

## Ganadería extensiva frente al cambio climático en España

M. Pateiro, P.E.S. Munekata, R. Domínguez y J.M. Lorenzo\*

Fundación Centro Tecnológico da Carne, Avd. de Galicia nº 4, Parque Tecnológico de Galicia, San Cibrao das Viñas, Ourense, España

### Resumen

Las modificaciones derivadas del cambio climático hacen que sea necesario establecer estrategias de mitigación y adaptación del sector de la ganadería. La ganadería extensiva es un sector que se adapta de modo continuo y dinámico a los cambios y condicionantes que se presentan, por lo que es una herramienta muy importante como parte de la solución del cambio climático. Su resiliencia pasa por un aprovechamiento eficiente de los recursos y una programación adecuada de su uso que garantiza la gestión sostenible de los pastos, los animales y las explotaciones para mitigar el cambio climático, reduciendo al mínimo la generación de residuos y permitiendo una sinergia agrícola-ganadera. La gestión de los sistemas pastorales tendrá un papel fundamental a la hora de minimizar el impacto climático sobre la ganadería al contribuir a conservar la biodiversidad. Además, los sistemas de predicción son esenciales para el desarrollo de estrategias de adaptación, adelantándose a la toma de decisiones y evitando en la medida de lo posible los efectos adversos provocados por el cambio climático.

**Palabras clave:** Razas autóctonas, emergencia climática, producción sostenible, mejora de la capacidad productiva.

### Extensive livestock farming against climate change in Spain

#### Abstract

The modifications produced by climate change make it necessary to establish mitigation and adaptation strategies for livestock sector. Extensive livestock farming is a sector that adapts continuously and dynamically to the changes and conditions that arise, making it a very important tool as part of the solution to climate change. Their resilience involves efficient use of resources and proper scheduling of their use that guarantees sustainable management of pastures, animals and farms to mitigate climate change, minimizing waste generation and allowing agricultural-livestock synergy. The management of the pastoral systems will have a fundamental role in minimizing the climatic impact on livestock by contributing to conserve biodiversity. Furthermore, forecasting systems are essential for the development of adaptation strategies, anticipating decision-making and avoiding as far as possible the adverse effects caused by climate change.

**Keywords:** Autochthonous breeds, climatic emergency, sustainable production, improving productive capacity.

---

\* Autor para correspondencia: [jmlorenzo@ceteca.net](mailto:jmlorenzo@ceteca.net)

Cita del artículo: Pateiro M, Munekata PES, Domínguez R, Lorenzo JM (2020). Ganadería extensiva frente al cambio climático en España. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 116(5): 444-460. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.024>

## Introducción

El cambio climático puede definirse como la variación global del clima de la tierra, y se plantea como el mayor reto al que se enfrenta la agricultura y la ganadería en este siglo. Se estima que debido a estas variaciones del clima se produzcan fenómenos meteorológicos extremos a muy diversas escalas de tiempo (MITECO, 2020). Entre todos estos fenómenos, cabe destacar el aumento de las temperaturas, lo que provocará olas de calor prolongadas, frecuentes y más intensas, así como períodos largos y más frecuentes de sequía debido a un significativo descenso de las precipitaciones. Por tanto, teniendo en cuenta las predicciones de los modelos climáticos, los recursos hídricos se tendrán que gestionar de modo diferente, debido a la variación tanto de la calidad como de la cantidad disponible de dichos recursos (García-Ruiz et al., 2011). Esto hará que el agua se convierta en un factor limitante, que hará más vulnerables a los cultivos y a los sistemas ganaderos de pastoreo que son totalmente dependientes de la disponibilidad de los recursos naturales. Como consecuencia, se producirá un aumento en el número de plagas y enfermedades, una disminución de las cosechas y de la calidad de los productos. Con todo esto parece claro que la ganadería tiene que actuar y realizar cambios tanto en las zonas como en el sistema de producción, lo que sin duda tendrá una repercusión importante en la viabilidad económica de las explotaciones (UPA, 2019). En este sentido, la ganadería es por un lado una actividad emisora de gases de efecto invernadero y por otro un sector vulnerable ante el cambio climático y necesario para el correcto mantenimiento de los ecosistemas (Herrera, 2020).

El cambio climático es por lo tanto, una amenaza real para el bienestar que tendrá no sólo incidencia sobre el bienestar animal, sino también sobre su capacidad de adapta-

ción. De hecho, la medida fundamental frente al cambio climático es la adaptación. Debemos prever sus efectos, adaptando prácticas y decisiones para evitar en la medida de lo posible sus consecuencias. Los territorios mediterráneos, entre ellos España, presentan por su situación geográfica una alta vulnerabilidad al cambio climático, haciéndolos más áridos (Diodato et al., 2011). Esto provocará un efecto adverso sobre los rendimientos, aumentando el riesgo de pérdida de las cosechas (Ferrara et al., 2010). Además, España es posiblemente el país más rico en especies animales de la Unión Europea lo que hace que los cambios en la diversidad lo hagan especialmente vulnerable (PNACC, 2019).

Ante esta situación, se plantean diferentes escenarios, en los que la ganadería extensiva, antaño abandonada progresivamente a expensas de sistemas más rentables, se postula como una opción viable y sostenible frente al cambio climático. Sin embargo, existe una falta de datos y estudios científicos, lo que dificulta el poder describir claramente el efecto que los sistemas de ganadería ejercen sobre la emergencia climática, y al mismo tiempo, como afectan los cambios del clima a las explotaciones ganaderas. Esto se debe en gran medida a la falta de identificación de los factores de estrés del cambio climático sobre el sistema ganadero, la dificultad de cuantificar las interacciones entre el medio y el ganado, y al mismo tiempo la ausencia o que existan muy pocos proyectos de investigación específicos para medir estos parámetros (Rubio y Roig, 2017).

Por tanto, el presente trabajo pretende de dar una visión global de como la ganadería extensiva puede dar respuesta a parte de los problemas que plantea la actual emergencia climática, así como las estrategias que dicha ganadería podría usar en su favor para una mejor adaptación a las nuevas condiciones derivadas del cambio climático. Para ello se hace una revisión bibliográfica, teniendo en cuenta los escasos estudios científicos y los

datos que estos aportan, y apoyándonos en muchos de los informes emitidos tanto por agencias gubernamentales como por otros entes privados.

### **Importancia de la ganadería extensiva ante la emergencia climática**

Una estrategia contra el cambio climático es el desarrollo y fomento de la ganadería extensiva. Esta ganadería engloba a un conjunto de sistemas de producción que usan de manera eficaz los recursos del medio junto con las razas apropiadas, más rústicas y autóctonas, compatibilizando producción con sostenibilidad. Este tipo de ganadería tiene una gran importancia ya que contribuye a la biodiversidad, que tiene un papel fundamental en la estabilización del funcionamiento de los ecosistemas, incrementando su productividad, y contribuyendo, por lo tanto, al aprovisionamiento de bienes y servicios (Kirwan et al., 2009). Sin embargo, la tendencia reciente de abandono de los campos debido a la falta de relevo generacional, la despoblación del medio rural junto con la dependencia en muchos casos de subvenciones (Bernués et al., 2011) hacen que la ganadería extensiva no pueda rivalizar con un sistema de producción en intensivo, cada vez más automatizado y regulado, que permite rendimientos y un margen de beneficios superiores. Pero a diferencia de la cría en intensivo, la ganadería en extensivo genera productos de alta calidad, además de estar íntimamente con la gestión del territorio, el paisaje e influye de modo positivo, regulando ciclos de agua y aumentando la calidad del suelo mejorando de la calidad nutritiva de los pastos (Aldezabal et al., 2002). A todo esto hay que sumar la importante labor de cortafuegos natural, limitando el crecimiento y desarrollo de la masa arbustiva de nuestros montes, ya que es la mayor parte del material combustible de

los incendios forestales. En múltiples estudios realizados comparando la calidad de la carne y/o los productos cárnicos obtenidos mediante ganadería extensiva e intensiva, se ha observado que con la carne derivada de la ganadería extensiva presentó un valor nutricional superior (López-Pedrouso et al. 2020), generalmente con mayores valores de ácidos grasos esenciales y poliinsaturados (Lorenzo et al., 2014; Gálvez et al., 2020), lo que repercute de modo positivo en la salud humana. Desde el punto de vista organoléptico, también se ha demostrado que la carne proveniente de animales criados en régimen extensivo o semi-extensivo es mejor valorada que la de los animales criados en intensivo (Lorenzo et al., 2016). Sin embargo, durante décadas, las explotaciones en extensivo han ido evolucionando hacia sistemas intensivos e integrados que ofrecían mayores rendimientos económicos, principalmente ligados al empleo de razas mejoradas y períodos de cebo más cortos, por lo que los beneficios ambientales anteriormente mencionados pasaron a un segundo plano.

La ganadería vinculada al pastoreo está normalmente ligada a zonas de montaña, formadas generalmente por explotaciones familiares y tradicionales de pequeño tamaño (Ferrer, 2016). El pastoreo extensivo permite un aprovechamiento óptimo de los recursos vegetales de la montaña, permitiendo una gestión apropiada del medio rural cuando se logra aumentar el grado de complementariedad entre las especies animales, el uso de los recursos vegetales y del territorio (Aldezabal et al., 2012). En este sentido, son varios los beneficios que el uso de la ganadería extensiva a través del pastoreo tiene sobre el medio ambiente (Janzen, 2011; Sebastià et al., 2012; San Miguel, 2016). De hecho, el informe publicado por Rubio y Roig (2017) destaca de entre múltiples beneficios, los siguientes:

- Contribuye al mantenimiento de la diversidad vegetal y animal. El ganado participa

en la gestión de los ecosistemas y en la conservación de especies vegetales y animales amenazadas.

- Permite la mejora de los pastos herbáceos. El ganado contribuye a la dispersión, germinación y desarrollo de ciertas especies pastorales como las leguminosas, las gramíneas y algunas crucíferas.
- Regula los ciclos de nutrientes, mejorando su aprovechamiento y contribuyendo al secuestro de carbono, así como el balance hídrico.
- Mejora la calidad del suelo y su estabilidad estructural, aumentando su actividad biológica.
- Contribuye a la prevención de incendios a través de la creación y mantenimiento de áreas de pasto cortafuegos.

Además de las mejoras de los pastos y el suelo, estas prácticas ganaderas son fundamentales también para el mantenimiento de especies y hábitats importantes para la biodiversidad de cada zona (Zabalza et al., 2017). Con todo esto en mente, parece claro que la ganadería extensiva presenta unos beneficios significativos a la hora de luchar contra el cambio climático. Por un lado, mejora la gestión del territorio y ejerce un claro efecto positivo sobre el terreno y por extensión, sobre la biodiversidad de las zonas empleadas. Esto repercute positivamente en la propia explotación ganadera, que se ve favorecida de los beneficios derivados del pastoreo.

### **Acciones para la adaptación al cambio climático**

Sin embargo, es importante destacar que la ganadería en extensivo no es ajena a la emergencia climática. Por tanto, las modificaciones producidas por el cambio climático hacen que sea necesario establecer estrategias de

mitigación y adaptación del sector, incrementando la capacidad de observación, análisis y toma de decisiones, y pasando por un aprovechamiento eficiente de los recursos.

### **Empleo de razas autóctonas**

Las razas autóctonas son todas aquellas razas originarias de España de protección especial y de carácter más local, que deben ser conservadas como patrimonio genético para favorecer su expansión y evitar su abandono y extinción, al disponer en su mayoría de escasos censos poblacionales y estar sometidas a factores de riesgo, con diversos grados de amenaza (BOE, 2019). Este gran patrimonio genético animal es el resultado de una cuidada selección de animales y del aprovechamiento de la diversidad asociada a nuestros sistemas pastorales.

Estas razas están incluidas en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España, donde se incluyen todas las razas ganaderas reconocidas y utilizadas en España por su interés económico, productivo, cultural, medioambiental o social, destinadas a ser objeto de un programa de cría (BOE, 2019). Las razas autóctonas se agrupan en dos grupos: razas autóctonas de fomento y razas autóctonas en peligro de extinción. En el primer caso, se incluyen las que se han originado en España y que por su censo y organización se encuentran en expansión. En el segundo grupo, se encuentran aquellas que son originarias de España pero que se encuentran en grave regresión o en trance de desaparición.

Además de por su gran patrimonio genético, son muy valoradas por los beneficios que su cría, habitualmente en régimen extensivo, tiene para la sostenibilidad del medio rural (MAPA, 2020a). En el caso del ganado vacuno y equino se emplean sistemas extensivos de cría especialmente durante las primeras etapas de la vida de los terneros, aprove-

chando los pastos de montaña en el verano y las praderas en el invierno. Las cabras contribuyen al equilibrio de los bosques, ya que son capaces de digerir productos fibrosos. Los cerdos autóctonos son razas rústicas que aprovechan los recursos naturales y estacionales de bosques atlánticos y praderas, bellotas de haya y roble, castañas, avellanas, y recursos herbáceos, contribuyendo de este modo al control de la biomasa vegetal (MMA, 2008). Las explotaciones de ganado vacuno, ovino, caprino, porcino y equino de razas autóctonas suelen incluirse dentro de la ganadería extensiva. Como punto negativo del empleo de razas autóctonas cabe destacar que generalmente presentan unos factores productivos (producción de leche, capacidad de reproducción, engrasamiento y peso de las canales, etc.) menores que los de las razas seleccionadas. De hecho, en un estudio reciente realizado en cerdos concluyen que los rendimientos obtenidos en razas autóctonas y tradicionales no son comparables con los de las razas comerciales, precisamente no solo por el rendimiento como tal (que es muy inferior), sino también debido al alto grado de engrasamiento de estos animales (Araujo et al., 2018). Sin embargo, los productos derivados de la ganadería extensiva con razas autóctonas presentan características superiores a los productos de animales procedentes de razas mejoradas y criados en extensivo. A mayores, el consumidor actual, consciente de la situación de emergencia climática y la relación dieta-salud demanda cada vez más productos procedentes de sistemas sostenibles, que sean respetuosos con el ambiente y también que presente una calidad nutricional óptima. Por tanto, los productos derivados de animales de razas autóctonas tienen un valor añadido, lo que les permite cierta competitividad en el mercado (Gómez et al., 2018). La calidad organoléptica de estos productos es también generalmente superior a los de los animales criados en sistemas intensivos (Lorenzo et al., 2016).

Con esto en mente, y teniendo en cuenta que el consumidor está dispuesto a pagar más por los productos procedentes de este tipo de razas criadas en régimen extensivo, hacen que los aspectos negativos que las razas autóctonas presentaban frente a las razas mejoradas sean menores, ya que son compensados con precios superiores.

El empleo de razas autóctonas criadas en régimen extensivo es una de las mejores estrategias (Figura 1) debido a que estas son razas altamente adaptadas a las condiciones climáticas de cada región. Cada región del estado español presenta una casuística particular desde el punto de vista climático. Por tanto, el empleo de razas ya adaptadas a cada caso concreto ayuda en gran medida a mitigar los efectos que el cambio climático ejerce sobre cada una de ellas (Zotte et al., 2020). De hecho, se ha señalado que los animales genéticamente seleccionados son más sensibles a los cambios ambientales (Mirón, 2017), por lo que el empleo de razas autóctonas podría ser una de las estrategias claves en la ganadería extensiva.

### **Mejora de la capacidad productiva de forma directa a través de pastos y forrajes**

Los prados y pastizales, unos de los hábitats más ricos en especies de Europa, se encuentran amenazados por el cambio climático, poniendo también en peligro a los sistemas ganaderos extensivos (Caballero, 2007; Silva et al., 2008). Esto hace que sea necesaria una gestión adecuada de los ecosistemas agrícolas para la adaptación de los pastos al cambio climático, y también de los sistemas extensivos (Tabla 1), íntimamente relacionados por el aprovechamiento que los animales hacen de sistemas pastorales (Rubio y Roig, 2017). Además, la elaboración de un catálogo de especies y hábitats permitiría caracterizar estos territorios, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales (Berastegi et al., 2012).

Tabla 1. Estrategias para la adaptación de la ganadería extensiva al cambio climático en España.  
 Table 1. Strategies for adaptation of extensive livestock farming to climate change in Spain.

Estrategia	Objetivo	Principales beneficios
Gestión de pastos	Manejo del ganado y control del pastoreo para mejorar la productividad de los pastos	Mejora de pastos herbáceos con especies más palatables
		Mejora de la calidad de pastos, con el fomento de grupos de especies de leguminosas
		Gestión de pastos leñosos. Control de los matorrales y prevención de incendios forestales
		Maximizar producción y calidad de los pastos y forrajes
		Mejora de condiciones hídricas
	Aumento de alternativas de alimentación. Selección de especies más adaptadas	Aumento de producciones totales, calidad y características nutricionales de los pastos. Esto facilita su uso en momentos de falta de alimento
	Gestión del territorio. Pastoreo como agente modelador del paisaje	Bajo impacto en la gestión de la vegetación, y conservación de la diversidad de flora y fauna Regulación de ciclos biogeoquímicos, especialmente en los ciclos de N y C
	Creación de indicadores de gestión sostenible y eficiente. Garantizar el pastoreo para la gestión de la ganadería extensiva	Evitar impactos negativos, reflejando la evolución de los servicios ecosistémicos producidos. Seguimiento y control de los aprovechamientos y efectos sobre el sistema pastoral
	Fomento de la movilidad del ganado. Pastoreo en distintas zonas en función de la época del año y fase productiva	Aumento de la disponibilidad de pastos para la alimentación según la fenología y producción de los distintos tipos de pastos Mejora del estado sanitario de los animales y reduce costes de alimentación Mejora en el manejo de pastos Mantenimiento de actividad socioeconómica en medio rural
	Desarrollo de modelos de predicción. Toma de decisiones anticipada ante la aparición de efectos adversos	Desarrollo de estrategias de adaptación. Aprovechamiento de alimento y suplementación Previsión de necesidades de los animales. Alternativas de alimentación Previsión de riesgos y reducción de los costes

Estrategia	Objetivo	Principales beneficios
	Desarrollo de modelos de producción/gestión de sistemas pastorales complejos. Optimización del manejo y provisión de los servicios ecosistémicos asociados a la ganadería extensiva.	<p>Conocimiento del funcionamiento de los sistemas pastorales, interacciones entre vegetación, clima y suelo y animales pastantes</p> <p>Análisis de interacciones entre los elementos de los sistemas pastorales</p> <p>Simulación de alternativas de gestión y manejo pastoral</p>
Manejo de los animales	<p>Uso de razas autóctonas. Aumento de la diversidad y aprovechamiento de los recursos naturales característicos del territorio</p> <p>Mejora de los recursos genéticos animales, mediante selección de rebaños/individuos por comportamiento, adaptación fisiológica, metabólica y hormonal de cada especie/raza</p> <p>Mejora de la toma de decisiones con respecto al manejo de los animales y el pastoreo</p>	<p>Mantenimiento de la diversidad genética de razas y especies autóctonas, con alta adaptación a los pastos herbáceos y leñosos</p> <p>Adecuación de las necesidades nutritivas de los animales. Empleo de las características de producción de cada raza</p> <p>Mejora de los animales empleados en ganadería extensiva, mediante el conocimiento del comportamiento de los animales en pastoreo</p> <p>Aprovechamiento sostenible y eficiente de los pastos</p> <p>Conocimiento de los procesos metabólicos, fisiológicos y hormonales de la producción animal, lo que permite seleccionar aquellos con mejor adaptación y resistencia a entornos difíciles</p> <p>Mejora del conocimiento de la producción animal en regímenes extensivos</p> <p>Ajuste de los ciclos productivos a los recursos disponibles y tolerancia a estrés en situaciones difíciles</p> <p>Innovación tecnológica para la gestión del movimiento de los animales</p>
Gestión de la explotación	Conservación de forrajes y mejora de la calidad nutritiva de los forrajes y alimentos para su empleo en momentos de falta de alimento en el medio	<p>Definir las prácticas ganaderas más adecuadas, mejorando la gestión de cultivos forrajeros y pastos (gestión eficiente)</p> <p>Optimización de la conservación de la calidad nutritiva de los forrajes y otras alternativas alimentarias</p>

Estrategia	Objetivo	Principales beneficios
	Sostenibilidad de las explotaciones, optimizando la generación de servicios ecosistémicos	Sostenibilidad económica, ambiental y social de las explotaciones ganaderas en extensivo  Técnicas de bajo impacto ambiental y su monitoreo mediante el seguimiento de indicadores de sostenibilidad  Optimización de producción de recursos pastables y de alimentos suplementarios para el ganado  Mejora en la gestión sostenible de los residuos
	Garantizar bienestar animal y calidad de vida de ganaderos/pastores. Facilitar el manejo del ganado y la gestión de la explotación	Infraestructuras ganaderas que garanticen el cuidado de los animales y la calidad de vida de pastores y ganaderos  Mantenimiento adecuado de infraestructuras ganaderas existentes y creación de nuevas infraestructuras que garanticen el correcto cuidado de los animales y faciliten su manejo
	Diversificación de producciones y aprovechamientos. Adaptación a situaciones extremas	Divulgación de la calidad de los productos directos de la ganadería extensiva y de los servicios asociados  Incremento del valor añadido de los productos ganaderos y producción de bienes directos de calidad diferenciada

Información adaptada del informe publicado por Rubio y Roig (2017).

El pastoreo adaptativo permite la recuperación de los pastizales a la vez que aumenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, mejora la capacidad de retención de agua y ayuda a conservar la biodiversidad (Steffens et al., 2013). Este sistema permite adaptar el plan de pastoreo según el estado del pasto a través de técnicas como *cell grazing*, *mob grazing*, *multi-paddock grazing*, *rotational grazing*, pastoreo dirigido y manejo holístico (Rolo, 2019). La calidad de los pastos anuales también puede mejorarse con la introducción de leguminosas que contribuyen a la adaptación de los sistemas extensivos al cambio cli-

mático. Estas especies son menos metagénicas, más ricas en proteínas, ácidos grasos y taninos. Al igual que el pastoreo adaptativo mejoran las propiedades del suelo al aumentar la cantidad de materia orgánica y de nutrientes, y mejorando la capacidad de retención de agua (Hernández-Esteban et al., 2019).

Los sistemas de cultivo mixto también podrían ser una alternativa, ya que tienen un elevado potencial agronómico y ambiental, permitiendo mantener la función de provisión de los agroecosistemas (Erisman et al., 2011). Éste es el caso de las cubiertas mixtas de gramíneas y leguminosas que pueden me-





Figura 1. Empleo de razas autóctonas como estrategia de adaptación de la ganadería extensiva al cambio climático en España.

Figure 1. Use of native breeds as a strategy for adapting extensive livestock to climate change in Spain.

jorarse con la inclusión de otras especies. Las forbias como la chicoria (*Cichorium intybus*) permiten complementar los contenidos de nitrógeno en situaciones en las que las leguminosas escasean, además de incrementar los contenidos en minerales (Høgh-Jensen et al., 2006). Esta mezcla resulta en una mayor eficiencia del uso del nitrógeno, con un incremento del capturado por la cubierta vegetal y una reducción de pérdidas por lixiviación (Nyfeler et al., 2011).

Otra posibilidad la ofrece el triticale ( $\times$ *Triticosecale* Wittmack), habitualmente utilizado en la alimentación animal (Giunta y Motzo, 2004; Peña, 2004). Este cultivo tiene un elevado valor agronómico, caracterizándose por una gran rusticidad que le permite adaptarse a condiciones adversas como la sequía y al frío, resistencia frente a ciertas enferme-

dades y con una producción de mayor cantidad de biomasa que otros cereales como el trigo, la cebada y el arroz (Bilgili et al., 2009). Esto ofrecería una alternativa a la disminución de rendimiento de los cereales (FAO, 2020). Además de sus reconocidos beneficios adaptativos, también ofrece una buena composición nutricional rica en vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales, junto con altos contenidos en almidón, lípidos, fibra y proteína comparado con el trigo.

Los pastos leñosos también son utilizados por los ganaderos para criar ganado en extensivo, ya que complementariamente a la hierba permiten alimentar a los animales. Las bellotas y otros frutos se utilizan como recursos en el otoño y comienzo del invierno, mientras que el follaje de árboles y arbustos suele utilizarse en verano y comienzos del

otoño, cuando apenas queda hierba fresca (PGEP, 2016). En los períodos de sequía, los bancos forrajeros leñosos podrían ser una alternativa a los piensos, ya que son una fuente importante de proteína. Éste es el caso de la especie *Morus* spp., caracterizada por su alto contenido en proteínas (15-28 %) y su alta digestibilidad (>80 %). Además, una composición baja en fibra y rica en hidratos de carbono, así como su alto contenido energético dan lugar a un ensilado rico en nutrientes y sin apenas aditivos. A estos beneficios se unen sus efectos ambientales beneficiosos que permiten evitar la erosión.

Estos pastos leñosos también abundan en espacios abiertos de montaña en forma de matorral arbustivo. En estas zonas la intensificación agrícola se ha visto limitada por períodos de sequía, la reducción del pastoreo y el abandono de los usos tradicionales (Vázquez et al., 2011). Unas adecuadas medidas de gestión permitirían devolver el equilibrio a estos agroecosistemas, aumentando su rentabilidad (Menéndez Artime et al., 2012). Algunos autores han demostrado los beneficios de los sistemas de pastoreo tipo arbustivo-mediterráneo sobre la calidad de la leche de cabra de raza Payoya (Delgado Pertíñez et al., 2012). Los resultados confirmaron la conocida relación entre calidad y alimentación, mostrando mayores contenidos de ácidos grasos n-3 y  $\alpha$ -tocoferol, reconocidos por sus beneficios sobre la salud.

El mantenimiento de poblaciones vegetales también podría llevarse a cabo a través de la dispersión de semillas a través del tracto digestivo de los animales (Font et al., 2015). Las cabras a través del ramoneo pueden promover la rápida dispersión de las semillas de leguminosas arbustivas *Adenocarpus decorticans* y *Retama sphaerocarpa*, las forrajeras *Cistus albidus* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Rhamnus lycioides* L. y *Atriplex halimus* L., y las arbustivas mediterráneas *Cistus salvifolius*, *Halimium halimifolium*, *Myrtus commu-*

*nis* y *Pistacia lentiscus* (Grande et al., 2012; Ramos-Font et al., 2015).

En estas zonas también se ha producido una homogeneización del paisaje, una acumulación de combustible vegetal y un descenso de la biodiversidad de los hábitats, lo que conduce a un alto riesgo de incendios forestales (Lasanta et al., 2000). El desarrollo de un modelo de gestión sostenible permitiría disminuir el riesgo de incendios y garantizar la preservación de los servicios ecosistémicos y la calidad ecológica de los espacios abiertos de montaña. El modelo está basado en la combinación óptima de fuego técnico y pastoreo dirigido, que permitirá la gestión del matorral arbustivo como forma tradicional de recurso forrajero para razas autóctonas adaptadas a zonas de montaña. En algunas culturas, como la pirenaica, suele utilizarse para controlar el matorral, especialmente durante la época invernal. Sin embargo, en ocasiones pueden producirse cambios en los ciclos de nitrógeno cuando se producen cambios en las especies herbáceas después de la quema (San Emeterio et al., 2012).

En este sentido, un proyecto europeo (Open2 Preserve) en el cual participan universidades y centros de investigación de España, Portugal y Francia estudian el efecto que el herbivorismo pírico (combinación de fuego controlado y pastoreo guiado) ejerce sobre el terreno y la calidad de los productos derivados de los animales criados con este sistema de producción. Las dificultades de la aplicación de desbroce mecánico para clarificar zonas de pastoreo en zonas de alta montaña con pendientes pronunciadas, así como la dificultad de hacerlo en zonas con especies arbustivas altamente desarrolladas hacen que la aplicación de fuego controlado sea una opción muy atractiva a la hora de regenerar y preparar estas zonas para ser empleadas en la ganadería extensiva. En este proyecto se estudia tanto la influencia que el fuego ejerce sobre las características del

suelo, así como en las especies herbáceas y arbustivas que hay antes y después de la quema dirigida. A diferencia de las altas temperaturas alcanzadas durante los incendios forestales, la aplicación de fuego controlado en el invierno permite que las temperaturas en superficie sean lo suficientemente bajas para que esto no afecte a las condiciones biológicas del suelo. Este hecho combinado con el pastoreo guiado presenta un enorme beneficio, ya que favorece la biodiversidad y mantiene el suelo en condiciones óptimas. Además, el hecho de controlar el fuego permite minimizar efectos adversos derivados de la erosión que se podría producir. Sin embargo, hay que destacar que la ventana climática en la cual se puede realizar este tipo de quemas controladas es muy pequeña. En este caso, el empleo de ganado equino permite eliminar gran parte de la carga combustible de los bosques, debido principalmente a que es capaz de digerir celulosa e ingerir grandes cantidades de alimento durante períodos de pastoreo prolongado. En el proyecto también se emplea pastoreo con ovinos. En ambos casos, tanto equinos como ovinos, se emplean razas autóctonas debido a que presentan una gran adaptación al medio natural. Por tanto, el empleo del herbivorismo pírico puede ser una buena herramienta para la clarificación de nuevas zonas de pastoreo, siendo más económico y efectivo que el tradicional desbroce mecánico, lo que sitúa al ganadero en una posición de ventaja competitiva.

#### **Mejora de la capacidad productiva de forma indirecta con la mejora del suelo y la captación de agua de lluvia**

Como se ha comentado anteriormente, la ganadería extensiva ofrece grandes beneficios sobre la calidad y la estabilidad estructural del suelo (Janzen, 2011), donde la materia orgánica juega un importante papel en

la mitigación del cambio climático, ya que es reservorio de la fertilidad del suelo a través del carbono orgánico.

Los cambios climáticos han provocado modificaciones sobre los ciclos de carbono y de nitrógeno que han dado como resultado cambios en la composición atmosférica. Esto hace que el ciclo de nitrógeno debe tenerse en cuenta en las discusiones sobre el clima, aprovechando efectos sinérgicos positivos para abordar los problemas del cambio global (Erisman et al., 2011). En sistemas de pastoreo en los que se usa sólo el pasto, hay menos oportunidades para reducir las pérdidas de nitrógeno a través de la incorporación de especies forrajeras. En contraste, la rotación de cultivos en los sistemas de cultivo mixtos o ganaderos permiten introducir cultivos de cobertura de enraizamiento profundo y otras especies forrajeras (de Klein y Monaghan, 2011). Estudios realizados con especies de gramíneas con mayor profundidad y masa de enraizamiento mostraron pérdidas por lixiviación de nitrógeno menores y una recuperación significativamente mayor en comparación con otras especies (Popay y Crush, 2010).

La implantación de cubiertas vegetales, utilizando especies forrajeras, permite proteger el suelo de la erosión, a la vez que contribuye a proporcionar un pasto barato para el ganado. La alfalfa, la esparceta, los cereales forrajeros, *Lolium rigidum*, las vezas, los guisantes y *Atriplex halimus* constituyen alternativas de cultivos, pudiendo establecer una cubierta vegetal permanente (Delgado En-guita, 2012).

Además, la quema de restos de poda finos y el laboreo utilizando la técnica de línea clave permiten la mejora indirecta de la capacidad productiva. En el primer caso, el resultado es beneficioso para los microorganismos del suelo, que son esenciales para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo. Mientras que el segundo, permite

la captación de agua de lluvia, mejorando el almacenamiento de agua edáfica, y la reducción de la compactación de los suelos.

### **Fomento de la economía circular dentro de la explotación**

La economía circular está relacionada con la sostenibilidad, ya que pretende mantener el valor añadido de los productos el mayor tiempo posible reduciendo al mínimo la generación de residuos, con la finalidad de que se transformen en recursos (UPA, 2019). Este sistema lleva asociado varias ventajas al reducir la dependencia de alimento de fuera de la explotación y el aprovechamiento de subproductos, permitiendo una sinergia agrícola-ganadera.

La reutilización de estiércoles y purines en los sistemas agrícolas mejora la fertilidad y aumenta los contenidos de materia orgánica de los suelos (Traba et al., 2003). Esto permite reducir el uso de fertilizantes químicos y minimizar las emisiones derivadas de la gestión de los purines. Todo esto resultará en una diversificación de cultivos que beneficiará a las explotaciones ganaderas con la obtención de materias primas. Así se refleja en estudios realizados con aportes continuados de purín de vacuno pulverizados sobre una pradera, resultando en efectos positivos sobre las características del suelo, manteniendo las producciones y la calidad del forraje (Báez Bernal et al., 2012). Por lo tanto, parece recomendable el empleo de estos productos en las explotaciones, lo que permitiría reducir costes directos derivados de la utilización de otros productos encalantes.

### **Sistemas de alerta temprana en la prevención de eventos climáticos**

Los sistemas de alerta temprana, originados para prevenir los impactos de fenómenos naturales súbitos, son sistemas de adaptación al

cambio climático que permiten prevenir eventos climáticos con la finalidad de adelantarse a la toma de decisiones. De este modo, la predicción a corto y medio plazo de precipitaciones y temperaturas es esencial para el desarrollo de estrategias de adaptación para las explotaciones, adelantando la toma de decisiones sobre la gestión de cultivos, los pastos, los excedentes o las compras de suplementos (Gluga et al., 2012).

Además, estos sistemas de prevención y control también permiten:

- Realizar pronósticos climáticos para adaptar las siembras con el fin de responder adecuadamente a la variabilidad climática anual.
- Adaptar los sistemas de producción con semillas más resistentes a condiciones climáticas extremas, el manejo integral de plagas y enfermedades, las prácticas de conservación del suelo, las prácticas de conservación de la humedad y de captación de agua.
- La prevención y control de enfermedades para mitigar sus efectos, reduciendo la susceptibilidad de los sistemas ganaderos ante el posible incremento de enfermedades.
- Establecer estrategias de gestión de riesgos y de desarrollo sostenible: planificación del uso de los recursos naturales, programas de reforestación y conservación de suelos, promoción de la diversificación agrícola.

### **Perspectivas futuras: Plan Estratégico de la PAC POST 2020**

Ante la actual situación de emergencia climática, el plan estratégico tiene como objetivo avanzar hacia un modelo agro-ganadero más respetuoso con el clima y el medio ambiente. Sus objetivos específicos contribuyen a:

- Atenuar el cambio climático y la adaptación de los sistemas productivos a sus efectos.

- Promover el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales como el agua, el suelo y el aire.
- Proteger la biodiversidad, potenciando los servicios ecosistémicos y conservando los hábitats y los paisajes.

En España ya se está trabajando en este Plan Estratégico que pretende responder a las necesidades de futuro de los sistemas agro-ganaderos, a través de la elaboración de un cronograma de trabajo con hitos y metas temporales de manera coordinada con la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural de la Comisión Europea (MAPA, 2020b). El primer paso consiste en la elaboración de un análisis de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (análisis DAFO) del sector, así como la realización de un estudio de las necesidades que se plantean para cada uno de los objetivos estratégicos que permita priorizar estas necesidades y establecer las actuaciones.

## Conclusiones

La ganadería es a la vez parte del problema y posible solución ante la emergencia climática actual. Esto se debe a que no todos los sistemas ganaderos son iguales, diferenciando entre ganadería intensiva o industrial y ganadería extensiva, existiendo mucha variabilidad entre ellos. El aprovechamiento de los recursos naturales locales en régimen de pastoreo, un consumo mínimo de insumos externos y unos flujos energéticos y materiales integrados en los ecosistemas locales hace que la ganadería extensiva se postule como una opción óptima para la cría de animales. Sin embargo, el cambio climático ejerce un efecto negativo en la capacidad de producción de este tipo de ganadería, por lo que el uso de razas adaptadas al medio natural, así

como diferentes estrategias directas e indirectas discutidas en el presente artículo pueden mejorar el poder de adaptación de la ganadería extensiva a los cambios ambientales. A mayores, cabe destacar que la cría en extensivo no solo es una opción de consumo, sino que también actúa como gestor, mantenedor y recuperador del paisaje y los ecosistemas locales. Sin embargo, la falta de proyectos de investigación específicos para observar la influencia de la ganadería extensiva sobre el cambio climático, así como la complejidad de decidir y cuantificar los factores para su estudio hacen que la cantidad de estudios científicos al respecto sea más bien escasa. Por tanto, como conclusión general, es importante resaltar que la ganadería extensiva no constituye un problema desde el punto de vista ambiental, sino que es víctima de la actual emergencia climática. Finalmente, como su propia definición indica, la ganadería extensiva es un sector que se adapta de modo continuo y dinámico a los cambios y condicionantes que se presentan, por lo que es una herramienta muy importante como parte de la solución del cambio climático, cumpliendo con los objetivos de los futuros planes estratégicos del sector agro-ganadero y los requisitos que plantea la PAC POST 2020.

## Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al proyecto OPEN2PRESERVE (Ref. SOE2/P5/E0804) financiado por el programa Interreg V SUDOE. Paulo E.S. Munekata agradece al programa "Juan de la Cierva" financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (FJCI-016-29486). Los autores son miembros de la Red *Healthy Meat* financiada por el programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED) (ref. 119RT0568).

## Referencias bibliográficas

- Aldezabal A, García-González R, Gómez D, Fillat F (2002). El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. *Ecosistemas* 3: 1-9.
- Aldezabal A, Laskurain NA, Mandaluniz N (2012). Factores determinantes del uso del espacio por parte del ganado vacuno y equino en pastos de montaña. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 325-330.
- Araujo JP, Cerqueira JL, Pires P, Amorim I, Carneiro M, Santos Silva J, Domínguez R, Bermúdez R, Lorenzo JM (2018). Influencia del sistema de producción en la calidad de la canal de cerdos de raza Bísara. *Archivos de Zootecnia* 67(260): 554-559. <https://doi.org/10.21071/az.v0i0.3887>
- Báez Bernal MD, Castro Insua JF, Louro López A, Valladares Alonso J (2012). Evolución de las propiedades químicas del suelo y producción de una pradera fertilizada con purín de vacuno mezclado con concha de mejillón. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 431-438.
- Berastegi A, Peralta J, Lorda M, Remón JL, García-Mijangos I, Biurrún I (2012). Listado de los tipos de pastizales y prados presentes en Navarra. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 239-245.
- Bernués A, Ruiz R, Olaizola A, Villalba D, Casasús I (2011). Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livestock Science* 139(1-2): 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.018>
- Bilgili U, Cifci EA, Hanoglu H, Yagdi K, Acikgoz E (2009). Yield and quality of triticale forage. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 556-560.
- BOE (2019). Real Decreto 45/2019, de 8 de febrero, por el que se establecen las normas zootécnicas aplicables a los animales reproductores de raza pura, porcinos reproductores híbridos y su material reproductivo, se actualiza el programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas y se modifican los Reales Decretos 558/2001, de 25 de mayo; 1316/1992, de 30 de octubre; 1438/1992, de 27 de noviembre; y 1625/2011, de 14 de noviembre. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 52, de 1 de marzo de 2019, pp. 19716-19748.
- Caballero R (2007). High Nature Value (HNV) grazing systems in Europe: a link between biodiversity and farm economics. *The Open Agriculture Journal* 1(1): 11-19. <http://dx.doi.org/10.2174/1874331500701010011>
- de Klein CA, Monaghan RM (2011). The effect of farm and catchment management on nitrogen transformations and N<sub>2</sub>O losses from pastoral systems –can we offset the effects of future intensification?. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(5): 396-406. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.08.002>
- Delgado Enguita I (2012). Abandono de tierras y cubiertas vegetales orientadas a la producción de pastos en zonas áridas y semiáridas de la cuenca media del Ebro. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 387-400
- Delgado Pertíñez M, Siles A, Valencia E, Mena Y, Fernández-Cabanás VM, Labeyrie D (2012). Calidad de la leche de cabra de raza Payoya durante el verano, en sistemas de pastoreo tipo arbustivo-mediterráneo. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 287-293.
- Diodato N, Bellocchi G, Romano N, Chirico GB (2011). How the aggressiveness of rainfalls in the Mediterranean lands is enhanced by climate change. *Climatic Change* 108: 591. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0216-4>

- Erismán JW, Galloway J, Seitzinger S, Bleeker A, Butterbach-Bahl K (2011). Reactive nitrogen in the environment and its effect on climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(5): 281-290. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.08.012>
- FAO (2020). *Crop Prospects and Food Situation - Quarterly Global Report No. 1*. Roma, Italia. <https://doi.org/10.4060/ca8032en>
- Ferrara RM, Trevisiol P, Acutis M, Rana G, Richter GM, Baggaley N (2010). Topographic impacts on wheat yields under climate change: two contrasted case studies in Europe. *Theoretical and Applied Climatology* 99(1-2): 53-65. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0126-9>
- Ferrer C (2016). *Diccionario de Pascología. Aspectos ecológicos, botánicos, agronómicos, forestales, zootécnicos y socio económicos de los pastos*. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos Fundación Conde del Valle de Salazar. 933 pp.
- Gálvez F, Domínguez R, Maggolino A, Pateiro M, Carballo J, De Palo P, Barba FJ, Lorenzo JM (2020). Meat quality of commercial chickens reared in different production systems: industrial, range and organic. *Annals of Animal Science* 20(1): 263-285. <https://doi.org/10.2478/aos-2019-0067>
- García-Ruiz JM, López-Moreno JI, Vicente-Serrano SM, Lasanta-Martínez T, Beguería, S (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews* 105(3-4): 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.01.006>
- Giunta F, Motzo R (2004). Sowing rate and cultivar affect total biomass and grain yield of spring triticale (*xTriticosecale* Wittmack) grown in a Mediterranean-type environment. *Field Crops Research* 87(2-3): 179-193. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.11.009>
- Gluga AE, Escribano Rodríguez JA, Hernández Díaz-Ambrona CG (2012). Comparación de dos métodos para la estimación de los daños por sequía en pastos de dehesa. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 117-122.
- Gómez M, Cachaldora A, Fonseca S, Domínguez R, Carballo J, Franco I (2018). Biochemical, oxidative, and lipolytic changes during vacuum-packed storage of dry-cured loin: Effect of chestnuts intake by Celta pigs. *Journal of Food Quality* 2018: 7690501. <https://doi.org/10.1155/2018/7690501>
- Grande D, Mancilla-Leytón JM, Delgado-Pertíñez M, Martín Vicente A (2012). Resultados preliminares del papel del ganado caprino en la dispersión de cinco especies de matorral mediterráneo. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 225-230.
- Hernández-Esteban A, López-Díaz ML, Cáceres Y, Moreno G (2019). Are sown legume-rich pastures effective allies for the profitability and sustainability of Mediterranean dehesas? *Agroforestry Systems* 93(6): 2047-2065. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0307-6>
- Herrera PM (ed.) (2020). *Ganadería y cambio climático: un acercamiento en profundidad*. Ed. Fundación Entretantos y Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo. Valladolid, España. 29 pp.
- Høgh-Jensen H, Nielsen B, Thamsborg SM (2006). Productivity and quality, competition and facilitation of chicory in ryegrass/legume-based pastures under various nitrogen supply levels. *European Journal of Agronomy* 24(3): 247-256. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.007>
- Janzen HH (2011). What place for livestock on a re-greening earth?. *Animal Feed Science and Technology* 166: 783-796. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.055>
- Kirwan L, Connolly J, Finn JA, Brophy C, Lüscher A, Nyfeler D, Sebastià MT (2009). Diversity-interaction modeling: estimating contributions of species identities and interactions to ecosystem function. *Ecology* 90(8): 2032-2038. <https://doi.org/10.1890/08-1684.1>

- Lasanta T, Vicente SM, Cuadrat JM (2000) Marginalización productiva y recuperación de la cubierta vegetal en el Pirineo: un caso de estudio en el valle de Borau. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 29: 5-28.
- López-Pedrouso M, Rodríguez-Vázquez R, Purriños L, Oliván M, García-Torres S, Sentandreu MA, Lorenzo JM, Zapata C, Franco D (2020). Sensory and physicochemical analysis of meat from bovine breeds in different livestock production systems, pre-slaughter handling conditions and ageing time. *Foods* 9(2): 176. <https://doi.org/10.3390/foods9020176>
- Lorenzo JM, Crecente S, Franco D, Sarriés MV, Gómez M (2014). The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal* 8(3): 494-503. <https://doi.org/10.1017/S175173111300236X>
- Lorenzo JM, Purriños L, Carballo J (2016). A survey on the effect of livestock production system and finishing diet on sensory characteristics of foal meat using generalized procrustes analysis. *Scientific World Journal* 2016: 8729053. <https://doi.org/10.1155/2016/8729053>
- Menéndez Artime I, Vázquez Fernández I, Busqué Marcos J, Bayarri García E (2012). Desarrollo de un plan de gestión sostenible de pastos comunales a escala municipal. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp. 355-261.
- MAPA (2020a). Catálogo oficial de razas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/default.aspx> (Consultado: 10 abril 2020).
- MAPA (2020b). El Futuro de la agricultura en España: Un nuevo modelo de PAC orientada a la obtención de resultados. Plan Estratégico de España para la PAC post 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/default.aspx> (Consultado: 14 abril 2020).
- MMA (2008). *Autochthonous livestock in Spain*. Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 64 pp.
- Mirón JJ (2017). Cambio climático y riesgos alimentarios. *Revista de Salud Ambiental* 17 (1): 47-56.
- MITECO (2020). Qué es el cambio climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/> (Consultado: 10 abril 2020).
- Nyfelser D, Huguenin-Elie O, Suter M, Frossard E, Lüscher A (2011). Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140(1-2): 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.11.022>
- PNACC (2019). Informe de evaluación del plan nacional de adaptación al cambio climático. Ministerio para la Transición Ecológica.
- Peña RJ (2004) Food uses of triticale. En: *Triticale Improvement and Production* (Eds. Mergoum M, Gómez-Machperson H), pp. 37-48. FAO Plant Production and Protection Paper (FAO), Roma, Italia.
- PGEP (2016). Los pastos leñosos de España y Europa: ¿condenados a una muerte lenta por la PAC? Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo. Fundación Entretantos, Valladolid.
- Popay AJ, Crush JR (2010). Influence of different forage grasses on nitrate capture and leaching loss from a pumice soil. *Grass and Forage Science* 65(1): 28-37. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00717.x>
- Ramos-Font ME, González Rebollar JL, Robles Cruz AB (2015). Dispersión endozoócora de leguminosas silvestres: desde la recuperación hasta el establecimiento en campo. *Revista Ecosistemas* 24(3): 14-21. <http://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-3.03>.
- Rolo V (2019). Acciones para la adaptación de la dehesa al cambio climático. Universidad de Extremadura. Plasencia (Cáceres).



- Rubio A, Roig S (2017). Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- San Emeterio L, Rupérez E, Senosiain JM, Pedro J, Canals RM (2012). Efectos de una quema prescrita sobre el suelo y la vegetación de un pasto altimontano del Pirineo navarro. En: Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp.193-198.
- San Miguel A (2016). Apuntes de Pascicultura y Sistemas Agroforestales. Disponible en: <http://www2.montes.upm.es/Dptos/Dsrn/SanMiguel/Pascicultura%20y%20SAF.html> (Consultado: 10 abril 2020).
- Sebastià MT, Llurba R, Gouriveau F, Lamo XD, Ribas A, Altimir N (2012). Biodiversidad y servicios ecosistémicos en pastos: distribución y respuesta al cambio global. En: Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción (Eds. Canals RM, San Emeterio L). 51 Reunión Científica de la SEEP, 14-18 de mayo, Pamplona, España, pp.133-147.
- Silva JP, Toland J, Jones W, Eldridge J, Thorpe E, O'Hara E (2008). LIFE and Europe's grasslands: Restoring a forgotten habitat. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 53 pp.
- Steffens T, Grissom G, Barnes M, Provenza F, Roath R (2013). Adaptive grazing management for recovery: Know why you're moving from paddock to paddock. *Rangelands* 35: 28-34. <https://doi.org/10.2111/RANGELANDS-D-13-00018.1>
- Traba J, Levassor C, Peco B (2003). Restoration of species richness in abandoned Mediterranean grasslands: seeds in cattle dung. *Restoration Ecology* 11(3): 378-384. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2003.00227.x>
- UPA (2019). Manual de adaptación frente cambio climático. Ganadería. Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos. Madrid.
- Vázquez I, Puente L, Busqué J (2011). Patterns of land use and ownership and their influence on pasture quality in the mountains of northern Spain. En: Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, 29th-31st August, Gumpenstein, Austria, pp. 58-60.
- Zabalza S, Peiteado C, Carricondo A, Astrain C, Toom Md, Velasco M (2017). Sistemas de alto valor natural: Análisis de la programación de desarrollo rural 2014-2020: Medidas agroambiente y clima. SEOBirdLife, WWF y Gestión Ambiental de Navarra S.A. 100 pp.
- Zotte AD, Gleeson E, Franco D, Cullere M, Lorenzo JM (2020). Proximate composition, amino acid profile, and oxidative stability of slow-growing indigenous chickens compared with commercial broiler chickens. *Foods* 9(5): 546. <https://doi.org/10.3390/foods9050546>

(Aceptado para publicación el 15 de julio de 2020)