



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

**LA EPIZOOCORIA COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO DE
DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN OVINO TRASHUMANTE**

**EPIZOOCHORY AS AN ECOSYSTEM SERVICE FOR SEED DISPERSAL
BY SHEEP TRANSHUMANCE**

Autora:

Nuria Traver Martínez

Directoras:

Olivia Barrantes Díaz y M^a Ángeles Ramo Gil

Facultad de Veterinaria de Zaragoza

2020



"La vida llena, sin parar de latir, pisando sobre huellas de tantos que con sus animales llevan haciendo la vereda desde hace miles de años, manteniendo el territorio, formando parte de la tierra, creando biodiversidad y siendo guardianes de todas las trabas y zancadillas que siguen poniendo siempre los mismos a la ganadería extensiva y a los trashumantes.

No sé si terminaré encontrando palabras para este pellizco, para el rebaño que siempre sigue adelante.

Quizás no necesite palabras, porque llevo conmigo semillas, como esas que se enganchan a lomos de los animales trashumantes y consiguen germinar a miles de kilómetros de distancia, a pesar de, sobreviviendo, dando paso, una vez más, de nuevo, a la misma vida."

María Sánchez

ÍNDICE

Resumen

Abstract

1. Introducción.....	1
1.1 Definición e historia de la Trashumancia.....	1
1.2 La ganadería extensiva y los servicios ecosistémicos proporcionados por la Trashumancia.....	3
1.3 La epizoocoria: antecedentes científicos	5
2. Justificación y Objetivos	7
3. Metodología	7
4. Resultados y Discusión	13
4.1. Tipos de semillas adheridas a la lana de las ovejas: especies, géneros y familias botánicas.....	13
4.1.1. Resultados globales.....	13
4.1.2. Estudio de las diferencias entre la salida y la llegada a destino de las ovejas.....	16
4.1.3. Estudio de las variaciones interanuales (2018-2019)	17
4.2. Número de semillas adheridas a la lana de las ovejas.....	19
4.3. Riqueza y diversidad de semillas adheridas a la lana de las ovejas.....	22
4.4. Dispersión epizoócora potencial del rebaño. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación	24
5. Conclusiones	27
6. Valoración personal	30
7. Bibliografía	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de las principales Vías Pecuarias españolas</i>	8
Figura 2. <i>Ovejas con collares identificativos en Guadalaviar (Teruel)</i>	9
Figura 3. <i>Extracción de lana a cada animal</i>	10
Figura 4. <i>Recogida de muestras el 26/11/2018 en Vilches (Jaén)</i>	10
Figura 5. <i>Pesaje de semillas y de lana</i>	12
Figura 6. <i>Distribución de las familias botánicas en los distintos muestreos</i>	15
Figura 7. <i>Comparativa de gráficas de porcentajes por especie en la salida y llegada de 2018</i> ..	16
Figura 8. <i>Semilla de Xanthium spinosum</i>	16
Figura 9. <i>Semilla de Torilis sp.</i>	17
Figura 10. <i>Comparativa de gráficas de porcentajes por especie en la llegada de 2018 y 2019</i> ..	17
Figura 11. <i>Semilla de la familia botánica Lamiaceae</i>	17
Figura 12. <i>Gráfica de barras que compara la cantidad de semillas por especie en cada muestreo</i>	18
Figura 13. <i>Gráfica comparativa entre el número de semillas/g de lana a la salida y a la llegada a destino en 2018</i>	19
Figura 14. <i>Gráfica comparativa entre el número de semillas/g de lana a la salida y a la llegada a destino en 2018 y en 2019</i>	20
Figura 15. <i>Datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas de Griegos, Cuenca y San Clemente</i>	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cuadrante de muestreos realizados cada año</i>	9
Tabla 2. <i>Familias botánicas halladas sobre el total de semillas recogidas</i>	13
Tabla 3. <i>Cantidad de semillas de cada especie o género identificado en cada muestreo</i>	14
Tabla 4. <i>Índice de Shannon y número equivalente de especies para cada muestreo</i>	22
Tabla 5. <i>Número de semillas adheridas a la superficie lanar según los datos recogidos en cada muestreo</i>	24
Tabla 6. <i>Dispersión de semillas por oveja y por el rebaño suponiendo un 10% de caída después de una semana</i>	25
Tabla 7. <i>Porcentajes de la semilla <i>Xanthium spinosum</i> obtenidos en 2018 y 2019</i>	25

RESUMEN/ABSTRACT

La epizoochoria como servicio ecosistémico de dispersión de semillas en ovino trashumante

Epizoochory as an ecosystem service for seed dispersal by sheep transhumance

La trashumancia es un sistema tradicional de manejo de ganado que ha sido declarado Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO en el año 2019. La ganadería trashumante proporciona a la sociedad una serie de servicios ecosistémicos, incluyendo la dispersión de semillas por endozoochoria y epizoochoria, que tiene incidencia sobre el mantenimiento de la biodiversidad vegetal.

El objetivo general del trabajo se centra en la valoración de la dispersión epizoócora de semillas de un rebaño trashumante de 3000 ovejas en su tránsito por la Cañada Real Conquense y un trayecto de casi 500 km y 24 días de desplazamiento a pie o “vereda”.

Para ello se han realizado (i) una revisión bibliográfica y (ii) un trabajo experimental consistente en muestreos, antes (2018) y después (2018 y 2019) de realizar el desplazamiento, de las semillas adheridas a la lana de las ovejas. Se separaron, contabilizaron e identificaron (especies, géneros o familias botánicas) casi 2000 semillas adheridas a la lana extraída al azar en cabeza, cuello, extremidades, flancos e ijares en 20 ovejas del rebaño.

Los resultados muestran mayor riqueza de especies de semillas a la llegada a destino de las ovejas que a la salida, relacionado con los tipos de vegetación que transita el rebaño. Así como un promedio de 22 y 26 semillas por gramo de lana al salir y al llegar, respectivamente. Se observaron diferencias interanuales claras en el número de semillas adheridas a la lana. Las semillas adheridas pertenecen a 9 familias botánicas diferentes, predominando las familias *Asteraceae*, *Umbeliferae* y *Lamiaceae*. A partir del estudio, se estimó una dispersión epizoócora del rebaño completo en el final de la ruta de entre casi 800.000 (2018) y más de 1.250.000 semillas (en 2019). El transporte y dispersión de semillas por el ganado mediante epizoochoria y a larga distancia es un proceso dinámico complejo dependiente de diversos factores.

La falta de reconocimiento social, el escaso relevo generacional y la disminución del consumo de carne de cordero son algunas de las causas de la progresiva desaparición de la actividad trashumante en España. Dada la situación, es importante poner en valor los múltiples servicios que este tipo de ganadería extensiva aporta a la sociedad.

Transhumance is a traditional livestock system that has been declared Intangible Heritage of Humanity by UNESCO in 2019. Transhumance provides society with a series of ecosystem services, including seed dispersal by endozoochory and epizoochory, which have an impact on the maintenance of biodiversity.

The general objective of our work focuses on the assessment of the seed dispersal by epizoochory a transhumant flock of 3000 sheep while moving through the Cañada Real Conquense, a way of almost 500 km and 24 days of displacement on foot.

In order to achieve the objectives of the study, a (i) literature review and a (ii) experimental work consisting of samplings of the seeds attached to the wool of the sheep have been carried out, before (2018) and after (2018 and 2019) the displacement. Almost 2000 seeds were separated from the wool samplings, counted and identified (species, gender or botanical families). Wool was sampled randomly from the head, neck, limbs and flanks in 20 sheep of the flock.

The results showed greater richness of seed species upon arrival at the destiny than upon departure, related to the types of vegetation that the flock use.

On average, 22 and 26 seeds per gram of wool were found when leaving and arriving, respectively. Clear inter-annual differences were observed in the number of seeds attached to the wool. The attached seeds belonged to 9 different botanical families, mainly *Asteraceae*, *Umbeliferae* and *Lamiaceae* families.

From the study, an epizoochory seed dispersal of the whole flock at the end of the road was estimated between almost 800,000 (2018) and more than 1,250,000 seeds (in 2019). The seed carrying and dispersal by livestock through epizoochory and over long distances is a complex dynamic process depending on several factors.

The lack of social recognition, low generational turnover and the decrease in the lamb consumption are some of the causes of the progressive decline of the transhumance in Spain. Therefore, it is important to value the multiple services that this type of extensive livestock farming provides to society.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición e historia de la Trashumancia

La Trashumancia es un sistema tradicional de manejo pecuario que implica el transporte estacional de animales durante cientos de kilómetros en busca de pastos productivos, subiendo a las zonas de agostada en los meses de verano para aprovechar los pastos de montaña y regresando a las zonas de invernada en busca de condiciones más favorables para el ganado (Ramos *et al.*, 2020).

Desde un punto de vista más social, además de un método antiguo de gestión ganadera, la trashumancia es una forma de vida para quienes la realizan, ya que, aunque tradicionalmente una parte de la familia permanecía en las zonas de montaña, a día de hoy mueve familias enteras y provoca interrelaciones sociales, económicas y biológicas, contribuyendo a la cohesión y vertebración del territorio peninsular. Además, la Trashumancia constituye en la actualidad un patrimonio vivo que ha contribuido a conformar la identidad cultural de muchos territorios de España y ha originado un rico patrimonio cultural y etnográfico, reflejado en fiestas y tradiciones, en la toponimia, en la gastronomía y en toda la arquitectura relacionada con esta actividad (Oteros, 2013).

En reconocimiento a esta labor, el día 11 de abril de 2017 fue publicada la declaración de la Trashumancia como Manifestación Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial en el Boletín Oficial del Estado (Real Decreto 385/2017) y en el año 2019 fue declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO (UNESCO, 2019).

Debemos diferenciarla del nomadismo, donde la familia al completo se desplaza de un lugar a otro de manera constante y sin un destino fijo, llevando consigo con todas sus pertenencias en busca de mejores pastos para sus animales (Manzano y Casas, 2010).

Desde sus orígenes, el ser humano ha buscado el mayor beneficio tanto económico como productivo preocupándose por obtener el óptimo nivel de bienestar para sus rebaños. Es por este motivo por el cual una parte de los pastores trashumantes continúa realizando la vereda a pie dos veces al año siguiendo la extensa red de vías pecuarias, cañadas, cordeles y veredas, que el Concejo de la Mesta señaló para tales efectos (Ramos *et al.*, 2020).

Estos caminos ganaderos, que cuentan con más de 125.000 kilómetros de longitud y 420.000 hectáreas de superficie (De Miguel, 1998), están protegidos desde el siglo XIII, más

concretamente desde el año 1273, cuando se creó el Concejo de la Mesta para defender los derechos de los pastores trashumantes (VVAA, 2013).

Hasta el siglo XIX, de 3 a 5 millones de ovejas, cabras y vacas cruzaban la Península Ibérica dos veces cada año. En ese momento, la ganadería trashumante estaba en pleno apogeo, en España había alrededor de 3'5 millones de cabezas trashumantes, debido en parte a la alta cotización de la lana fina procedente de ovejas merinas, que era por ello exportada a países de todo el mundo donde la valoraban por su gran calidad (Garzón, 2014).

Durante mucho tiempo la Trashumancia fue uno de los pilares del desarrollo económico y social de nuestro país. El monopolio español del comercio lanar desapareció con el saqueo de los mejores rebaños por las tropas francesas y británicas durante las guerras napoleónicas, además de por las numerosas exportaciones realizadas por la corona con anterioridad. Esto derivó en un gran declive en el número de cabezas de ganado ovino y en un abandono progresivo de la actividad trashumante (Garzón, 2014).

Fue durante el siglo XX, cuando muchos ganaderos optaron por trasladar sus rebaños en ferrocarril, hasta el año 1996 (VVAA, 2013), o en camión, abandonando así su paso por las vías pecuarias.

Por lo tanto, y con el objetivo principal de recuperar la Trashumancia, en 1992 se refundó la Asociación Concejo de la Mesta (Garzón, 2017). Desde entonces dicha asociación ha colaborado con más de 300 pastores para recuperar la antigua cultura trashumante, recorriendo casi 90 mil kilómetros de vías pecuarias por toda España con unas 325 mil ovejas, cabras, vacas y caballerías. Las cañadas son fundamentales para garantizar la libertad de tránsito de los ganaderos españoles con sus rebaños a lo largo y ancho del país, tanto para trayectos cortos como a media y larga distancia. A pesar del abandono y destrucción que actualmente sufren, aún se desplazan por ellas más de un millón de cabezas de ganado (Garzón, 2015).

La falta de reconocimiento social, el escaso relevo generacional y la disminución del consumo de carne de cordero son algunos de los factores principales que han favorecido su desaparición. Se deben poner en valor los múltiples servicios que este tipo de ganadería extensiva aporta tanto a la sociedad como al medio ambiente (Asociación Trashumancia y Naturaleza).

1.2. La ganadería extensiva y los servicios ecosistémicos proporcionados por la Trashumancia

Se entiende por ganadería extensiva la explotación de cualquier especie animal que dispone total o parcialmente de una base territorial con aprovechamiento de pastos o prados para alimentar el ganado (MAPA, 2017).

Los rumiantes abarcan el mayor porcentaje de este tipo de ganadería que no solo produce alimentos de calidad diferenciada, sino que constituye una gran alternativa para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible, ya que, principalmente, aprovecha recursos naturales, pastizales, monte bajo y hojarasca, sin competir con los cereales y el agua destinados a la alimentación humana. Así mismo, cumple una función fundamental para la absorción y fijación del CO₂ atmosférico en el suelo, favoreciendo la incorporación de nutrientes, reduciendo la erosión y aumentando la absorción de agua en el suelo profundo (Garzón, 2017).

En cuanto al cambio climático, está establecido por la comunidad científica (Gerber *et al.*, 2013; FAO, 2017) que la ganadería supone un 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La ganadería lleva en la faz de la tierra miles de años, y el problema del cambio climático es de reciente aparición. Las emisiones de gases de efecto invernadero en la ganadería extensiva no difieren de un sistema natural, es más, la ganadería extensiva se integra en el ecosistema, siendo parte del "fondo natural de emisiones de carbono" (Manzano y White, 2019).

En el trabajo de Casas y Manzano (2010), se recoge que, la trashumancia en camión es la que tiene mayores emisiones, debido al uso de combustible fósil en los desplazamientos, mientras que la ganadería trashumante a pie genera aproximadamente un 75% menos de emisiones de CO₂ respecto a las estantes.

Sin embargo, la sociedad actual aboga por un mundo con predominio de la agricultura y ganadería intensivas, puesto que emiten menos GEI. Pero hacen un uso mucho mayor de combustibles fósiles, los cuales son perjudiciales a largo plazo en el contexto del cambio climático (Smith *et al.*, 2016).

Según los trabajos de varios autores (Casas y Manzano, 2010; González *et al.*, 2012), la ganadería extensiva y la agricultura y ganadería ecológicas tienen como propósito mejorar los suelos evitando la erosión y desertización, reducir la contaminación medioambiental de las

aguas superficiales y freáticas, los suelos y del aire, disminuir la utilización de combustibles fósiles aportando menos CO₂ a la atmósfera y mejorar en lo posible la captación de carbono.

Para ello deben tomarse algunas medidas como pueden ser una adecuada gestión, imitando los procesos naturales, intentando evitar que se pierda la movilidad de ganado. La actividad trashumante facilita la distribución e incorporación de estiércol en el suelo, cobrando importancia en la fijación de carbono de manera natural, sin necesidad de maquinaria y teniendo impactos positivos sobre el medio ambiente (Garzón, 2019).

Además, los ganados trashumantes fomentan la sostenibilidad de zonas distintas, en el caso del rebaño estudiado, pastoreando el monte de las zonas de serranía durante los meses de verano y manteniendo las dehesas del sur en invierno. Con la particularidad de que también contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad vegetal a lo largo de las cañadas reales por la que transitan dos veces al año. Durante dicho camino, los animales recogen y dispersan millones de semillas tanto por endozoocoria, a través de las heces (Quintín, 2016), como por epizoocoria, adheridas a la lana (Manzano, 2004).

La dispersión de semillas deriva en otros servicios muy importantes para el medio ambiente como son el mantenimiento de la biodiversidad y la polinización. El pastoreo no solo promueve la biodiversidad sino que además, en su práctica, sobre todo en rebaños trashumantes por la gran capacidad de adaptación que tienen a los distintos medios naturales, causan un incremento importante en las poblaciones de insectos polinizadores, ya que promueven tasas óptimas de dispersión de semillas y permiten que las plantas florezcan de una estación a otra antes de ser ingeridas (Hevia *et al.*, 2013).

A día de hoy, el incremento de la industrialización en la producción agraria ha producido un abandono de la mayoría de prácticas trashumantes, creando un impacto negativo en la población de polinizadores (Manzano, 2004).

Todos estos beneficios comunes a los diversos modelos de ganadería extensiva presentes en España se denominan servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos son las contribuciones que generan los ecosistemas al bienestar humano, ya sean de abastecimiento, ambientales o culturales (FAO, consulta online).

La ganadería trashumante genera servicios de los 3 tipos, pero los de regulación y los culturales no perciben el mismo reconocimiento social que los de abastecimiento (Quintín, 2016).

Una vez enmarcado el conjunto de servicios ecosistémicos, en este trabajo nos centraremos en la dispersión de semillas por epizoocoria.

1.3. La epizoocoria: antecedentes científicos.

La epizoocoria es un método de dispersión de semillas por adhesión a las superficies externas de los animales. Esta dispersión es realizada por animales bien en su pelaje o en sus pezuñas, pero también puede realizarla el ser humano al realizar movimientos nómadas (Manzano, 2004).

A pesar de ser un método dispersivo muy eficaz, ha sido puesto en valor recientemente, ya que debido a la dificultad metodológica para estudiarlo no existían trabajos experimentales que avalaran su acción sobre el medio natural, y todavía menos los procesos dispersivos a larga distancia. Los primeros estudios revelan que existen multitud de especies capaces de realizar el transporte de semillas mediante epizoocoria, siendo las ovejas el animal con mayor potencial en el tiempo de retención y distancia de dispersión (Fischer *et al.*, 1996).

Posteriormente, fueron realizándose diferentes trabajos acerca de los métodos de dispersión de semillas conocidos. Es en uno de los experimentos de Manzano *et al.* (2006) donde fijaron semillas a la lana de las ovejas para observar en qué medida se iban desprendiendo.

Manzano *et al.* (2005) también investigaron la dispersión por endozoocoria, colocando una especie de pañales a las ovejas para recoger todas las semillas que excretasen en las heces.

En la misma línea, el año 2016, Teresa Quintín realizó su Trabajo Fin de Grado en Veterinaria basándose en la dispersión endozoócica del rebaño objeto de nuestro estudio durante su trashumar al sur, y obtuvo resultados muy satisfactorios acerca de la cantidad de semillas que transportan en las heces. Según el estudio de Quintín (2016), cada oveja excreta al día una media de 375 semillas, lo cual a nivel de rebaño supondría una dispersión de 27.000.000 de semillas durante los casi 500 kilómetros y 24 días de vereda (1.125.000 semillas/día).

Tal y como afirma Manzano (2015) en su tesis doctoral, "la dispersión resulta fundamental para las plantas de cara a colonizar nuevos ambientes favorables y a ser capaz de escapar de otros ambientes que se han tornado hostiles denota la importancia de realizar estos estudios. De esta manera, los 3000 animales herbívoros, ovinos trashumantes en el caso del rebaño estudiado, son un medio de transporte sumamente útil para las semillas que se adhieren a sus superficies externas, mayoritariamente mediante pequeños ganchos, recorriendo así cientos

de kilómetros y contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad vegetal del pastizal mediterráneo.

Además, Manzano (2004) ha realizado estudios experimentales que determinan que entre el 5 y el 47% de semillas iniciales son capaces de transportarse varios cientos de kilómetros sobre la lana de las ovejas trashumantes.

La dispersión endozoócora por el ganado ovino en áreas sometidas al abandono agrícola estudiada por Arrázola (1994), aproximaciones experimentales del potencial de adhesión de semillas al pelaje de los animales por Traba *et al.* (2001), Traba y Malo (2003), Will *et al.* (2007) y De Pablos y Peco (2007), la percepción sociológica de los servicios ambientales de la trashumancia descrita en la tesis de Oteros (2013), la contribución de la práctica trashumante a un mayor reclutamiento de arbolado en dehesas comprobada por Manzano (2015), el alto potencial para la epizoocoria ovina de los pastizales submediterráneos por Kalicarič *et al.* (2016) o la dispersión de los ungulados por epizoocoria en función de su pelaje, acicalamiento e interacciones sociales (Liehrmann *et al.*, 2018) son algunas de las múltiples revisiones que existen a nivel global y nacional.

Existen diversos índices que cuantifican la diversidad de las especies vegetales. En este trabajo se ha utilizado el índice de Shannon, también conocido como índice de Shannon-Weaver (Shannon and Weaver, 1949). Este índice es uno de los más utilizados en la investigación ecológica para cuantificar la biodiversidad específica de un ecosistema. Fue propuesto por C. E. Shannon, en el marco de la teoría de la información derivado de la teoría de la información como una medida de la entropía de un sistema. Según Pla (2006), su aplicación, comparada con otros índices de diversidad que se emplean habitualmente, presenta algunas ventajas, como por ejemplo que el índice no se ve afectado de manera significativa por el tamaño de la muestra.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es describir algunos de los servicios medioambientales que realiza la ganadería extensiva, profundizando sobre la epizoocoria o dispersión de semillas por adhesión, concretamente en el caso de los rebaños trashumantes.

Siendo los objetivos concretos del trabajo:

1º Obtener una aproximación del tipo y la cantidad de semillas adheridas a la superficie de las ovejas.

2º Valorar la diversidad vegetal que transporta un rebaño trashumante sobre la lana.

3º Estimar la cantidad potencial de semillas que un rebaño de 3000 ovejas puede diseminar al medio, es decir, estudiar la dispersión epizoocórica potencial del rebaño en su camino desde Guadalaviar (Teruel) a las dehesas de Vilches (Jaén) a lo largo de la Cañada Real Conquense.

3. METODOLOGÍA

Con la finalidad de cumplir dichos objetivos se ha realizado una breve revisión bibliográfica acerca de la trashumancia, su pasado, presente y futuro. Los servicios que la sociedad percibe de ella, así como de los procesos dispersivos de semillas, el estudio de los diversos artículos publicados sobre la zoocoria y sus implicaciones en el mantenimiento del medio natural.

Esta revisión ha sido realizada a partir de la búsqueda de artículos científicos en bases de datos tales como AlcorZe o PubMed, utilizando las palabras clave "epizoochory, transhumance, diaspora", la consulta del Boletín Oficial del Estado, la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster depositados en el repositorio de la Universidad de Zaragoza "Zaguán", y por último, mediante contacto con la Asociación Trashumancia y Naturaleza, desde donde me facilitaron diversos documentos de la amplia literatura del Dr. Pablo Manzano, y de D. Jesús Garzón, presidente de la Asociación Concejo de la Mesta. Además, para gestionar toda esta información, me he servido del gestor de referencias bibliográficas "Zotero".

Por otra parte, se ha llevado a cabo un trabajo experimental analizando la dispersión de semillas por epizoocoria en larga distancia, mediante su adhesión a la lana en un rebaño de

3000 ovejas de la raza Merina de los Montes Universales, una raza autóctona que presenta lana sobre toda la superficie del animal excepto en la zona de las carrilleras, con las patas descubiertas hasta la altura del corvejón y una producción aproximada de 2,25 kg de lana en las hembras y 3,5 kg en los machos (Ramo, 2012).

Este rebaño, junto con sus pastores, realiza la vereda atravesando la Cañada Real Conquense o de los Chorros (Figura 1) desde Guadalaviar, en la Sierra de Albarracín (Teruel), hasta la finca de "Plazuelas" ubicada en Vilches (Jaén) atravesando un total de casi 500 km en los 24 días de recorrido a pie que dura la vereda.

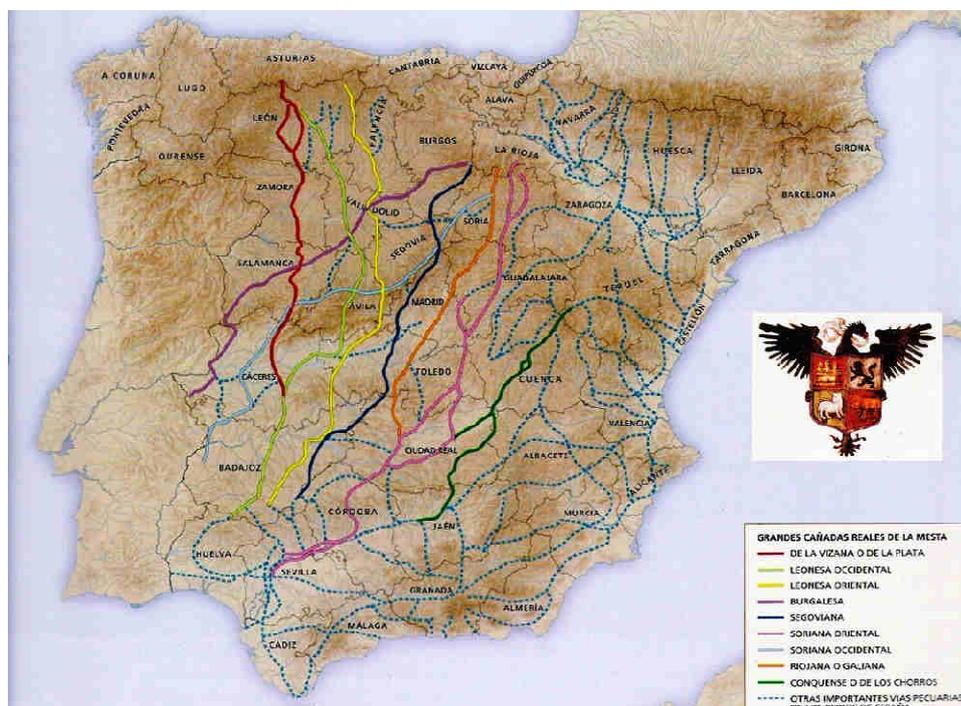


Figura 1. Mapa de las principales Vías Pecuarias españolas. Fuente: Asociación Concejo de la Mesta

El trabajo ha consistido en la recogida, separación y análisis de 60 muestras representativas de lana en las cuales aparece adherido un mayor o menor número de semillas, así como en la interpretación de las gráficas y datos resultantes de cada muestreo.

La metodología seguida para la realización del trabajo de campo divide los muestreos en tres grupos diferentes como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Cuadrante de muestreos realizados cada año

TOMA DE MUESTRAS	PRIMAVERA	SALIDA OTOÑO (Guadalaviar, Teruel)	LLEGADA OTOÑO (Vilches, Jaén)
2018		SI	SI
2019			SI

Durante la vereda de otoño de 2018, se realiza el primer muestreo, recogiendo muestras de lana de las mismas 20 ovejas tanto de manera previa a la salida desde Guadalaviar (Teruel) como a su llegada a Vilches (Jaén), obteniendo así 40 muestras de dicho año. El año siguiente, en la vereda de otoño de 2019 se vuelve a repetir la experiencia escogiendo otras 20 ovejas al azar. Sin embargo, en este caso, debido a la mínima variedad de semillas recogidas en la salida del año 2018 así como a consecuencia de las dificultades meteorológicas, se decide tomar únicamente muestras de los animales a su llegada a Vilches, el día 26/11/2019, obteniendo de este modo 20 muestras de la vereda de otoño de 2019.

Durante las veredas de primavera no se realizan extracciones debido a que las ovejas han sido esquiladas recientemente y no portan la suficiente cantidad de lana como para obtener una cantidad de semillas significativa. El esquila se realiza el día 05/05/2019, y la salida de los animales desde Vilches hacia Guadalaviar se produce el día 07/06/2019, por lo tanto, como la lana no ha crecido no se puede llevar a cabo la toma de muestras. Se decide esperar hasta el final de la vereda, a la llegada a Guadalaviar, pero allí tampoco se observa crecimiento ni adhesión de semillas que nos permita realizar un estudio fiable.



Figura 2. Ovejas con collares identificativos en Guadalaviar (Teruel). Fotografías: Nuria Traver Martínez

Con todos estos condicionantes previos, la experiencia en el año 2018 consiste en la colocación de 20 collares amarillos numerados del 1 al 20 a sus respectivas 20 ovejas escogidas al azar de entre las 3000 del rebaño, como se aprecia en la Figura 2. Estos collares se colocan el día 27/10/2018 en Guadalaviar antes de la salida de vereda el día siguiente, 28/10/2018.

Como vemos en la Figura 3, mientras se colocan se aprovecha para tomar muestras de semillas de cada uno de los animales.

Las muestras de lana son tomadas de la siguiente manera: se realizan tres extracciones de lana



o pellizcos al azar en cada uno de los siguientes puntos; cabeza, cuello, extremidades, flancos e ijares, con un total de 24 pellizcos por animal, obteniendo así un "pool" de muestras de cada animal. Cada una de las muestras es introducida en una bolsa de plástico hermética que se numera con un rotulador permanente indicando si se trata de la salida o la llegada de vereda de otoño, el año y el mismo número que lleva el animal en el collar (*P.ej.: S.O.18, 4 en el caso de tratarse de la oveja número 4 de la salida de otoño del año 2018*).

Figura 3. Extracción de lana a cada animal. [Fotografía: Arturo Soriano García](#)

Esta práctica se realiza así para tener la correspondencia entre las semillas recogidas y el animal portador, ya que el día 26/11/2018, a la llegada a Vilches, en la finca de "Plazuelas" a la vez que los ganaderos pasan el rebaño por la manga ganadera se aprovecha para retirar los collares mientras se vuelven a recoger muestras utilizando la misma metodología (Figura 4).



Figura 4. Recogida de muestras el 26/11/2018 en Vilches (Jaén). [Fotografía: Nuria Traver Martínez](#)

De esta manera podemos contrastar los datos obtenidos conociendo cuántas semillas y de qué especies, géneros o familias botánicas lleva cada animal al partir, y cuántas y de qué tipos lleva al llegar a destino, y de esta manera podemos hacer una aproximación a lo que han ido recogiendo y dispersando en el trayecto.

Se calculó el Índice de Shannon-Weaver para conocer la diversidad de semillas que transportan las ovejas. Este índice refleja la heterogeneidad de una población basándose en el número de especies presentes en ella y su abundancia relativa.

Se representa con el símbolo H' y se calcula siguiendo la siguiente fórmula:
$$H' = -\sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

Siendo S el número o riqueza de especies y π_i la proporción de individuos de la especie " i " respecto al total, es decir, la abundancia relativa de la especie " i ", que se calcula dividiendo n_i/N , donde n_i es el número de individuos de cada especie y N el total de individuos estudiado.

El índice de Shannon se puede convertir a una escala lineal, no logarítmica, calculando el número equivalente de especies. Este número es una medida de la diversidad real que pondera a todas las especies según su importancia relativa, y equivale a la exponencial del índice de Shannon (Lou y González-Oreja, 2012):

$$\text{número equivalente de especies} = e^{-\sum \pi_i \times \ln \pi_i} = e^{H'}$$

Para llevar a cabo el trabajo de campo relatado anteriormente fue necesario el desplazamiento tanto a Guadalaviar, el pueblo de salida en la provincia de Teruel, como a Vilches (Jaén), en las fechas oportunas para su realización.

Procesamiento de las muestras en laboratorio

Una vez recogidas las muestras en campo, se procesan manualmente extrayendo todas las semillas adheridas a la lana y se guardan en bolsas herméticas correctamente identificadas: número del animal, fecha de recogida y cantidad de semillas halladas. Posteriormente, la lana de cada animal se guarda y se pesa para poder realizar un cálculo en base a la cantidad de semillas extraídas por gramo de lana recogido (Figura 5).



Figura 5. Pesaje de semillas y de lana. [Fotografías: Nuria Traver Martínez](#)

Se ha estudiado cada una de las semillas a nivel individual con el fin de obtener una clasificación por especie y una comparativa interanual de las distintas semillas halladas, valorando las especies más representativas que el rebaño en cuestión transporta por epizoocoria a lo largo de la Cañada Real Conquense. Para identificar las distintas especies de semillas se ha utilizado el "Atlas de Malas Hierbas", Villarías (2006). Se han procesado, analizado y clasificado unas 2000 semillas en total.

Se han consultado las condiciones climáticas referentes a la primavera de los años 2018 y 2019 en varios puntos por los que transcurre la Cañada Real Conquense para relacionar la cantidad de semillas hallada con las precipitaciones registradas en dicho año. Para ello se han utilizado datos obtenidos de la página web Meteoclimatic, buscando las estaciones meteorológicas de municipios por los que pasa la ruta o próximos a ella: Griegos (Sierra de Albarracín), Cuenca y San Clemente (Ciudad Real).

Análisis de datos

Los datos se han analizado realizándose los siguientes cálculos, así como representaciones gráficas, mediante una hoja Excel: índice de Shannon-Weaver, cantidad de semillas extraídas por el peso de la lana en gramos de cada uno de los animales muestreados, promedios de los datos obtenidos, así como su desviación estándar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tipos de semillas adheridas a la lana de las ovejas: especies, géneros y familias botánicas

Las Cañadas Reales, como tantos otros ecosistemas, recogen una enorme cantidad de especies tanto faunísticas como vegetales. En nuestro caso, las especies plasmadas en el presente trabajo se reducen a una pequeña parte del total de la biodiversidad existente en el recorrido que atraviesa la vereda. Nos referimos a aquellas semillas que han ido desarrollando adaptaciones morfológicas para poder adherirse al pelaje del animal, bien sea por presentar ganchos, espinas pilosas, aristas con pequeños dientes o por contener sustancias pegajosas en su superficie (Manzano y Malo, 2006).

4.1.1. Resultados globales

En la Tabla 2 se muestran las distintas familias botánicas encontradas en la realización de el trabajo así como el porcentaje obtenido para cada una de ellas.

Para obtener los porcentajes que supone cada una de las familias recogidas sobre el total se realiza el conteo de semillas a nivel global, sumando las semillas recogidas decada oveja en cada muestreo y finalmente sumando el total de cada uno de los tres muestreos.

La mayor parte de las semillas recogidas se pueden clasificar en 5 familias botánicas, que ordenadas de mayor a menor representación en la muestra son: las asteráceas con un 33'9%, las umbelíferas con un 28'9%, las labiadas con un 18'5%, las leguminosas, concretamente papilionáceas con un 10'8% y las gramíneas con un 4% del total.

Tabla 2. Familias botánicas halladas sobre el total de semillas recogidas

FAMILIA BOTÁNICA	% SEMILLAS
<i>Asteraceae</i>	33,9
<i>Umbeliferae</i>	28,9
<i>Lamiaceae</i>	18,5
<i>Leguminoseae</i>	10,8
<i>Poaceae</i>	4,0
<i>Polygonaceae</i>	0,6
<i>Caryophyllaceae</i>	0,5
<i>Dipsacaceae</i>	0,1
<i>Cistaceae</i>	0,1
No identificadas	2,8

Aparecen también semillas de otras muchas familias como poligonáceas, cariofiláceas, dipsáceas y cistáceas escasamente representadas en el estudio.

Una vez obtenidos los porcentajes de cada familia a nivel global, en la Tabla 3 se muestra el número de semillas de cada familia halladas para cada uno de los muestreos realizados.

Tabla 3. Cantidad de semillas de cada especie o género identificado en cada muestreo.

Especies/Géneros/Familias botánicas identificadas	Familia botánica	Salida 2018	Llegada 2018	Llegada 2019	TOTAL
<i>Aegilops neglecta</i>	Poaceae	-	2	22	24
<i>Aegilops triuncialis</i>	Poaceae	2	7	46	55
<i>Agrostemma githago</i>	Caryophyllaceae	-	2	7	9
<i>Caucalis platycarpus</i>	Umbeliferae	-	2	18	20
<i>Cistus ladanifer</i>	Cistaceae	-	-	1	1
<i>Daucus carota</i>	Umbeliferae	-	10	5	15
<i>Eryngium campestre</i>	Umbeliferae	4	-	-	4
<i>Labiadas</i>	Lamiaceae	-	45	318	363
<i>Medicago sp.</i>	Leguminosae	-	47	165	212
<i>Rumex obtusifolium</i>	Polygonaceae	-	11	0	11
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Dipsacaceae	-	1	0	1
<i>Senecio sp.</i>	Asteraceae	-	-	2	2
<i>Torilis sp.</i>	Umbeliferae	40	283	204	527
<i>Xanthium spinosum</i>	Asteraceae	445	67	51	563
<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	-	59	41	100
NO IDENTIFICADAS	-	-	6	48	54
		491	542	928	1961

A partir de los datos recogidos en esta tabla observamos que el total de semillas procesadas en la elaboración del trabajo es de 1961, casi 2000 semillas separadas, identificadas y clasificadas.

En la Figura 6 aparecen las 5 familias botánicas que presentan mayor importancia, así como la cantidad que se ha obtenido de cada una de ellas en los tres momentos de recogida: en octubre de 2018 antes de partir de Guadalaviar (Teruel), en noviembre de 2018 al llegar a Vilches (Jaén) y en noviembre de 2019 también a su llegada a la finca de "Plazuelas" en Vilches.

En esta figura se puede observar que en la salida de 2018 hay una escasa variedad de familias botánicas, destacando únicamente por su abundancia las asteráceas y en menor medida las umbelíferas.

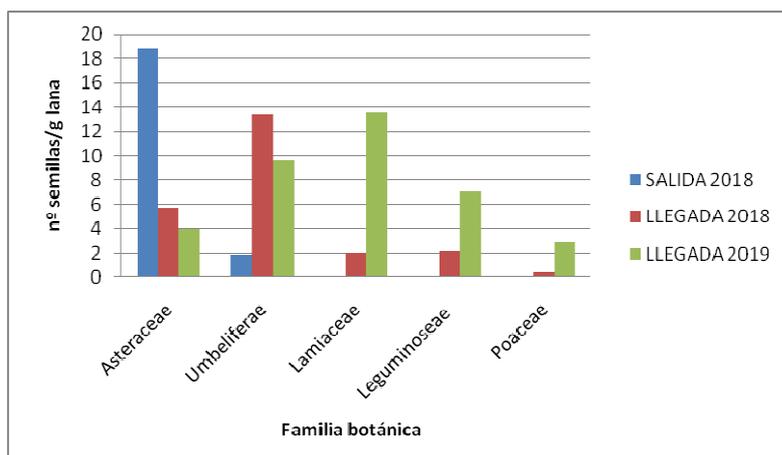


Figura 6. Distribución de las familias botánicas en los distintos muestreos.

En la llegada de 2018 y 2019 vemos un reparto más equitativo en cuanto a las familias botánicas encontradas, pero resulta relevante apreciar que, a pesar de que en 2018 existe un ligero incremento en la cantidad de asteráceas y umbelíferas con respecto a las recogidas en 2019, en el resto de familias (labiadas, leguminosas y gramíneas) existe una gran diferencia entre estos dos años, resultando mucho más abundante la recogida en el año 2019.

Si nos fijamos en otros trabajos realizados como el de Quintín (2016) en el cual se estudiaba la dispersión mediante endozoocoria del mismo rebaño de Merinas de los Montes Universales, vemos que también llevó a cabo el reconocimiento de las diferentes familias botánicas. La diferencia que encontramos con los datos del estudio actual, es que tras germinar las semillas obtuvo sobre todo plántulas de quenopodiáceas, gramíneas y, en menor cantidad, leguminosas.

4.1.2. Estudio de las diferencias entre la salida y la llegada a destino de las ovejas

En la Figura 7 se muestra una comparativa de las diferentes familias, géneros o especies de semillas recogidas entre la salida y la llegada a destino de las ovejas del año 2018.

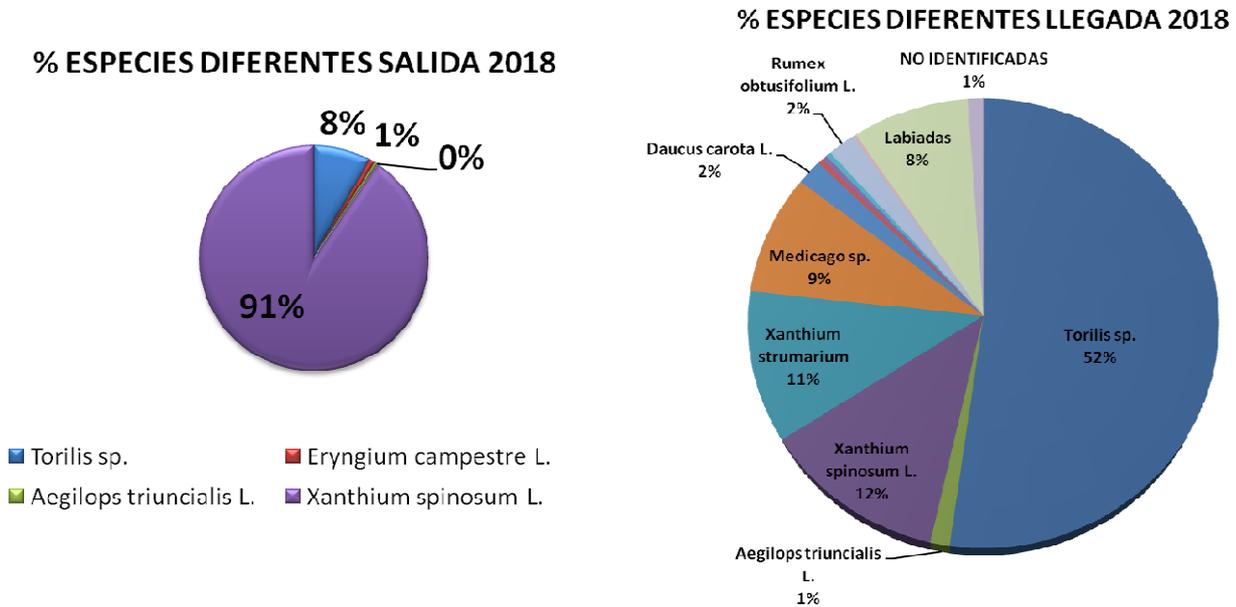


Figura 7. Comparativa de gráficos de porcentajes por especie en la salida y la llegada de 2018

En la salida de 2018 encontramos tan solo 4 especies o géneros de semillas de especies diferentes, siendo por orden de abundancia, *Xanthium spinosum*, con un 91%, *Torilis sp.*, con un 8% y en menor medida *Eryngium campestre* y *Aegilops triuncialis*.

En la Figura 8, se muestra esta semilla de *Xanthium spinosum L.* bajo la lupa, apreciándose que presenta espinas pilosas y pequeñas aristas con dientes que, como hemos comprobado viendo el porcentaje de recogida, le ayudan a adherirse a la lana de manera muy exitosa.



Figura 8. Semilla de *Xanthium spinosum L.* Fotografías: Nuria Traver Martínez (izda), Atlas de Malas Hierbas (dcha)

En la llegada del mismo año, vemos un cambio radical en la gráfica, que pasa a incluir hasta 13 especies o géneros de semilla diferentes, siendo la predominante el género *Torilis sp.* (Figura 9) con un 52% del total, seguida por *Xanthium spinosum* con un 12%, *Xanthium strumarium* con un 11%, *Medicago sp.* con un 9% y un tipo de semilla de la familia de las Labiadas, que ocupa el 8%, siendo el resto de especies encontradas menos relevantes.



Figura 9. Semilla de *Torilis sp.* Fotografía: Nuria Traver Martínez

4.1.3. Estudio de las variaciones interanuales (2018-2019)

Para realizar el estudio de las variaciones interanuales interpretamos la Figura 10, donde vemos que en la llegada de 2019 se encuentran 13 especies o géneros distintos de especies de semillas, al igual que en la llegada de 2018. Aunque en 2019 observamos unos porcentajes más repartidos entre el total de los tipos de semillas (especies, géneros o familias botánicas).

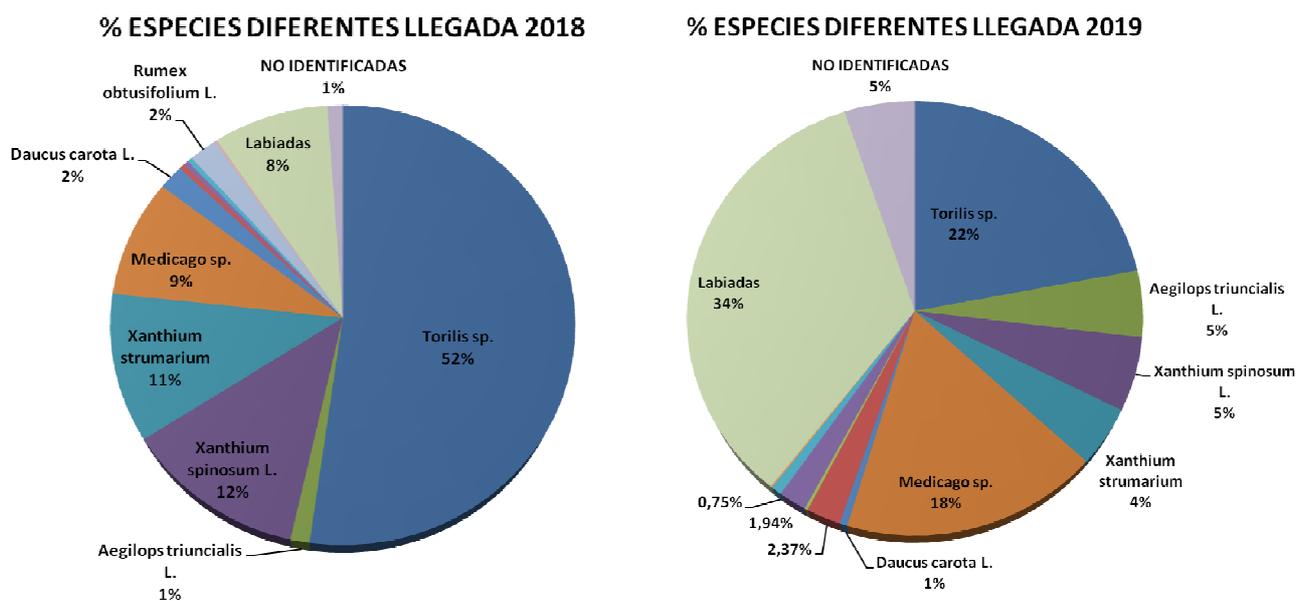


Figura 10. Comparativa de gráficas de porcentajes por especie en la salida de 2018 y la llegada de 2019

Siendo la semilla más abundante en 2019 la de la familia botánica de las Labiadas (Figura 11) con un 34% del total, seguida de *Torilis sp.* con un 22% y *Medicago sp.* con un 18%. El resto de especies encontradas en mayor porcentaje son *Aegilops triuncialis* y *Xanthium spinosum* con un 5%, *Xanthium strumarium* con un 4% y *Daucus carota* con un 1% del total.



Figura 11. Semilla de la familia botánica *Lamiaceae* Fotografía: Nuria Traver Martínez

También existe un 5% de semillas que no se han logrado identificar por su familia botánica, género o especie.

Por último, para observar mejor el número de semillas encontradas para cada género o especie en cada muestreo interpretaremos la Figura 12. Los datos de la salida de 2018 aparecen en naranja, los de la llegada de 2018 en verde y los correspondientes a la llegada de 2019 en azul.

En la salida de 2018 vemos que existe un claro predominio de la especie *Xanthium spinosum*, que prácticamente monopoliza las semillas halladas en esa toma de muestras con 445 semillas del total, que son 491.

A la llegada, sin embargo, vemos que van apareciendo muchos otros tipos de semilla, reduciéndose la dominancia de *Xanthium spinosum* y creciendo la de otros géneros como *Torilis sp.*, *Medicago sp.* o la especie *Xanthium strumarium*. Se observa también que hay algunos tipos de semilla de las cuales no se ha encontrado ningún ejemplar, pero se han reflejado ya que en la toma de muestras de 2019 sí vemos semillas de esos géneros y especies.

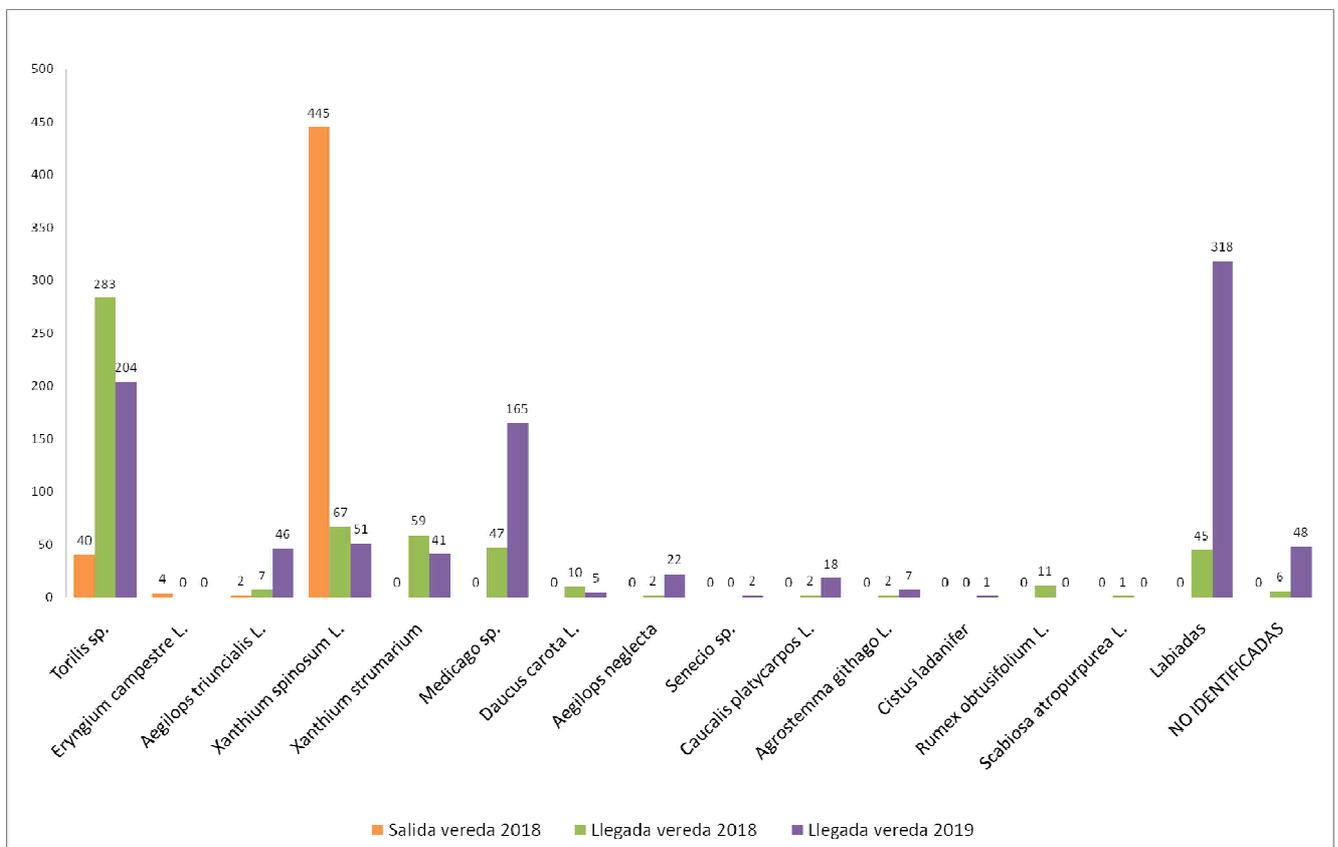


Figura 12. Gráfica de barras que compara la cantidad de semillas por especie en cada muestreo

En la llegada de 2019 vemos un aumento tanto en la variedad como en el número de semillas, con un total de 928 recogidas en el muestreo de 2019 frente a las 491 y las 542 recogidas en la salida y llegada de 2018. Teniendo en cuenta que el método de extracción, separación e identificación es el mismo en todos los casos, se puede concluir que el año 2019 hubo una mayor cantidad de semillas transportadas sobre la lana.

4.2. Número de semillas adheridas a la lana de las ovejas

Una vez finalizado el proceso de separación de semillas de la lana, se obtuvieron 60 bolsas herméticas (20 de cada muestreo) cada una de ellas con una cantidad de semillas diferente. Si comparamos el número de semillas obtenidas por gramo de lana en cada oveja al salir y al llegar a su destino el año 2018 (Figura 13), veremos que aunque en algunos animales se observa mayor cantidad de semillas a su llegada a destino, la mayoría de ellos tienen una cantidad similar, incluso mayor antes de salir de vereda.

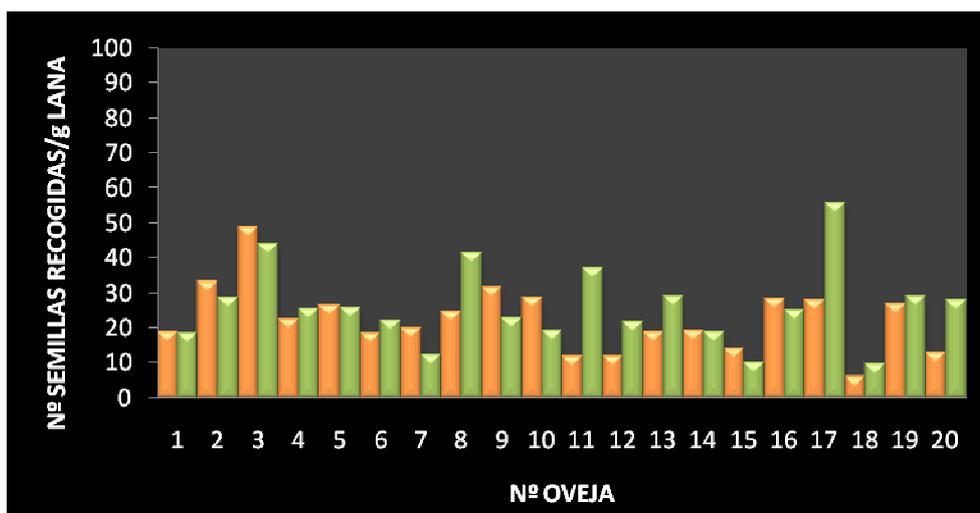


Figura 13. Gráfica comparativa entre el número de semillas/g de lana a la salida y a la llegada a destino en 2018 (Naranja: Salida / Verde: Llegada).

El hecho de que al llegar a Jaén las ovejas presenten una variedad de semillas superior sobre la lana puede explicarse fácilmente, ya que durante el trayecto que realizan pasan por parajes muy diversos atravesando zonas arbustivas y de matorral de las que van adquiriendo semillas y otros propágulos que pueden ir diseminándose a lo largo del camino o bien permanecer adheridos sobre la superficie del animal.

Además, en este caso, no apreciamos una diferencia muy elevada entre la cantidad de semillas recogidas en uno y otro muestreo, siendo un total de 491 en la salida y 542 en la llegada.

Esta diferencia tan relativamente pequeña puede deberse a que la diversidad de semillas que aparece en cada uno de ellos es distinta. Es decir, si al salir presentan menor variedad de especies que al llegar, pero la cantidad final de semillas recogidas es similar, podemos plantear la siguiente hipótesis: durante el camino las ovejas han tenido que dispersar una cantidad considerable de las semillas que portaban en la salida y a su vez acumular otras diferentes, para que de ese modo, al realizar la segunda recogida la cantidad de semillas sea similar a pesar de presentar mayor diversidad.

En el caso de la comparativa entre los registros de semillas de la llegada del año 2018 y los del año 2019 sí observamos que existe una mayor diferencia en el número de semillas recogidas por gramo de lana y oveja (Figura 14). En azul, observamos los datos de 2019, siendo en casi todos los casos superiores a los del año anterior, con un total de semillas recogidas de 928, mientras que en 2018 se recogieron 542.

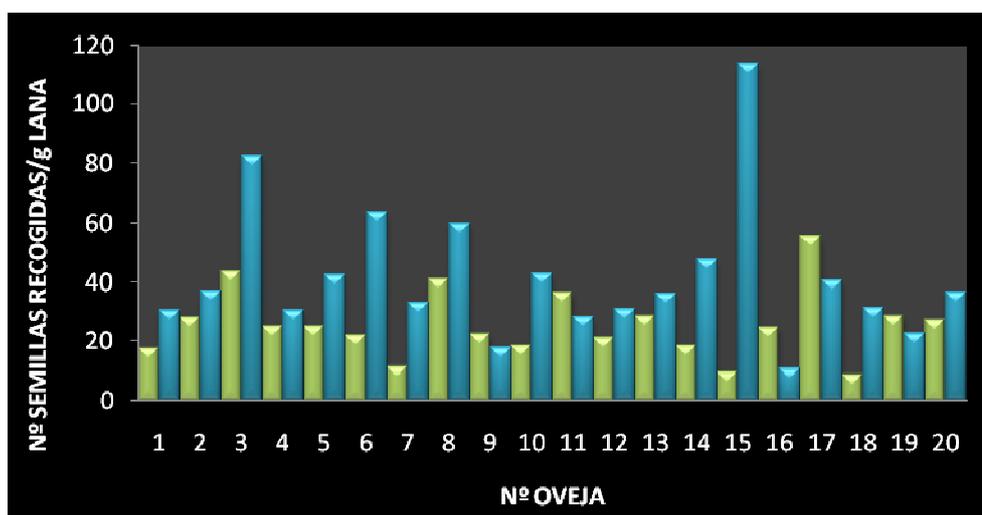


Figura 14. Gráfica comparativa entre el número de semillas/g de lana a la salida y a la llegada a destino en 2018 y en 2019 (Verde: 2018 / Azul: 2019).

En esta gráfica se puede apreciar que el conjunto de los animales seleccionados para el experimento han transportado un número considerablemente superior en el año 2019 que en el año 2018.

Teniendo en cuenta que el trayecto realizado no varía, se buscaron las condiciones climáticas que se dieron en la primavera de ambos años, observando que hubo mayor abundancia de precipitaciones en la primavera del año 2019 que en la de 2018. Ese incremento en la cantidad de agua pudo dar lugar a un aumento de la producción vegetal, y por tanto a un escenario más favorable para la germinación y viabilidad de las plantas, de modo que la Cañada Real

Conquense presentase mayor cantidad de potenciales semillas que el rebaño pudo recoger a su paso por la vereda.

Para ilustrar esa diferencia pluviométrica se han buscado los datos correspondientes a dicha época tanto del año 2018 como 2019 (Figura 15), en varios puntos por los que discurre la cañada, como son Griegos (Sierra de Albarracín), Cuenca y San Clemente (Ciudad Real).

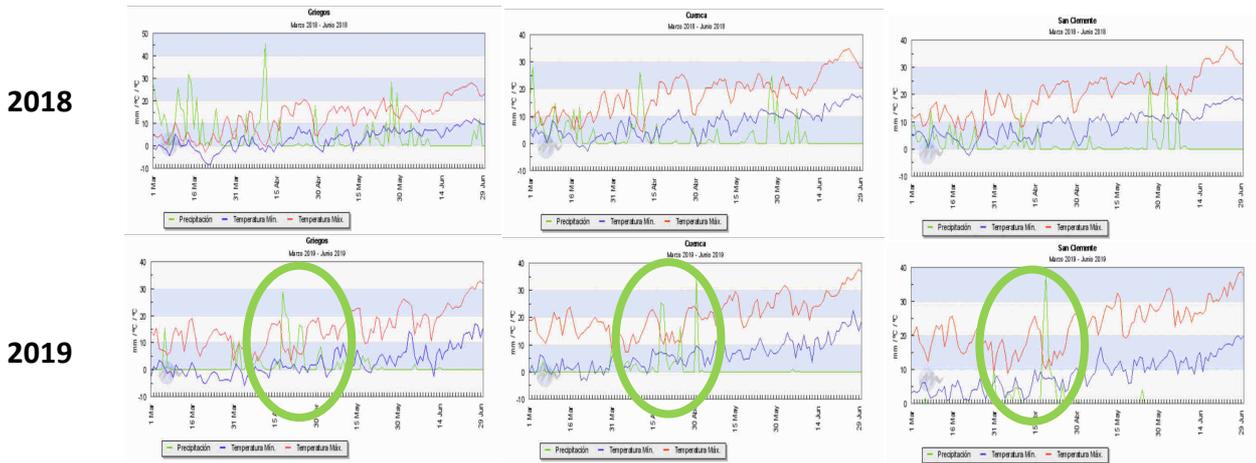


Figura 15. Datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas de Griegos, Cuenca y San Clemente. Meteoclimatic.

4.3. Riqueza y diversidad de semillas adheridas a la lana de las ovejas

Como se ha comentado en el apartado de Metodología, para valorar la diversidad de la comunidad vegetal estudiada se ha calculado el índice de Shannon-Weaver (Shannon and Weaver, 1949) y el número equivalente de especies (Lou y González-Oreja, 2012).

Normalmente los valores del índice de Shannon varían entre 0'5 y 5, aunque su valor normal se encuentra entre 2 y 3. Se interpreta que valores menores a 2 son ecosistemas con una diversidad de especies relativamente baja, mientras que los mayores a 3 son altos (Lou y González-Oreja, 2012).

El número equivalente de especies, calculado como antilogaritmo del índice de Shannon-Weaver ($e^{H'}$), cuantifica el número de especies que son igualmente abundantes dentro del total de las especies de la comunidad estudiada. Cuanto mayor sea la diferencia entre $e^{H'}$ y S , el total de especies, menos diversa será la comunidad (Pla, 2006).

Tras realizar los cálculos necesarios se han obtenido los siguientes valores mostrados en la Tabla 4 tanto del índice de Shannon (H') como del número equivalente de especies ($e^{H'}$):

Tabla 4. Índice de Shannon y número equivalente de especies para cada muestreo

	Salida 2018	Llegada 2018	Llegada 2019
Índice de Shannon (H')	0,36	1,59	1,86
Número equivalente ($e^{H'}$)	1,43	4,90	6,41
Número total de especies (S)	4	13	13

Con estos datos, podemos concluir que, en el caso de nuestro trabajo, los tres muestreos nos indican que la comunidad de semillas estudiada tiene una diversidad de especies relativamente baja. Si bien se aprecia que, mientras a la salida de la vereda en 2018 tenemos un índice de Shannon de 0'36, en la llegada de los dos años estudiados, esta cifra se incrementa considerablemente, siendo de 1'59 y 1'86 en 2018 y 2019 respectivamente.

Estudiando el número equivalente de especies, vemos que nos indica que la comunidad es poco diversa, obteniéndose una gran diferencia entre $e^{H'}$ y el número total de especies en cada muestreo. Aun así, vemos que el muestreo que presenta mayor diversidad es el de la llegada de 2019, con un número equivalente de 6'4, el cual proporcionalmente se aproxima más a 13 (el número total de especies) que en el caso de las tomas de muestras realizadas en 2018.

Teniendo en cuenta que nuestro muestreo abarca tan solo una parte de la vegetación presente en el ecosistema (el conformado por las semillas con sistemas de adhesión a la lana), es lógico obtener valores de diversidad de especies de semillas relativamente bajos.

Comparando los muestreos realizados a la salida y a la llegada (2018), se puede concluir que la diversidad de semillas es superior al llegar a Vilches (Jaén) que a la salida. Esta conclusión era la esperada, porque al realizar el muestreo en Guadalaviar (Teruel), los animales únicamente se han movido por su zona habitual, sin atravesar las distintas provincias y ecosistemas diferentes, cada una con sus particularidades en cuanto a la vegetación.

El trayecto que realiza el rebaño discurre por las provincias de Teruel, Cuenca, Ciudad Real y Jaén. A lo largo de este recorrido van apareciendo distintos paisajes: desde Guadalaviar Teruel) hasta Cuenca, encontramos un paisaje de serranía, con abundantes pinares, monte bajo y matorral. Al ir adentrándonos en Castilla-La Mancha van apareciendo zonas de cultivos, grandes llanuras, olivares, viñas y cereal, mientras que según vamos llegando al sur de Ciudad Real y entramos en la provincia de Jaén observamos un paisaje de dehesa, encinares y un relieve más irregular (Quintín, 2016).

Cuanto mayor es el trayecto recorrido por los animales, mayor es la probabilidad de captar semillas de diferentes especies vegetales. Además, en los últimos kilómetros de recorrido que transcurren a lo largo de las dehesas jienenses, hay una probabilidad superior de que exista una diversidad de especies más elevada (Quintín, 2016).

Estas semillas no tienen el mismo tiempo para desprenderse que las que se adhirieron en tramos anteriores de la ruta (Manzano, 2004) y continuarían adheridas a la lana en el momento de la recogida de muestras a la llegada de las ovejas a su destino.

4.4. Dispersión epizoócica potencial del rebaño. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

El vellón completo de una oveja de la raza Merina de los Montes universales tiene un peso medio de 2'25 kg en el momento del esquila (MAPA, 2020), que en el rebaño estudiado se realiza a primeros de mayo. Al esquila seis meses después de realizar los muestreos y para no sobreestimar datos, supondremos que en el momento de la toma de muestras las ovejas tendrán algo menos de la mitad del vellón completo, un mínimo de 1kg de lana por oveja.

Una vez hecho el análisis de datos obtenemos que la cantidad de semillas contenida en su superficie sería de **26.149** semillas a su llegada en 2018 y de **42.065** semillas al llegar en 2019.

Extrapolando los datos para el rebaño completo de 3000 ovejas, obtenemos unas cifras de retención de semillas en la lana de **78.446091** y **126.195.339** de semillas en 2018 y 2019 respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Número de semillas adheridas a la superficie lanar según los datos recogidos en cada muestreo.

Nº SEMILLAS ADHERIDAS	1 g LANA	Desv. estándar	Por oveja (1kg lana)	Por rebaño
Salida 2018	22,51	9,64	22510	67529902
Llegada 2018	26,15	11,49	26149	78446091
Llegada 2019	42,07	23,37	42065	126195339

En los tres muestreos se obtienen desviaciones estándar relativamente elevadas, es decir, hay una alta dispersión de los datos, por lo que las estimaciones del promedio de la población no serán tan precisas como podríamos desear. Esto puede deberse a que el tamaño de la muestra es pequeño, de tan solo 20 animales de los 3000 totales que conforman el rebaño. Este problema se solucionaría utilizando un tamaño muestral más grande, que nos daría una estimación de la media poblacional más precisa, pero eso conllevaría un trabajo de una envergadura mucho mayor, que sobrepasaría los requerimientos para un Trabajo Fin de Grado.

De esta manera podemos estimar la cantidad de semillas que las ovejas diseminarán una vez llegadas a su destino en las dehesas jienenses, ya que, siguiendo los estudios de Manzano, P (2004) "la cantidad de propágulos perdidos desciende rápidamente hasta situarse en torno valores de 10-7‰ por día tras una semana". Por lo que asumimos que las ovejas dispersarán como mínimo un 10‰ de las semillas que se han adherido a su superficie (Tabla 6). diseminando una cantidad mayor con el paso del tiempo.

Tabla 6. Dispersión de semillas por oveja y por el rebaño suponiendo un 10% de caída después de una semana.

Número de semillas	Dispersión por oveja	Dispersión por rebaño
Salida 2018	225	675299
Llegada 2018	261	784461
Llegada 2019	421	1261953

En la llegada del año 2018, dicha cantidad sería de **784.461**, en comparación de la del año 2019, que sería bastante superior, de **1.261.953** semillas por las 3000 cabezas de ganado. Esta diferencia, como ya hemos comentado en apartados anteriores, puede deberse a los distintos tipos de vegetación y a la mayor pluviosidad que hubo durante la primavera del año 2019 a lo largo de la Cañada Real Conquense.

Sin embargo, al realizar la comparativa entre los datos de 2018 de la salida desde Guadalaviar y la llegada a Jaén, vemos que en la salida las ovejas llevaban también una alta cantidad de semillas adheridas, **22.510** por oveja (Tabla 5), lo que se correspondería con un total de **67.529.902** en el rebaño completo y, al calcular el 10%, una dispersión aproximada de **675.299** semillas (Tabla 6), pero debemos tener en cuenta que esa cantidad de semillas se refiere únicamente a 4 especies de semillas (*Xanthium spinosum*, *Aegilops triuncialis*, *Torilis sp.*, *Eryngium sp.*), en comparación con las encontradas a la llegada del rebaño a destino, donde se han identificado hasta 13 especies diferentes como se comenta en el apartado 4.1.2.

Basándonos en este supuesto, y analizando el tipo de semilla que se recogió en mayor cantidad en la salida desde Guadalaviar, *Xanthium spinosum*, observamos que al llegar a Vilches las mismas ovejas tenían un 84,9% menos de semillas de esta especie (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentajes de la semilla *Xanthium spinosum* obtenidos en 2018 y 2019

<i>Xanthium spinosum</i>		%
nº semillas 2018	445	100
nº semillas 2019	67	15,1
Diferencia	378	84,9

Por lo tanto las cifras de obtenidas de la dispersión de *Xanthium spinosum* muestran que las ovejas han logrado dispersar a lo largo de la ruta una alta proporción de las semillas que inicialmente portaban.

Con los datos que hemos obtenido en nuestro trabajo no podemos valorar de forma precisa el periodo de tiempo que permanecen las semillas adheridas sobre la lana, pero sí podemos

hacernos una idea global y aproximada viendo el porcentaje de semillas que presenta mayor adhesión y, por tanto, mayor potencial de diseminación a larga distancia.

Por otro lado, quizá el hecho de que algunas semillas no lleguen en un alto porcentaje al final del camino se deba a que se han desprendido en mayor cantidad durante el trayecto y al realizar el muestreo ya no están adheridas a la lana (Manzano, 2004).

Por último, si realizamos una comparativa entre la dispersión de semillas por endozoocoria y epizoocoria, utilizando los datos obtenidos por Quintín (2016), observamos que a nivel general, aunque ambas suponen métodos muy efectivos de transporte de semillas, la endozoocoria parece tener una mayor importancia, ya que el rebaño dispersa una aproximación de 27.000.000 semillas a través de las heces en toda la ruta y, con los cálculos que hemos realizado, dispersaría 1.262.000 semillas por epizoocoria al desprenderse de la lana. No obstante, como hemos comentado, nuestras estimaciones se refieren a los mínimos potenciales que cabría esperar, teniendo en cuenta además que disponemos solamente de muestreos al inicio y al final de la ruta trashumante.

5.CONCLUSIONES

Los diversos modelos de ganadería extensiva presentes en España generan multitud de beneficios ambientales. La ganadería trashumante, en declive en la actualidad, proporciona un amplio abanico de servicios ecosistémicos, incluyendo la dispersión de semillas por endozoocoria y epizoocoria a larga distancia, que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad vegetal a lo largo de las rutas trashumantes.

Del presente trabajo, centrado en el estudio experimental del transporte de semillas mediante epizoocoria en un rebaño trashumante de 3000 ovejas a lo largo de una ruta de casi 500 km y 24 días de desplazamiento a pie, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- La cantidad de semillas adheridas a la lana de las ovejas fue similar al inicio y al final de la ruta en 2018, con un promedio de 23 semillas por gramo de lana al salir y de 26 semillas por gramo de lana al llegar las ovejas a su destino. Se encontraron 4 especies de semillas diferentes antes de salir (2018) y 13 especies distintas a la llegada a destino tanto en el muestreo de 2018 como en el de 2019. Estas diferencias están relacionadas con la gran variedad de tipos de vegetación por el que las ovejas transitan a lo largo de la ruta, frente a menos tipos de vegetación transitada antes del inicio de la ruta.
- La comparación entre la llegada a destino en 2018 y 2019 indicó diferencias interanuales, con 928 semillas adheridas a la lana en el segundo año frente a 542 en el primero en el conjunto de ovejas muestreadas. Este incremento se asocia a una pluviosidad más abundante en la primavera de 2019. Por tanto, la pluviosidad sería un factor determinante de la capacidad dispersiva por epizoocoria.
- Se encontraron adheridas a la lana semillas pertenecientes a 9 familias botánicas diferentes, predominando las familias botánicas *Asteraceae* (con un 34% de abundancia), *Umbeliferae* (29%), *Lamiaceae* (18'5%), *Leguminoseae* (11%) y *Poaceae* (4%).
- A la salida de la ruta en 2018, la semilla predominante (con un 91% de abundancia), fue *Xanthium spinosum*, una especie de la familia de las *Asteraceae* con sistemas adherentes en sus semillas. A la llegada a destino, predominó en cambio *Torilis sp.* con

un 52%, indicando dispersión de *Xanthium spinosum* a largo de la ruta. A la llegada en 2019, predominó una semilla de la familia de las labiadas, con un 34% de abundancia.

- El índice de diversidad de Shannon-Weaver y el Número Equivalente de especies mostraron que la diversidad de semillas adheridas es relativamente baja, en consonancia con el hecho de que las semillas adheridas son un subconjunto de las semillas presentes en la vegetación, constituido por aquellas especies con mayor poder adherente.
- Cada oveja puede transportar adheridas a su vellón más de 42.000 semillas por kg de lana, lo que en un rebaño de 3000 ovejas implicaría más de 120 millones de semillas adheridas. Teniendo en cuenta que no todas estas semillas se desprenden, se ha estimado que la dispersión epizoócora potencial al final de la ruta en 2019 fue de 421 semillas por oveja, por lo que 3000 ovejas diseminarían un mínimo de 1.260.000 semillas. La cifra obtenida en 2018 es inferior, con 261 semillas por oveja y casi 800.000 semillas para el rebaño en su conjunto.

El transporte y dispersión de semillas por el ganado mediante epizoocoria y a larga distancia es un proceso dinámico complejo dependiente de diversos factores. Mediante nuestro estudio en el contexto de un Trabajo Fin de Grado, se han valorado la adhesión de semillas solamente al inicio y al final de la ruta, por lo que la capacidad dispersiva del rebaño es probablemente muy superior a los resultados aportados en el estudio. Son necesarios estudios más en profundidad a lo largo de todas las etapas de la ruta para valorar de una manera precisa la capacidad dispersiva del rebaño.

The diverse models of extensive livestock systems in Spain generate a multitude of environmental benefits. Transhumant livestock, currently in decline, provides a wide range of ecosystem services, including long-distance seed dispersal by endozoochory and epizoochory, which contribute to the maintenance of biodiversity along transhumant routes.

From the present work, focused on the experimental study of seeds transportation by mean of epizoochory in a transhumant flock of 3,000 sheep along a route of almost 500 km and 24 days of walking, the following conclusions have been obtained:

- The amount of seeds attached to the sheep's wool was similar at the beginning and end of the route in 2018, with an average of 23 seeds per gram of wool when leaving

and 26 seeds per gram of wool when the flock arrives to destination. Four different species of seeds were found before leaving and 13 (2018) different species upon arrival at the destiny, both in the 2018 and 2019 sampling. These differences are related to the great variety of types of vegetation through which sheep moves along the route, versus a few types of vegetation used before the start of the route.

- The comparison between the arrival at destination in 2018 and 2019 indicated inter-annual differences, with 928 seeds attached to the wool in the second year compared to 542 in the first years in the whole sampled sheep. This increase is associated with higher rainfall in the Spring of 2019. Therefore, rainfall would be a determining factor of the dispersive capacity by epizoochory.

- Seeds belonging to 9 different botanical families were found attached to the wool, where the botanical families *Asteraceae* (with 34% abundance), *Umbeliferae* (29%), *Lamiaceae* (18.5%), *Leguminoseae* (11%) and *Poaceae* (4%) predominated.

- At the beginning of the route in 2018, the predominant seed (with 91% abundance) was *Xanthium spinosum*, an *Asteraceae* species with abundant adherent systems. Once at destination, the seed *Torilis* sp. it predominated with 52%, indicating dispersal of *Xanthium spinosum* along the route. Upon arrival in 2019, a *Lamiaceae* seed predominated, with 34% abundance.

- The Shannon-Weaver diversity index and the Equivalent Number of species showed that the diversity of attached seeds is relatively low, in line with the fact that attached seeds are a subset of the seeds present in the vegetation, made up of those species with greater adherence power.

- Each sheep can transport more than 42,000 seeds per kg of wool attached to its fleece, what in a flock of 3,000 sheep would imply more than 120 million seeds attached. Taking into account that not all of these seeds are shed, we estimated that the potential epizootic dispersal at the end of the route in 2019 was 421 seeds per sheep, so that 3,000 sheep would spread a minimum of 1,260,000 seeds. The number obtained in 2018 was lower, with 261 seeds per sheep and almost 800,000 seeds for the flock as a whole.

Long-distance livestock seed transport and dispersal by epizoochory is a complex dynamic process dependent on several factors. Through our study in the context of a Final Degree

Project, only the attachment of seeds at the beginning and at the end of the route has been assessed, so the dispersive capacity of the flock is probably much higher than the results of our study. Further studies should be done along all the steps of the route in order to accurately assess the dispersive capacity of the sheep flock.

6. VALORACIÓN PERSONAL

Para comenzar quiero agradecer su ayuda a todas aquellas personas que han colaborado de una u otra manera a la elaboración de este trabajo: a mi familia, por apoyarme de manera incondicional en todo momento, mamá, papá, sin vosotros no habría llegado hasta aquí; a mis tutoras, Olivia y Marian, gracias por vuestra paciencia, dedicación y sabiduría; a las familias trashumantes (e hijos), Jose y Arturo, Lupe y Vidal, Ana María e Ismael, Juani y Urbano, por recibirme y hacerme sentir en casa desde el primer momento. Y en especial gracias a ti, Arturo, por convertirte en mi compañero de camino y permitirme conocer de primera mano esta forma de vida que me ha apasionado desde que era una niña.

La realización de este Trabajo Fin de Grado me ha enriquecido mucho tanto a nivel académico como humano. Me ha permitido conocer las dehesas jienenses y acercarme más a la cultura Trashumante que, a pesar de creer conocer por descender de Guadalaviar, me he dado cuenta que desconocía por completo.

En cuanto a la parte académica, me he iniciado en el trabajo de campo mediante la toma de muestras, y he aprendido a estructurar y redactar un trabajo científico, expresarlo en la terminología adecuada y a citar la bibliografía con corrección.

Además, la necesidad de identificar cada una de las semillas me ha enseñado mucho acerca de familias botánicas y especies vegetales, aprendiendo también sobre el cálculo de índices de la diversidad vegetal.

Para finalizar decir que, a pesar del gran trabajo realizado, el resultado obtenido me produce una enorme satisfacción personal, ya que además de conocer los datos de dispersión de semillas por epizoocoria de un rebaño conocido, este trabajo puede servir para justificar y ensalzar uno de los servicios ecosistémicos que la trashumancia aporta a la sociedad.

7. BIBLIOGRAFÍA

Arrázola, JEM (1994). Dispersión endozoócora por el ganado ovino en áreas sometidas al abandono de las labores agrícolas tradicionales. En: *XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)*: [Recursos pastables: hacia una gestión de calidad] p. 53–58.

Asociación Trashumancia y Naturaleza [Consulta 20 de marzo de 2020] Disponible en: <http://www.pastos.es/principal.htm>

Casas, R; Manzano, P (2010). Hagamos bien las cuentas. Eficiencia y servicios de la trashumancia en la Cañada Real Conquense. En: *II Congreso Nacional de Vías Pecuarias. Cáceres, 27, 28 y 29 de octubre de 2010*.

De Miguel E. (1998). La trashumancia, importancia económica y modelo de aprovechamiento. En: *Actas de la XXXVIII Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, p. 337-342.

De Pablos, I; 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: p. 109–114.

FAO (2017). *El trabajo de la FAO sobre el cambio climático*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2017, p. 8-9. [Consulta 04 de septiembre de 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i8037s.pdf>

Ferrer, C; Barrantes, O; Broca, A (2001). La noción de biodiversidad en los ecosistemas pascícolas españoles. *Pastos XXXI*, 2: p. 129-184

Fischer, S; Poschlod, P; Beinlich, B (1996). Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology* 33: p. 1206-1222.

Garzón, J (2015). Importancia ecológica de las cañadas cordeles y veredas en España. En: *III Congreso Virtual sobre Historia de la caminería*. Asociación Concejo de la Mesta.

Garzón, J (2017). La recuperación de la trashumancia en España para un desarrollo rural sostenible, conservar la biodiversidad y mitigar el cambio climático. Asociación Trashumancia y Naturaleza.

- Garzón, J (2019). Cambio climático y trashumancia. Asociación Trashumancia y Naturaleza.
- Garzón, J (2014). Trashumancia en España: pasado, presente y futuro. Asociación Concejo de la Mesta.
- Gerber, PJ; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G (2013). Abordar el cambio climático a través de la ganadería: una evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma.
- González, JA; Oteros-Rozas, E; Martín-López, B; Zorrilla, P; Montes, C (2012). *La trashumancia en la Cañada Real Conquense: valores ecológicos, sociales y económicos asociados a una práctica ganadera tradicional*. [Informe de síntesis]. Dpto de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.
- Hevia, V; Azcárate, F; Oteros-Rozas, E; González, J (2013). Exploring the role of transhumance drove roads on the conservation of ant diversity in Mediterranean agroecosystems. *Biodiversity and Conservation* 22: p. 2567-2581.
- Kaligarič, M; Jožica Brecl, J; Škornik, S (2016). High potential of sub-Mediterranean dry grasslands for sheep epizoochory. *Open Life Sci.* 11: p. 177-184.
- Liehrmann, O; Jégoux, F; Guilbert, M-A *et al.* (2018). Epizoochorous dispersal by ungulates depends on fur, grooming and social interactions. *Ecol Evol.* 8: p. 1582-1594.
- Lou, J; González-Oreja, JA (2012). *Midiendo la biodiversidad biológica: más allá del índice de Shannon*. *Acta Zoológica Lilloana*. 56 (1-2): p. 3-14.
- Manzano, P (2004). *Aproximación experimental a la dispersión epizoócora a larga distancia por ovejas transhumantes*. Memoria para la obtención del Título de Estudios Avanzados. Universidad Autónoma de Madrid.
- Manzano, P; Malo, J-E (2006). Extreme long-distance seed dispersal via sheep. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4: p. 244-248.
- Manzano, P; White, S.R (2019). Intensifying pastoralism may not reduce greenhouse gas emissions: wildlife-dominated landscape scenarios as a baseline in life-cycle analysis. *Clim Res*, 77: p. 91-97.

Manzano, P; Casas, R (2010). Past, present and future of Trashumancia in Spain: nomadism in a developed country. *Pastoralism*, Vol. 1, nº 1.

Manzano, P (2015). *Transporte de semillas por las ovejas trashumantes, y sus potenciales implicaciones en la vegetación*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Meteoclimatic. Estaciones meteorológicas de Griegos, Cuenca y San Clemente. [Consulta 04 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.meteoclimatic.net>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [sitio web]. Situación de la ganadería extensiva en España. Definición y caracterización de la extensividad en las explotaciones ganaderas en España. 2017. [Consulta 10 de septiembre de 2020]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/informesobreganaderiaextensivaenespanaoctubre2017nipo_tcm30-428264.pdf

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [sitio web]. Razas ganaderas (ARCA). Raza ovina Merina de los Montes Universales. [Consulta 10 de septiembre de 2020] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/peligro-extincion/ovino/merina-variedad-de-los-montes-universales/datos_productivos.aspx

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2012). Evaluación de los ecosistemas del milenio en España: Trashumancia en la Cañada real conquense. Vol 22. [Consulta 05 de septiembre de 2020] Disponible en: <http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/01/22-Trashumancia-en-la-Ca%C3%B1ada-Real-Conquensebaja.pdf>

Oteros, E (2013). *Se hace vereda al andar. Análisis de una práctica agraria tradicional en la cuenca mediterránea desde la perspectiva socioecológica. La trashumancia en la cañada real conquense*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias, Departamento de Ecología.

Pla, L (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Quintín, T (2016). *Beneficios ambientales de la Trashumancia: la endozoocoria*. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

Ramo, MA (2012). *Evaluación de factores relacionados con el estado sanitario de rebaños de ovino de la Sierra de Albarracín*. Trabajo de Fin de Máster de Iniciación a la Investigación en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

Ramos, JJ; Ramo, MA; Lacasta, D *et al.* (2020). *Crónica de la vereda: Peripatéticos y trashumantes de Guadalaviar a Vilches*. Servicio Clínico de Rumiantes (SCRUM). 1ª ed. Grupo Milán Inagraf S.L. (España). 155 pp.

Real Decreto 385/2017, de 8 de abril, por el que se declara la Trashumancia como Manifestación Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial. Boletín Oficial del Estado 11 de abril de 2017.

Resolución de 4 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales y de Archivos y Bibliotecas, por la que se incoa expediente de declaración de la Trashumancia como manifestación representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial. Boletín Oficial del Estado 21 de noviembre de 2015, 279, p. 109947-109951.

Shannon, C. E y Weaver, W (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, p. 117.

Smith, F; Hammond, J; Balk, M *et al.* (2016). Exploring the influence of ancient and historic megaherbivore extirpations on the global methane budget. *PNAS* 113 (4): p. 874-879.

Traba, J; Malo, J.E (2003) De perros, ovejas y calcetines: métodos experimentales para el análisis de la exozoocoria. Actas del VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre, Julio 2003, Barcelona. España, p. 144-155.

Traba, J; Levassor, C; Peco, B. (2001) *Dispersión de semillas por adhesión en pastizales semiáridos: una aproximación experimental*. Actas de la XVI Reunión Científica de la SEEP, Abril, Alicante, España, p. 129-134.

UNESCO (2019) Declaración de la Trashumancia Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la ciencia y la Cultura. [Consulta 09 de septiembre de 2020] Disponible en: <https://ich.unesco.org/es/RL/la-trashumancia-desplazamiento-estacional-de-rebanos-por-rutas-migratorias-del-mediterraneo-y-los-alpes-01470>

Villarías, JL (2006). *Atlas de malas hierbas*. 4ª ed. S.A. Mundi-Prensa libros, ES. pp. 632.

VVAA (2013). *La trashumancia en España. Libro Blanco*. Ed. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. 128 pp.

Will, H; Maussner, S; Tackenberg, O (2007). Experimental studies of diaspore attachment to animal coats: predicting epizoochorous dispersal potential. *Oecología* (153): p. 331-339.