

Pastoreo y ecosistemas. Una relación compleja

Dña. Silvia Fernández Lugo
Investigadora postdoctoral. Área de Ecología
La Laguna



*XXI Jornadas Forestales
de Gran Canaria*

PASTOREO Y ECOSISTEMAS. UNA RELACIÓN COMPLEJA.

¹Silvia Fernández-Lugo, ²Luis Alberto Bermejo, ¹Lea de Nascimento, ²Javier Mata, ¹José Ramón Arévalo
¹Departamento de Biología Vegetal (Área de Ecología), ²Departamento de Agricultura, Ingeniería, Producción y Economía Agraria. Universidad de La Laguna.

Introducción

El pastoreo de ungulados domésticos y silvestres es uno de los usos del territorio más extendido a nivel mundial y uno de los principales procesos transformadores de la vegetación, junto con el fuego, la destrucción del hábitat, la invasión de especies y el cambio climático. Por tanto, comprender las consecuencias de la herbivoría es de gran relevancia a nivel global. La acción de los herbívoros en las comunidades vegetales se traduce, de forma general, en cambios en la composición florística y funcional de la vegetación, diversidad de especies, biomasa, estructura y composición química del suelo. Sin embargo, aunque existen numerosos estudios que documentan el efecto del pastoreo sobre estas variables, todavía se está lejos de alcanzar un consenso con respecto a la magnitud y la dirección del mismo.

La controversia existente no es más que un reflejo de la compleja relación que se establece entre pastoreo y ecosistemas, la cual está condicionada por una amplia gama de factores, entre los que destacan la historia evolutiva del pastoreo, la productividad de los ecosistemas, la intensidad de pastoreo, el clima, el tipo de comunidad vegetal estudiada o el tipo y tamaño de herbívoro (Tabla 1).

Tabla 1: Principales factores que condicionan los efectos del pastoreo sobre los ecosistemas.

Intensidad de pastoreo
<ul style="list-style-type: none">• Baja/moderada: ausencia de efecto o aumento de la diversidad, debido a la disminución de la exclusión competitiva entre especies, el aumento de la dispersión, de la fertilidad del suelo y de la diversidad de hábitats.• Elevada (sobrepastoreo): disminución de las especies más sensibles al pastoreo y de las más apetecibles, incremento de las especies tolerantes, degradación y erosión del suelo.
Historia de pastoreo
<ul style="list-style-type: none">• Larga: poco o ningún efecto sobre la vegetación, las plantas poseen adaptaciones dirigidas a reducir el impacto del pastoreo.• Corta: mayor impacto sobre la vegetación, las plantas no están adaptadas al pastoreo siendo más sensibles al mismo.
Productividad (fertilidad y clima)
<ul style="list-style-type: none">• Húmedos y fértiles (productivos): los rasgos de las especies para la competencia por la luz (p.ej., estatura alta, hojas grandes, ciclo de vida perenne, etc.), son divergentes con los que confieren tolerancia a la herbivoría, que tendrá por tanto un efecto más evidente en la diversidad, aunque los ecosistemas puedan soportar mayor presión ganadera.• Semiáridos y poco productivos: los rasgos de las especies para la adaptación al estrés hídrico son convergentes con los que confieren tolerancia a la herbivoría (p.ej., estatura baja, hojas pequeñas, ciclo de vida anual, etc.), que tendrá por tanto un efecto menos evidente en la diversidad, aunque los ecosistemas soporten una menor presión ganadera y haya un mayor riesgo de desertificación.• En zonas áridas o semiáridas la variabilidad climática puede enmascarar o incluso anular los efectos del pastoreo.
Tamaño y tipo de herbívoro
<ul style="list-style-type: none">• Herbívoros grandes consumen mayores cantidades de alimento de baja calidad nutritiva (poco selectivos), herbívoros de mediano y pequeño tamaño seleccionan plantas individuales o incluso partes de las mismas con un alto contenido nutritivo.• Ovino y vacuno se alimentan principalmente de herbáceas, mientras que el caprino prefiere las especies leñosas.
Tipo de ecosistema
<ul style="list-style-type: none">• En los ecosistemas mediterráneos las especies leñosas son, por lo general, más sensibles a la defoliación y el pisoteo que las especies herbáceas, por tanto los ecosistemas dominados por matorrales se verán más afectados por el pastoreo.

Pastoreo y biodiversidad

Existen diferentes modelos que, considerando los principales factores implicados, tratan de explicar la respuesta al pastoreo de los atributos más relevantes de la vegetación, como por ejemplo la biodiversidad de especies. Entre ellos la Teoría de la Perturbación Intermedia, propuesta originalmente por Grime (1973) y posteriormente desarrollada por Connell (1978), ha tenido bastante aceptación. Según este modelo en

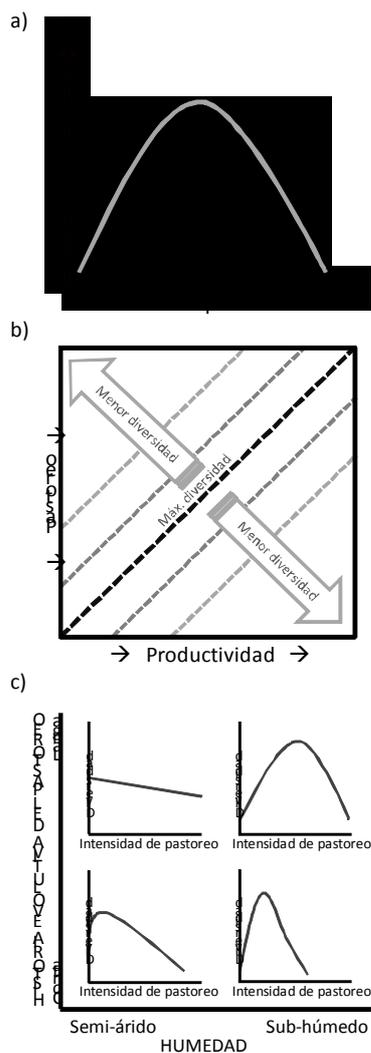


Figura 1: Principales modelos que explican la respuesta de la vegetación al pastoreo; a) Teoría de la Perturbación Intermedia (Grime, 1973); b) Hipótesis General de Diversidad de Especies (Huston, 1979); c) Modelo Generalizado de Milchunas, Sala y Lauenroth (1988).

estos autores, la diversidad se verá menos afectada cuanto mayor sea la historia evolutiva del pastoreo, ya que las plantas dominantes de la comunidad presentarán adaptaciones que les confieren tolerancia al mismo. Por otro lado, los rasgos desarrollados por las especies para la adaptación al estrés hídrico (aridez) son convergentes con los que confieren tolerancia a la herbivoría (p.ej., crecimiento postrado, estatura baja, hojas pequeñas, ciclo de vida anual, etc.). En contraste, en los ecosistemas húmedos se seleccionan atributos para la competencia por la luz (p.ej., estatura alta, hojas grandes, ciclo de vida perenne, etc.), que resultan en una mayor sensibilidad al pastoreo. Por lo tanto, si bien los ecosistemas menos productivos responden a una menor intensidad de pastoreo, la magnitud del cambio en la diversidad será menor (Fig. 1c).

un ecosistema estable (sin perturbación) la diversidad de especies está limitada por la competencia por los recursos (p. ej. luz, agua, nutrientes). Al aplicar niveles intermedios de frecuencia e intensidad de perturbación, en este caso pastoreo, la diversidad de especies se maximiza, puesto que disminuye la abundancia de las especies más competitivas generándose nuevos nichos para las especies menos competidoras. Finalmente, pasado el umbral de máxima diversidad, el grado de perturbación es demasiado elevado y la comunidad vegetal comienza a degradarse y a perder especies (Fig. 1a).

La Hipótesis General de la Diversidad de Especies, presentada por Huston (1979), expande el modelo anterior incluyendo, además del grado de perturbación, la capacidad de recuperación del ecosistema, expresada en términos de crecimiento poblacional, productividad, desplazamiento competitivo o humedad. Según este modelo, la diversidad vegetal de un ecosistema está en equilibrio dinámico entre el grado de perturbación y el grado de recuperación. Así, en ecosistemas poco productivos (baja capacidad de recuperación), los valores de máxima diversidad se alcanzan a niveles bajos de perturbación, mientras que en los más productivos (mayor capacidad de recuperación e intensidad de los procesos de exclusión competitiva), será necesario un mayor grado de perturbación para lograr valores elevados de diversidad. Nuevamente nos encontramos que superado el umbral de máxima diversidad comienza a producirse pérdida de especies (Fig. 1b).

Finalmente, encontramos el Modelo Generalizado de Milchunas, Sala y Lauenroth (1988), según el cual la respuesta de las comunidades vegetales es función de la intensidad de pastoreo (perturbación) a lo largo de dos gradientes fundamentales, la precipitación (aproximación a la productividad o capacidad de recuperación del ecosistema) y la historia evolutiva del pastoreo. Según

Evidentemente estos modelos son una simplificación de la relación entre pastoreo y diversidad, pero han demostrado su efectividad a la hora de explicar patrones generales de variación de la vegetación frente al pastoreo.

Pastoreo y conservación

La compatibilidad entre el pastoreo y la conservación es uno de los aspectos más polémicos de la relación entre pastoreo y ecosistemas, encontrando trabajos que abogan por la eliminación del pastoreo para promover la conservación de las comunidades vegetales y trabajos que consideran que el pastoreo es necesario para preservar determinados ecosistemas. Tres factores fundamentales influyen en esta controversia: el grado de naturalidad y la introducción de herbívoros, la generalización entre ganado silvestre, sobrepastoreo y pastoreo, y la percepción de los agroecosistemas como ecosistemas degradados. Los ecosistemas naturales evolucionados sin apenas presión de mamíferos herbívoros, suelen presentar una alta proporción de plantas endémicas, que no han desarrollado mecanismos de resistencia a la herbivoría y, por lo tanto, se ven perjudicadas por la introducción de estos animales, que pueden conducir a la degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad. En los ecosistemas naturales evolucionados bajo la presión de mamíferos herbívoros (p.ej. grandes praderas de Norteamérica), el pastoreo puede ser una herramienta fundamental para la conservación, especialmente en aquellos casos donde la disminución de las poblaciones de herbívoros nativos ha provocado cambios drásticos en la vegetación. Por último, los ecosistemas seminaturales o agroecosistemas, son el resultado de la explotación agrícola y ganadera llevada a cabo por las poblaciones locales a lo largo de la historia. Puesto que son las prácticas tradicionales las que han configurado la estructura y composición específica de la vegetación, su eliminación se considera pernicioso para la conservación. Por otro lado, encontramos que en numerosas ocasiones se le atribuyen al pastoreo efectos negativos que realmente son resultado de una mala gestión ganadera, en particular de situaciones de sobrepastoreo, o daños causados por el ganado silvestre que pasta sin control. Finalmente, los agroecosistemas han sido considerados durante años como ecosistemas degradados, por ser el resultado de transformaciones sustanciales de la vegetación natural, sin embargo, hoy en día se reconoce que cuentan, no solo con importantes valores paisajísticos y socioculturales, sino con características biológicas deseables y una elevada diversidad, constituyendo un importante refugio para la fauna silvestre.

Pastoreo en Canarias

En las Islas Canarias, el debate sobre la compatibilidad entre el pastoreo y la conservación de la biodiversidad adquiere especial relevancia. En primer lugar, porque es una de las zonas con mayor diversidad de especies de la cuenca mediterránea y del continente europeo. La particularidad de sus especies y ecosistemas determina que aproximadamente el 40% de la superficie del Archipiélago se encuentre bajo alguna de las figuras de protección ambiental de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (ENP) y que prácticamente la mitad del territorio insular esté integrado en la Red Natura 2000. En segundo lugar, los mamíferos introducidos son considerados una de las principales causas de pérdida de biodiversidad y degradación en ecosistemas insulares. En las Islas Canarias, el animal doméstico por excelencia, desde el punto de vista productivo, es la cabra, clasificada como una de las peores especies invasoras en sistemas insulares.

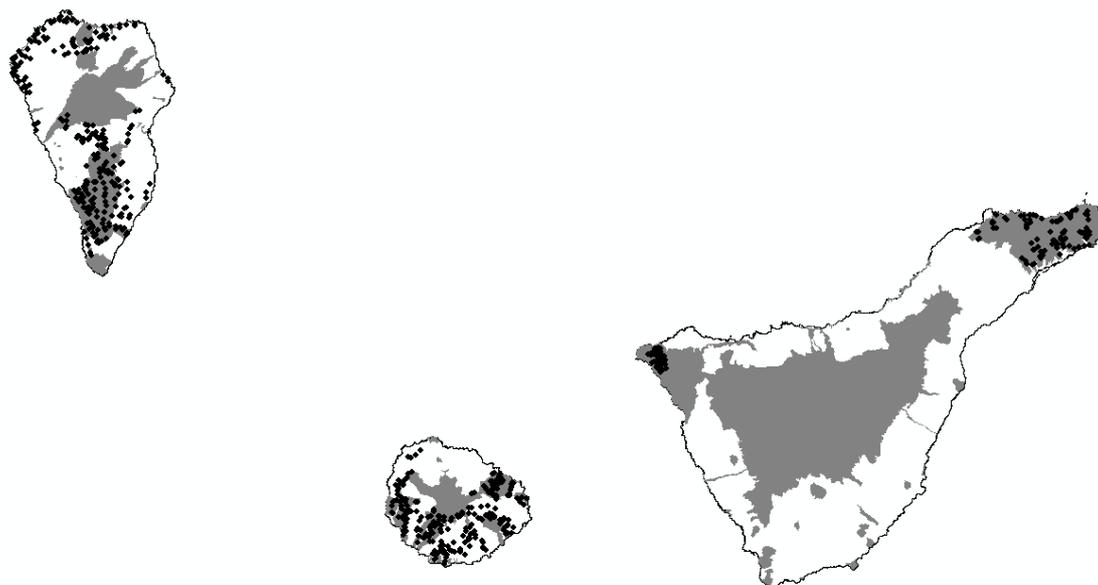
La historia ganadera de las Islas Canarias comenzó con la llegada de los primeros habitantes, hace aproximadamente 2500 años, quienes trajeron consigo diferentes especies animales y vegetales. Hasta la llegada del hombre, los ecosistemas insulares habían evolucionado sin la presión de los herbívoros ungulados y esta primera oleada de asentamiento humano, pudo tener un fuerte impacto sobre los ecosistemas. La ganadería caprina era una de las principales actividades de las sociedades aborígenes, perdurando en los siglos posteriores a la conquista y siendo el pastoreo trashumante el sistema de producción más importante en Canarias hasta mediados del siglo XX, momento a partir del cual la evolución de la ganadería queda marcada por un proceso de marginalización originado por la presión legal y de la agricultura intensiva de exportación, en los años 50, y del sector turístico y urbanístico a partir de la década de los 60. Por último, a lo largo de estos milenios de historia de pastoreo, las cabras prehispánicas han evolucionado en tres razas nativas genéticamente diferenciadas, con gran interés agropecuario y destacada importancia genética, y se han generado agroecosistemas con importantes valores socioeconómicos, culturales y paisajísticos.

La relevancia y particularidades del sector ganadero tradicional en el Archipiélago, la existencia de razas autóctonas y sus valores socioculturales, junto al hecho de su coexistencia con un medio de destacados valores naturales, pone de manifiesto la necesidad de compatibilizar la explotación tradicional de los recursos con la conservación de las especies y del medio ambiente. Sin embargo, en Canarias existe una escasa tradición en investigación conjunta entre ecología y producción animal. La literatura científica referente al efecto del pastoreo en los ecosistemas canarios no es muy abundante, existiendo investigadores que afirman que la eliminación del ganado de los ENP se ha realizado sin una base científica adecuada.

Existen trabajos que han analizado el hábito alimenticio de cabras cimarronas (Nogales et al., 1992), muflones y arruís (Rodríguez-Piñero y Rodríguez-Luengo, 1993) en ENP caracterizados por la abundancia de endemismos, revelando dietas con un elevado porcentaje de especies amenazadas y sugiriendo, por tanto, la erradicación de estos herbívoros de las zonas protegidas. Por otro lado, también se ha detectado un impacto altamente negativo del efecto conjunto del arruís, cabras cimarronas y conejos, sobre la regeneración de las especies endémicas de los pinares del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente (Garzón-Machado et al., 2010; Irl et al., 2012). Si bien no cabe duda de que el ganado silvestre no tiene cabida en Canarias, estos resultados no pueden ser atribuidos a una situación de pastoreo bien gestionado, donde hay un buen manejo por parte del pastor, especialmente si tenemos en cuenta que las zonas estudiadas son ENP donde las actividades ganaderas ya están prohibidas debido a la susceptibilidad de la flora.

Por otra parte el Área de Ecología y el Área de Economía, Sociología y Política Agraria de la Universidad de La Laguna, llevan trabajando de manera conjunta desde el año 2001 para entender la relación que existe actualmente entre el pastoreo y los ecosistemas. Durante este periodo se han realizado diversos proyectos en Tenerife, La Gomera y La Palma, tanto dentro como fuera de ENP y en diferentes ecosistemas (desde pastizales hasta ecosistemas forestales, incluyendo diversos tipos de matorrales). En estos estudios se han comparado zonas pastoreadas con zonas, ambientalmente similares, donde se ha abandonado (hace más de 20 años) o se ha excluido el pastoreo (Fig. 2).

Figura 2: Mapa de las islas donde se ha analizado la relación entre pastoreo y ecosistemas, incluyendo los diferentes



puntos de estudio (654 transectos y 55 parcelas) y los ENP en gris (ENP incluidos en los estudios: Parque Natural de Cumbre Vieja, Espacio Protegido de Tamasca, Paisaje Protegido de Barranco de Las Angustias, Monumento Natural de Montaña de Azufre, Monumento Natural Costa de Hiscaguán, Reserva Natural Especial de Guelguén, Sitio de Interés Científico Juan Mayor, Reserva Natural Integral Pinar de Garafía y Paisaje Protegido El Tablado en La Palma; Monumento Natural de Lomo del Carretón, Paisaje Protegido de Orone; Parque Natural de Majona; Parque Rural de Valle Gran Rey en La Gomera; Parque Rural de Anaga y Parque Rural de Teno en Tenerife).

Si analizamos de manera general los resultados obtenidos en estos estudios (Mata et al., 2006, 2014; Fernández-Lugo et al., 2009, 2011, 2013a,b; Bermejo et al., 2010, 2012; Arévalo et al., 2011a,b, 2012), podemos observar coincidencias con algunos de los grandes planteamientos sobre la relación pastoreo-ecosistemas (Tabla 1): i) respuesta de las especies y ecosistemas con diferentes rasgos funcionales: de forma general, el pastoreo afecta más a las especies arbustivas y, dentro de las herbáceas, a las especies erectas frente a las especies postradas, por lo que los ecosistemas dominados por especies arbustivas se ven más afectados por el pastoreo; ii) relación productividad - efecto del pastoreo: la magnitud del efecto del pastoreo aumenta con la productividad; iii) relación pastoreo-carga ganadera: la magnitud del cambio en la vegetación aumenta con la carga ganadera; iv) variabilidad climática: puede enmascarar los efectos del pastoreo, siendo estos más evidentes los años húmedos. De este modo encontramos, que no siempre se detecta un efecto claro del pastoreo en la vegetación, y cuando se manifiesta, no lo hace siempre con la misma intensidad, sino que está condicionado por los factores previamente mencionados.

El patrón más común en estos trabajos es que el pastoreo produce, fundamentalmente, cambios estructurales, dando lugar a ecosistemas más abiertos, es decir con una menor cobertura de especies arbustivas y una mayor cobertura de especies herbáceas, y a paisajes más heterogéneos (Fig. 3). A pesar de los cambios estructurales, no se observan cambios drásticos en la composición de especies, que sí son detectados en otros ecosistemas de clima mediterráneo. Así, en general, en las zonas pastoreadas y en las zonas abandonas encontramos las mismas especies, pero estas se manifiestan con diferente abundancia. En cuanto a la diversidad de especies, esta tiende a mantenerse constante, es decir no se ve afectada por el pastoreo, y cuando lo hace el efecto es positivo, en otras palabras, aumenta el número de especies nativas. Las zonas pastoreadas pueden exhibir también una mayor fertilidad del suelo y una menor biomasa, sin detrimento de la cobertura vegetal total, es decir sin un aumento el porcentaje del suelo desnudo, variable que se puede relacionada con el riesgo de erosión.

Cambios estructurales

El pastoreo genera heterogeneidad espacial

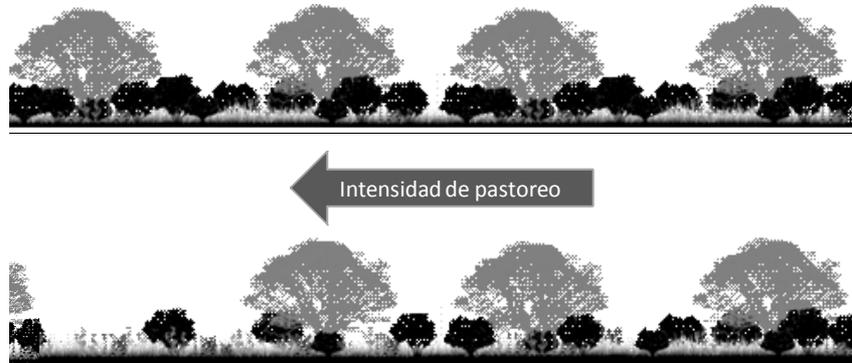


Figura 3: Efecto del pastoreo en la estructura de la vegetación: a nivel de ecosistema genera parches de vegetación con diferentes características y a nivel del paisaje genera una mayor diversidad de formaciones vegetales cuya estructura, más o menos abierta, puede variar en función de la intensidad del pastoreo. La heterogeneidad paisajística se ha relacionado en numerosos estudios con un aumento en la diversidad de especies, particularmente de avifauna, reptiles e invertebrados.

En cuanto a las especies, las que ven más reducida su abundancia por efecto del pastoreo, son las arbustivas endémicas de Canarias, como *Adenocarpus viscosus*, *Adenocarpus foliolosus*, *Teline canariensis*, *Sonchus radicans* y *Sonchus acaulis*. Mientras que las especies que tienden, por lo general, a ser más abundantes en las zonas pastoreadas son las herbáceas como *Anisantha* spp., *Avena* spp., *Briza* spp., *Medicago* spp. y *Trifolium* spp. Por otro lado, algunos endemismos poco palatables como *Euphorbia* spp., o con valor forrajero como *Lotus campylocladus* ssp. *hillebrandii*, *Echium leucophaeum*, *Echium strictum* e *Hypericum reflexum*, también son más abundantes en las zonas pastoreadas, por lo que estos últimos pueden ser un importante recurso para el ganado.

Atendiendo a los modelos explicados anteriormente, estos resultados, en concreto el escaso efecto del pastoreo sobre la diversidad de especies, se pueden explicar fundamentalmente mediante tres hipótesis: i) las zonas control (no pastoreadas o abandonadas), son ecosistemas resultantes de acciones humanas, con una historia de pastoreo relativamente larga 2500 años, por lo que están en una situación intermedia entre los ecosistemas naturales y los ecosistemas explotados de forma intensiva, de manera que las especies más sensibles al pastoreo posiblemente ya han desaparecido, quedando únicamente aquellas que son relativamente tolerantes al mismo; ii) la intensidad de pastoreo no es lo suficientemente alta para provocar cambios en la diversidad de especies, ya que, salvo alguna excepción en la que se ha detectado sobrecarga ganadera, en la mayor parte de los casos estudiados hablamos de rebaños en pastoreo que equivalen a densidades inferiores a una cabra por hectárea; iii) en aquellos casos en los que se detecta un aumento de la diversidad (ecosistemas más productivos y con mayor carga ganadera), este puede considerarse como una perturbación positiva del pastoreo, ya que aumenta la diversidad de especies nativas, sin que tengan lugar cambios drásticos en la composición de especies, disminución del número de especies endémicas presentes, ni aumento del número de especies exóticas. Estas hipótesis se pueden representar gráficamente, en el contexto del modelo de Huston (Fig. 4).

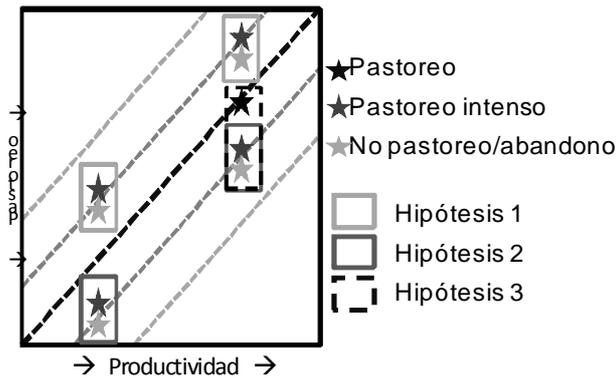


Figura 4: Hipótesis que explican el efecto del pastoreo en diferentes zonas de Canarias, representadas en el contexto de la Hipótesis General de Diversidad de Especies (Huston, 1979). Hipótesis 1: no hay efecto del pastoreo en la diversidad porque ya está mermada debido a las actividades antrópicas; Hipótesis 2: no hay efecto del pastoreo en la diversidad porque la intensidad de perturbación es baja; Hipótesis 3: en determinadas condiciones el pastoreo puede tener un efecto positivo sobre la diversidad.

Consideraciones finales

A priori cabría pensar que en Canarias, el pastoreo es incompatible con la conservación de la diversidad, debido a que aproximadamente el 40% de la flora está constituida por endemismos que han evolucionado en ausencia de ganado. Sin embargo, actualmente nos encontramos en una región con más de dos millones de habitantes y con ecosistemas que tras 2500 años de interacción con el ser humano muestran diferentes grados de naturalidad. En este contexto, el pastoreo tiene el mismo derecho a coexistir que cualquier otra actividad económica (agricultura, industria, comercio, transporte...), contando además con la peculiaridad de aportar beneficios culturales y productos de elevada calidad organoléptica, y de contribuir a la prevención de incendios, al mantenimiento de razas de ganado autóctonas y paisajes rurales o a la conservación de aves carroñeras.

Sin duda, la compatibilidad entre el pastoreo y la conservación en Canarias, pasa por una correcta planificación y gestión de la actividad. El pastoreo, al igual que otras actividades económicas, debe evitarse en enclaves con una elevada diversidad de especies endémicas y/o poblaciones de especies amenazadas, con el fin de garantizar la conservación de las especies y el estado natural de los ecosistemas. Sin embargo, también existen en Canarias numerosas áreas, tanto dentro como fuera de ENP (pastizales, matorrales de sustitución, plantaciones, pinares con diferente grado de naturalidad, etc.), donde el pastoreo es compatible con la conservación de la diversidad y donde esta actividad debe planificarse para maximizar sus beneficios. Una de las claves para la gestión sostenible de estos ecosistemas, puede ser el mantenimiento de paisajes heterogéneos, es decir, caracterizados por diferentes intensidades de pastoreo y zonas no pastoreadas y/o reservas excluidas al pastoreo (Fig. 3). De este modo, la intensidad de pastoreo puede controlarse a lo largo del tiempo, manteniendo en general densidades animales bajas o moderadas, para evitar efectos negativos sobre la vegetación, como por ejemplo, la reducción drástica de las especies arbustivas y palatables; salvo en aquellas zonas donde se persigan otros objetivos como puede ser la reducción de combustible para la prevención de incendios, donde será necesario un pastoreo de mayor intensidad. Además, se deben mantener áreas abandonadas o excluidas al pastoreo donde se preserven en mayor abundancia las especies arbustivas endémicas, más sensibles al mismo, de manera que actúen como una fuente de propágulos para las zonas pastoreadas garantizando así la persistencia del banco de semillas.

Referencias

- Arévalo, J.R., de Nascimento, L., Fernández-Lugo, S., Camacho, A., Mata, J. y Bermejo, L. 2011a. Effects of abandoning long-term goat grazing on species composition and species richness of pastures at La Gomera, Canary Islands. *Spanish Journal of Agricultural Research* 9: 113-123.
- Arévalo, J.R., de Nascimento, L., Fernández-Lugo, S., Mata, J., Bermejo, L. 2011b. Grazing effects on species composition depends on the vegetation stand (La Palma, Canary Islands). *Acta Oecologica* 37: 230-238.
- Arévalo, J.R., Fernández-Lugo, S., de Nascimento, L. y Bermejo, L.A. 2012. Grazing Management and Impact in the Canary Islands: Rethinking Sustainable Use. En Arévalo, J.R. (ed.) *Grazing Ecology: Vegetation and Soil Impact*, ISBN 978-1-62100-436-3.
- Bermejo, L.A., de Nascimento, L. y Mata, J. 2010. Redacción del plan integral de gestión del pastoreo en los espacios protegidos de la isla de La Palma, 156 pp. Universidad de La Laguna, La Laguna.
- Bermejo, L.A., de Nascimento, L., Mata, J., Fernández-Lugo, S., Camacho y A., Arévalo, J.R. 2012. Responses of plant functional groups in grazed and abandoned areas of a Natural Protected Area. *Basic and Applied Ecology* 13: 312-318.
- Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. High diversity of trees and corals is maintained only in a nonequilibrium state. *Science*, 199: 1302-1310.
- Fernández-Lugo, S., Arévalo, J.R., de Nascimento, L., Mata, J. y Bermejo, L.A. 2013a. Long-term vegetation responses to different goat grazing regimes in semi-natural ecosystems: a case study in Tenerife (Canary Islands). *Applied Vegetation Science* 16: 74-83.
- Fernández-Lugo, S., Bermejo, L.A., de Nascimento, L., Méndez, J., Naranjo-Cigala, A. y Arévalo, J.R. 2013b. Productivity: Key factor affecting grazing exclusion effects on vegetation and soil. *Plant Ecology*, 214: 641-656
- Fernández-Lugo, S., de Nascimento, L., Mellado, M. y Arévalo, J.R. 2011. Grazing effects on species richness depends on scale: a 5-year study in Tenerife pastures (Canary Islands). *Plant Ecology* 212: 423-432.
- Fernández-Lugo, S., de Nascimento, L., Mellado, M., Bermejo, L.A. y Arévalo, J.R. 2009. Vegetation change and chemical soil composition after four years of goat grazing exclusion in a Canary Islands pasture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132: 276-282.
- Garzón-Machado, V., González-Mancebo, J.M., Palomares-Martínez, A., Acevedo-Rodríguez, A., Fernández-Palacios, J.M., del-Arco-Aguilar, M. y Pérez de Paz, P.L. 2010. Strong negative effect of alien herbivores on endemic legumes of the Canary pine forest. *Biological Conservation* 143: 2685-2694.
- Grime, J.P. 1973. Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. *Nature* 242: 344-7.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113: 81-101.
- Irl, S.D.H., Steinbauer, M.J., Babel, W., Beierkuhnlein, C., Blume-Werry, G., Messinger, J., Palomares Martínez, Á., Strohmeier, S., y Jentsch, A. 2012. An 11-yr enclosure experiment in a high-elevation island ecosystem: introduced herbivore impact on shrub species richness, seedling recruitment and population dynamics. *Journal of Vegetation Science* 23: 1114-1125.
- Mata, J., Bermejo, L.A., Hernández-Bethencourt, L.S., Mata, P. y de Nascimento, L. 2006. Informe final del proyecto de desarrollo integral ganadero de la isla de La Gomera. 2002-2006, 72 pp. Universidad de La Laguna, La Laguna.
- Mata, J., de Nascimento, L., Fernández-Lugo, S., Arévalo, J.R., Viera, J.J., Camacho, Á. y Bermejo, L.A. 2014. The inefficient planning of goat grazing: Causes and consequences. The Palmera breed case (Canary Islands). *Small Ruminant Research* 121: 125-130.
- Milchunas, D.G., Sala, O.E. y Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist* 132: 87-106.
- Nogales, M., Marrero, M. y Hernández, E.C. 1992. Efectos de las cabras cimarronas (*Capra hircus* L.) en la flora endémica de los pinares de Pajonales, Ojeda e Inagua (Gran Canaria). *Botánica Macaronésica* 20: 79-86.
- Rodríguez-Piñero, J.C. y Rodríguez-Luengo, J.L. 1993. The effect of herbivores on the endemic Canary flora. *Boletim do Museu Municipal do Funchal* 2: 265-271.