

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPERSORA DE LA OVEJA EN LOS PLANES DE RESTAURACIÓN VEGETAL Y DE RECUPERACIÓN DE PASTOS

POSSIBILITIES OF USING SHEEP DISPERSAL ABILITY IN VEGETATION RESTORATION AND PASTURE
IMPROVEMENT PLANS

M.E. RAMOS¹, F.M. CABEZA, A.B. ROBLES Y J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR

Grupo de Pastos y Sistemas Silvopastorales Mediterráneos. Estación Experimental del Zaidín. C/ Profesor Albareda, 1. 18006
Granada. eugenia.ramos@eez.csic.es

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en la zona incendiada (2004) de las Minas de Ríotinto y Charcofrío. Se evalúa la capacidad de dispersión de semillas a través del tracto digestivo de las ovejas (endozoocoria) y su posterior establecimiento en campo de las especies *Adenocarpus telonensis*, *Cytisus striatus*, *Rosa pouzinii* y *Rosa agrestis*, como apoyo a los procesos de restauración vegetal y recuperación de pastos. *A. telonensis* presenta un mayor porcentaje de recuperación (semillas recuperadas respecto a las ingeridas) (33%), seguido de *R. agrestis* (11,4%), *C. striatus* (3,5%) y, finalmente, *R. pouzinii* (0,9%). La capacidad de emergencia en campo fue mayor para las semillas control que para las de heces, excepto para *A. telonensis*, que no mostró diferencias. La supervivencia en campo después de dos años fue superior para *A. telonensis* y *C. striatus* que para *R. agrestis* y *R. pouzinii*, y ninguna de ellas mostró diferencias significativas entre tratamientos ("Control" y "Heces"). La endozoocoria puede constituir un apoyo en los planes de recuperación de pastos y restauración vegetal con algunas de las especies investigadas, especialmente, con *A. telonensis* que mostró los valores más altos de recuperación y unos valores intermedios de emergencia y supervivencia.

Palabras clave: *Adenocarpus telonensis*, *Cytisus striatus*, endozoocoria, *Rosa agrestis*, *Rosa pouzinii*, revegetación.

SUMMARY

This paper evaluates the seed dispersal ability (under natural conditions) through the digestive tract of sheep (endozoochory) of *Adenocarpus telonensis*, *Cytisus striatus*, *Rosa agrestis* and *Rosa pouzinii*, to support the processes of vegetation restoration and improvement of pastures. *A. telonensis* showed a greater percentage of seed recovery (number of seeds recovered with respect to total seeds ingested) (33%), followed by *R. agrestis* (11.4%), *C. striatus* (3.5%) and, finally, *R. pouzinii* (0.9%). The frequency of plant emergence in field conditions was greater for control seeds than for those emerging from faeces, except for *A. telonensis* which showed no differences between treatments. Survival after two years of study in field conditions was higher for *A. telonensis* and *C. striatus* than for *R. agrestis* and *R. pouzinii*, while none of them showed significant differences between treatments ("Control" and "Faeces"). Our results indicate that endozoochory can be a complement in pasture improvement and vegetation restoration plans using three of the species studied (excepting *R. pouzinii*), especially with *A. telonensis* which showed the highest recovery values, and intermediate values for emergence and survival.

Key words: *Adenocarpus telonensis*, *Cytisus striatus*, endozoochory, *Rosa agrestis*, *Rosa pouzinii*, revegetation.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de los animales para facilitar la regeneración natural de las comunidades vegetales por medio de la endozoocoria es bien conocida (Farwig y Berens, 2012). De hecho, los animales son los principales vectores para la dispersión de muchas especies vegetales. Éstos pueden ingerir grandes cantidades de semillas y una proporción variable de éstas puede escapar de los daños causados por los procesos digestivos y ser dispersadas en lugares alejados de la planta madre. Este proceso puede resumirse en tres etapas: salida, transporte y establecimiento. El éxito final del establecimiento va a depender del éxito alcanzado en cada una de estas etapas. Aquellas especies más apetecidas (principalmente por sus frutos) serán las más consumidas y, probablemente, las más dispersadas. Por tanto, los herbívoros también pueden contribuir a la mejora de los pastos.

En Julio de 2004, en Minas de Ríotinto y Charcofrío se produjo el incendio más importante ocurrido hasta la fecha en España, con unas 35.000 ha quemadas de pinar, eucaliptal, encinar, alcornocal y matorral. En Noviembre de 2005, la Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía lleva a cabo diversos proyectos de restauración en los montes públicos afectados por el incendio. El Grupo de Pastos y Sistemas Silvopastorales Mediterráneos obtuvo un contrato

de investigación dentro del cual se desarrolló un estudio en el que se evaluó la capacidad real de dispersión a través del tracto digestivo de las ovejas (endozoocoria) de algunos arbustos de interés forrajero de la zona. Para tal fin se estudiaron dos leguminosas (*Adenocarpus telonensis* (Loisel.) DC. y *Cytisus striatus* (Hill) Rothm) y dos rosáceas (*Rosa pouzinii* Tratt. y *Rosa agrestis* Savi.) y se plantearon las siguientes preguntas: 1) ¿Qué porcentaje de semillas ingeridas son recuperadas en las heces?, 2) ¿Qué proporción de semillas es capaz de germinar en condiciones de campo a partir de las heces?, 3) ¿El paso por el tracto digestivo acelera la germinación en condiciones de campo?, 4) ¿Hay una mayor supervivencia en las plántulas que emergen a partir de las heces?

MATERIAL Y MÉTODOS

En Julio de 2008 se estabularon individualmente seis ovejas a las cuales se les dio de comer una mezcla de semillas (agregada a 500 g de avena), que consumieron completamente en un plazo de dos a tres horas como máximo. Se prepararon dos tipos de mezclas diferentes y cada una fue administrada a tres ovejas distintas. Las mezclas fueron:

- 1) 100 g *A. telonensis* + 100 g *R. agrestis*
- 2) 100 g *C. striatus* + 100 g *R. pouzinii*

Previamente, se estimó en laboratorio la pureza de las semillas y el número de

semillas ingeridas (Tabla 1). Para ello, para cada especie se pesaron 5 muestras de 10 g de semilla. Se retiraron las impurezas y se volvieron a pesar las muestras. Adicionalmente, se pesaron tres muestras de 100 semillas. A partir de estos datos se calculó el número de semillas ingeridas, según la siguiente fórmula:

N° semillas ingeridas = cantidad de semillas ingeridas (g) * pureza (tanto por uno) * n° semillas/g.

Recuperación de semillas

Las heces de cada oveja fueron recogidas individualmente a las 24, 48, 72 y 96 horas después de la ingesta. Se dejó secar a temperatura ambiente y se pesó cada una de las muestras. Las heces de las ovejas que habían comido la misma mezcla de semillas fueron unidas para cada día, formando una muestra compuesta. Cada muestra compuesta fue pesada y homogeneizada. De cada una se tomaron 15 submuestras de 10 g que fueron disgregados cuidadosamente para extraer y anotar el número de semillas de cada

especie. El porcentaje de recuperación para cada uno de los días de muestreo fue estimado según la siguiente función:

$$PRS = \frac{NSR \cdot PH}{NSI} \cdot 100$$

donde, *PRS* es el porcentaje de recuperación de semillas; *NSR* es el número medio de semillas recuperadas en 10 g de heces, *PH* es el peso total de las heces para un día, *NSI* es el número de semillas ingeridas.

Capacidad de establecimiento en campo

La capacidad de establecimiento en campo de las semillas liberadas en las heces se evaluó en la finca Las Catorce (El Madroño, Sevilla). Los tratamientos aplicados para cada especie fueron:

Heces: mezcla de 20 g de excrementos del tratamiento 24 h y 20 g de excrementos del tratamiento 48 h.

Control: 20 semillas intactas de cada una de las especies.

Tabla 1. Pureza, peso de 100 semillas y número de semillas ingeridas por una oveja en el experimento de dispersión.

	Pureza (%)	Peso de 100 semillas (g)	Nº de semillas ingeridas/oveja
<i>Adenocarpus telonensis</i>	99,7	0,6	15824
<i>Cytisus striatus</i>	98,7	0,8	12037
<i>Rosa agrestis</i>	97,2	1,5	6646
<i>Rosa pouzinii</i>	98,0	1,2	8287

El diseño fue al azar y se colocaron 10 réplicas para el tratamiento “Heces” y 15 para el tratamiento “Control”. Para evitar la herbivoría por ungulados y roedores se construyeron jaulas, de dimensiones 20 x 20 x 20 cm, con una malla de acero de 1 cm de luz. Cada jaula fue colocada sobre cada réplica. La distancia entre dos réplicas (jaulas) fue de 5 m aproximadamente.

El experimento fue instalado el 20 de octubre de 2008. El seguimiento se realizó mensualmente, en ocasiones, bimensualmente, hasta Septiembre de 2010.

Las variables analizadas para fueron:

Porcentaje de emergencia: número de plántulas emergidas respecto al número de semillas liberadas en las heces (“Heces”) o respecto al número de semillas colocadas (“Control”).

T50: número de meses transcurridos hasta alcanzar un 50% de emergencia (respecto al total de semillas emergidas). Puede considerarse una medida indirecta de la velocidad de germinación.

Supervivencia: porcentaje de plantas que sobreviven después de 20 meses.

Análisis de los datos

El porcentaje de emergencia se calculó como el número de semillas emergidas respecto al número de semillas colocadas (“Control”), o como el número de semillas

emergidas respecto a las liberadas en las heces, estimadas a partir del estudio de recuperación (“Heces”). Los datos se calcularon para el primer año (desde Octubre de 2008 hasta Septiembre de 2009), el segundo año (desde Octubre de 2009 hasta Julio de 2010) y para el total de emergidas (suma de ambos años). Las diferencias entre tratamientos para cada especie, dentro el primer año, dentro del segundo año y en los dos años juntos, se estimaron mediante un test de t-Student. El análisis de la T50 se llevó a cabo mediante un ANOVA y el test post-hoc Games-Howell, que asume que las varianzas no son iguales. Finalmente, el análisis de la supervivencia se realizó para cada una de las especies comparando el porcentaje de supervivencia final entre tratamientos mediante una t-Student o una U-Mann Whitney dependiendo de si se cumplían o no los requisitos de normalidad y homocedasticidad. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa SPSS 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de recuperación

A. telonensis presentó el mayor porcentaje de recuperación con casi un 33% de semillas recuperadas respecto a las ingeridas, seguido de *R. agrestis* (11,4%), *C. striatus* (3,5%) y, finalmente, *R. pouzinii* con el valor más bajo (0,9%) (Fig. 1). Las diferencias en recu-

peración entre las distintas especies se pueden deber a tres factores: el tamaño, la forma de la semilla y la dureza de las cubiertas seminales (Janzen, 1984). Cuanto más pequeña, más redonda, y más dura sea una semilla, mayores serán sus probabilidades de sobrevivir al paso por el tracto digestivo de un animal. En nuestro estudio, *A. telonensis* es, precisamente, la más pequeña, la más redondeada y, probablemente, la más dura. Sin embargo, sorprenden los bajos valores obtenidos para la otra leguminosa estudiada, *C. striatus*, que probablemente, respondan a una más baja dureza seminal (Fig. 1). La misma causa, es decir, la dureza seminal, explicaría las diferencias de recuperación entre las distintas especies de *Rosa*. Por otro lado, el período de mayor recuperación para todas las especies fue 48h, mientras que el de 96h fue en el que menos semillas se recuperaron (Fig. 1).

Capacidad de establecimiento en campo

En el primer año de germinación, sólo *R. pouzinii* mostró diferencias significativas

entre tratamientos, mayor en “Control” que en “Heces”. Sin embargo, en el segundo año de germinación, para todas las especies excepto *R. pouzinii* dicho porcentaje fue también mayor para el “Control” que para el tratamiento “Heces”. En todas las especies, excepto *A. telonensis*, el porcentaje de emergencia total fue significativamente superior en el tratamiento “Control” que en “Heces” (Tabla 2). Esta emergencia diferencial puede deberse a: 1) daños en el embrión tras el paso por el tracto digestivo, 2) presumiblemente, parte de las semillas recuperadas en las heces son las más duras (han sobrevivido a la masticación y a la digestión) y necesitan un tiempo más prolongado para germinar, 3) las naturaleza hidrófoba de las heces evita que las semillas encapsuladas en su interior se hidraten y puedan germinar.

El tiempo transcurrido hasta alcanzar un 50% de emergencia (T50) fue máximo para *R. agrestis* “Control” (casi 14 meses) y mínimo para *A. telonensis* “Heces” y *R. agrestis* “Heces” (alrededor de 5 meses), mostran-

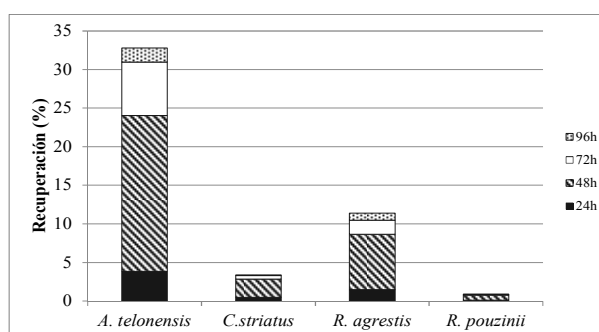


Figura 1. Porcentaje de recuperación de semillas en heces tras 24, 48, 72 y 96 horas de ser ingeridas por ovejas.

Tabla 2. Porcentaje de semillas emergidas (Media ± error estándar) respecto a las semillas recuperadas (“Heces”) o colocadas (“Control”) en condiciones de campo

	<i>A.telonensis</i>		<i>C.striatus</i>		<i>R.agrestis</i>		<i>R.pouzinii</i>	
	Heces	Control	Heces	Control	Heces	Control	Heces	Control
1º año	8,2±1,3	8,3±1,9	9,3±3,0	17,3±3,5	2,3±1,0	2,0±0,8	2,5±2,5	13±3,0*
<i>t</i> _{0,05, 23}	<i>t</i> = -0,064; <i>p</i> = 0,95		<i>t</i> = -1,636; <i>p</i> = 0,115		<i>t</i> = 0,194; <i>p</i> = 0,848		<i>t</i> = -1,498; <i>p</i> = 0,148	
2º año	4,1±1,0	10,7±2,5*	7,9±1,8	22±4,5*	2,8±1,5	12±3,0*	7,5±7,5	17,7±2,6
<i>t</i> _{0,05, 23}	<i>t</i> = -2,064; <i>p</i> = 0,049		<i>t</i> = -2,476 ; <i>p</i> = 0,021		<i>t</i> = -2,409; <i>p</i> = 0,024		<i>t</i> = -2,579; <i>p</i> = 0,017	
Total	12,3±1,7	19±3,5	17,1±4,3	39±5,6*	5,3±1,6	14±2,8*	9,9±7,6	31±4,1*
<i>t</i> _{0,05, 23}	<i>t</i> = -1,476; <i>p</i> = 0,153		<i>t</i> = -2,884; <i>p</i> = 0,008		<i>t</i> = -2,362; <i>p</i> = 0,027		<i>t</i> = -2,658; <i>p</i> = 0,014	

* Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada especie y dentro de una misma fila (*t*-Student, *p*-valor < 0,05).

do diferencias significativas entre tratamientos (F-valor = 3,115; g.l.= 7; *p*-valor= 0,006). En líneas generales, dentro de cada especie, el tratamiento “Heces” muestra una T50 inferior al “Control”, aunque estas diferencias sólo fueron estadísticamente significativas para *R. agrestis*. Este hecho puede deberse a que el paso por el tracto digestivo hace que las cubiertas seminales se ablanden y se acelere su germinación.

La supervivencia en campo después de 20 meses de estudio osciló entre 0 y 27,3% (Tabla 3), y no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las distintas especies. Las especies del género *Rosa* fueron las que registraron una supervivencia más baja, debido probablemente a sus mayores requisitos de humedad.

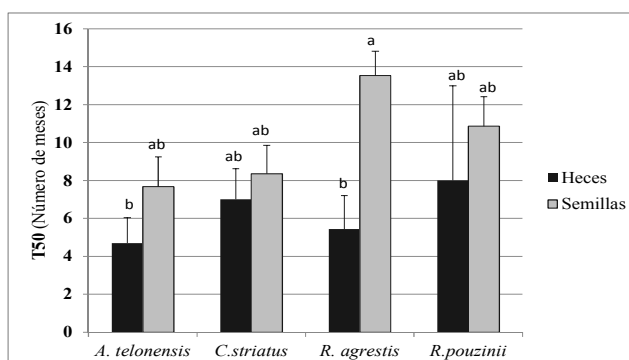


Figura 2. T50 (tiempo transcurrido hasta alcanzar un 50% de emergencia) para cuatro especies emergidas en condiciones de campo. Las diferentes letras muestran diferencias significativas entre tratamientos (Test de Games-Howell, *p*<0,05)

Tabla 3. Porcentaje de supervivencia en campo de plántulas (Media \pm error estándar) después de 20 meses, emergidas a partir de semillas (Control) y de heces

	<i>A. telonensis</i>	<i>C. striatus</i>	<i>R. agrestis</i>	<i>R. pouzinii</i>
Heces	19,8 \pm 2,77	36 \pm 10,8	5,95 \pm 3,95	0
Control	27,3 \pm 7,65	27,2 \pm 7,55	11,22 \pm 5,32	5,9 \pm 3,84
Estadísticos	$U_{10,15}=73,0$; $p=0,911$	$t=0,685$; g.l.= 20; $p=0,501$	$t=-0,634$; g.l.= 20; $p=0,533$	$U_{2,15}=12,0$; $p=0,501$

CONCLUSIONES

La endozoocoria puede constituir un mecanismo dispersión de semillas de interés pastoral y, así, contribuir a la restauración vegetal con las especies investigadas (excepto *R. pouzinii*), especialmente con *A. telonensis*, que mostró los valores más altos de recuperación y unos valores intermedios de emergencia y supervivencia. *C. striatus*, a pesar de su baja recuperación, obtuvo unos valores superiores de germinación y supervivencia. Sin embargo, *R. pouzinii* no mostró una buena respuesta frente a la endozoocoria, con una recuperación y emergencia muy bajas y una supervivencia nula.

El hombre puede gestionar la capacidad de los animales para recuperar los pastos interviniendo en las distintas etapas de la dispersión (salida, transporte, establecimiento). De este modo, puede controlar la especie y la cantidad de semillas ofreciendo a los animales una cantidad conocida de semillas para su dispersión. Se aconseja el pastoreo durante los días de máxima dispersión (primeras 72h tras la ingesta).

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía, a través del "Contrato de prestación de servicios para la realización de trabajos de asesoría científica y técnica para la restauración ecológica de la zona incendiada de minas de Riotinto y Charcofrío". Los experimentos de ingesta de semillas fueron realizados en la Finca Los Morales (Diputación de Granada).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FARWIG N. Y BERENS DANA G. (2012) Imagine a world without seed dispersers: A review of threats, consequences and future directions. *Basic and Applied Ecology*, 13 (2), 109-115.
- JANZEN D.H. (1984) Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *American Naturalist*, 123, 338-353.