sobre el potencial de germinación y viabilidad futura de las semillas que las aves pueden transportar a zonas no forestales adyacentes.

## REFERENCIAS

- Bas, J.M., Pons, P., Gómez, C., 2005. Exclusive frugivory and seed dispersal of *Rhamnus alaternus* in the bird breeding season. *Plant Ecology*, 183: 77-89.
- Blanco P., Navarro R. M., 2003. Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of western Andalusia. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.*, 12:47-55.
- Blondel, J., Aronson, J., 1999. *Biology and wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press. Oxford, UK.
- Chaparro, J., 1996. *Distribución potencial del bosque y de sus especies arbóreas en zonas mediterráneas semiáridas: modelos y aplicaciones*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- Cramp, S. (Ed.), 1998. *The Complete Birds of the Western Palearctic*. Oxford University Press. London.
- Corlett, R.T., 2011. How to be a frugivore (in a changing world). *Acta Oecologica*, 37(6): 674-681.
- Cuadrado, M., Senar, J.C., Copete, J. L., 1995. Do all Blackcaps *Sylvia atricapilla* show winter site fidelity? *Ibis*, 137: 70-75.
- Debusche, M., Escarré, J., Lepart, J., 1982. Ornithochory and plant succession in mediterranean abandoned orchards. *Plant Ecology*, 48: 255-266.
- Esteve, M.A., Chaparro, J., Pardo, M.T., Vives, R., 2003. Los sistemas forestales desde una perspectiva histórica: las repoblaciones forestales. Cap. 6.4., en: Esteve Selma, M.A.; Lloréns Pascual de Riquelme, M., Martínez Gallur, C., (Eds.). *Los recursos naturales de la región de Murcia. Un análisis interdisciplinar*. Universidad de Murcia.
- Fleming, T.H., Kress, W.J., 2011. A brief history of fruits and frugivores. *Acta Oecologica*, 37: 521-530.
- Gutián, J., Munilla, I., Gutián, P., 1994. Influencia de los depredadores de aves en el consumo de frutos de *Crataegus monogyna* por zorzales y mirlos. *Ardeola*, 41(1): 45-54.
- Gutián, J., Gutián, P., Munilla, I., Gutián, J., Bermejo, T., Larrinaga, A. R., Navarro, L., López, B., 2000. *Zorzales, espinos y serbales: un estudio sobre el consumo de frutos silvestres de las aves migratorias en la costa occidental europea*. Servicio de Publicacións, Universidad de Santiago, Santiago de Compostela.
- Herrera C.M., 1982. Defense of ripe fruits from pests: its significance in relation to plant-disperser interactions. *American Naturalist*, 120: 218-241.

Herrera, C.M., 1984. A study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in Mediterranean shrublands. *Ecological Monographs*, 54: 2-23.

Herrera, C.M., 1998. Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: a 12-year study. *Ecological Monographs*, 68(4): 511-538.

Herrera, C.M., 2004. Ecología de los pájaros frugívoros ibéricos. En: Tellería, J.L. (Ed.). *La ornitología hoy. Homenaje al profesor Francisco Bernis Madrazo*. Ed. Complutense, Madrid: 127-153.

Jordano, P., 1985. El ciclo anual de los paseriformes frugívoros en el matorral mediterráneo del sur de España: importancia de su invernada y variaciones interanuales. *Ardeola*, 32 (1): 69-94.

Jordano, P., 1989. Variación de la dieta frugívora otoño-invernal del petirrojo (*Erithacus rubecula*): efectos sobre la condición corporal. *Ardeola*, 36 (2): 161-183.

Jordano, P., 1994. Spatial and temporal variation in the avian-frugivore assemblage of *Prunus mahaleb*: patterns and consequences. *Oikos*, 71: 479-491.

López, J.J., 1999. *Respuesta ambiental de las principales especies arbustivas en sistemas áridos y semiáridos mediterráneos: modelos y aplicaciones*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

Montoliu, A., 2010. *Respuesta fisiológica de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos*. Tesis doctoral. Universidad Jaume I, Castellón de la Plana.

R Development Core Team, 2006. R: *A language an environment for statistical computing*. R foundation for statistical computing. Vienna. URL: <http://www.R-project.org>

Ramos, V., 2010. *Evaluación del interés y estado de conservación de ecosistemas terrestres mediante índices de valoración de su biodiversidad. Aplicación a los sistemas forestales del municipio de Murcia*. Proyecto Fin de Carrera Licenciatura Ciencias Ambientales. Universidad de Murcia

Ramos, V., 2011. *Dispersión de frutos de arbustos por las aves en ambientes mediterráneos semiáridos: implicaciones para la conservación de paisajes forestales fragmentados*. Trabajo Fin de Master Gestión de a Biodiversidad en Ambientes Mediterráneos. Universidad de Murcia.

Rey, P.J., 1995. Spatio-temporal variation in fruit and frugivorous bird abundance in olive orchards. *Ecology*, 76: 1625-1635.

Rodríguez de los Santos, M., Cuadrado, M., Arjona, S., 1986. Variation in the abundance of Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) wintering in an olive (*Olea europaea*) orchard in southern Spain. *Bird study*, 33: 81-86.

Schaefer, H. M., Schmidt, V., Bairlein, F., 2003. Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why? *Animal Behavior*, 65: 531-541.

SIAM, 2011. *Informe Agrometeorológico (2001-2010). Estación MU21 (Beniel)*. IMIDA, Región de Murcia. [URL:http://siam.imida.es/apex/f?p=101:11:2627451453509581](http://siam.imida.es/apex/f?p=101:11:2627451453509581) (con acceso el 08/06/2012)

Sunyer, J.R., 1997. Les comunitats de Passeriformes hivernants als matollars de Cabrera i a un ullastrar de Mallorca (illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 61-69.

Traveset, A., 1994. Influence of type of avian frugivory on the fitness of *Pistacia terebinthus* L. *Evolutionary Ecology*, 8, 618-627.

Valladares, F., 2007. El hábitat mediterráneo continental: un sistema humanizado, cambiante y vulnerable. En: Paracuellos, M. (Coord.). *Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos*. Instituto de Estudios Almerienses, Almería: 219-239.

VV. AA., 2009. *Guía de la flora del Mar Menor y su área de influencia*. Ed. Fundación Cluster para la Protección y Conservación del Mar Menor. Murcia.

Zapata, V., 2008. *Valoración ambiental y estudio de los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad en parques forestales municipales*. Proyecto Fin de Carrera Licenciatura Ciencias Ambientales. Universidad de Murcia.