



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-462

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Influencia de la presencia de ganado sobre la abundancia y la composición de las comunidades de lepidópteros defoliadores en las dehesas

GAYTÁN DE LA NAVA, Á.¹, CANELO HERNÁNDEZ, T.¹, MORENO MARCOS, G.¹, GONZÁLEZ BORNAY, G.¹, PULIDO DÍAZ, F.¹ Y BONAL ANDRÉS, R.¹

¹ Grupo de Investigación Forestal, Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural, Universidad de Extremadura

Resumen

Las orugas de lepidópteros heteróceros son los defoliadores más importantes de las encinas *Quercus ilex* de las dehesas. Conocer su biología y las interacciones que establecen con otros organismos es clave para saber qué papel juegan en estos sistemas agroforestales y plantear medidas de control de sus poblaciones. Este trabajo analiza si, como ocurre con otros insectos, el ganado interactúa con la comunidad de lepidópteros defoliadores, una interacción que podría estar mediada por la depredación o pisoteo de las pupas cuando se encuentran en el suelo. Se seleccionaron varias dehesas ganaderas además de zonas control sin ganado a largo plazo. En las primeras se observó un cambio en la composición de la comunidad de lepidópteros y una menor abundancia total de orugas que donde el ganado había sido excluido. Las especies que desarrollan su fase de crisálida semienterradas en el suelo fueron menos abundantes en zonas con ganado, donde dominaron las que pupan en la parte aérea del arbolado. Por último, las tasas de defoliación fueron menores en las zonas donde el ganado estuvo presente. Estos resultados ponen de manifiesto que el ganado puede aportar servicios ecosistémicos como controlador natural de plagas y que, mediante la gestión de estos efectos, podría aumentarse la productividad de las dehesas de manera sostenible.

Palabras clave

Defoliadores, dehesa, quercíneas, ganado, servicios ecosistémicos, control de plagas.

1. Introducción

La ganadería extensiva es uno de los principales aprovechamientos de los sistemas agroforestales tradicionales, como es el caso de las dehesas (MORENO & PULIDO 2009). El ganado mantenido en régimen extensivo tiene un considerable impacto en los ecosistemas terrestres, ya que generalmente se trata de animales de gran tamaño que consumen buena parte de la producción primaria, modifican la estructura de la vegetación, composición físico-química de suelo y plantas etc. (ASNER et al. 2004, BAKKER et al. 2004, PECO et al. 2006). Además, su efecto puede ser también considerable sobre las poblaciones de otros animales, especialmente de los de pequeño tamaño. De hecho, la depredación de insectos con baja movilidad ingeridos por los grandes herbívoros mientras pastan ha demostrado poder reducir las poblaciones de artrópodos (GÓMEZ & GONZÁLEZ-MEJÍAS 2002, BONAL & MUÑOZ 2007). El estudio de estas interacciones entre ganado e insectos puede ser especialmente interesante en los sistemas agroforestales, ya que el efecto negativo del ganado sobre los insectos podría contribuir a regular las poblaciones de determinadas especies plaga que provocan pérdidas económicas.

La dehesa es un sistema silvopastoral tradicional que combina pastizal y arbolado y en el que el principal aprovechamiento es la ganadería extensiva (vacas, ovejas, cabras y cerdos), destacando la producción de carne de alta calidad, como es el caso del cerdo ibérico (MORENO & PULIDO 2009). El estrato arbolado de la dehesa está compuesto principalmente por encinas *Quercus ilex* y alcornoques *Quercus suber* (MORENO & PULIDO 2009), los frutos de estos árboles (las bellotas) son consumidos por el ganado y, en el caso de los cerdos, resultan fundamentales para la producción de carne de calidad (RODRÍGUEZ-ESTEVEZ et al. 2012). Las encinas y alcornoques son defoliadas principalmente

por las orugas de lepidópteros heteróceros que, cada año, provocan la pérdida de una parte importante de la masa foliar en los bosques mediterráneos (SORIA 1987). En muchas ocasiones estos lepidópteros requieren un grupo específico de plantas nutricias y son específicos de encinas, alcornoques y otras especies del género *Quercus* (ROBINSON et al. 2010), provocando anualmente importantes descensos en la producción del arbolado en la dehesa con las consecuentes pérdidas económicas y ambientales (GRANADOS 2001). Estas pérdidas pueden llegar a ser tan importantes que hagan que la cosecha de bellotas sea insuficiente para el ganado de engorde (SORIA Y NOTARIO 1990).

Estudios previos han demostrado que los grandes ungulados silvestres (ciervos, jabalíes) al pastar pueden tener efectos negativos significativos sobre las poblaciones de coleópteros parásitos de las bellotas, ya que depredan a las larvas en el periodo que éstas pasan en el suelo dentro de estos frutos. Esto mismo podría pasar en las dehesas ganaderas y no sólo con los coleópteros parásitos de las bellotas, sino con los lepidópteros defoliadores. Durante la fase larvaria los lepidópteros son inaccesibles a los grandes herbívoros pero, sin embargo, esto no siempre es así en la fase de pupa. Dependiendo de la especie esta fase puede tener lugar en las ramas, el tronco o directamente en el suelo (ya sea sobre la superficie o levemente enterradas entre la hojarasca); la duración de la misma también varía de unas pocas semanas a varios meses (GÓMEZ DE AIZPURÚA 2002). Aquellas especies que desarrollan su fase de pupa en el suelo serían potencialmente más vulnerables al ganado, corriendo sus crisálidas el riesgo de ser depredadas o pisoteadas de forma accidental por el ganado y la fauna salvaje (BONAL & MUÑOZ 2007). El ciclo biológico de estos lepidópteros, unido al momento del año en el que desarrollan su fase de pupa, sería determinante en cuanto al efecto que la cabaña ganadera pudiese tener sobre ellos.

Aparte del efecto directo negativo que el ganado pudiese tener sobre las poblaciones de lepidópteros mediante la depredación directa, hay que tener en cuenta también algún potencial efecto indirecto positivo. La presencia de ganado aumenta la cantidad de nitrógeno disponible para las plantas (TRIPLER et al. 2002), lo que podría favorecer un aumento de la defoliación por parte de orugas, dado que la palatabilidad de las hojas de encina sería mayor (ERELLI et al. 1998). Por el contrario, el fuerte consumo de ramón por el ganado provoca mayores niveles de taninos y otros metabolitos secundarios que reducen la palatabilidad de la planta (TUOMI et al. 1984) y, por tanto, la posible tasa de defoliación.

La eliminación completa de los agentes biológicos que generan pérdidas de masa foliar en el estrato arbóreo se torna imposible al tratarse de insectos pero, conociendo a fondo las interacciones entre lepidópteros y ganado, podría desarrollarse un manejo ganadero destinado a controlar las poblaciones de aquellos que potencialmente puedan suponer una plaga para las encinas.

2. Objetivos

El objetivo principal es, mediante la comparación entre dehesas con ganado y sin explotación ganadera desde hace más de 15 años, estudiar el efecto del pastoreo en las comunidades de lepidópteros defoliadores potencialmente plaga de encinas. Concretamente se estudiará el efecto del ganado sobre:

- 1) La abundancia total de orugas.
- 2) Las tasas de defoliación.
- 3) La composición específica de las comunidades de lepidópteros, analizando si el efecto de la presencia de ganado varía entre familias que pasan la fase de pupa en el suelo o ramas-tronco.

3. Metodología

3.1. Muestreo

Se seleccionaron 6 dehesas del norte de la comunidad autónoma de Extremadura (términos municipales de Guijo de Granadilla y Malpartida de Plasencia), tres de ellas con presencia de ganado y otras tres, a modo de control, no pastoreadas. Las dehesas pastoreadas albergaban a los tipos de ganado más comunes en la dehesa: vacas, ovejas y cerdos. De este modo, se contrastaron los efectos de los principales tipos de pastoreo de la dehesa con superficies libres de presión ganadera durante al menos 15 años. Cabría esperar un efecto de la ‘presencia-ausencia’ de ganado sobre las poblaciones de lepidópteros, especialmente sobre una serie de familias potencialmente sensibles a la acción de la cabaña ganadera sobre el suelo.

Dentro de cada una de las 6 dehesas se llevó a cabo un muestreo de orugas en 8 encinas seleccionadas de forma aleatoria. El esfuerzo de muestreo fue igual en todos los árboles, batiendo sus ramas 6 veces en cada uno de los cuatro puntos cardinales y recogiendo las orugas en una sábana colocada debajo (Figura 1); todos los ejemplares colectados fueron llevados al laboratorio para su posterior identificación hasta el nivel de especie. Se realizaron muestreos regulares desde la segunda quincena de abril hasta la primera quincena de junio, ya que es en este periodo en el que los lepidópteros defoliadores se encuentran en su mayoría en fase larvaria. A medida que avanza el desarrollo foliar las especies de defoliadores van cambiando, razón por la cual se realizaron diferentes muestreos a lo largo de la temporada.

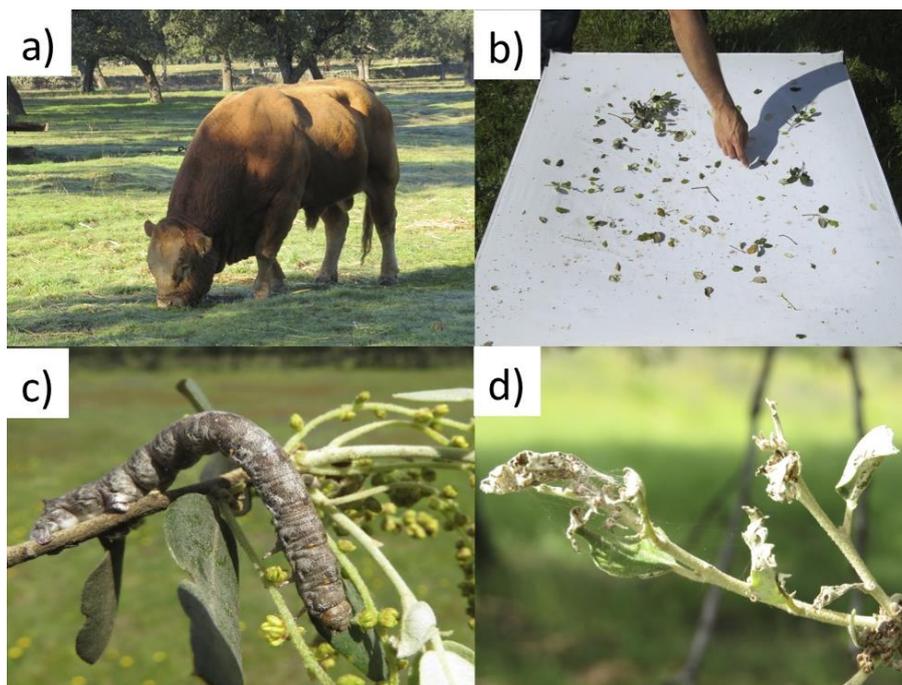


Figura 1. a) Ganado actuando sobre el suelo de la dehesa. b) Muestreo de orugas de lepidóptero mediante vareo. c) Oruga alimentándose de brotes de encina. d) Brote defoliado.

Aparte del muestreo de orugas, en los árboles de estudio se tomaron muestras de hojas con el fin de obtener una tasa de defoliación que permitiera cuantificar su incidencia. Para ello fueron seleccionadas 30 hojas al azar en cada uno de las encinas y se anotó en cuantas de ellas se observaron signos de defoliación, de esta manera se pudo tener una tasa de defoliación para cada árbol (número de hojas con síntomas de defoliación / número de hojas muestreadas en la encina).

3.2. Análisis estadísticos

Para todas aquellas variables que se distribuyeron según una normal, el análisis de los datos se realizó utilizando modelos lineales generales (GLMs). Para aquellas variables que no se distribuyeron según una normal (sólo los porcentajes de Erébidos, Pirálidos y Geométridos) se emplearon modelos generalizados (GLZ) implementados en el paquete estadístico lme4 (Bates et al. 2015) del software de análisis R. Las dos variables independientes fueron categóricas, el factor “presencia/ausencia de ganado” y el factor “sitio de muestreo”. El factor sitio de muestreo estuvo encajado dentro de exclusión, ya que cada zona podía pertenecer sólo a una de las dos categorías del factor presencia de ganado. Esta variable independiente es la realmente relevante para los objetivos planteados en este trabajo, sin embargo, debido a la variabilidad local que puede haber de manera natural en las poblaciones de lepidópteros, es necesario incluir el factor sitio en el modelo para poder evaluar el efecto del ganado correctamente. Las variables dependientes en los modelos fueron: i) el número total de orugas colectadas por árbol ii) la tasa de herbivoría por árbol iii) la proporción de las principales familias de lepidópteros –número de individuos de cada familia respecto al total de individuos- iv) la proporción de individuos pertenecientes a familias que pasan la fase de pupa en el suelo. Todos los análisis estadísticos se realizaron con R (R Development Core Team).

4. Resultados

Se colectaron un total de 473 individuos pertenecientes a 27 especies y 8 familias (Tabla 1.). De todas ellas hubo 5 familias (Tortricidos, Pirálidos, Noctuidos, Erébidos y Geométridos) que sumaron la gran mayoría de los individuos capturados (96,9 % del total).

Tabla 1. Especies de las diferentes familias colectadas durante los muestreos y número de individuos recolectados correspondientes a cada taxón

Familia Erebidae	45
<i>Catocala nymphagoga</i>	45
Familia Geometridae	35
<i>Adactylotis gesticularia</i>	6
<i>Agriopsis marginaria</i>	6
<i>Biston strataria</i>	1
<i>Colotois pennaria</i>	1
<i>Ennomos quercaria</i>	4
<i>Erannis defoliaria</i>	1
<i>Eupithecia abbreviata</i>	10
<i>Eupithecia cocciferata</i>	5
<i>Peribatodes ilicaria</i>	1
Familia Lasiocampidae	7
<i>Malacosoma neustria</i>	7
Familia Lycaenidae	1
<i>Neozephyrus quercus</i>	1
Familia Noctuidae	129
<i>Dicycla oo</i>	1
<i>Dryobota labecula</i>	33
<i>Dryobotodes eremita</i>	31
<i>Dryobotodes monochroma</i>	42
<i>Dryobotodes roboris</i>	3
<i>Dryobotodes tenebrosa</i>	1
<i>Orthosia cruda</i>	3

<i>Rileyiana fóvea</i>	10
<i>Xanthia ruticilla</i>	5
Familia Nolidae	3
<i>Bena bicolorana</i>	1
<i>Nycteola columbana</i>	2
Familia Pyralidae	103
<i>Phycita torrenti</i>	103
Familia Tortricidae	150
<i>Archips xylosteana</i>	22
<i>Tortricodes alternella</i>	9
<i>Tortrix viridana</i>	119

El número de orugas por árbol fue menor en las parcelas con presencia de ganado ($F_{1, 42}=8.08$; $P<0.01$. Fig. 2) que en aquellas en las que había estado ausente a largo plazo (desde hace más de 15 años). Estas diferencias tuvieron un efecto sobre las tasas de defoliación, que fueron significativamente menores en las zonas de dehesa con ganado ($F_{1, 42}=4.86$; $P=0.03$. Fig. 3).

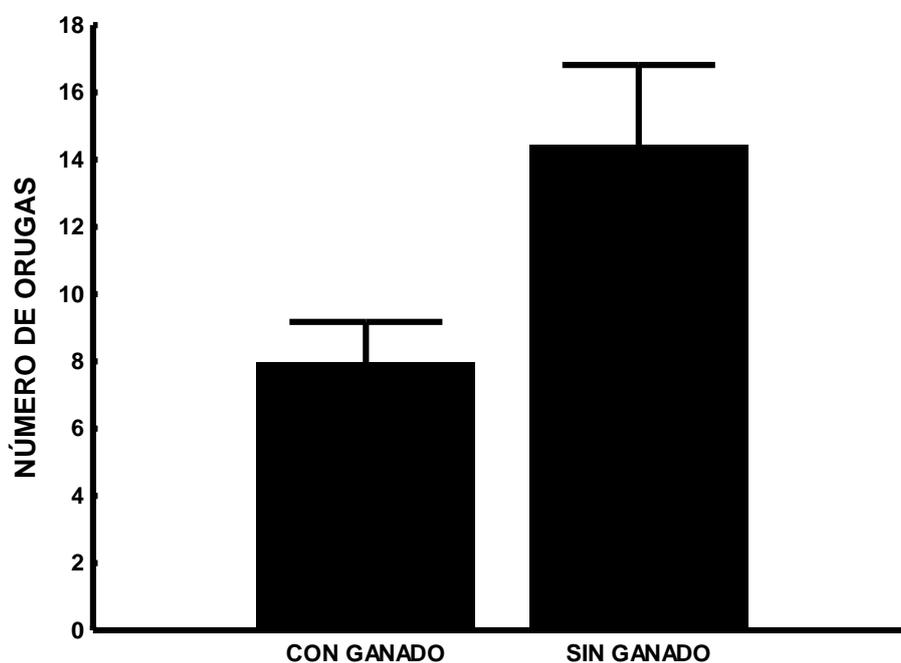


Figura 2: Número de orugas capturadas por árbol (Media±SE) en zonas de dehesa con ganado y sin ganado.

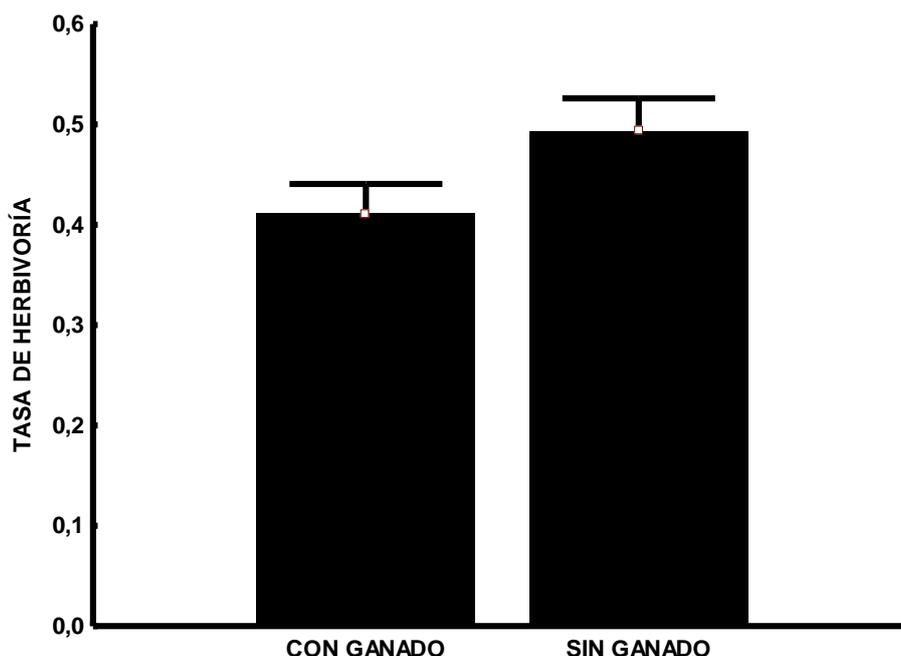


Figura 3: Tasa de herbivoría (número de hojas con signos de defoliación frente al total) por árbol (Media±SE) en zonas de dehesa con ganado y sin ganado.

La presencia de ganado no sólo tuvo un efecto sobre la abundancia de orugas sino que, además, provocó cambios en la composición de las comunidades de lepidópteros defoliadores de las encinas. Se calculó el porcentaje medio de cada familia para cada encina (número de individuos pertenecientes a cada familia partido del total de individuos capturados en el árbol) y luego se compararon las medias de los árboles situados en zonas con ganado y sin ganado para los porcentajes de cada una de las familias mayoritarias. El porcentaje medio de Tortricidos (media±EE) fue mayor en las encinas de las zonas con ganado (Con ganado: $0,42 \pm 0,05$; sin ganado: $0,35 \pm 0,04$), aunque las diferencias no fueron significativas, y tampoco lo fueron las de Pirálidos (Con ganado: $0,11 \pm 0,02$; sin ganado: $0,11 \pm 0,03$) o Noctuidos (Con ganado: $0,28 \pm 0,05$; sin ganado: $0,25 \pm 0,04$). En el caso de los Erébidos (que pupan en ramas y tronco) la abundancia relativa fue mayor en las zonas con ganado aunque no se llegaron a obtener diferencias significativas (LRT=2.36; df=1; P=0.12). Lo que sí fue significativamente mayor fue el porcentaje de individuos de la familia de los Geométridos (que pupan en el suelo) en las zonas sin ganado (LRT=11.02; df=1; P<0.001). Fig. 4). Este efecto del ganado dependiente del sitio donde hacen la pupa se pudo ver en el análisis considerando sólo estas 5 familias, ya que el porcentaje conjunto de Geométridos y Noctuidos (pupa en el suelo) fue mayor, aunque se quedó al borde de la significación, en las zonas sin ganado que en las que éste estuvo presente, en las que predominaron los Tortricidos y los Erébidos, que pupan en las encinas fuera del alcance de los grandes herbívoros ($F_{1,42}=3.36$; P=0.07. Fig. 5).

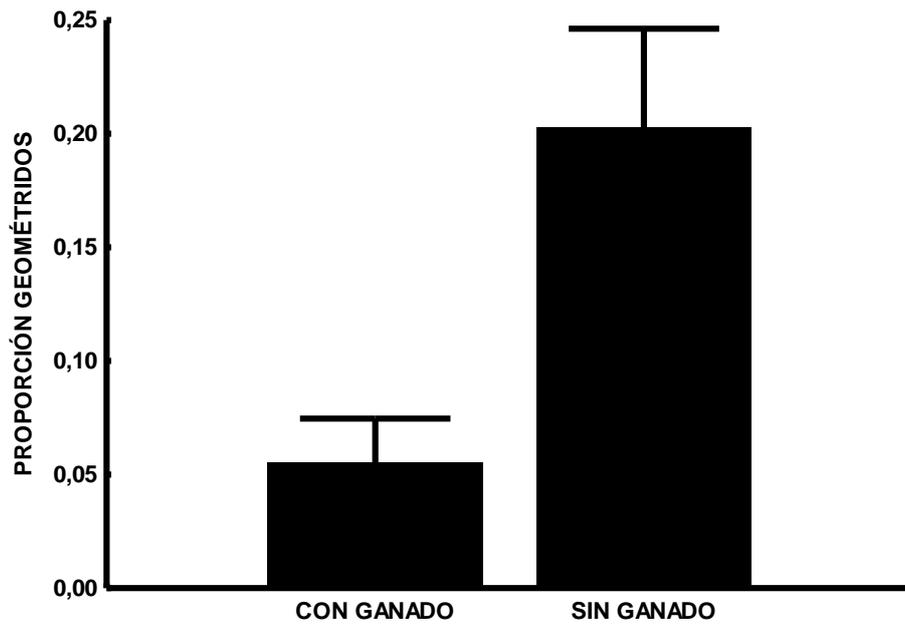


Figura 4: Porcentaje de Geométridos (número de individuos capturados respecto al total) por árbol (Media±SE) en zonas de dehesa con ganado y sin ganado.

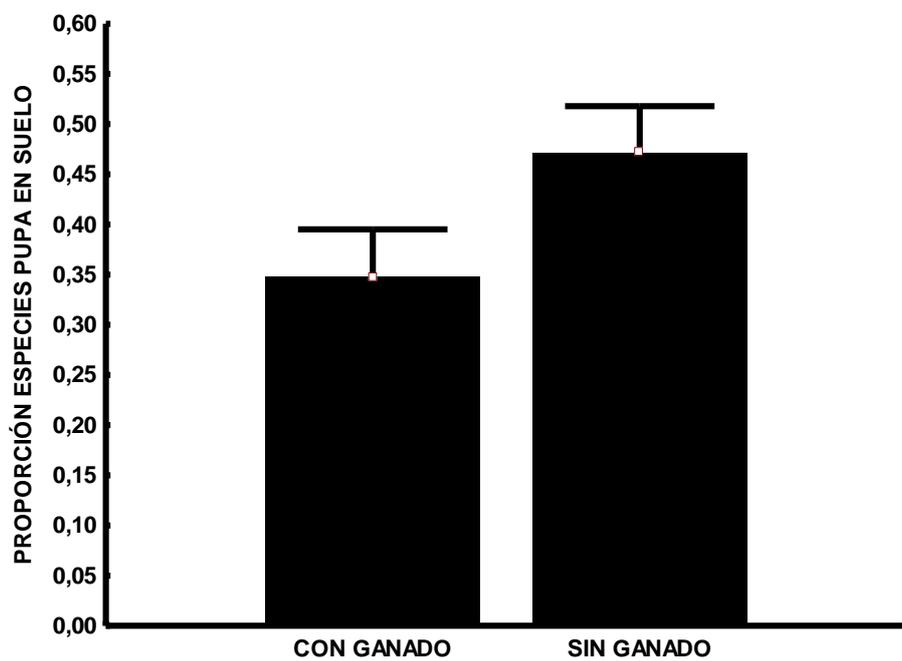


Figura 5: Porcentaje de Geométridos+Noctuidos (familias que pupan en el suelo) respecto al total de individuos de las 5 familias mayoritarias (que incluyen además a Tortricidos, Pirálidos y Erébidos) por árbol (Media±SE) en zonas de dehesa con ganado y sin ganado.

5. Discusión

Los resultados demuestran que el ganado tiene un efecto negativo significativo sobre la abundancia total de orugas, de manera que las tasas de defoliación son menores en las dehesas pastoreadas. El efecto no se limita a la abundancia total, sino que se hace extensible a la composición de las comunidades de lepidópteros, siendo la proporción de especies que pupan en el suelo menor donde el ganado está presente.

El mecanismo por el cual el ganado reduce las poblaciones de lepidópteros sería la depredación directa y, posiblemente, el pisoteo cuando las pupas están en el suelo, ya que en las zonas donde el ganado estuvo presente las especies que proporcionalmente redujeron su abundancia fueron las que pasaron la fase de crisálida bajo el árbol. Su espacio no fue ocupado por otras especies y, finalmente, el número de orugas y las tasas de defoliación en las dehesas ganaderas fueron menores. Es importante tener en cuenta el ciclo biológico de los lepidópteros para entender el efecto que el ganado sobre la composición específica de las comunidades de estos insectos. Los geométridos son la familia de defoliadores que ve disminuido su porcentaje en mayor medida en zonas con ganado, puesto que sus orugas se descuelgan de las ramas de los árboles y forman su crisálida bajo la hojarasca o semienterrados, a merced de la depredación accidental de la cabaña ganadera y de la compactación del suelo. En el caso de los noctúidos, pese a que tienden a pasar su fase de pupa semienterrados, si la cantidad de recursos es favorable aprovechan las rugosidades de la parte baja del tronco para pupar, lo que explica que en dos de las zonas ganaderas no se haya visto reducida su presencia respecto a otras familias de defoliadores. Por último, tortricidos y erébidos tienden a aumentar su porcentaje dentro de la comunidad de lepidópteros en las zonas pastoreadas, puesto que son las familias que desarrollan su fase de pupa en la parte aérea del arbolado, lejos de la acción del ganado sobre el suelo, y únicamente expuestos a una depredación accidental como consecuencia del ramoneo. Una explicación alternativa que habría que contemplar es que las diferencias en la composición de las comunidades de lepidópteros podrían deberse a cambios en las zonas pastoreadas, que hiciesen que llegasen menos lepidópteros adultos de algunas especies. Si bien no podemos descartar totalmente esa posibilidad al no haber colocado trampas de adultos, pensamos que no es muy probable. Las puestas de estos lepidópteros se hacen sobre los ramillos nuevos de encinas y la densidad de arbolado entre las zonas pastoreadas y no pastoreadas no difirió, como tampoco lo hizo la cobertura de arbolado, siendo el volumen de las herbáceas la única variable que cambió significativamente entre zonas.

Diferentes estudios han mostrado algunos de los perjuicios ambientales que genera una gestión inadecuada de la ganadería, tales como la compactación del suelo (PINZÓN Y AMEZQUITA 1991) o los daños sobre la regeneración de la masa vegetal (AUNÓS et al. 2015). Nuestros resultados muestran, por el contrario, uno de los beneficios que tiene el ganado sobre un sistema agroforestal, la dehesa, resultante de transformación humana del bosque mediterráneo típico. Además, los resultados ponen en evidencia que con un manejo adecuado de la cabaña ganadera se pueden minimizar los perjuicios ambientales anteriormente mencionados, e incrementar al máximo los servicios ecosistémicos que el ganado puede aportar como controlador biológico de algunas especies plaga.

La relación directa entre la defoliación de las encinas y el desarrollo de su fruto es muy estrecha (JONES et al. 1998), por lo que el control de las poblaciones de lepidópteros defoliadores se torna básico en las dehesas ganaderas. En este sentido, autores como RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ et al. (2012) demuestran que un descenso de la cantidad y la calidad del fruto de las encinas en zonas de dehesa ganadera tiene como consecuencia un déficit, tanto cuantitativo como cualitativo, en la producción carne.

Aparte de la vertiente económica, el control de las poblaciones de defoliadores por el ganado podría tener beneficios ambientales. Cualquier ecosistema debe entenderse como un grupo de

elementos que interactúan entre sí y, cuanto mayor sea la biodiversidad, mayor será su estabilidad (BASCOMPTÉ Y JORDANO 2013). Nuestro estudio presenta al ganado como elemento regulador de las poblaciones de insectos que, cuando son excesivamente numerosas, pueden ser fatales para el resto de nodos de un ecosistema. El ganado tendría un papel como controlador biológico que no eliminaría a los defoliadores, pero estabilizaría sus poblaciones en niveles compatibles con el desarrollo del estrato arbolado de la dehesa. En este sentido, el ganado podría ocupar el espacio que en bosques mediterráneos no manejados tienen los ungulados salvajes, que también se sabe que depredan y controlan el tamaño poblacional de insectos plaga de las quercíneas (BONAL & MUÑOZ 2007).

Por último, para la aplicación práctica de los resultados de este estudio habría que tener en cuenta ciertos parámetros de los cuidados culturales de las especies pastoreadas. Entre estos estarían los aportes extra de alimento y agua, el régimen de estabulación en el que se desarrolla la cabaña ganadera u otros factores que, de alguna manera, intensifican o limitan la presencia de la cabaña ganadera en la zona de pastoreo.

6. Conclusiones

El presente estudio demuestra que el ganado actúa como controlador de las poblaciones de orugas defoliadoras del arbolado de las dehesas. Este control vendría mediado por la depredación directa o pisoteo de pupas en el suelo, ya que fueron las especies que pasan su fase de crisálida en el suelo las más afectadas por el pastoreo. La consecuencia final fue que en las dehesas ganaderas tanto el número de orugas por encina como las tasas de defoliación fueron menores. Dado al efecto negativo de las orugas en la producción de bellotas y la importancia de estos frutos para la producción de carne de calidad, puede decirse que el ganado presta un importante servicio ecosistémico en estos sistemas agroforestales. No obstante, el aprovechamiento de este servicio dependería de un plan de pastoreo que tuviese en cuenta la carga ganadera y el calendario para maximizar los efectos negativos sobre las plagas. Una manera de hacer esto podría ser, en distintos años, concentrar al ganado en diferentes sectores de las fincas en las épocas de mayor vulnerabilidad de los defoliadores (cuando están en el suelo como crisálidas) para así, de manera rotatoria, ir disminuyendo sus poblaciones a mayor escala espacial. Este tipo de manejo estaría en sintonía con la llamada “intensificación ecológica” (MALÉZIEUX 2012), consistente aplicar el conocimiento sobre interacciones entre seres vivos para mejorar la productividad de los sistemas agropecuarios sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero ni la utilización de químicos (BONMARCO et al. 2013).

7. Agradecimientos

Los datos obtenidos en este estudio fueron tomados en el marco del proyecto: ‘Control de las plagas de encina a través del manejo ganadero: bases biológicas y nuevas aplicaciones tecnológicas’ PLAGANADO AGL2014-54739-R, del Ministerio de Economía y Competitividad dentro del programa de Proyectos I+D+I “RETOS INVESTIGACIÓN”, que se está llevando a cabo en el departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal de la Universidad de Extremadura por el Grupo de Investigación Forestal del Campus de Plasencia. R. Bonal ha sido contratado con financiación de la Secretaría General de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura dentro del Programa de Atracción de Talento Investigador.

8. Bibliografía

ASNER, G.P.; ELMORE, A.J.; OLANDER, L.P.; MARTIN, R.E.; & HARRIS, A.T.; 2004. Grazing Systems, Ecosystem Responses, and Global Change. *Annual Review of Environment and Resources* 29: 261-299 pp.

- AUNÓS, A.; BLANCO, R.; CANET, MA. Y SANGERMAN, M.; 2003. Pautas de regeneración en las masas monoespecíficas de Abeto (*Abies alba*) y Haya (*Fagus sylvatica*) del Valle de Arán. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 15: 7-12 pp.
- BAKKER, E.S.; OLFF, H.; BOEKHOFF, M.; GLEICHMAN, J.M.; & BERENDSE, F.; 2004. Impact of herbivores on nitrogen cycling: contrasting effects of small and large species. *Oecologia*, 138(1), 91–101 pp.
- BASCOMPTÉ, J. & JORDANO, P.; 2013. *Mutualistic Networks*. Princeton University Press, Princeton. 207 pp.
- BONAL, R. & MUÑOZ, A.; 2007. Multitrophic effects of ungulate intraguild predation on acorn weevils. *Oecologia*. 152: 533-540 pp.
- BOMMARCO, R., KLEIJN, D., & POTTS, S.G.; 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(4), 230–238 pp.
- BATES D., MAECHLER M., BOLKER B., & WALKER S.; 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48 pp.
- ERELLI, MC.; AYRES, MP. & EATON, GK.; 1998. Altitudinal patterns in host suitability for forest insects. *Oecologia*. 117: 133-142 pp.
- GÓMEZ, J. M., & GONZÁLEZ-MEGÍAS, A.; 2002. Asymmetrical interactions between ungulates and phytophagous insects: size difference matters. *Ecology* 83: 203-211 pp.
- GÓMEZ DE AIZPURÚA C.; 2002. Orugas y mariposas de Europa: Orden Lepidoptera. Heterocera: lepidópteros de actividad nocturna. *Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica*. 352 pp.
- GRANADOS, C.; RAMÍREZ, D; SÁNCHEZ, I.; LÓPEZ, G. & VÁZQUEZ, E. 2001. Defoliadores de encinar en Andévalo occidental de la provincia de Huelva. Comparación entre dos situaciones puntuales en el periodo 1085-1988 y el año 2000. In: III Congreso Forestal Español, Granada.
- JONES, C.G.; OSTFELD, R.S.; RICHARD, M.P.; SCHAUBER, E.M. & WOLFF, J.O. 1998. Chain Reactions Linking Acorns to Gipsy Moth Outbreaks and Lyme Disease Risk. *Science*. Vol: 279, 1023-1026 pp.
- MALÉZIEUX, E.; 2012. Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*. 32: 15-29 pp.
- MORENO, G. & PULIDO, FJ.; 2009. The functioning, management and persistence of dehesas. In: RIGUEIRO, A.; MOSQUERA, MR; MC ADAMS, J. *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. 127-160 pp. Springer Science. Berlin.

PECO, B., SÁNCHEZ, A.M., & AZCÁRATE, F.M.; 2006. Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113(1-4), 284-294 pp.

PINZÓN, A. Y AMEZQUITA, E.; 1991. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en el pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 13: 21-26 pp.

R DEVELOPMENT CORE TEAM 2012; R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.r-project.org/>

ROBINSON, G.S.; ACKERY, P.R.; KITCHING, G.W.; BECCALONI, G.W. & HERNÁNDEZ, L.M. 2010. HOSTS – A database of the world's lepidopteran hostplants. Natural History Museum, London. <http://www.nhm.ac.uk/hosts>.

RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ, V.; SNÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.; ARCE, C.; GARCÍA, A.R.; PEREA, J.M. & GÓMEZ-CASTRO, G. 2012. Consumption of Acorns by Finishing Iberian Pigs and Their Function in the Conservation of the Dehesa Agroecosystem. *Agroforestry for biodiversity and ecosystem services – science and practice*. 1-22 pp.

SORIA, S.; 1988. Relación de lepidópteros paleárticos defoliadores del género *Quercus* L. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 14: 11-26 pp.

SORIA, S. Y NOTARIO, A. 1990. *Tortrix viridana* L. (Lepidoptera Tortricidae) una plaga de las encinas de problemático control. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. Vol. 16: 247-262 pp.

TRIPLER, CE.; CANHAM, C.D.; INOUYE, RS. & SCHNURR, JL. 2002. Soil nitrogen availability, plant luxury consumption, and herbivory by white-tailed deer. *Oecología*. Vol. 133: 517-524 pp.

TUOMI, J.; NIEMELÄ, P.; HAUKIOJA, E.; SIRÉN, S. & NEUVONEN, S. 1984. Nutrient stress: an explanation for plant anti-herbivore responses to defoliation. *Oecología*, Vol. 61: 208-210 pp.