



universidad  
de león



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**

**EFEECTO DE LA GANADERÍA**

**BOVINA EN EXTENSIVO SOBRE LA**

**BIODIVERSIDAD Y**

**ALMACENAMIENTO DE CARBONO**

**EN LA COMARCA DE LIÉBANA**

**(CANTABRIA)**

**EFFECT OF EXTENSIVE CATTLE**

**FARMING ON BIODIVERSITY AND**

**CARBON STORAGE IN THE REGION**

**OF LIÉBANA (CANTABRIA)**

**Autor: Marta Alonso Santos**

**Tutor: Elena María Marcos Porras**

**GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**Julio, 2022**

# ÍNDICE

1.Introducción .....	1
1.1. Beneficios de la ganadería en extensivo para el medio ambiente y el ser humano .....	1
1.2. El paisaje de la comarca de Liébana y la ganadería extensiva .....	3
2.Objetivos .....	4
3.Material y métodos.....	5
3.1. Descripción de la zona de estudio .....	5
3.2 Selección de parcelas y diseño de muestreo.....	12
3.3 Muestreo de suelo y de vegetación .....	14
3.4 Análisis del suelo .....	15
3.5 Tratamiento de datos .....	15
4. Resultados .....	17
4.1. Influencia del pastoreo en el carbono almacenado en el suelo.....	17
4.2. Influencia del pastoreo en la biodiversidad vegetal .....	19
5. Discusión.....	24
6. Conclusiones .....	27
7.Referencias.....	28

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es evaluar si la ganadería extensiva favorece la conservación de la biodiversidad vegetal y el almacenamiento de carbono en el suelo. Se seleccionaron dos zonas de estudio: una con ganado vacuno pastando, mientras que la otra hace más de veinte años que no es pastada. En ambas zonas de estudio se establecieron cuatro transectos de 1x5 metros para muestrear la vegetación, y en cada transecto se realizaron cinco réplicas. La vegetación se determinó como la cobertura visual de cada especie en un m<sup>2</sup>. Paralelamente se establecieron otros tres transectos para recoger muestras de suelo con una sonda con la que se extrajo el suelo a dos profundidades (0-10 cm) y (10-30 cm). En ellas, se determinó la cantidad de carbono orgánico y la densidad aparente. Los resultados indican un mayor contenido de carbono en las zonas pastadas y sobre todo en la capa de suelo más profunda. Las zonas pastadas se caracterizaron por una cobertura del 100% de herbáceas y valores más elevados de riqueza tanto por metro cuadrado como por transecto. Por tanto, el mantenimiento de la ganadería extensiva favorece la conservación de los pastizales, los cuales actúan como un reservorio de carbono y favorecen la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Almacenamiento carbono, ganadería extensiva, mitigación cambio climático, pastizal, riqueza especies.

## **Abstract**

The aim of this work is to assess whether extensive livestock farming favours the conservation of plant biodiversity and soil carbon storage. Two study areas were selected: one with grazing cattle, while the other has not been grazed for more than twenty years. In both study areas, four 1x5 m transects were established to sample vegetation, and in each transect five replicates were carried out. Vegetation was determined as the visual cover of each species in one square meter. In parallel, three other transects were established to collect soil samples with a probe with which the soil was extracted at two depths (0-10 cm) and (10-30 cm). In these, the amount of organic carbon and bulk density were determined. The results indicate a higher carbon content in the grazed areas and especially in the deeper soil layer. The grazed areas were characterised by 100% herbaceous cover and higher richness values both per square meter and per transect. Therefore, the maintenance of extensive livestock farming favours the conservation of grasslands, which act as a carbon reservoir and favour the conservation of biodiversity.

Key words: carbon storage, extensive livestock, climate change mitigation, pasture, richness species.

# **1.INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Beneficios de la ganadería en extensivo para el medio ambiente y el ser humano**

La ganadería extensiva se basa en sistemas de producción que utilizan los recursos del medio natural de una forma eficaz, ya que, al usar razas adaptadas al medio se compatibiliza la producción con la sostenibilidad. Con la ganadería extensiva se crean y mantienen ecosistemas de pastizal, que forman parte de los denominados paisajes agrosilvopastoriles, que son zonas heterogéneas, de elevada complejidad ecológica. Los pastizales son ecosistemas con una vegetación abierta dominada por especies herbáceas y cuya producción primaria se aprovecha directamente por los herbívoros (Miller, 1990). Los pastizales aproximadamente ocupan más de la cuarta parte de la superficie emergida del planeta (Newman, 2000), y provienen de una interacción biocultural, por lo que es necesario cierto grado de perturbación antrópica para su conservación.

Estos ecosistemas son muy valiosos por su alta variedad de especies vegetales, cada una de las cuales, presentan una respuesta diferente frente a las perturbaciones ambientales, y esto contribuye a estabilizar el ecosistema ante posibles variaciones de las condiciones abióticas (Hooper et al., 2005). Por tanto, este tipo de ganadería contribuye al aumento de la biodiversidad, lo que es fundamental para estabilizar el funcionamiento de los ecosistemas, ya que favorece el aumento de su productividad (Pateiro et al., 2020)

La ganadería extensiva, que ha ocupado un nicho ecológico en el que previamente había grandes herbívoros pastadores, ha permitido mantener el paisaje en mosaico típico de la cuenca mediterránea. Una disminución de la carga ganadera supondría la colonización de estos sistemas de pastizal por especies arbustivas y arbóreas, lo que produciría efectos negativos como la pérdida de heterogeneidad de los hábitats, afectaría a la fauna que ya está adaptada a este paisaje, y produciría un mayor riesgo de incendios forestales, ya que, disminuyendo las zonas de pasto aumenta la cantidad de combustible disponible para quemar (Cassinello, 2014).

Los ecosistemas de pastizal son un importante reservorio de carbono. Las reservas de carbono orgánico del suelo constituyen las dos terceras partes del carbono terrestre (Bojórquez Serrano et al., 2015). El suelo representa la principal reserva de carbono del planeta, ya que en él se almacena casi tres veces más que en la atmósfera. Por esto los suelos representan uno de los mayores flujos de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Guillen Cruz, 2018). Los pastizales están formados por cuatro componentes básicos (suelo-

planta-animal-hombre), que contribuyen al almacenamiento de carbono en el suelo (Lok et al., 2013). Actualmente, sabemos que el CO<sub>2</sub> es el gas que más influye en el calentamiento global, y existen varias formas de capturarlo de la atmósfera. Una de ellas es utilizar las plantas para que mediante la fotosíntesis transformen el CO<sub>2</sub> en carbono, y éste pase a formar la biomasa de las plantas (Lok et al., 2013). El carbono que no es utilizado por las plantas para su crecimiento se almacena en el suelo a través de las raíces o de los restos de necromasa. El carbono orgánico del suelo es importante ya que al formar parte de la materia orgánica influye en las propiedades del suelo como la estructura, la capacidad de intercambio catiónico, la densidad aparente, la porosidad y la infiltración. Y, todo esto aumenta la productividad de los suelos (Bojórquez Serrano et al., 2015)

El Protocolo de Kyoto reconoce que las emisiones netas de carbono pueden ser reducidas de dos formas: (1) disminuyendo la tasa con la cual se emiten a la atmósfera los gases de invernadero (GEI) o, (2) incrementando la tasa por la que esos gases se retiran de la atmósfera gracias a los sumideros. Los suelos agrícolas son uno de los mayores depósitos de carbono del planeta y de esta manera ayudan a mitigar la concentración en la atmósfera del CO<sub>2</sub> (FAO, 2002)

Por lo tanto, la ganadería extensiva que se fue abandonando por su baja rentabilidad económica, por la consiguiente falta de relevo generacional, el despoblamiento del mundo rural y la dependencia de las subvenciones para su subsistencia (Bernués et al., 2011), parece ser una solución viable al problema actual del cambio climático, a pesar de que existen pocos estudios que describan los efectos de la ganadería en la emergencia climática.

En contraposición a la ganadería intensiva, la extensiva ofrece unos beneficios derivados del pastoreo como: (1) una alta calidad de los productos al convertir los forrajes en alimentos de elevado valor nutricional (Dick et al., 2022), afectando positivamente a la salud humana; (2) la gestión del territorio siendo el pastoreo un agente modelador del paisaje que aprovechando los recursos naturales se crean pastos que fijan carbono y ayudan a mitigar el cambio climático, se mejora la calidad del suelo y regula el ciclo del agua y se minimizan el número de incendios forestales (Pateiro et al., 2020); y es soporte económico para el mundo rural (Adegbola et al., 2020)

## 1.2. El paisaje de la comarca de Liébana y la ganadería extensiva

La comarca de Liébana se caracteriza por la presencia de pastizales de montaña en las zonas más ganaderas y es uno de los rasgos por los que esta comarca se incluye en el Parque Nacional Picos de Europa. Este paisaje, ha sido creado por la acción del hombre que lo ha ido transformando en función de sus necesidades (Tello et al., 2016). El aprovechamiento de los pastos se basa en el movimiento estacional del ganado, de manera que en los meses de invierno y primavera permanecen en el valle (figura 1) y en verano y otoño en los puertos pirenaicos (figura 2). Esta actividad ganadera, es una herramienta fundamental para constituir los diferentes hábitats que se observan en el territorio, permitiendo la existencia de una elevada biodiversidad tanto vegetal como animal.



Figura 1: Localidad de Castro Cillorigo, paisaje típico del valle de Liébana. Fuente: Marta Alonso

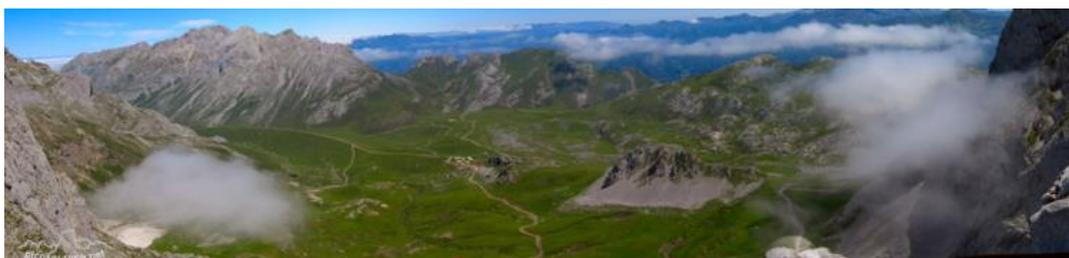


Figura 2: Puertos de Áliva, un paisaje típico de los puertos pirenaicos de la comarca de Liébana. Fuente: Picoeuropa.net

El desplazamiento del ganado bovino por las zonas de pasto afecta a la diversidad vegetal a través de cambios entre la colonización y extinción localizada de especies (Olf y Ritchie, 1998), La colonización depende de la disponibilidad y diversidad de propágulos en el banco de semillas del suelo, y de la disponibilidad de sitios seguros para el establecimiento de plántulas. En tanto la exclusión competitiva y la sensibilidad al pastoreo determinan la extinción localizada de especies a bajas y altas intensidades de

pastoreo, respectivamente. Así, en pastizales de regiones sub-húmedas el pastoreo moderado, en intensidad tal que reduzca la competencia de las especies dominantes sin comprometer la persistencia de las especies menos resistentes a las defoliaciones, incrementaría la diversidad florística (Loydi y Distel, 2010).

Casi el 90% de las zonas de la Red Natura 2000 en España se encuentra en el medio rural, como es el caso de esta área de estudio. En estas zonas ha sido la actividad humana, como es la ganadería extensiva, las que han modelado y conservado el buen estado los hábitats que albergan a las especies de interés (García Fernández-Velilla, 2019) como es en este caso el oso pardo o el urogallo que son algunas de las especies más características y amenazadas de la Cordillera Cantábrica. Por tanto, es necesario asegurar que estas actividades se mantengan mediante la promoción de medidas de apoyo a las mismas (García Fernández-Velilla, 2019) La protección de estos lugares conlleva un conocimiento profundo de la relación del medio ambiente y la sociedad de este lugar (Campo y Duval, 2013).

## **2.OBJETIVOS**

El principal objetivo de este trabajo es analizar la importancia del mantenimiento de la ganadería extensiva en la conservación de la biodiversidad vegetal y el almacenamiento de carbono en el suelo, comparando un área pastada por ganado vacuno (P) y un área no pastada desde hace años (NP) en la comarca de Liébana.

Este objetivo, se abordará a través de los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el almacenamiento de carbono en los suelos de pastizal con ganadería extensiva de ganado vacuno
2. Evaluar si la ganadería extensiva en vacuno favorece una mayor biodiversidad vegetal.
3. Demostrar la importancia de la ganadería extensiva ante la emergencia climática

### 3.MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio

- Localización:

El estudio se realizó en la localidad de Castro Cillorigo, municipio de Cillorigo de Liébana, en la comarca de Liébana, Cantabria (Figura 3).



Figura 3: Localización del área de estudio en la comarca de Liébana. Fuente: Google Maps y elaboración propia

La comarca de Liébana se localiza en el extremo suroccidente de la Comunidad Autónoma de Cantabria y se compone de siete municipios: Potes, Cillorigo de Liébana, Camaleño, Vega de Liébana, Cabezón de Liébana, Pesaguero y Tresviso (García de Enterría, 2006), con una superficie de 574,83 km<sup>2</sup>.

Esta comarca aporta al Parque Nacional de los Picos de Europa 15.381 hectáreas gracias a la alta riqueza ecológica que presenta. Parte de este territorio pertenece a los municipios de Camaleño y Cillorigo de Liébana y el municipio de Tresviso en su totalidad (Frochoso et al., 2002).

La comarca de Liébana está considerada como lugar de importancia comunitaria (L.I.C) (Frochoso Sánchez et al., 2002), y posee también otras figuras de protección como: ZEP Liébana, ZEP desfiladero de la Hermida y ZEP Sierra de Peña Sagra (Ley 4/2006, de 19 de mayo de Conservación de la Naturaleza de Cantabria. Dicha comarca se caracteriza por estar aislada por los macizos montañosos, por lo que la orografía del lugar dificulta los accesos a esta zona. Las entradas a la comarca de Liébana son: Puertos de San Glorio (que une Cantabria y León) y Piedras Luengas (que une Cantabria y Palencia), y el

desfiladero de la Hermida que es la salida natural del valle y fue excavado por el río Deva en las rocas calizas. La morfología de esta comarca es suave y de formas redondeadas, pero tiene grandes desniveles (García de Enterría, 2006)

- Clima:

La singularidad geográfica de la Comarca ha generado un clima particular (microclima mediterráneo). Liébana no comparte el clima atlántico que tendría por su ubicación en la Cornisa Cantábrica, y esto es debido a los picos que, al encerrar esta comarca, frenan la pluviosidad que procede del mar creándose así, un clima más seco (García de Enterría, 2006). Este clima ha permitido la existencia de una gran diversidad de ecosistemas y especies de flora y fauna.

La localidad de Tama, zona más próxima al área de muestreo, que está en el fondo del valle de Liébana, registra 154 mm de precipitación anual, es noviembre el mes con más precipitación, y los meses con menos precipitación son febrero y diciembre con 115mm (Climate-data, 2022), como se ve en la figura 4.

El mes con mayor humedad relativa es julio (83,60 %) y el mes con menor humedad relativa es marzo (78,29 %). El mes con más días lluviosos es mayo (19.27 días), mientras que el mes con menos días lluviosos es febrero (13.57 días). La temperatura media anual es de unos 12°C, siendo el valor mínimo medio de unos 4°C y el máximo 17° C (Climate-data, 2022)

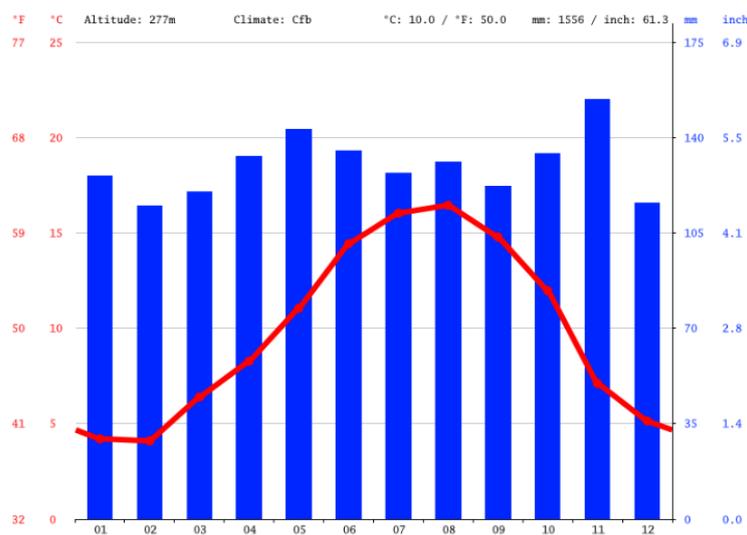


Figura 4: Climograma de la localidad de Tama. Fuente: climate-data.org

Liébana tiene forma de depresión, lo que hace que esta comarca quede protegida de los vientos de origen oeste (O y noroeste (NO)), que llegarían cargados de humedad y serían frescos, debido a las borrascas del golfo de Vizcaya. Dicha depresión protege también de los vientos del sudoeste (SO), que serían vientos más templados, puesto que entran por las costas de Portugal. Por tanto, a dicha comarca llegan los vientos del noreste (NE) y del sur (S), siendo muy secos por el efecto Föhn, ya que han traspasado las montañas y han descendido al valle. (Meteored, 2004).

- Suelo:

#### Litología y geología:

La comarca de Liébana, al estar ubicada en la zona oeste de la comunidad autónoma de Cantabria, se encuentra en el límite de dos dominios (figura 5). La zona de Picos de Europa pertenece al dominio calcáreo (color verde en la figura 5), y se caracteriza por ser zonas de caliza donde predominan las rocas sedimentarias del Mesozoico y comienzos del Terciario (Delgado, 2008). El resto de la comarca pertenece al dominio silíceo (color rosa en figura 5) que se caracteriza por tener suelos con poca profundidad, siendo estos, suelos pobres para la agricultura, pero ricos para la ganadería (Calvo Redondo, 2016).



Figura 5: Mapa litológico de España. Fuente: Atlas Nacional de España, 1978.

Como los materiales que conforman esta comarca son muy antiguos, esto hace que se diferencie de las demás zonas de Cantabria, ya que la litología de las demás zonas es más reciente (Carracedo et al., 2008)

La geología de esta comarca está constituida principalmente por rocas del Paleozoico (Era Primaria); pero las rocas más abundantes son del Carbonífero. El macizo Central y Oriental de los Picos de Europa y la zona norte de la comarca pertenecen al Carbonífero Inferior. Mientras que las pizarras y areniscas del centro de la comarca pertenecen al Carbonífero Superior. En la zona que limita con Palencia hay presencia de pizarras y areniscas de los periodos: Silúrico, Devónico y Carbonífero (que sin duda son las formaciones rocosas más antiguas de Cantabria). Y finalmente en la zona nororiental de la comarca se encuentran areniscas rojo-parduscas del Triásico y los conglomerados compactos del Carbonífero (Álvarez Fernández, 2022).

### Suelos:

La comarca de Liébana presenta suelos de tipo Umbrisol (figura 6), que se caracterizan por tener una capa superficial espesa y oscura, ser rico en materia orgánica, pero no en calcio, ya que estos suelos suelen estar en zonas con mucha precipitación y por lo tanto sufren una fuerte lixiviación, que convierte a este suelo en ácido (Olivares-Martínez et al., 2016). El material parental de este tipo de suelos es la roca silíceo alterada o intemperizada (Ibáñez y Manríquez Cosío, 2013)



Figura 6: Mapa de tipos de suelo en España (izda.) y leyenda (dcha.) Fuente: Atlas Europeo del Suelo, 2001

Los Umbrisoles son uno de los suelos donde existen los pastos de siega con más biodiversidad de Europa. Requieren especiales medidas de protección, ya que en el resto de Europa se perdieron con la entrada de la agricultura industrial (Ibáñez y Manríquez Cosío, 2013)

En cuanto al contenido de carbono orgánico del suelo, como se ve en la figura 7 toda la comunidad autónoma de Cantabria tiene entre 2-5%.

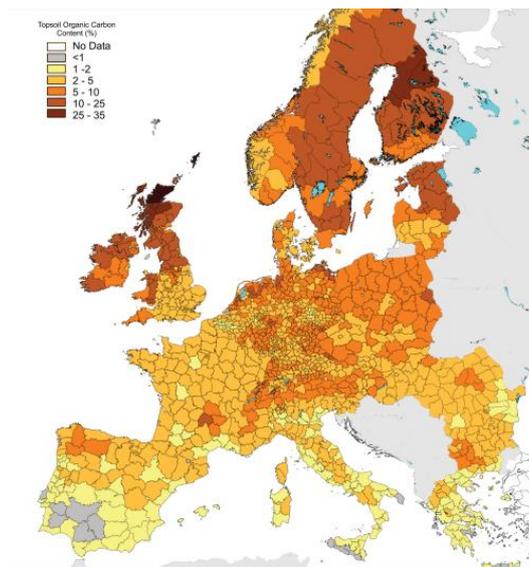


Figura 7: Distribución del carbono orgánico del suelo en Europa. Fuente: madrimasd.org

- Vegetación:

Liébana se caracteriza por tener una vegetación de tipo mediterráneo, destacable en su riqueza y variedad forestal. En las zonas más bajas, entre 300 y 800-900 m, se pueden encontrar encinares como se ve en la figura 8, alcornoques, e incluso en el sotobosque se puede encontrar madroño (*Arbutus unedo* L.), endrino (*Prunus spinosa* L.), espino albar (*Crataegus monogyna* Jacq. All) y escobas (*Cytisus scoparius* L. Link), que cuando se degradan dan lugar a la presencia de los brezales con jaras. Esta es una vegetación poco extendida en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, y se encuentran en esta comarca por la escasa precipitación y por la sequía de los meses de verano. En las zonas más altas aparece una vegetación de montaña atlántica, muy distinta a la vegetación de la zona más baja, de tipo mediterránea como se ve en la figura 9. Entre los 800-950 m en las zonas umbrías y de 950-1200m en las zonas solanas se encuentran los robledales, predominando el roble albar (*Quercus petraea* Matt., Liebl.) sobre todo en las zonas de solana, pero con presencia de roble común (*Quercus robur* L.) en las zonas más frescas. Los hayedos son los bosques más extensos, continuos y representativos, constituyendo la

mitad de los bosques de esta comarca. En este sector forestal se pueden encontrar especies como el serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia* L.), arándano o el acebo (*Ilex aquifolium* L.). Por encima del límite del bosque (entre 1300-1500m) herbáceas, formaciones de matorral con especies como el piorno (*Cytisus oromediterraneus* Rivas Mart. & al.), arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), brezo arbóreo (*Erica arborea* L.) y genciana de flor amarilla (*Gentiana lutea* L.). A partir de los 2.200-2.300 m aparecen las praderas alpinas o subalpinas, con discontinuidades de roca desnuda (Frochoso et al., 2002)



Figura 8: Encinar y pastizal de la zona baja de la Liébana, localidad de Castro Cillorigo, a 268 msnm.  
Fuente: Marta Alonso



Figura 9: Robledal en la zona de los invernales de Igüedri, en Espinama a unos 1.351msnm, y hayedo al fondo en las faldas de Coriscao, en la Cordillera Cantábrica hasta una altitud de unos 1.900 msnm. Fuente: Marta Alonso

- Situación socioeconómica

Por las características de esta comarca, y en gran medida su aislamiento, se ha producido una fuerte despoblación de la mayoría de los ayuntamientos de la comarca, como se puede ver en la figura 10. Actualmente cuenta con 5.206 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2022) La actividad económica tradicional fue la ganadería extensiva, concretamente de bovino, con presencia de presencia de ganado ovino y caprino, cuya leche es fundamental para la elaboración de los quesos con denominación de origen de la comarca (Álvarez Fernández, 2022) y siendo la vaca pardo-alpina la más numerosa. En la actualidad, esta actividad ha perdido peso frente el turismo. El ayuntamiento de Potes al ser la capital del valle cuenta con un 77,1% de su población trabajando en el sector terciario mientras que el ayuntamiento de Cillorigo cuenta con un 47,8% de su población en el sector terciario y un 26,2% en el sector primario (Diario Montañes, 2020).

El Parque Nacional tiene una influencia socioeconómica directa sobre los municipios que están dentro del territorio de dicho parque El parque tiene aspectos negativos para la población como son las restricciones hacia la actividad económica. Pero también tiene una influencia positiva, como la concesión de las subvenciones para inversiones de entes locales, empresarios y habitantes de estos (Grupo de acción local de Liébana, 2014). Esto ha favorecido que actualmente el turismo y las actividades de ocio en la naturaleza hayan crecido exponencialmente.

La superficie de Liébana es de 57.483 hectáreas distribuidas de la siguiente manera: tierras de labor (566 hectáreas); prados (12.294 hectáreas); terreno forestal (37.768 hectáreas); terreno erial (253 hectáreas); terreno improductivo (5.929 hectáreas) y, otras superficies (673 hectáreas) (Álvarez Fernández,2022)

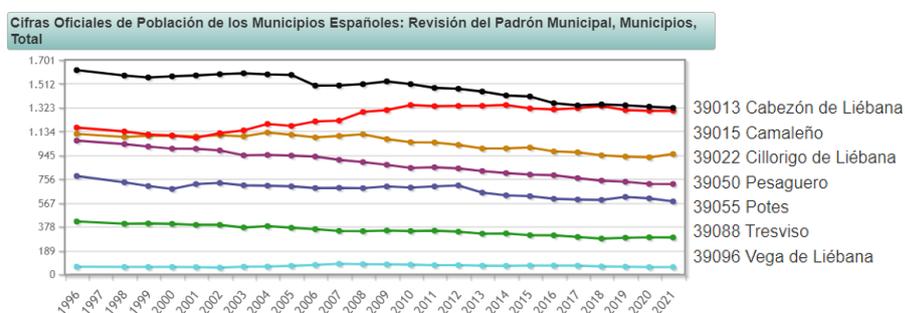


Figura 10: Población por municipios y sexo, Cantabria. Cifras oficiales de Población de los municipios españoles: Revisión del Padrón Municipal, Municipios. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2022)

### 3.2 Selección de parcelas y diseño de muestreo

Para la realización del trabajo se han seleccionado dos áreas de estudio. La primera denominada “No pastada” (NP), se corresponde con una parcela ubicada en la localidad de Castro Cillorigo, en la que hace más de veinte años no hay ganado pastando. Como se ve en la figura 11, en el margen inferior, hacia el año 1960 era una zona de pastizal.



Figura 11: Imagen de la localidad de castro Cillorigo hacia el año 1960. Fuente: M<sup>a</sup> Pilar Verdeja

La segunda zona denominada “Pastada” (P), se corresponde con una parcela (figura 12) ubicada en la localidad de Castro Cillorigo, que lleva siendo pastado por ganado vacuno desde hace 40 años.



Figura 12: Parcela de la zona pastada (P) en la que se realizó el muestreo (dcha.). Ganado vacuno pastando en dicha parcela (Izda.). Fuente: Marta Alonso

Como se puede ver en la figura 13 ambas zonas de muestreo están muy próximas, compartiendo la misma orografía, clima, y tipo de suelo.



Figura 13: Zonas de muestreo pastada (P) color negro y no pastada (NP) color burdeos. Fuente: Marta Alonso

En cada una de las áreas seleccionadas se establecieron cuatro transectos de 1x 5 metros (figura 14). Para la toma de datos de vegetación, en cada transecto se establecieron 5 unidades de muestreo de 1m<sup>2</sup> - En total se obtuvieron 20 unidades de muestreo en cada parcela. Paralelamente a cada uno de estos transectos, se establecieron tres transectos para tomar las muestras de suelo, obteniéndose 15 puntos de muestreo.

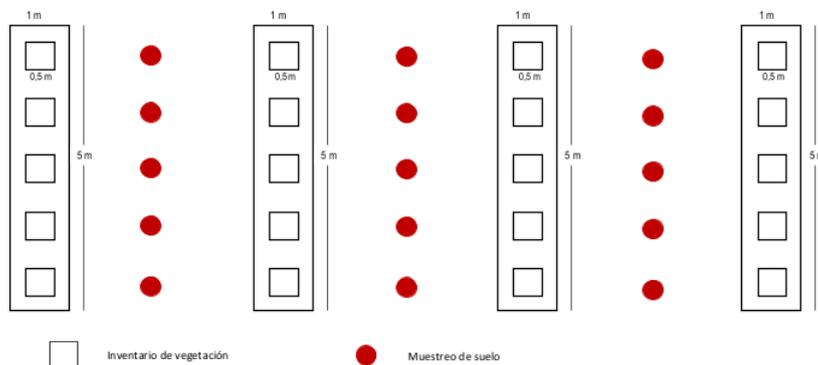


Figura 14: Representación gráfica del diseño de muestreo. Fuente: elaboración propia

El muestreo llevado a cabo fue de tipo sistemático; siendo la selección del primer transecto aleatoria. Y el resto de los transectos fueron colocados paralelamente dejando tres metros de distancia. Este muestreo se realizó en la segunda quincena de junio del año 2021.

### 3.3 Muestreo de suelo y de vegetación

- Muestreo de suelo:

En cada uno de los puntos de muestreo se recogió el suelo con una sonda (figura 15) a dos profundidades: de 0-10 cm y de 10-30 cm. Posteriormente estas muestras se secaron al aire, se tamizaron a 2 mm y se pulverizaron en un mortero, para conseguir un tamaño de partículas de  $< 0,5$  mm. Además, en cada punto de muestreo y profundidad se recogió una muestra de suelo inalterada con un anillo de acero de 5 x 5 cm.



Figura 15: Sonda con la muestra de tierra de 0-30 cm, antes de separar las dos profundidades analizadas.  
Fuente: Marta Alonso

- Muestreo de vegetación:

En cada unidad de muestreo (Figuras 16) se estimó visualmente la cobertura de todas las especies herbáceas y leñosas presentes, como porcentaje de su proyección vertical, y el porcentaje de suelo descubierto por cada metro cuadrado. A la hora de realizar el análisis de datos se consideran siempre como réplicas los cuatro transectos muestreados en cada zona. La riqueza de especies, total o por biotipos (leñosas, herbáceas perennes y herbáceas anuales) es el número de especies encontradas en los 5 m<sup>2</sup> de cada transecto, mientras que los valores de cobertura se refieren a la media de los 5 muestreos de cada transecto. La cobertura total puede ser superior al 100% debido a la superposición de las distintas especies.



Figura 16: Primer transecto de vegetación de la zona pastada (izquierda) y otra réplica de este transecto (derecha). Fuente: Marta Alonso.

### 3.4 Análisis del suelo

En las muestras de suelo recogidas se analizó la concentración de carbono orgánico y la densidad aparente. La densidad aparente se determinó en las muestras inalteradas de suelo, para lo cual se someten a un secado a 105°C hasta que alcanza un peso constante. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso seco del suelo por el volumen del cilindro. La concentración de carbono se determinó mediante oxidación húmeda con dicromato potásico (M.A.P.A., 1994).

La cantidad de carbono se calculó teniendo en cuenta la concentración de carbono, la profundidad de la muestra y la densidad aparente.

### 3.5 Tratamiento de datos

Para llevar a cabo los objetivos del presente trabajo, los datos recogidos en el muestreo de campo del área pastada (P) y del área no pastada (NP), se sometieron a un análisis estadístico con el programa informático PAST 3.18 (Hammer et al., 2001)

- Para la vegetación:

Se comenzó comprobando la normalidad de los datos, mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene. Si la varianza es homogénea se realiza un ANOVA de una vía (considerando el pastoreo como factor). Si no lo es, se realiza un análisis no paramétrico de Man-Whitney. Solamente la variable de riqueza/m<sup>2</sup> siguió una distribución normal y se realizó un ANOVA de una vía. En el caso de las demás variables (riqueza/transecto, % suelo, % coberturas leñosas, % coberturas

herbáceas, % coberturas gramíneas, % coberturas leguminosas y % cobertura resto de herbáceas) que no seguían una distribución normal, se realizó el test de Man-Whitney.

Se utilizaron técnicas multivariantes para comparar en conjunto los resultados obtenidos. La composición vegetal en las diferentes zonas se compara mediante un Análisis de Correspondencias (AC). Se realizó un Análisis en Componentes Principales (ACP) para ver la relación entre todas las especies vegetales de las dos zonas de muestreo.

- Para el suelo:

Con el objeto de comprobar la influencia del pastoreo en el almacenamiento de carbono se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de dos vías. Se consideraron como factores el pastoreo (zona pastada y no pastada) y la profundidad del suelo (0-10 cm y 10-30cm). Cuando el ANOVA detectaba diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) se utilizó el test de Tukey para realizar comparaciones entre pares de situaciones. Previamente a la realización de estos análisis se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas con las pruebas anteriormente citadas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Influencia del pastoreo en el carbono almacenado en el suelo

Las zonas pastadas presentan una mayor concentración de carbono que la zona no pastada tanto a nivel superficial como en profundidad (figura 17). Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas zonas (P) y (NP) respecto al porcentaje de carbono ( $F=14,72$ ;  $p= 0,0003$ ), principalmente entre los 10-30 cm de profundidad (figura 17). Ambos tratamientos presentan una concentración de carbono significativamente más alta en el estrato superior que en el inferior ( $F=41,82$ ;  $p<0,00001$ )

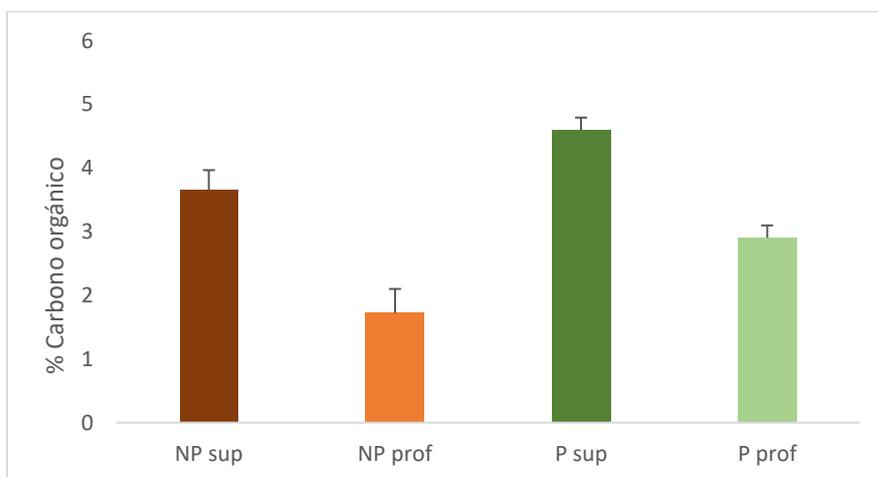


Figura 17: Media y error estándar del porcentaje de carbono del suelo de las zonas pastada (P) y no pastada (Np), en superficie (0-10 cm) y profundidad (10-30 cm)

Los valores de densidad aparente fueron mayores en la zona no pastada para las dos profundidades analizadas (figura 18), aunque no se detectan diferencias significativas entre ambos tratamientos en la comparación entre pares. Sin embargo, si se detectó una mayor densidad aparente en el estrato más profundo para ambos tipos de tratamientos ( $F=35,4$ ;  $P<0,00001$ ).

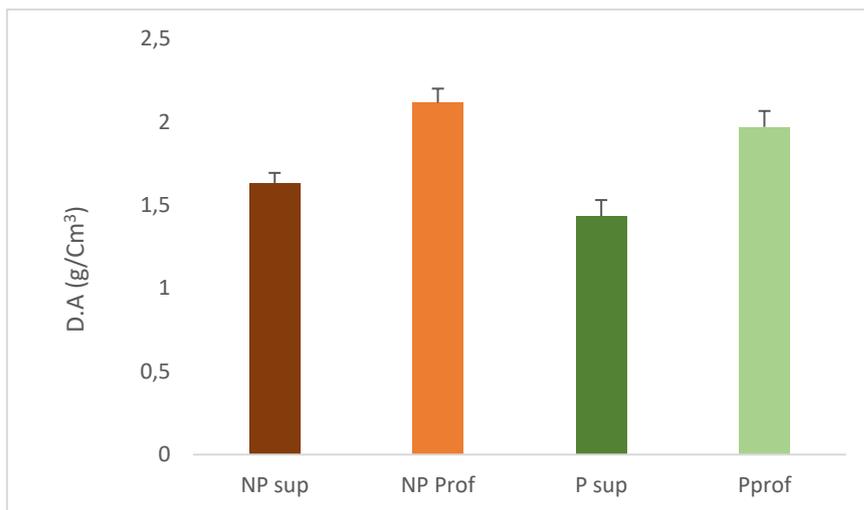


Figura 18: Densidad aparente del suelo ( $\text{g/cm}^3$ ) de las zonas pastada (P) y no pastada (NP), en superficie (0-10 cm) y profundidad (10-30 cm)

Al igual que se encontró con la concentración de carbono, las zonas pastadas presentan un mayor contenido de carbono que la zona no pastada tanto a nivel superficial como en profundidad (figura 19). Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas zonas (P) y (NP) respecto a la cantidad de carbono almacenada en el suelo ( $F=6,44$ ;  $p= 0,01$ ), principalmente entre los 10-30 cm de profundidad (figura 19). Ambos tratamientos acumulan una mayor cantidad de carbono en el estrato inferior que en el superior, detectándose diferencias significativas ( $F=33,42$ ;  $p<0,00001$ )

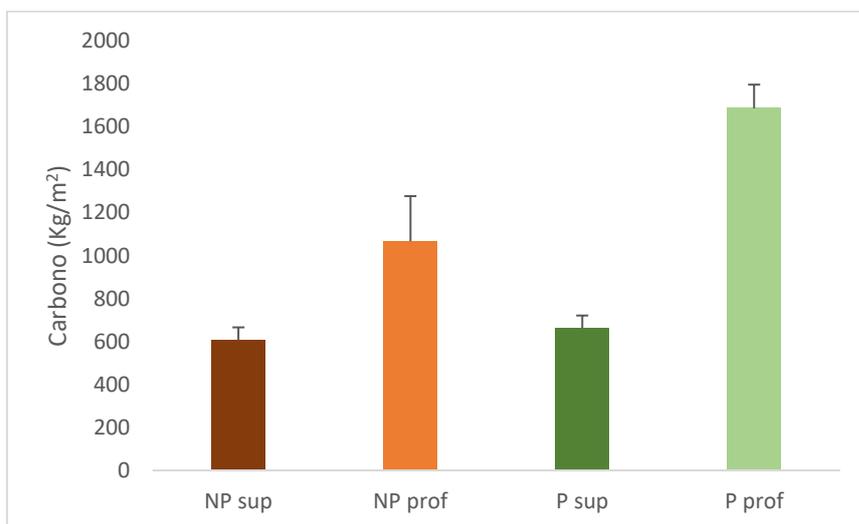


Figura 19: Media y error estándar de la cantidad de carbono del suelo ( $\text{Kg/m}^2$ ) de las zonas pastada (P) y no pastada (NP), en superficie (0-10 cm) y profundidad (10-30 cm).

## 4.2. Influencia del pastoreo en la biodiversidad vegetal

Al comparar entre ambas zonas de estudio la cobertura de leñosas, herbáceas y suelo descubierto, se observan importantes diferencias entre las zonas dominando la cobertura de herbáceas en la zona pastada, la cual no presenta ninguna especie leñosa. Por el contrario, en la zona no pastada, solamente se encontró vegetación de porte leñoso pero ninguna especie herbácea. El porcentaje de suelo descubierto fue mayor en la zona no pastada que en la pastada (figura 20).

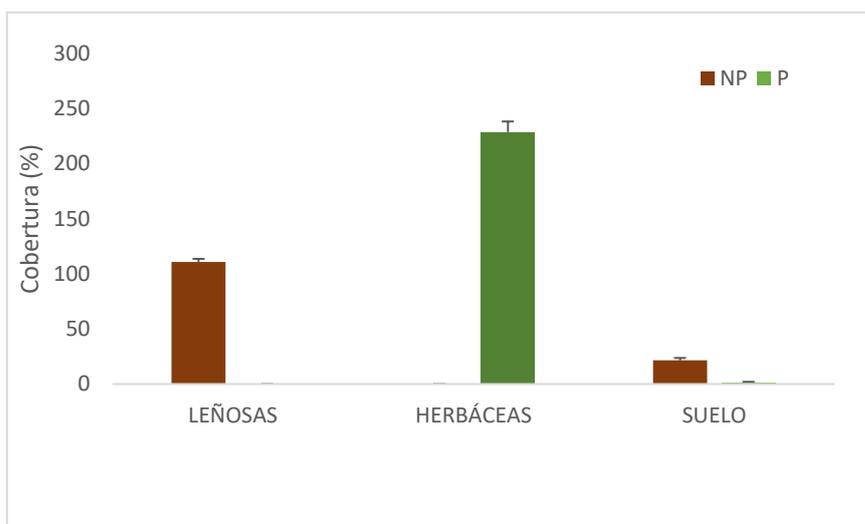


Figura 20: Media y error estándar de la cobertura leñosas, herbáceas y suelo descubierto de las zonas pastada (P) en color verde y no pastada (NP) en color granate.

En relación con los principales grupos de especies herbáceas en la zona pastada no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de herbáceas, pero cabe destacar el dominio de “otras herbáceas” con un porcentaje del 110% de cobertura, siendo las especies más dominantes *Leontodon hispidus* L. y *Bellis perennis* L. A continuación, las gramíneas presentan un porcentaje de cobertura del 75% con *Lolium perenne* L. y *Avenula sulcata* (Gay ex Boiss.) Dumort. Como especies dominantes y finalmente el porcentaje de leguminosas ronda el 50% con *Trifolium repens* L. y *Trifolium campestre* L. como especies más representativas (figura 21).

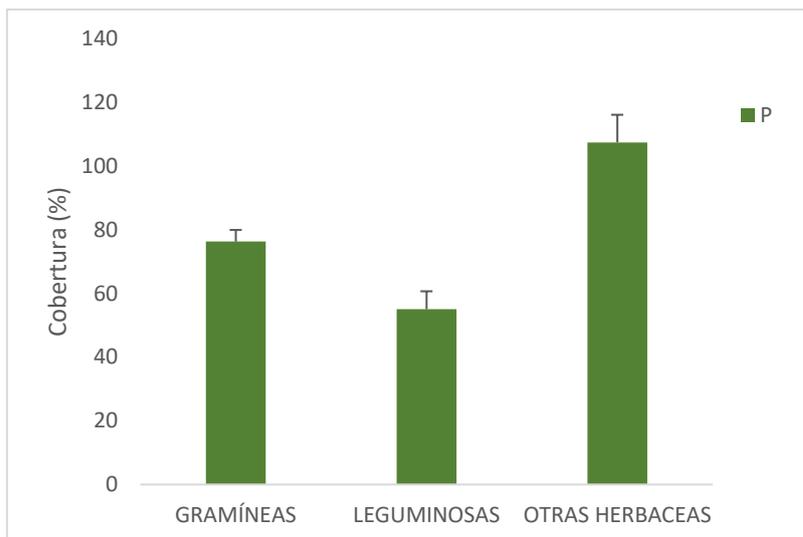


Figura 21: Media y error estándar de la cobertura de gramíneas, leguminosas y otras herbáceas de la zona pastada.

Como se puede apreciar en la figura 22, hay una mayor riqueza/m<sup>2</sup> en la zona pastada con 11 especies frente a 3 en la no pastada y estas diferencias son estadísticamente significativas ( $F=65,2$ ;  $p=0,0001933$ ). También la riqueza/transecto es claramente mayor en la zona pastada (P) con un valor de 17 especies frente a 4 en la no pastada y con diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0210$ ).

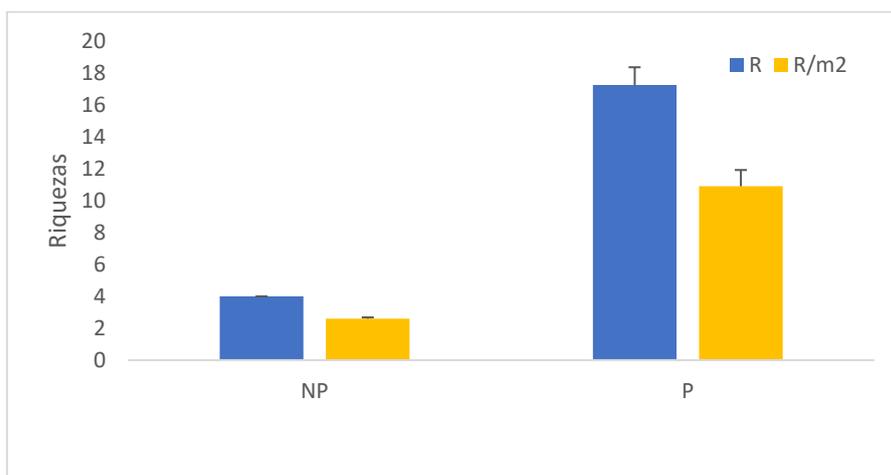


Figura 22: Media y error estándar de la riqueza/m<sup>2</sup> en color amarillo y riqueza/transecto en color azul de las zonas pastada (P) y no pastada (NP).

En la figura 23, se representa la relación entre las variables (riqueza/m<sup>2</sup>, riqueza/transecto, cobertura de herbáceas, cobertura de leñosas, % suelo descubierto) y las dos zonas estudiadas: zona pastada (P) y la zona no pastada (NP). El eje I explica el mayor porcentaje de la información (97%). La parte positiva de este eje está caracterizada por los valores más altos de riqueza por metro cuadrado y por transecto, así como una mayor cobertura de herbáceas anuales y asociadas a estas variables están los muestreos de vegetación de la zona pastada. En su parte negativa, se asocian los valores de cobertura

de leñosas y suelo descubierto, asociado a los muestreos realizados en la zona no pastada (NP).

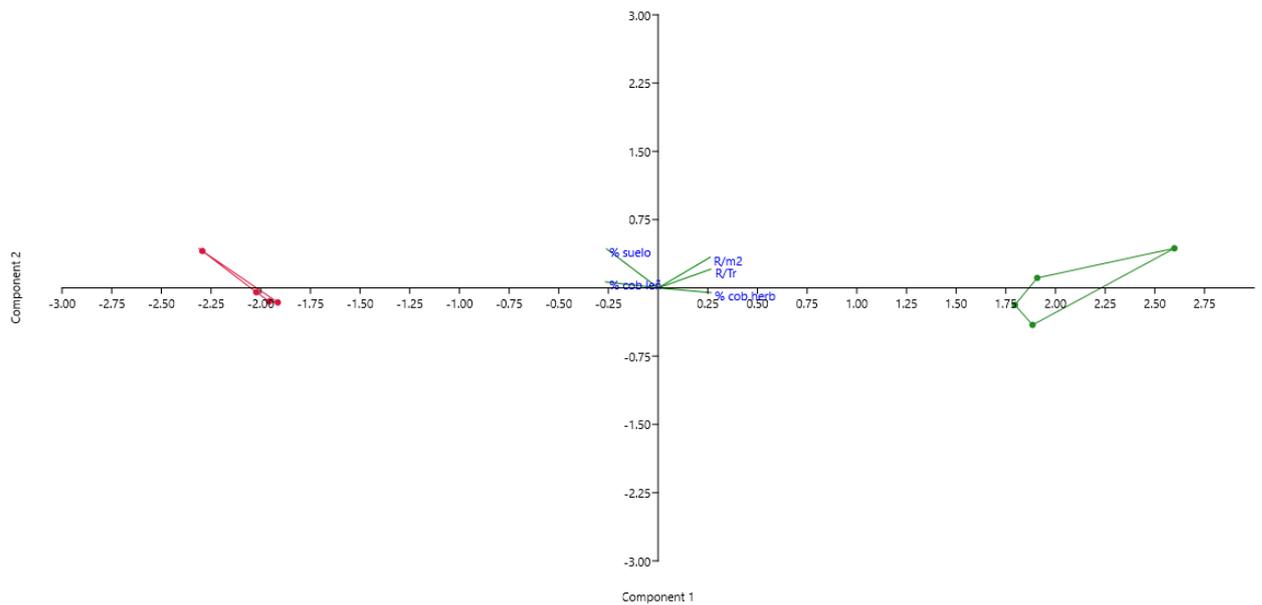


Figura 23: Representación en el plano definido por los dos primeros ejes del Análisis de Componentes Principales (ACP) de las zonas estudiadas (en granate las zonas no pastadas (NP), y en verde las zonas pastadas (P)) y las variables (% cobertura de suelo, % cobertura de leñosas, % cobertura de herbáceas, riqueza/m<sup>2</sup> y riqueza/Tr (riqueza por transecto). Varianza explicada por el eje I=97% y por el eje II=2 %.

Al realizar la comparación de las especies en función de la zona de estudio mediante un análisis de correspondencias (AC), como se ve en la figura 24, se observa una clara separación de las especies en la zona denominada como no pastada (NP) de los cuatro transectos (NP<sub>1</sub>, NP<sub>2</sub>, NP<sub>3</sub>, NP<sub>4</sub>). La zona no pastada se asocia con las especies: *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Erica cinerea* L., *Quercus ilex* L., *Daboecia cantabrica* (Huds.) K.Koch, *Cistus salviifolius* L., *Erica tetralix* L., *Genista florida* L. Mientras que a la zona pastada (P) se asocian las especies: *Trifolium repens*., *Achillea millefolium* L., *Lolium perenne*, *Plantago lanceolata* L., *Bromus hordeaceus* L., *Leontodon hispidus*., *Poa pratensis* L., *Avenula sulcata*, *Trifolium campestre*, *Danthonia decumbens* (L.) DC, *Potentilla erecta* (L.) Raeusch, *Bellis perennis*, *Festuca rubra* L., *Ranunculus muricatus* L., *Plantago media* L., *Hypochaeris radicata* L., *Poa pratensis* L., *Veronica serpyllifolia* L., *Rumex acetosella* L., *Malva sylvestris* L., *Trifolium pratense* L., *Ranunculus repens* L., *Dactylis glomerata* L., *Cichorium intybus* L., *Rumex conglomeratus* Murray, *Capsella bursa-pastoris* Medik. Ex L., *Sisymbrium officinale* (L.) Scopoli. (figura 25).

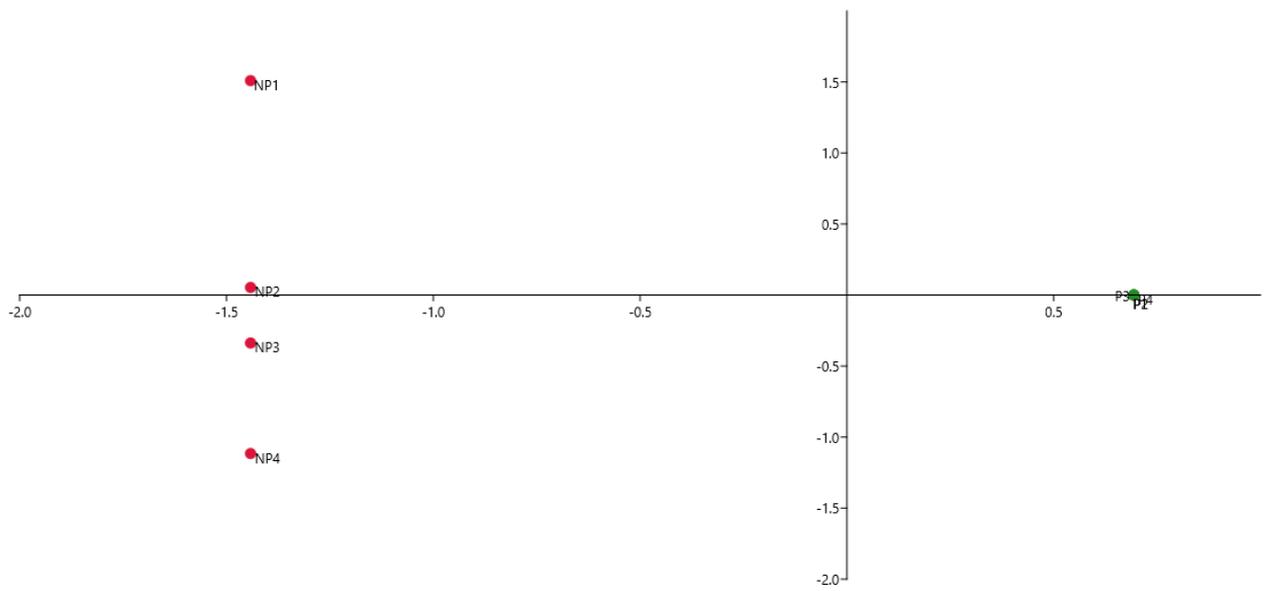


Figura 24: Representación, en el plano definido por los dos primeros ejes del Análisis de correspondencias (AC) con las especies vegetales de las dos zonas de estudio (En granate las zonas no pastadas (NP), y en verde las zonas pastadas (P)). Varianza explicada eje I= 56% y la varianza explicada eje II= 17%.

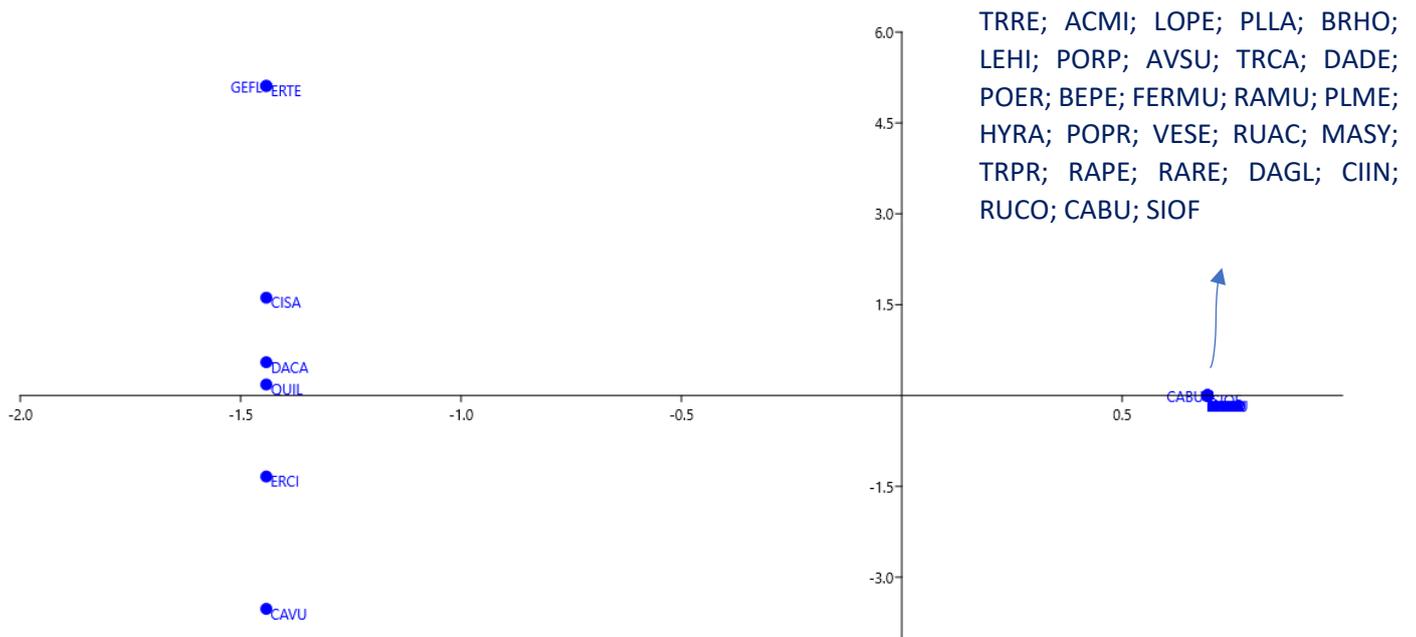


Figura 25: Representación, en el plano definido por los dos primeros ejes del Análisis de correspondencias (AC) de las dos zonas de estudio, las especies de la zona no pastada (NP) son legibles sobre la figura (CAVU= *Calluna vulgaris*, ERCI= *Erica cinérea*, QUIL= *Quercus ilex*, DACA= *Daboecia cantábrica*, CISA= *Cistus salvifolius*, ERTE= *Erica tetralix*, GEFL= *Genista florida*), y las especies de la zona pastada (P) se representan mediante un bocadillo: TRE= *Trifolium repens*, ACMI= *Achillea millefolium*, LOPE= *Lolium perenne*, PLLA= *Plantago lanceolata*, BRHO= *Bromus hordeaceus*, LEHI= *Leontodon hispidus*, POPR= *Poa pratensis*, AVSU= *Avenula sulcata*, TRCA= *Trifolium campestre*, DADE= *Danthonia decumbens*, POER= *Potentilla erecta*, BEPE= *Bellis perennis*, FERU= *Festuca rubra*, RAMU= *Ranunculus muricatus*, PLME= *Plantago media*, HYRA= *Hypochaeris radicata*, POPR= *Poa pratensis*, VESE= *Veronica serpyllifolia*, RUAC= *Rumex acetosella*, MASY= *Malva sylvestris*, TRPR= *Trifolium pratense*, RARE= *Ranunculus repens*, DAGL= *Dactylis glomelata*, CIIN= *Cichorium intybus*, RUCO= *Rumex conglomeratus*, CABU= *Capsella bursa-pastoris*, SIOF= *Sisymbrium officinale*.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que en la zona pastada existen únicamente especies herbáceas, y las familias con más dominio son Asteraceae, Poaceae, y Fabaceae coincidiendo estos resultados con los de un estudio realizado por Contreras et al (2015) en un pastizal mesófilo en el sudeste de la provincia de Formosa, Argentina.

El grupo predominante en la zona pastada es el llamado “otras herbáceas” con dominio de la familia Asteraceae, siendo las coberturas más abundantes las de las especies *Leontodon hispidus* y *Bellis perennis*. Esto se debe a que el ganado bovino tiene casi una preferencia exclusiva por las herbáceas. Los ungulados domésticos como son las vacas, al ser consumidores primarios generalistas, se caracterizan por utilizar en su dieta una gran variedad de especies (Aldezabal et al. ,2002). Al realizar un consumo selectivo de éstas, transforman las relaciones de competencia entre las diferentes especies y modifican el ciclo de los nutrientes (García-González et al.,2007). El ganado vacuno favorece la presencia de comunidades nitrófilas (por los excrementos), y junto con la presión del ambiente, las plantas se adaptan, creando ecotipos particulares que incrementan la biodiversidad en estos ecosistemas (García-González et al.,2007).

El ganado vacuno tiene preferencia hacia el grupo de las gramíneas, sobre todo al inicio del pastoreo, cuando estas tienen una altura superior a las demás plantas y les resulta más fácil su ingestión. Además, estas son la base fundamental de la alimentación del ganado vacuno ya que les aportan nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas, entre otros (Morelia Villacis Alban, 2019). En este estudio se comprobó que existe una gran cantidad de gramíneas (todas ellas de la familia *Poaceae*). Las gramíneas de esta familia siguen las vías de C3 y C4 de fijación del carbono (Bolufer, 2010), y la vía C4 les da mayor capacidad de integrar CO<sub>2</sub> en la materia orgánica de las plantas. La gran mayoría de esta materia orgánica la consumen los animales (pasa a la cadena trófica) y parte de esta vuelve al suelo en forma de excrementos (Gestal Freire, 2016)

Una vez que el ganado vacuno ha ingerido las gramíneas, el siguiente grupo por el que tienen más preferencia es por las leguminosas, en este caso es por sus beneficios, ya que su ingesta les ayuda a degradar la fibra, el consumo de materia seca y aumenta la población de microorganismos ruminales (Dean, 2015). Dentro de las leguminosas o fabaceas, destacan las especies *Trifolium repens* y *Trifolium campestre*. Las especies de esta familia forman simbiosis con algunas bacterias del suelo, transforman el nitrógeno

atmosférico (N<sub>2</sub>) en nitrógeno asimilable por las plantas. Este nitrógeno es utilizado por las propias plantas para crecer sin la necesidad de una fuente externa y artificial de fertilizantes nitrogenados, por tanto, se disminuye la emisión de G.E.I (gases de efecto invernadero). Las leguminosas aportan materia orgánica y secuestran carbono en el suelo, manteniendo su calidad para el desarrollo de diferentes especies vegetales (Stagnari et al., 2017). En la zona no pastada, apareció solamente una especie de leguminosas (*Genista florida*), con una cobertura del 8%.

Los ecosistemas de pastizal se mantienen gracias a la gestión de estos. Si la carga ganadera es insuficiente o nula el ecosistema tiende a evolucionar a fases posteriores (Álvarez Martínez, 2001), esto significa que van a ser colonizados por especies arbustivas, generando una comunidad de matorral. Estas nuevas comunidades no tienen ningún tipo de aprovechamiento y con el tiempo producen una homogeneización del paisaje y el consiguiente descenso de la biodiversidad (Pateiro et al., 2000). Hay que tener en cuenta que la mayor parte de estas comunidades del norte de España, como es el caso del área de estudio, son zonas protegidas, y su desaparición afectaría gravemente a la conservación de estos espacios (Díaz Gaona et al., 2014).

La zona pastada presenta un mayor contenido de carbono que la no pastada, y la mayoría se acumula en profundidad y no en los niveles superficiales. Aunque en superficie se observa una mayor concentración de carbono que en profundidad (Lok et al., 2013), la mayor densidad aparente encontrada en profundidad influye en esta mayor acumulación. Por otro lado, hay que tener en cuenta que el suelo de la zona es un Umbrisol y este tipo de suelo puede sufrir lixiviación (Olivares-Martínez et al., 2016) arrastrando el carbono a mayor profundidad.

Este resultado es lo que cabría esperar puesto que los pastizales secuestran mucho carbono orgánico en los suelos. Estudios realizados por Montañó et al. (2016) en México han encontrado un 90% de carbono contenido en la biomasa del pastizal, mientras que solamente un 45 % del C se acumula en la biomasa del matorral. Este carbono se irá incorporando lentamente al suelo y cabe suponer una mayor incorporación en ecosistemas de pastizal. Un estudio similar a este, pero en Ecuador comprobó que el contenido de carbono fijado en el suelo a 0,60 m de profundidad era de 537,06 tC/ha para el páramo herbáceo, mientras que en los suelos del páramo arbustivo era de 471,59 tC/ha (Ayala et al., 2014).

Estos resultados tienen una relación directa con la mitigación del cambio climático, ya que, actualmente el CO<sub>2</sub> es el gas que más contribuye al calentamiento global, y una de las formas de captarlo de la atmósfera es mediante la fotosíntesis de las plantas de los pastizales, para que transformen el CO<sub>2</sub> atmosférico en carbono en la propia biomasa de las plantas y que luego va a ser acumulado en el suelo por los aportes de la necromasa (Lok et al., 2013).

Tras comprobar los beneficios del mantenimiento de los ecosistemas de pastizal, se puede señalar que las políticas conservacionistas actuales están tomando caminos erróneos, ya que la protección de los espacios naturales no puede basarse simplemente en eliminar la intervención humana, aunque se dé por supuesto que el estado primigenio natural de estos espacios es el idílico. La ganadería extensiva no es un problema para el medio ambiente, sino una víctima de la actual emergencia climática, ya que este tipo de ganadería se adapta a las condiciones climáticas actuales, y es una de las herramientas actuales para disminuir el cambio climático.

La ganadería extensiva es imprescindible para el mantenimiento y asentamiento del mundo rural, ya que produce carne, lácteos y fibras entre otros productos, pero también genera muchos puestos de trabajo directos y otros indirectos como puede ser en empresas vinculadas a la agroalimentación y así mantener la economía del medio rural. Y esta actividad es uno de los principales servicios ambientales para las personas, ya que nos beneficiamos del agua limpia, aire puro, suelo fértil y biodiversidad que esta práctica genera (Herrera, 2018)

## 6. CONCLUSIONES

1. Los suelos de los ecosistemas de pastizal bien gestionados y en uso, acumulan mayor cantidad de carbono que los suelos de ecosistemas de pastizal abandonados. Aunque en ambos ecosistemas, la concentración de carbono es mayor en los primeros 10 cm de suelo, la mayor cantidad se detecta en profundidad.

2. Las herbáceas son las especies dominantes en la zona pastada, presentando una mayor riqueza tanto a nivel de metro cuadrado como de transecto. El abandono del pastoreo convierte estos pastizales en ecosistemas de matorral en los cuales desaparecen las especies herbáceas.

3. En las zonas pastada, la mayor cobertura vegetal la presenta el grupo denominado “otras herbáceas” con *Leontodon hispidus* y *Bellis perennis* como especies más abundantes.

4. Se considera fundamental impulsar la ganadería extensiva, para conservar o incluso ampliar los ecosistemas de pastizal y así ayudar a mitigar el calentamiento global a través de la fijación y secuestro de carbono tanto en sus suelos como en la vegetación.

## 7.REFERENCIAS

- Adegbola, T., Adesogan, A. T., Havelaar, A. H., McKune, S. L., Eilittä, M. y Dahl, G. E. (2020) “Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters”, *Science direct*, 25, pp. 1-7.
- Aldezabal, A., García-González, R., Gómez, D. y Fillat, F. (2002) “El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos”, *Ecosistemas*, XI (3).
- Álvarez Fernandez (sin fecha) *Liébana Picos de Europa*. Disponible en: <http://liebanaypicosdeeuropa.com/naturaleza-3/> (Accedido: 10 de marzo de 2022).
- Álvarez Martínez, J. (2001) *Dinámica sucesional tras el abandono y recuperación del matorral mediante pastoreo controlado. Experiencia en un sector de la montaña de León*. Tesis doctoral. Universitat de Lleida.
- Ayala, L., Villa, M., Aguirre Mendoza, Z. y Aguirre Mendoza, N. (2014) “Cuantificación del carbono en los páramos del parque nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador”, *Cedamaz*, 4(1), pp. 45-52.
- Bernués, A., Ruíz, R., Olaizola, A., Villalba, D., y Casasús, I. (2011) “Sostenibilidad de los sistemas ganaderos basados en pastos en el contexto mediterráneo europeo: sinergias y compensaciones”, *Livestock Science*, 139(1-2), pp. 44-57.
- Bojórquez Serrano, J. I., Castillo Pacheco, L. A., Hernández Jiménez, A., García Paredes, J. D. y Madueño Molina, A. (2015) “Cambios en las reservas de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas”, *Cultivos tropicales*, 36(4), pp. 63-69.
- Bolufer, P. (2010) *Canales sectoriales Interempresas*. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/44231-La-fotosintesis-C4-de-alto-rendimiento.html> (Accedido 01 de abril de 2022).
- Calvo Redondo, A. (2016) *Geobotánica y autoecología de la flora de interés sanitario de la comunidad de Madrid*. Trabajo fin de grado. Universidad complutense.
- Campo, A. M. y Duval, V. S. (2013) “Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)”, *Anales de Geografía*, 34(2), pp. 25-42.
- Cantabria (2006) “Ley 4/2006, de 19 de mayo de Conservación de la Naturaleza de Cantabria”, *Boletín Oficial de Cantabria*, jueves, 1 de junio de 2006, (105), pp. 6843- 6932.
- Cantabria (2019) “Decreto 39/2019, de 21 de marzo, por el que se designan Zonas Especiales de Conservación siete lugares de Importancia Comunitaria de Montaña de la Región Biogeográfica Atlántica de Cantabria y se aprueba su Plan Marco de Gestión”, *Boletín oficial de Cantabria*, 1 de abril de 2019, (64), pp. 8491-8569.
- Carracedo, V., Díez Herrera, C., García Codron, J. C., Gutiérrez Gutiérrez, C., López García, D. y Rubio Tovar, J. (2008) *Liébana y letras*. 1.ª ed. Santander: PUBliCan-Ediciones de la Universidad de Cantabria.
- Cassinello Roldán, J. (2014) “El paisaje en mosaico del Mediterráneo y su supervivencia: de la ganadería extensiva al papel desempeñado por las especies exóticas”, *Cuadernos de la Fundación General CSIC* (9), pp. 48-55.
- Climate-Data (2022) *Clima de potes: Temperatura, Climograma y tabla climática para Potes-Clima-Data.org*. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/cantabria/potes-209982/> (Accedido: 03 de junio de 2022).
- Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad (sin fecha) *Espacios Naturales protegidos*. Disponible en: [http://www.imaginarjuegos.com/clientes/bioestrategia/cantabria/lic1\\_liebana/lic1\\_liebana.htm](http://www.imaginarjuegos.com/clientes/bioestrategia/cantabria/lic1_liebana/lic1_liebana.htm) (Accedido: 13 de abril de 2022).
- Contreras, S. A., Contreras, F., Lutz, A. I. y Zucol, A. F. (2015) “Contribución al conocimiento florístico del chaco oriental, sudeste de la provincia de Formosa Argentina”, *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 50 (4), pp 531-574.

Dean, D (2015) *engormix*. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-leguminosas-alimentacion-rumiantes-t32694.htm> (Accedido 4 de julio 2022).

Diario Montañes (2020) *Economía*. Disponible en: <https://www.eldiariomontanes.es/cantabria102municipios/liebana/cillorigo/economia-20190919161522-nt.html> (Accedido 27 de abril de 2022).

Diario Montañes (2020) *Economía*. Disponible en: <https://www.eldiariomontanes.es/cantabria102municipios/liebana/potes/29-economia-20190920094449-nt.html> (Accedido 27 de abril de 2022).

Díaz Gaona, C., Sánchez Rodríguez, M., Gómez Castro, G. y Rodríguez Estévez, V. (2014) “La ganadería ecológica en la gestión de los espacios naturales protegidos: Andalucía como modelo”, *Arch. zootec.* 63 (R), pp. 25-54.

Dick, M., Abreu da Silva, M., Rodrigues Franklin da Silva, R., Lauz Ferreira, O. G., de Souza Maia, M., Ferrerira de Lima, S., de Paiva Neto, V. B. y Dewes, H. (2022) “Climate change and land use from Brazilian cow-calf production amidst diverse levels of biodiversity conservation”, *Science direct*, 342, pp. 1-10.

FAO (2002). *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra*. Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 2002. Informes sobre recursos mundiales de suelos. ISSN 1020-430-X.

Frochoso Sánchez, M., González Pellejero, R. y Lucio Calero, A. (2002) *Espacios Naturales de Cantabria*. 1.ª ed. Santander: Creática Ediciones.

García de Enterría, E. (2006) *Liébana tierra para volver*. 3.ª ed. Santander: Ediciones de librería Estvdio.

García Fernandez-Velilla, S. (2019). *Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España*. Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 366 pp. 1-362.

García-González, R., Alados, I.C.L., Bueno, G., Fillat, F., Gartzia, M., Gómez García, D., Komac, B., Marinas, A. y Saint-Jean, N. (2007) “Valoración ecológica y productiva de los pastos supraforestales en el parque nacional de ordesa y monte perdido en Ramírez, L. y Asensio, B. (eds.) *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2003-2006*. 1.ª ed. Madrid: OAP. Ministerio de Medio Ambiente.

Gestal Freire, N. (2016) *Utilización del estudio de isótopos estables de C y N en heces de mamíferos en condiciones controladas para la determinación de dieta en animales silvestres*. Trabajo de fin de grado. Universidade da coruña.

Grupo de acción local de Liébana (2014) *Comarca de Liébana*. Disponible en <https://www.comarcadeliebana.com/medio-natural/> (Accedido 10 de mayo de 2022).

Guillen Cruz, G (2018) *Determinación de almacenes de carbono en suelos de áreas verdes urbanas en zonas áridas*. Tesis Doctoral. Centro de investigación y de estudios avanzados del instituto politécnico nacional unidad Saltillo.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statics Software Package for Education and Data Analysis (Version 3.18) [Programa de ordenador]. Dinamarca e Irlanda: Paleontología Electronica.

Herrera Calvo, P. M. y Majadas Andara, J. (2018) “La ganadería extensiva, una actividad esencial en nuestra alimentación”, *ResearchGate*, pp.3-24.

Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. y Wardle, D. A. (2005) “Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge”, *Ecological Monographs*, 75(1), pp. 3-35.

Ibáñez, J. J. y Manríquez Cosío, F. J. (2013) *Madridmasd*. Disponible en: <https://www.madridmasd.org/blogs/universo/2013/01/25/143713> (Accedido: 03 de junio de 2022).

IES Delgado (2008) *Litología de España*. Disponible en: <http://www.iesrdelgado.org/Alumnos/w2015/geografia1/litologia.html> (Accedido: 20 de marzo de 2022).

- Instituto Nacional de Estadística (sin fecha). *Población por municipios y sexo, Cantabria. Cifras oficiales de Población de los municipios españoles: Revisión del Padrón Municipal, Municipios*. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2893#!tabs-grafico> (Accedido: 05 junio de 2022).
- Lok, S., Fraga, S., Noda, A. y García, M. (2013) “Almacenamiento de carbono en el suelo de tres sistemas ganaderos tropicales en explotación con ganado vacuno”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(1), pp.75-82.
- Loydi, A. y Distel, R. A. (2010) “Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires”, *Ecología Austral*, 20, pp. 281-291.
- M.A.P.A. (1994) *Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid*.
- Meteored (2004) *Rasgos climáticos de Liébana (Cantabria)*. Disponible en: <https://foro.tiempo.com/rasgos-climaticos-de-liebana-cantabria-t15405.0.html> (Accedido:10 de abril de 2022).
- Miller, G. T (1990) *Resource conservation and management*. 1ª ed. USA: Wadsworth Publishing Company.
- Montaño, N.M., Alaya, F., Bullock, S.H., Briones, O., García Oliva, F., García Sánchez, R., Maya, Y., Perroni, Y., Siebe, C., Tapia Torres, Y., Troyo, E. y Yépez, E. (2016) “Almacenes y flujos de carbono en ecosistemas áridos y semiáridos de México: síntesis y perspectivas”, *Redalyc*, 34(1), pp. 39-59.
- Morelia Villacis Alban, J (2019) *Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino sostenible en el litoral ecuatoriano*. Trabajo de titulación. Universidad técnica de babahoyo.
- Newman, E. I. (2000) *Applied ecology y environmental management*, 1ª ed. London, UK: Blackwell Science.
- Olf, H. y Ritchie, M. E. (1998) “Effects of herbivores on grassland plant diversity”, *Elsevier Science*,13(7), pp. 261-265.
- Olivares-Martínez, L. D., Anaya, C. A., Mendoza, M., Rivera, M. y Paéz, R. (2016) “Almacén de carbono en el suelo de un bosque húmedo de niebla del Eje Neovolcánico Transversal”, *ResearchGate*, pp. 571-581.
- Osoro, K., Martínez, A., Oliván, M., García, U. y Celaya, R. (2005) “Manejo de los herbívoros domésticos para la biodiversificación y el desarrollo rural sostenible”, *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*, 1, pp. 45-71.
- Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Domínguez, R. y Lorenzo, J. M. (2020) “Ganadería extensiva frente al cambio climático en España”, *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar*, 116(5), pp. 444-460.
- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A. y Pisante, M. (2017) “Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview”, *SpringerOpen*, 4(2), pp. 1-13.
- Tello, E., Padró, R., Font, C. y Marull, J. (2016) “Los paisajes agrícolas, forestales y ganaderos: una herencia histórica (1850-2000)”, *Estudios rurales*, 6(11), pp. 184-204.