



Silvopastoralismo en la ZEC de Gorbeia (País Vasco): selección espacial y temporal de hábitats forestales

Ainhoa Urkijo^{1,*} , Ibone Ametzaga-Arregi² , Isabel Albizu¹ 

(1) Departamento de Conservación de Recursos Naturales, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario NEIKER.

(2) Departamento de Biología Vegetal y Ecología Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

* Autor de correspondencia: A. Urkijo [aurkijo@neiker.eus]

> Recibido el 14 de septiembre de 2022 - Aceptado el 05 de abril de 2023

Como citar: Urkijo, A., Ametzaga-Arregi, I., Albizu, I. 2023. Silvopastoralismo en la ZEC de Gorbeia (País Vasco): selección espacial y temporal de hábitats forestales. *Ecosistemas* 32(2): 2456. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2456>

Silvopastoralismo en la ZEC de Gorbeia (País Vasco): selección espacial y temporal de hábitats forestales

Resumen: El pastoreo extensivo en áreas de montaña del País Vasco se da en un mosaico de pastos abiertos, bosques, plantaciones y matorrales. La conservación de estas áreas de pastoreo pasa necesariamente por conocer el comportamiento del ganado en dichos hábitats. Así, en este estudio se pretende contribuir a la definición de buenas prácticas para tal gestión mediante el análisis del paisaje y del comportamiento del ganado. El muestreo se llevó a cabo en la Zona Especial de Conservación de Gorbeia durante la campaña de 2021. El análisis espacial y temporal del comportamiento del ganado se realizó en varios rangos de *buffer* alrededor de los hábitats pascícolas abiertos, a nivel de tesela (tipo de vegetación y rango de pendiente) y en cada mes, calculando la densidad de registros de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). De este modo, se observó que los rebollares son los hábitats forestales que más frecuenta el ganado, especialmente en noviembre, seguido de los pinares de pino laricio y silvestre. Al mismo tiempo, se observó un gradiente de mayor a menor densidad de registros según aumentaba la distancia desde el borde de los hábitats pascícolas en el que influían el tipo de hábitat forestal, la fracción de cubierta arbórea y el tipo de ganado. Estos resultados apuntan a la necesidad de diseñar el aprovechamiento silvopastoral acorde a la potencialidad de cada área de pastoreo y tipo de animal, siendo la apertura del bosque una acción necesaria en su fomento.

Palabras clave: comportamiento; ganado; GPS; monitoreo; paisaje; pastoreo

Silvopastoralism in Gorbeia SAC (Basque Country): spatial and temporal selection of woodlands

Abstract: Extensive grazing in mountain areas of the Basque Country happens in a mosaic of mainly open pastureland, woodland, plantations and scrubland. For these grazing areas' conservation, it is elemental to understand livestock's behaviour in those habitats. In this study, criteria for such practices are to be defined based on landscape analysis and livestock behaviour. The sampling was realized in Gorbeia Special Area of Conservation during the 2021 campaign. Livestock behaviour's spatial and temporal analysis was realized in different buffer ranges around open pasturelands, to patch level (vegetation type and slope-range) and for each month, by calculating Global Positioning System (GPS) fix density. Thus, Pyrenean oak woods were seen as the type of woodland that livestock preferred, especially in November, and followed by Corsican pine and Scottish pine woods. At the same time, there was a gradient from a higher to a lower fix density as distance from pasturelands' borders augmented in which woodland type, tree canopy cover fraction and livestock type had an effect. These results highlight the necessity to design silvopastoral management based on the potentiality of each grazing area and animal species, being necessary to open woodland areas for its promotion.

Keywords: behaviour; GPS; grazing; landscape; livestock; monitoring

Introducción

La práctica silvopastoral, que se enmarca dentro de la gestión agroforestal, se define como la combinación de árboles con producción de forraje y ganadería (Mosquera-Losada et al. 2009) y, cuenta con una casuística amplia (Benavides et al. 2009; Broto et al. 2009; Shingu et al. 2010; Ávila-Ramírez et al. 2019; Fortuny et al. 2020). Aparte de los beneficios socioeconómicos que genera esta actividad multifuncional que amplía el calendario productivo, refuerza la economía de las explotaciones con la diversificación de las producciones y disminuye el riesgo económico del sistema, también contribuye a aumentar la fijación de carbono, la conservación de la biodiversi-

dad, la disminución de la erosión y la regulación del clima, además de ofrecer otros servicios ecosistémicos (José 2009; Rigueiro-Rodríguez et al. 2010). Al mismo tiempo, la actividad de los herbívoros domésticos ayuda a reducir la biomasa y a impedir el desarrollo del estrato arbustivo (FAO 2016) ralentizando el proceso de matorralización tan acusado en el que están inmersas las áreas de montaña del País Vasco por el descenso de la carga ganadera y/o el aumento de la proporción de ganado mayor/ganado menor (Mandaluniz et al. 2017). Unidos a esta realidad, los efectos del cambio climático, además, aumentan el riesgo por incendios (Doblas-Miranda et al. 2017) lo que hace que el paisaje del País Vasco se enfrente a nuevas amenazas que podrían suponer un grave problema ambiental.

En la Unión Europea (UE) los sistemas agroforestales combinados con la ganadería ocupan un 3.5% del territorio. Esta superficie supone un 15% de los pastos de la UE y un 35% de la superficie pastoreada total (pastos y otros hábitats) (den Herder et al. 2017). Los agroecosistemas silvopastorales se distribuyen sobre todo por los países mediterráneos, principalmente por España, seguido de Grecia, Francia, Italia y Portugal. En España, en concreto, las especies más utilizadas para este tipo de gestión son *Quercus ilex* L. y *Q. suber* L. aunque también se utilizan *Q. faginea* Lam. y *Q. pyrenaica* Willd. (Moreno y Pulido 2009). Todas estas especies tienen un interés especial por su fruto, la bellota, que es un alimento muy apreciado por el ganado (Jose 2009).

Pese a su larga tradición y amplia extensión por toda Europa y pese a la larga lista de beneficios que ofrecen, las normativas y marcos jurídicos a menudo obvian este tipo de prácticas y todavía carecen de definiciones claras para ellas (den Herder et al. 2017; Mosquera-Losada et al. 2018).

En los pastos de montaña del País Vasco, el pastoreo es una práctica ancestral que ha contribuido a la creación de sistemas socio-ecológicos complejos al tiempo que juegan un papel importante en la provisión de servicios ecosistémicos (FAO 2016). Tradicionalmente se ha llevado a cabo una ganadería extensiva trasterminante, en la cual los animales ascienden a los pastos de montaña durante la primavera, verano y parte del otoño. A lo largo de este periodo los animales pastan en amplias áreas de un mosaico de pastos abiertos, bosques, plantaciones y matorrales, fundamentalmente.

La conservación de estas áreas de pastoreo constituyentes de la Red Natura 2000 pasa necesariamente por conocer el comportamiento del ganado en los hábitats forestales para integrarlos correctamente en el cálculo de la superficie pastable, así como en el diseño de corredores ganaderos entre los hábitats pascícolas e incluso la consideración del tipo de ganado en la interpretación del aprovechamiento silvopastoral (Hazi 2022).

En definitiva, en este estudio se pretende contribuir a la definición de buenas prácticas para la gestión silvopastoral y analizar su potencialidad en el paisaje vasco, monitorizando el ganado mediante dispositivos GPS. Así, se pretende identificar i) qué tipos de hábitats forestales son más frecuentados por el ganado y ii) en qué estación del año, iii) a la vez que observar hasta qué distancia se adentran los animales en dichos hábitats, con la intención de avanzar en la definición de pautas para la redacción de planes de ordenación y gestión de las áreas de pastoreo de montaña.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Zona Especial de Conservación (ZEC) de Gorbeia, Comunidad Autónoma del País Vasco (Fig. 1a), 202.27 km². Esta ZEC se ubica entre los territorios históricos de Bizkaia y Araba (Fig. 1b) y forma parte de la línea divisoria de aguas entre las vertientes cantábrica (norte) y mediterránea (sur). La vertiente norte de la ZEC tiene un clima templado y más húmedo. El paisaje de esta vertiente está formado por ecosistemas arbolados (64.45%), ecosistemas de matorral (26.25%) y de herbáceos (9.30%). La vertiente sur, en cambio, presenta un clima mediterráneo o submediterráneo. Esta parte es más forestal que la de Bizkaia (Fig. 1c), puesto que se constituye en un 80.11% de ecosistemas arbolados, en un 13.37% de ecosistemas de matorral y en un 5.94% de herbáceos. Los hábitats forestales más extensos en esta ZEC tienen como especie principal el haya (*Fagus sylvatica* L.), el rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.), el roble pedunculado (*Q. robur* L.), el pino laricio (*Pinus nigra* Arnold), y el pino silvestre (*P. sylvestris* L.) (Fig. 1c).

En Gorbeia las prácticas ganaderas han tenido desde siempre una gran importancia, siendo éstas de carácter extensivo y trasterminante: los ganaderos y ganaderas suben los animales a los pastos de los Montes de Utilidad Pública (monte de propiedad pública

de aprovechamiento común de los vecinos/as) variando el calendario según la especie y raza. En general el periodo de pastoreo es más largo para el ganado equino, seguido del vacuno, y más corto para el ovino, que se sube a los pastos después de haber terminado la campaña de ordeño (Tabla 1). En cuanto a la carga ganadera, en la ZEC en 2015 estuvieron autorizadas un total de 3217 UA (Unidad Animal, se refiere a la demanda de 12 kg materia seca/día): 881.5 UA de ovino, 602.5 UA de equino, 1721 UA de vacuno y 12 UA de caprino. Además de la ganadería, esta ZEC es significativa por su alto valor recreativo y su gran afluencia para actividades de senderismo, lo cual puede llegar a causar a veces deterioros en las zonas más transitadas.

Muestreo

El muestreo se realizó en el contexto del proyecto LIFE Oreka Mendian (2017) (LIFE15 NAT/ES/000805), durante la campaña de 2021 (febrero 2021- diciembre 2021) mediante la colocación de dispositivos de la marca Digitanimal (<https://digitanimal.com/>) que permiten la recepción de las coordenadas espaciales mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en el ganado en pastoreo en extensivo. Estos dispositivos usan cobertura Sigfox para la transmisión y descarga de datos. Los animales a los que se les colocó el dispositivo fueron los líderes, para que sus movimientos fueran representativos de todo el rebaño. Así, se colocaron 42 GPS-Sigfox en ganado equino, 14 en ovino, 29 en vacuno, 5 en caprino y 10 de los que se desconoce el tipo de ganado al que se asignaron. Los dispositivos tuvieron un peso de 265 g y se sujetaron por medio de un collar y un contrapeso al animal. Todos fueron programados para registrar las coordenadas espaciales del animal cada media hora durante todo el día.

Procesamiento de datos y análisis estadísticos

El procesamiento de los datos espaciales se realizó con el programa QGIS (QGIS Development Team 2020). Inicialmente se generó una capa en la que se combinaron los datos de vegetación (según el mapa del inventario forestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco de 2020) y el rango de pendiente (previamente reclasificado en tres rangos: <30%, 30-50%, y >50%). A continuación, se intersectó esta capa con los datos de cada GPS y se calculó la densidad de registros GPS en cada tesela, polígono según hábitat, rango de fracción de cubierta arbórea (FCCARB) y rango de pendiente, además del porcentaje de los registros en los hábitats pascícolas y forestales. Finalmente, para analizar la entrada del ganado en los hábitats forestales desde los hábitats pascícolas abiertos, se creó una tesela que incluía las categorías de Afloramientos Rocosos, Arbustivo, Herbazal-Pastizal, Pastizal-Matorral, y Prado recogidas en el inventario forestal, basándose en el cálculo del Índice de Preferencia según Acciari et al. (2022) del ganado para las distintas categorías de vegetación en la ZEC de Gorbeia (Fig. 1c). De esta manera, se realizaron varios buffers alrededor de la tesela de hábitats pascícolas a una distancia distinta desde el borde de los mismos hacia los hábitats forestales y se calculó la densidad de registros GPS. Dado que los hábitats pascícolas abiertos albergaban el 73.86% de los registros y que a una distancia de 200 m hacia los hábitats forestales se encontraba el 95.73% del total de los registros, se estableció dicha medida como distancia máxima del buffer y se generaron 6 rangos: 0-10 m, 10-25 m, 25-50 m, 50-100 m, 100-150 m, y 150-200 m. Respecto al análisis temporal, en base a la mayor necesidad del ganado de explorar nuevas zonas cuando la productividad del pasto es menor o después de haber sido sobrepastoreado (Ferreira et al. 2013), se seleccionó el mes de noviembre como representativo de este escenario para analizar las preferencias por tipo de hábitat forestal. Además, para observar la entrada del ganado al bosque dependiendo de FCCARB y su función como refugio ante las condiciones climáticas (Díaz et al. 2014), se seleccionaron tres meses: junio (menores temperaturas de verano, más recursos), agosto (máximas temperaturas de verano, disminución de recursos) y noviembre (bajada de las temperaturas, menos recursos).

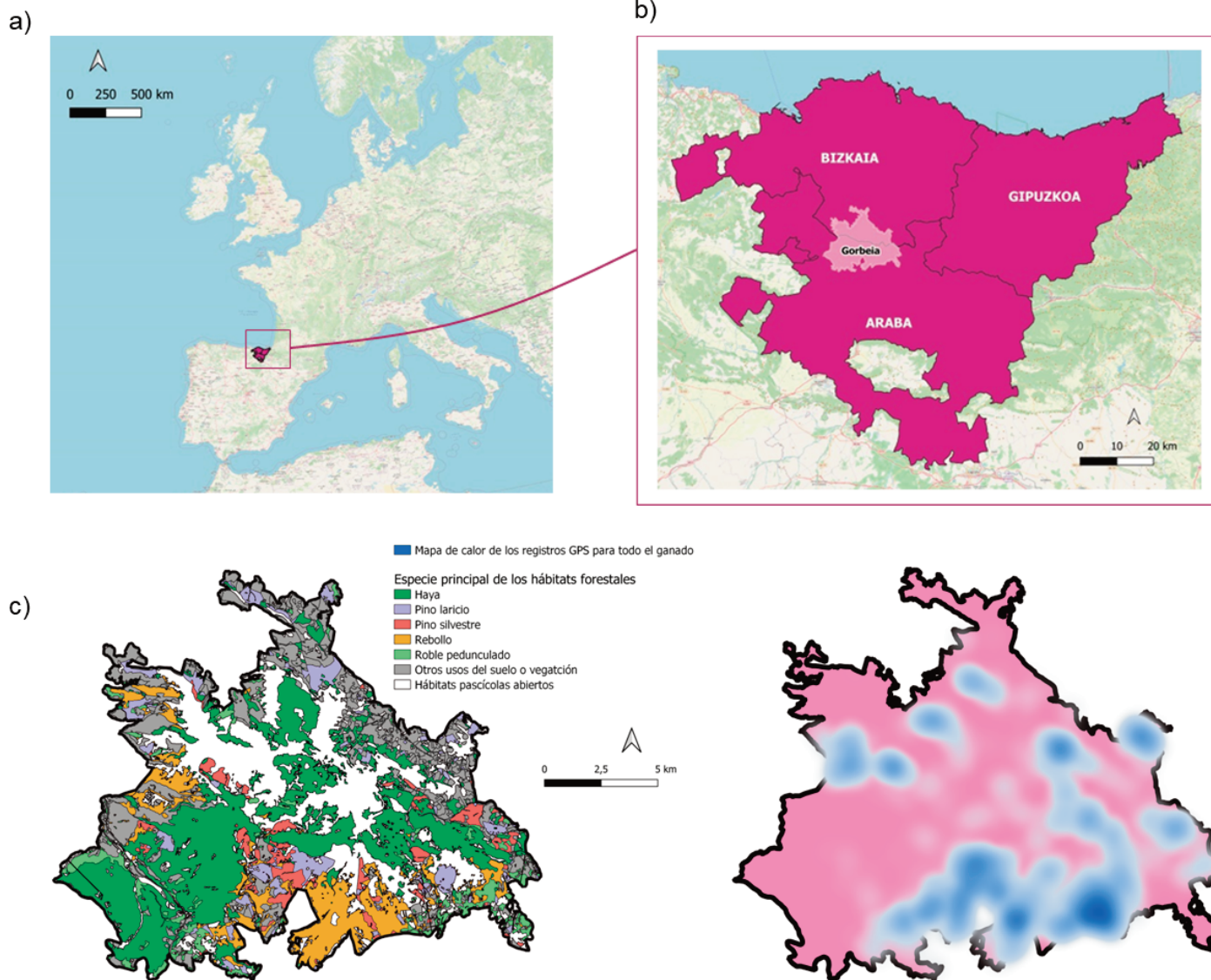


Figura 1. a) Mapa de Europa (Open Street Map) donde se resalta la Comunidad Autónoma del País Vasco en morado. b) Mapa de la Comunidad Autónoma del País Vasco donde se resalta la ZEC de Gorbeia en blanco, entre Bizkaia y Araba. c) Mapa de vegetación de la ZEC Gorbeia con hábitats pascícolas (blanco) y hábitats forestales principales marcados: haya (verde oscuro), pino laricio (lila), pino silvestre (rojo), rebollo (naranja), roble pedunculado (verde claro). Los otros usos del suelo u otros tipos de hábitats forestales están dibujados en gris.

Figure 1. a) Map of Europe (Open Street Map) where the Autonomous Community of Basque Country is highlighted in purple. b) Map of the Autonomous Community of the Basque Country where Gorbeia ZEC is highlighted in White, between Bizkaia and Araba. c) Map of the vegetation of Gorbeia SAC with pasturelands (white) and most important woodlands highlighted: beech (dark green), Corsican pine (light purple), Scottish pine (red), Pyrenean oak (orange), pedunculate oak (light green). Other types of land use and other woodlands are marked in grey.

Tabla 1. Cronograma del calendario de la campaña ganadera para ganado equino, ovino y vacuno. Las celdas coloreadas en gris indican presencia de ganado y las no coloreadas, ausencia. Dependiendo de su gestión el ganado puede permanecer más/menos tiempo en el monte.

Table 1. Cronogram of the livestock campaign for equine (“Equino”), ovine (“Ovino”) and beef (“Vacuno”) livestock. Cells coloured in grey indicate presence of livestock, while cells without colour indicate absence of livestock. Depending on its management, livestock stay longer/shorter on the mountain. “Febrero”= February, “Marzo”= March, “Abril”= April, “Mayo”= May, “Junio”= June, “Julio”= July, “Agosto”= August, “Septiembre”= September, “Octubre”= October, “Noviembre”= November, “Diciembre”= December, “Enero”= January.

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Equino												
Ovino												
Vacuno												

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa R (R Core Team 2022). Para ello, se seleccionaron como variables independientes el tipo de ganado (equino, ovino y vacuno), la especie dominante del hábitat forestal (haya, pino silvestre, pino laricio, roble pedunculado y rebollo), la fracción de cabida cubierta arbórea y su rango (FCCARB; 0-5%, 20-60%, 65-80%, y 85-100%), la fracción de cabida cubierta de matorral (FCCMAT), la fracción de cabida cubierta herbácea (FCCHER), el rango del *buffer* alrededor de los hábitats pascícolas abiertos (0-10 m, 10-25 m, 25-50 m, 50-100 m, 100-150 m, y 150-200 m), y el mes (mayo-diciembre, no se utilizaron los datos de febrero-abril por disponer de pocos GPS en el monte). Al mismo tiempo, como variables dependientes se calcularon la densidad de registros GPS en cada tesela y el porcentaje de registros para los hábitats pascícolas abiertos y los forestales (solo en los primeros 200 m de bosque desde el borde de los hábitats pascícolas). Para el ganado ovino, por disponer de menos dispositivos GPS, solo se analizó su preferencia por los tipos de hábitat forestal.

Primero se analizó la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro, mediante el cual se observó que los datos de densidad y porcentajes no tenían una distribución normal. A continuación, se realizaron correlaciones de Spearman entre todas las variables con el fin de observar la tendencia general de los datos. Posteriormente, para detectar interacciones entre las diferentes variables independientes y para detectar diferencias significativas en la densidad y porcentaje de registros GPS frente a ellas (tipo de ganado, tipo de hábitat forestal, rango del *buffer*, rango de FCCARB, y mes) se realizaron test de Kruskal-Wallis y en el caso de haber diferencias significativas test post-hoc de Dunn. Para detectar un gradiente de la FCCARB entre el rango de *buffer* más cercano y el más lejano se realizó test de t-Student.

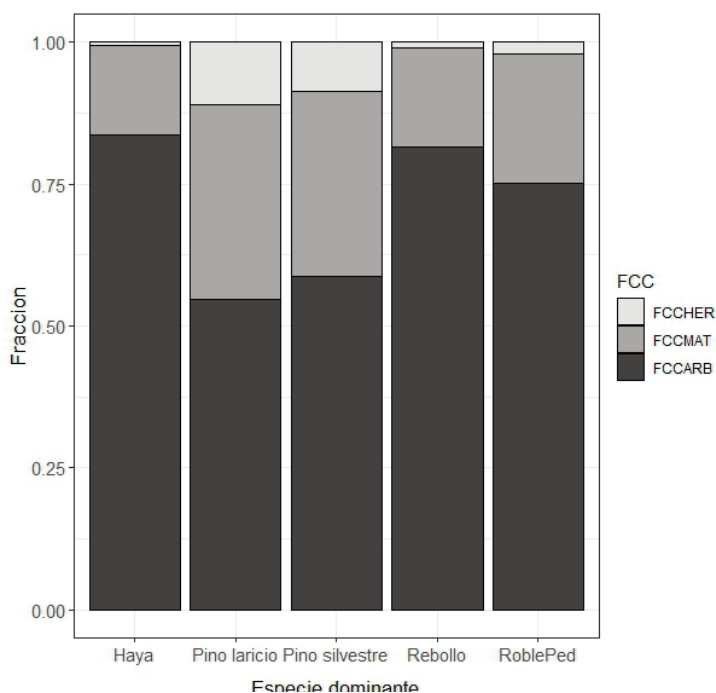


Figura 2. Media de Fracción de cabida cubierta arbórea (FCCARB), de matorral (FCCMAT) y herbácea (FCCHER) de los hábitats forestales (Especie dominante) en el área de estudio. "RoblePed"= Roble pedunculado.

Figure 2. Mean of the tree (FCCARB), scrub (FCCMAT) and herbaceous (FCCHER) canopy cover fraction of each dominant species' woodland on the survey-area. "Haya"= beech, "PinoLaricio"= Corsican pine, "PinoSilvestre"= Scottish pine, "Rebollo"= Pyrenean oak, "RoblePed"= Pedunculate oak.

Resultados

La caracterización del paisaje mostró que los cinco tipos de hábitats analizados ocupaban una superficie similar en los tres rangos de pendientes. Al mismo tiempo, se vio que los pinares de pino laricio tenían el mayor porcentaje de FCCMAT y FCCHER (Tabla 2) y los rebollares seguidos de los hayedos tenían la mayor FCCARB (Fig. 2). Por último, se observó la existencia de un gradiente a lo largo de los rangos de *buffer* en el que FCCARB aumentaba significativamente de 72.21% \pm 0.19% en el rango de 0-10 m a 76.00% \pm 0.23% en el rango de 150-200 m ($t=-8.03$, $p<0.001$).

En total, los hábitats pascícolas abiertos albergaban el 73.86% de los registros GPS y a 200 m desde su borde hacia el interior de los hábitats forestales se encontraba el 95.73% de ellos. Concretamente, en los hábitats forestales se registraron un total de 63 867 localizaciones GPS (23.88%) para el ganado equino, 15 921 (15.84%) para el vacuno y 10 004 (16.37%) para el ovino; mientras que en los hábitats pascícolas abiertos se registraron 203 621 (76.12%), 84 909 (84.16%) y 51 102 (83.63%) localizaciones, respectivamente.

En general se observó que FCCARB se correlacionaba negativamente con la densidad de registros GPS en los hábitats forestales y la densidad de registros del ganado vacuno y ovino (Tabla 2). Sin embargo, FCCARB se correlacionó positivamente con la densidad de registros del ganado equino. Al mismo tiempo, FCCHER se correlacionó positivamente con la densidad de registros de GPS total y la del equino, ovino y vacuno.

Se observó un efecto significativo del tipo de hábitat forestal, el rango de FCCARB y el rango del *buffer* alrededor de los hábitats pascícolas para el ganado vacuno ($\chi^2=246.54$, $df=29$, $p<0.001$) y para el equino ($\chi^2=1022.50$, $df=29$, $p<0.001$).

Tabla 2. Coeficiente R y valor p de las correlaciones significativas de Spearman entre variables respecto a la densidad de registros GPS. "FCCARB" = fracción de cabida cubierta arbórea, "FCCHER" = fracción de cabida cubierta herbácea.

Table 2. R coefficient and p value of the significant correlations of Spearman between variables for GPS fix density. "FCCARB" = tree canopy cover fraction, "FCCHER" = herbaceous canopy cover fraction.

		R	p
Densidad registros total	FCCARB	-0.04	<0.001
	FCCHER	0.09	<0.001
Densidad registros equino	FCCARB	0.03	<0.001
	FCCHER	0.06	<0.001
Densidad registros ovino	FCCARB	-0.05	<0.001
	FCCHER	0.06	<0.001
Densidad registros vacuno	FCCARB	-0.07	<0.001
	FCCHER	0.05	<0.001

Variabilidad espacial: tipo de hábitat forestal

La densidad total de registros GPS fue significativamente distinta en todos los hábitats forestales, aunque los rebollares y los pinares de pino silvestre destacaron por tener las mayores densidades (Tabla 3; Fig. 3).

Para el ganado equino se observó una mayor densidad de registros en los pinares de pino laricio, de pino silvestre y rebollares (Tabla 3; Fig. 4). En el caso del ganado vacuno, la densidad de registros fue mayor en los rebollares, seguido de los pinares de pino silvestre y pino laricio. El ganado ovino, por lo contrario, tuvo una mayor densidad de registros en los hayedos que en los rebollares.

Los animales mostraron un comportamiento distinto dentro del hábitat forestal según el tipo de hábitat y rango de *buffer*. El ganado empezó a seleccionar el tipo de hábitat forestal desde la franja de 0-10 m, en la cual seleccionó los rebollares y pinares de pino silvestre (Tabla 4; Fig. 5), tendencia que se mantuvo en la franja de 150-200 m.

En cuanto a la distancia de entrada del ganado en el hábitat forestal, en los hayedos la densidad de registros empezó a disminuir significativamente a partir de los 10 m ($z=3.09$, $p=0.009$) (Fig. 5) y en los rebollares y robledales a partir de los 50 m ($z=3.45$, $p=0.007$; $z=3.65$, $p=0.003$, respectivamente). En el caso de ambos pinares, pese a que la densidad mostró una tendencia

a reducirse según aumentaba la distancia, no se detectó un rango de *buffer* en el que disminuyó significativamente (pino laricio: $\chi^2=7.69$, $df=5$, $p=0.174$; pino silvestre: $\chi^2=12.19$, $df=5$, $p=0.032$; el rango de 0-10 m no mostró diferencias significativas con el resto de los rangos: con 10-25 m $z=0.23$, $p=1.000$; con 25-50 m $z=1.64$, $p=1.000$; con 50-100 m $z=1.78$, $p=0.817$; 100-150 m $z=2.17$, $p=0.387$; con 150-200 m $z=2.77$, $p=0.083$).

Al analizar estas interacciones por tipo de ganado, se observó que el ganado equino mostraba la misma tendencia a seleccionar los rebollares y pinares de pino silvestre tanto en los primeros 10 m dentro del hábitat forestal, como en la franja de 150-200 m (Tabla 4). Al mismo tiempo, una vez entrado en el hábitat forestal, en los hayedos la densidad empezó a disminuir a partir de los 50 m ($z=4.57$, $p<0.001$), mientras que en los robledales ($z=3.38$, $p=0.011$) y rebollares ($z=3.66$, $p=0.004$) lo hizo a partir de los 150 m.

A diferencia del equino, el ganado vacuno mostró una baja selectividad entre tipos de hábitat forestal en los 10 primeros metros (seleccionando los rebollares frente a los hayedos (Tabla 4)). En la franja más lejana, en cambio, la selección por tipo de hábitat forestal fue más marcada y se observó una selección hacia rebollares y ambos pinares. La densidad de registros de vacuno comenzó a disminuir a partir de los 25 m en los hayedos ($z=2.71$, $p=0.048$) y a partir de los 50 m en los rebollares ($z=3.32$, $p=0.012$) y robledales ($z=3.38$, $p=0.009$).

Tabla 3. Valor z y p de los test de Dunn entre los distintos tipos de hábitat forestal (especie dominante) respecto a la densidad de registros GPS. "RoblePed"= Roble pedunculado.

Table 3. z and p value of Dunn test for the different forest habitats (dominant species) for GPS fix density. "RoblePed"= Pedunculate oak.

	Hábitat 1	Hábitat 2	z	p
Densidad registros total	Haya	Pino laricio	-5.05	<0.001
		Pino silvestre	-16.45	<0.001
		Rebollo	-15.62	<0.001
		RoblePed	2.09	0.036
	RoblePed	Pino laricio	5.65	<0.001
		Pino silvestre	15.44	<0.001
		Rebollo	13.25	<0.001
	Rebollo	Pino laricio	-5.63	<0.001
		Pino silvestre	5.65	<0.001
	Pino laricio	Pino silvestre	-9.46	<0.001
RoblePed		Pino laricio	6.34	<0.001
	Pino silvestre	19.064	<0.001	
	Rebollo	16.14	<0.001	
Densidad registros equino	Haya	Pino laricio	-7.78	<0.001
		Pino silvestre	-22.38	<0.001
	Rebollo	-22.16	<0.001	
Densidad registros ovino	Haya	Rebollo	-4.23	<0.001
	Rebollo	RoblePed	5.50	<0.001
		Haya	-6.88	<0.001
Densidad registros vacuno		Pino silvestre	3.81	<0.001
	Pino laricio	Pino silvestre	-5.24	<0.001
	Haya	Pino silvestre	-8.71	<0.001
	RoblePed	Pino laricio	2.31	0.041

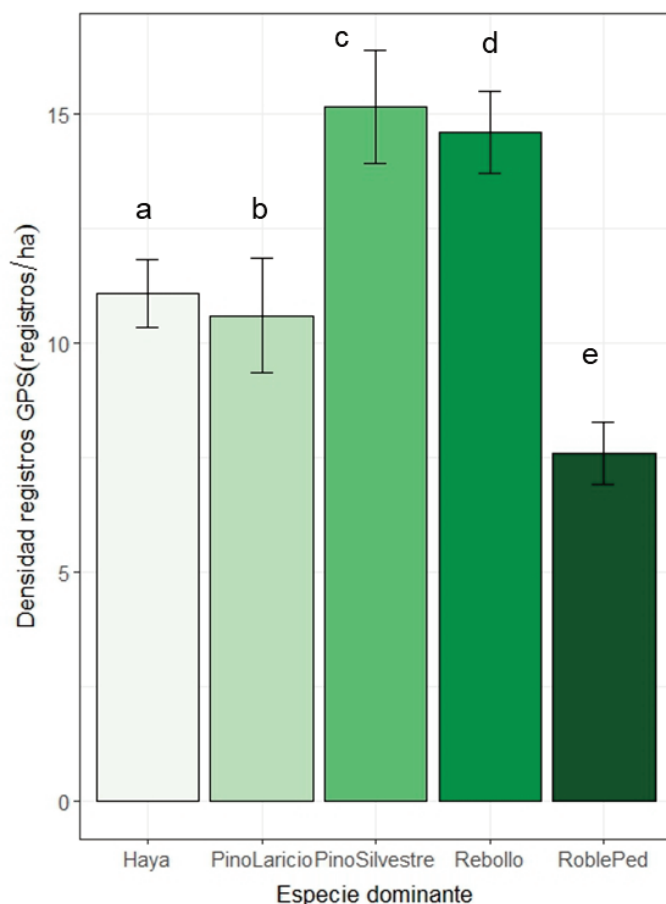


Figura 3. Densidad de registros GPS (media y líneas= error estándar, registros / ha) en los distintos tipos de hábitats forestales (Especie dominante). RoblePed= Roble pedunculado. Las letras indican los distintos grupos.

Figure 3. GPS-fix density (mean and bars= standard error, fixes / ha) in different types of woodlands (dominant species). "Haya"= beech, "PinoLaricio"= Corsican pine, "PinoSilvestre"= Scottish pine, "Rebollo"= Pyrenean oak, "RoblePed"= Pedunculate oak. Letters indicate the different groups.

Tabla 4. Valor z y p de los test post-hoc de Dunn entre los distintos tipos de hábitats forestales (especie dominante) en distintos rangos del buffer respecto a la densidad de registros GPS. "RoblePed" = Roble pedunculado.

Table 4. z and p value of Dunn post-hoc test for the different forest habitats (dominant species) at different buffer ranges ("Buffer") for GPS fix density. "RoblePed" = Pedunculate oak.

	Buffer	Hábitat 1	Hábitat 2	z	p
Densidad registros total	0-10 m	Rebollo	Haya	-5.03	<0.001
			Pino laricio	-3.60	0.002
			RoblePed	4.56	<0.001
		Pino silvestre	Haya	-5.00	<0.001
			Pino laricio	-4.24	<0.001
			RoblePed	4.94	<0.001
	150-200 m	Rebollo	Haya	-6.57	<0.001
			RoblePed	6.88	<0.001
			Pino silvestre	-3.57	0.002
		Pino laricio	Haya	-6.53	<0.001
			RoblePed	6.88	<0.001
			RoblePed	-2.86	0.017
Densidad registros equino	0-10 m	Haya	Rebollo	-8.39	<0.001
			Pino silvestre	-8.04	<0.001
			Pino laricio	-5.04	<0.001
		RoblePed	Rebollo	-3.79	<0.001
			Pino silvestre	6.79	<0.001
			Rebollo	6.04	<0.001
	150-200 m	Rebollo	Haya	-8.62	<0.001
			RoblePed	6.48	<0.001
			Pino laricio	-2.42	0.031
		Pino silvestre	Pino silvestre	2.83	0.014
			Haya	-8.55	<0.001
			RoblePed	7.48	<0.001
Pino laricio	Pino laricio	-4.42	0.002		
	RoblePed	3.48	0.002		
	Haya	-4.11	<0.001		
Densidad registros vacuno	0-10 m	Rebollo	Haya	-3.49	0.005
	150-200 m	Rebollo	Haya	-4.01	<0.001
			RoblePed	0.38	0.008
		Pino silvestre	Haya	-3.79	0.001
	Pino laricio	RoblePed	3.50	0.004	
		Haya	-2.97	0.018	
		RoblePed	2.67	0.038	

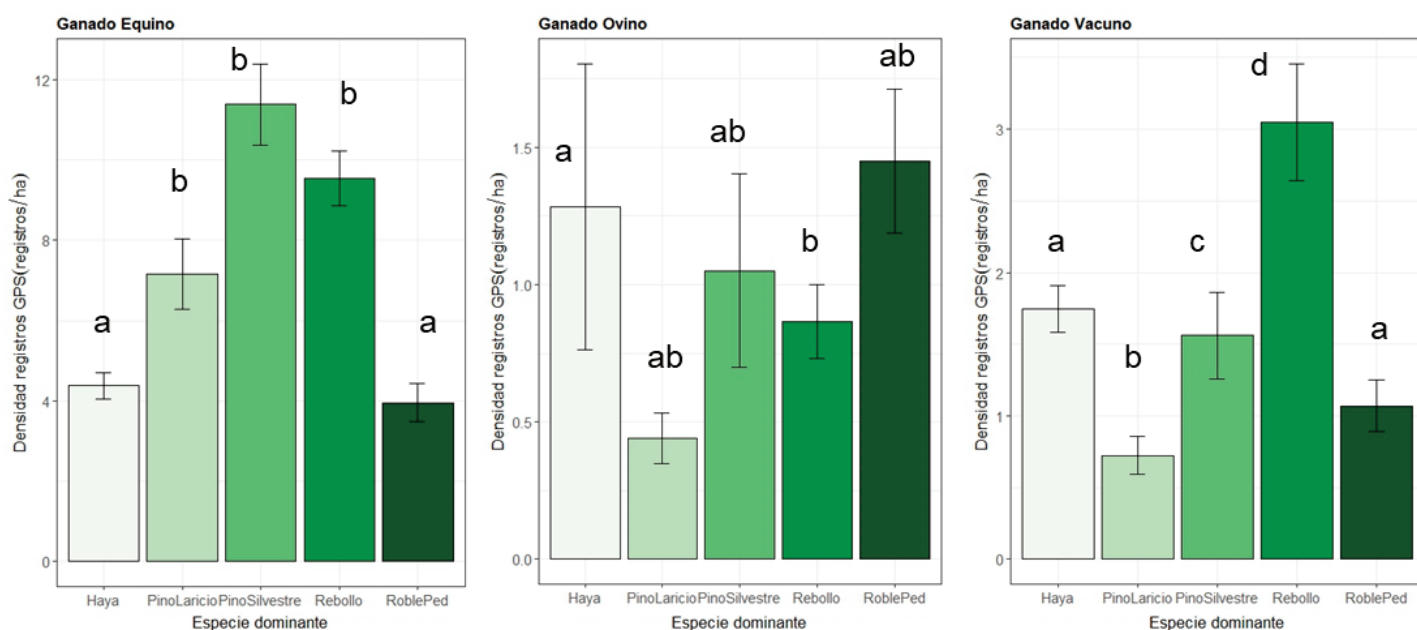


Figura 4. Densidad de registros GPS para ganado equino, ovino y vacuno (media y las líneas= error estándar, registros / ha) en los distintos tipos de hábitats forestales (Especie dominante): RoblePed= Roble pedunculado. Las letras indican los distintos grupos.

Figure 4. GPS-fix density for equine (Ganado equino), ovine (Ganado ovino) and beef (Ganado vacuno) livestock (mean and bars= standard error, fixes / ha) of the different types of woodlands (dominant species): "Haya"= beech, "PinoLaricio"= Corsican pine, "PinoSilvestre"= Scottish pine, "Rebollo"= Pyrenean oak, "RoblePed"= Pedunculate oak. Letters indicate the different groups.

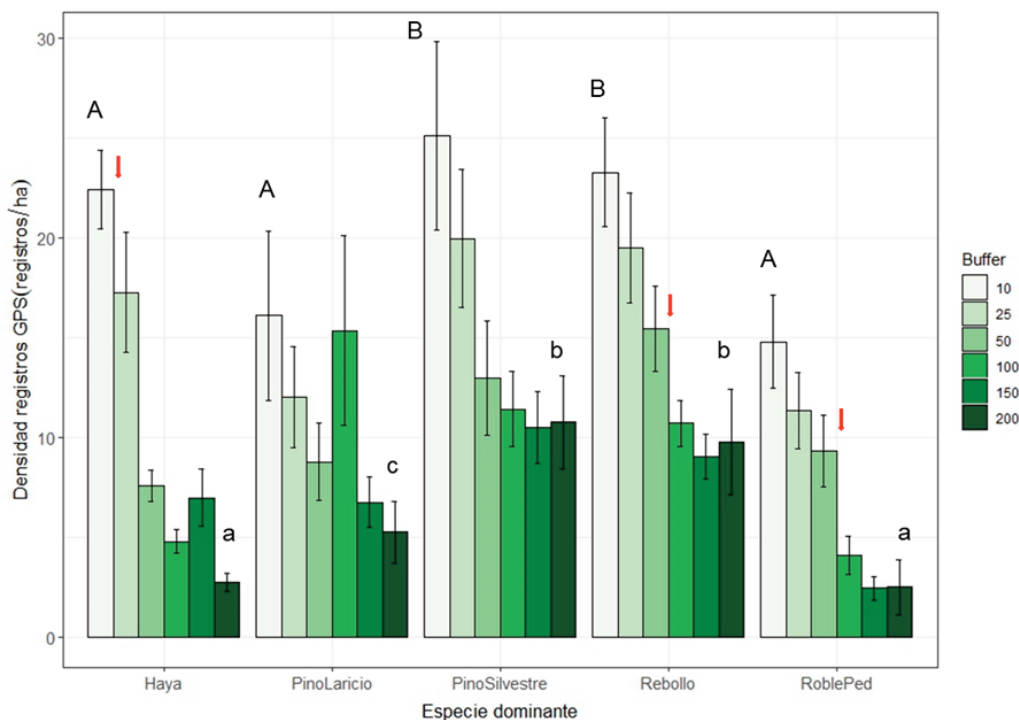


Figura 5. Densidad de registros GPS (media y líneas= error estándar, registros / ha) en los distintos tipos de hábitat forestal (Especie dominante) según el rango del buffer: 10= 0-10 m, 25= 10-25 m, 50= 25-50 m, 100= 50-100 m, 150= 100-150 m, 200= 150-200 m. RoblePed= Roble pedunculado. Las letras mayúsculas indican los distintos grupos para el rango de buffer 0-10 m y las minúsculas para el de 150-200 m. Las flechas rojas indican el rango de buffer a partir del cual empieza a disminuir la densidad de registros significativamente.

Figure 5. GPS-fix density (mean and bars= standard error, fixes / ha) of the different types of woodlands (dominant species) depending on the buffer range: 10= 0-10 m, 25= 10-25 m, 50= 25-50 m, 100= 50-100 m, 150= 100-150 m, 200= 150-200 m. "Haya"= beech, "PinoLaricio"= Corsican pine, "PinoSilvestre"= Scottish pine, "Rebollo"= Pyrenean oak, "RoblePed"= Pedunculate oak. Uppercase letters indicate the different groups for the 0-10 m buffer range and lowercase letters for the 150-200 m one. The red arrows indicate the buffer range from which the fix density starts to decrease significantly.

Variabilidad espacial: rango de FCCARB

Al mismo tiempo, el ganado también se comportó de forma distinta según FCCARB, el tipo de hábitat y el rango de *buffer*. Así, en el caso de los hayedos (**Fig. 6, Hayedos**) el rango de FCCARB tuvo un efecto significativo en la distancia de entrada en el hábitat. Cuando el hayedo tenía un mayor grado de apertura con un rango de FCCARB entre 20-60%, la densidad de registros GPS empezó a disminuir significativamente a los 25 m ($z=3.38$, $p=0.009$) y con un rango de 65-80% a los 50 m ($z=4.02$, $p<0.001$). Sin embargo, en el máximo rango de FCCARB, 85-100%, la densidad disminuyó significativamente a partir de los 25 m ($z=4.10$, $p<0.001$).

En el caso del rebollo (**Fig. 6, Rebollo**), se pudo apreciar la misma tendencia, aunque el efecto de la distancia del *buffer* fue menor: sólo se apreciaron diferencias en la densidad de registros en el rango de FCCARB entre 65-80%, disminuyendo a partir de los 50 m ($z=3.58$, $p=0.004$).

Variabilidad temporal

Al comparar el porcentaje de registros GPS dentro de los hábitats forestales a lo largo de la campaña, en la franja de hábitat forestal de 0-200 m alrededor de los hábitats pascícolas (**Tabla 5; Fig. 7**), se vio que el ganado equino tenía unos valores mayores que los del vacuno durante julio, agosto y octubre mientras que en septiembre, noviembre y diciembre estos valores se igualaban ($z=2.12$, $p=0.067$; $z=1.15$, $p=0.250$; $z=-1.62$, $p=0.206$, respectivamente). El porcentaje de registros GPS del ganado equino fue mayor en noviembre que en junio (**Tabla 6**). Al mismo tiempo, el porcentaje de registros del ganado vacuno fue mayor en noviembre que en julio y agosto; y en diciembre fue mayor que en mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre (**Tabla 6**).

En noviembre tanto el ganado equino (**Fig. 8a**) como el vacuno (**Fig. 8b**) mostraron una preferencia hacia los rebollares, en el caso del equino hacia ambos pinares también (**Tabla 7**).

Finalmente, respecto a la densidad de registros del ganado en los distintos rangos de FCCARB para los 5 tipos de hábitats forestales analizados se observó la siguiente serie temporal (**Tabla 8; Fig. 9**): en junio y agosto hubo una mayor densidad de registros en las teselas de 20-60%; y durante noviembre dejó de haber diferencias entre el rango de 20-60% y los demás rangos, mostrando la mayor densidad en el de 65-80%.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que el ganado en pastoreo extensivo prioriza los hábitats pascícolas abiertos ante los forestales y concentra su actividad silvopastoral en los primeros 200 m alrededor de los hábitats pascícolas abiertos. Esto coincide con las observaciones de varios ganaderos y ganaderas entrevistadas por Varga et al. (2020), ya que la mayoría afirmaron que los hábitats forestales servían de pasto suplementario y que solo suponían un 10-20% del tiempo de pastoreo total, resultados similares al valor del 27% de las localizaciones en hábitats forestales observadas en el presente estudio. Por ello, con la intención de fomentar la actividad silvopastoral se propondría actuar a partir de los primeros 200 m desde el borde de los pastos abiertos, por ejemplo, mediante la colocación de focos de atracción.

De entre los tres principales hábitats de frondosa de Gorbeia, se ve una clara selección del ganado hacia los rebollares frente a los hayedos y robledales. Los tres hábitats se caracterizan por su alta FCCARB, la cual dificulta el paso de la luz y resulta en unas bajas FCCMAT y FCCHER. Esto significaría que la vegetación de los sotobosques correspondientes supondría un escaso recurso para el ganado. Sin embargo, el sotobosque de los rebollares y el de los robledales tiende a ser diverso y denso, con una alta capacidad de rebrote sobre todo en el caso del rebollo (Broto et al. 2009), mientras que el de los hayedos es muy pobre debido a la escasez de luz y la alta biomasa de hojarasca que bloquean el crecimiento de las plantas herbáceas y arbustivas (Power et al. 2001).

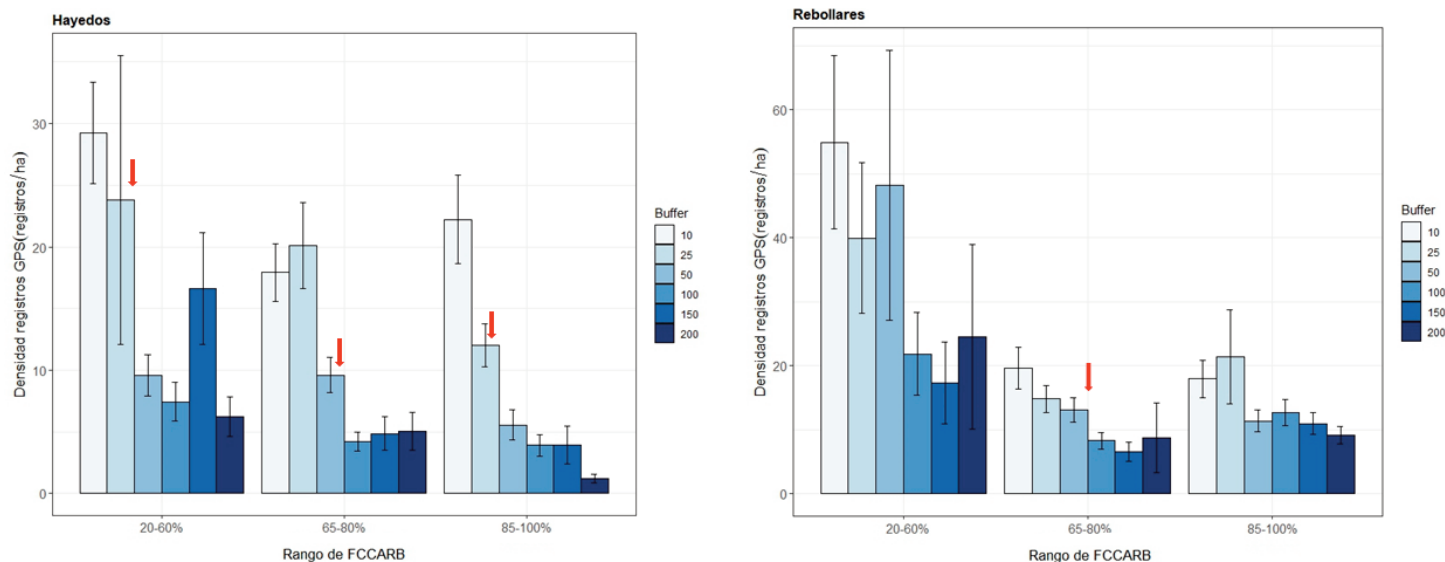


Figura 6. Densidad de registros GPS en hayedos y rebollares (media y líneas= error estándar, registros / ha) en los distintos rangos de fracción de cubierta (FCCARB) y según el rango del buffer: 10= 0-10 m, 25= 10-25 m, 50= 25-50 m, 100= 50-100 m, 150= 100-150 m, 200= 150-200 m. Las flechas rojas indican el rango de buffer a partir del cual empieza a disminuir la densidad de registros significativamente.

Figure 6. GPS-register density in beech (“Hayedos”) and pyrenean oak (“Rebollares”) woodlands (mean and bars= standard error, fixes / ha) for the different ranges of tree canopy cover fraction (“Rango de FCCARB”) and depending on the buffer range (“Buffer”): 10= 0-10 m, 25= 10-25 m, 50= 25-50 m, 100= 50-100 m, 150= 100-150 m, 200= 150-200 m. “Haya”= beech, “PinoLaricio”= Corsican pine, “PinoSilvestre”= Scottish pine, “Rebollo”= Pyrenean oak, “RoblePed”= Pedunculate oak. The red arrows indicate the buffer range from which the fix density starts to decrease significantly.

Tabla 5. Valor z y p de los test post-hoc de Dunn entre los distintos tipos de ganado en los distintos meses de la campaña respecto al porcentaje de registros GPS.

Table 5. z and p value of Dunn post-hoc test for the different livestock species in the different months of the campaign for GPS fix percentage.

Ganado		Mes	z	p
Porcentaje registros	Equino - Vacuno	Julio	2.85	0.013
		Agosto	3.32	0.003
		Octubre	2.62	0.017

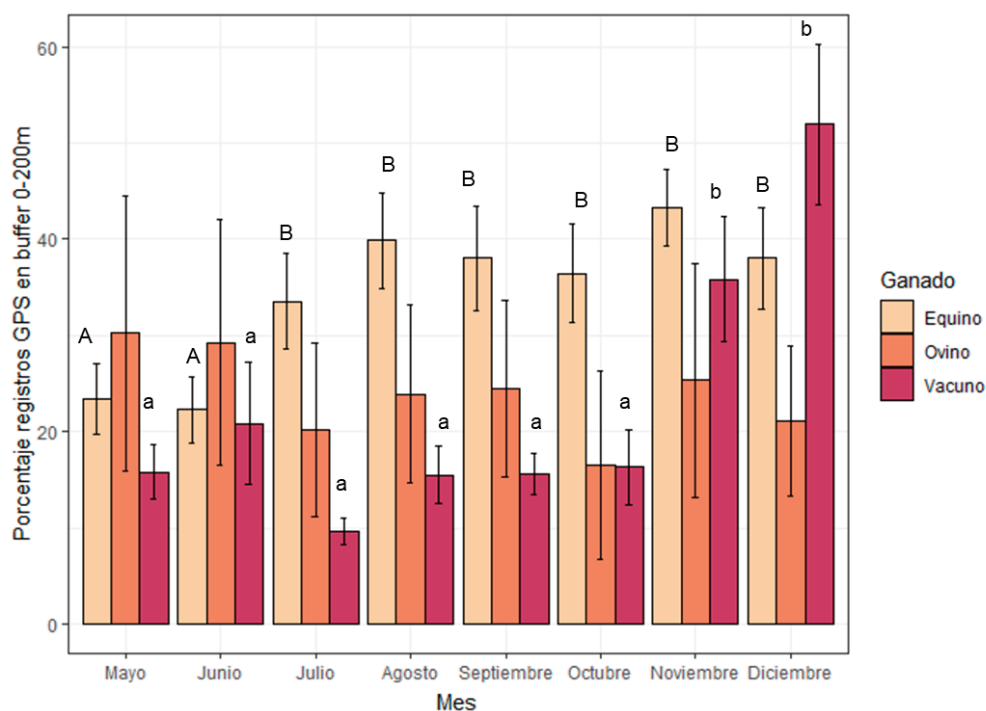
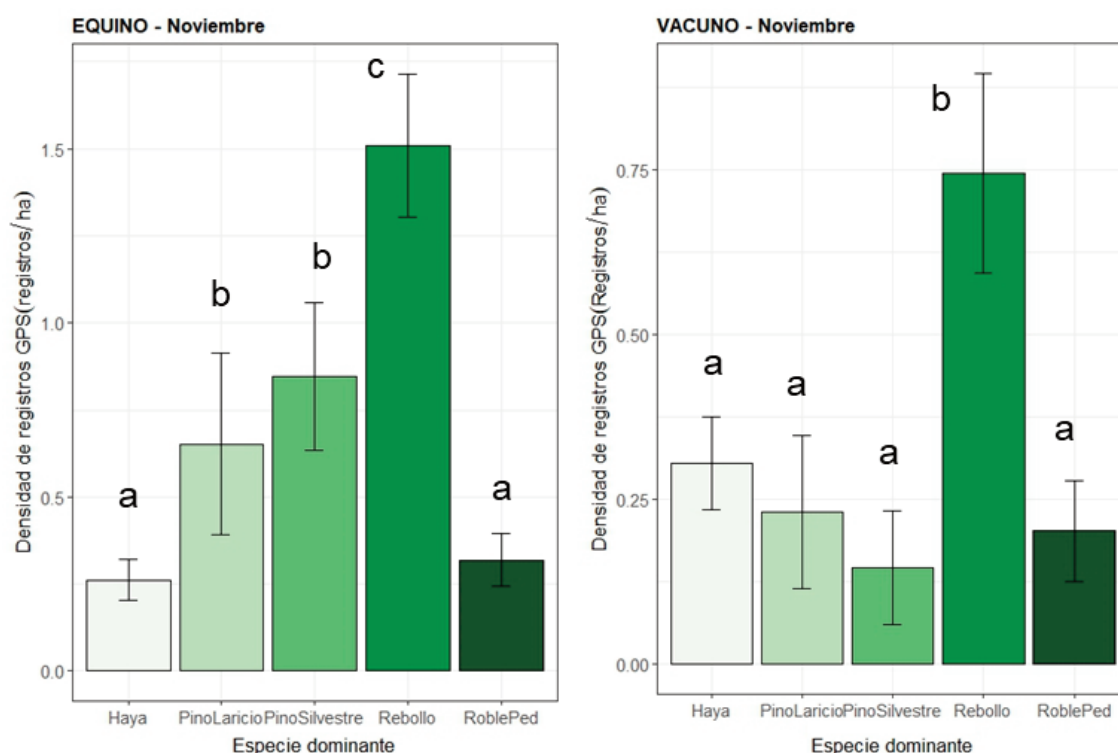


Figura 7. Porcentaje de registros GPS en el buffer de 0-200 m alrededor de los hábitats pascícolas (media y líneas= error estándar) para el ganado equino, ovino y vacuno de mayo a diciembre. Las letras mayúsculas indican los distintos grupos para el ganado equino y las minúsculas para el vacuno.

Figure 7. GPS-fix percentage in the 0-200 m buffer around pasturelands (mean and bars= standard error) for equine (“Equino”), ovine (“Ovino”) and beef (“Vacuno”) livestock from May to December: “Mayo”= May, “Junio”= June, “Julio”= July, “Agosto”= Agosto, “Septiembre”= September, “Octubre”= October, “Noviembre”= November, “Diciembre”= December. Uppercase letters indicate the different groups for equine livestock and lowercase letters for beef livestock.

Tabla 6. Valor z y p de los test post-hoc de Dunn entre los distintos meses de la campaña respecto al porcentaje de registros GPS.**Table 6.** z and p value of Dunn post-hoc test for the different months of the campaign for GPS fix percentage.

		Meses		z	p
Porcentaje registros equino	Noviembre	Mayo		-3.53	0.011
		Junio		-3.80	0.004
Porcentaje registros vacuno	Noviembre	Julio		-3.74	0.005
		Octubre		3.26	0.025
		Mayo		3.04	0.049
		Junio		3.52	0.010
		Julio		4.55	<0.001
		Agosto		-3.94	0.002
		Septiembre		3.67	0.006
	Octubre		4.15	<0.001	

**Figura 8.** Densidad de registros GPS en el buffer de 0-200 m alrededor de los hábitats pascícolas (media y líneas= error estándar, registros / ha) para el ganado equino y vacuno en noviembre. Las letras indican los distintos grupos.**Figure 8.** GPS-fix density in the 0-200 m buffer around pasturelands (mean and bars= standard error, fixes / ha) for equine ("EQUINO – Noviembre") and beef ("VACUNO – Noviembre") livestock November. Letters indicate the different groups.**Tabla 7.** Valor z y p de los test post-hoc de Dunn entre los distintos tipos de hábitats forestales (especie dominante) en distintos meses respecto a la densidad de registros GPS. "RoblePed"= Roble pedunculado.**Table 7.** z and p value of Dunn post-hoc test for the different types of forest habitats (dominant species) in the different months for GPS fix density. "RoblePed" = Pedunculate oak.

	Mes	Hábitat 1	Hábitat 2	z	p
Densidad registros equino	Noviembre	Rebollo	Haya	-13.75	<0.001
			Pino laricio	-5.05	<0.001
			RoblePed	8.70	<0.001
	Noviembre	Pino silvestre	Haya	-6.26	<0.001
			RoblePed	4.53	<0.001
			Pino laricio	-3.97	<0.001
Densidad registros vacuno	Noviembre	Rebollo	Haya	-6.28	<0.001
			Pino laricio	-3.24	0.010
			RoblePed	3.99	<0.001

Tabla 8. Valor z y p de los test post-hoc de Dunn entre los rangos de fracción de cabida cubierta arbórea (FCCARB) en los distintos meses de la campaña respecto a la densidad de registros GPS.

Table 8. z and p value of Dunn post-hoc test for the different ranges of the tree canopy cover fraction (FCCARB) in the different months for GPS fix density.

	Mes	Rangos FCCARB		z	p
Densidad registros total	Junio	20-60%	85-100%	3.24	0.004
		65-80%	85-100%	2.43	0.031
	Agosto	20-60%	85-100%	3.46	0.002
		65-80%	85-100%	3.26	0.002
	Noviembre	65-80%	85-100%	3.35	0.002

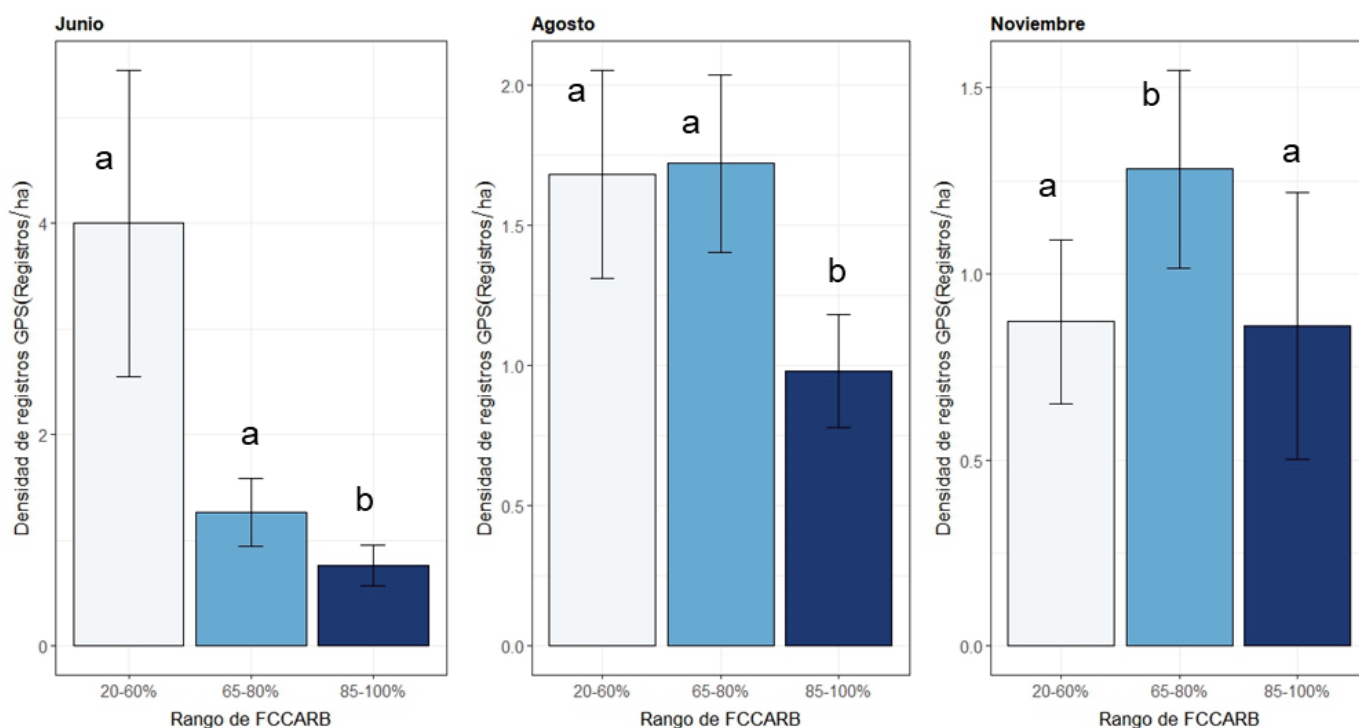


Figura 9. Densidad de registros GPS en el buffer de 0-200 m alrededor de los hábitats pascícolas (media y líneas= error estándar, registros/ha) según la fracción de cabida cubierta arbórea (FCCARB) en junio, agosto y noviembre. Las letras indican los distintos grupos.

Figure 9. GPS-fix density in the 0-200 m buffer around pasturelands (mean and lines= standard error, fixes / ha) depending on the range of tree canopy cover fraction (Rango de FCCARB) for June ("Junio"), August ("Agosto") and November ("Noviembre"). Letters indicate the different groups.

Aun así, el aumento en la entrada del ganado a los rebollares está marcado por la estacionalidad y destaca en otoño, coincidiendo no con la época de rebrote o de crecimiento, pero sí con la producción de bellota. Esto significa que el fruto de estos bosques resulta un importante atrayente para el ganado. Estos resultados coinciden con Putfarken et al. (2018) y Varga et al. (2020), que observaron un pico en la actividad del ganado (vacuno en el primer estudio) en los bosques durante otoño. Sin embargo, el hecho de que solo se observe una preferencia clara hacia los rebollares (durante verano/otoño) cuando los tres hábitats mencionados producen frutos de interés para el ganado (García y Jiménez 2009; Herrero et al. 2005) podría estar relacionado con el carácter marcescente del rebollo. De esta manera, en otoño la bellota del rebollo caería al suelo y quedaría al descubierto, mientras que en los hayedos y en los robledales los frutos caídos quedarían escondidos por la hojarasca, lo cual dificulta su consumo por grandes herbívoros (García et al. 2002).

Al mismo tiempo, los pinares (tanto de pino laricio como de pino silvestre) también suponen un recurso silvopastoral importante para el ganado equino y vacuno, probablemente por tener una estructura más abierta y un sotobosque más denso que los hábitats de frondosa estudiados. De hecho, en la literatura se observa que la apertura del dosel arbóreo condiciona más la activi-

dad silvopastoral que la naturaleza del bosque: conífera o frondosa (Power et al. 2001). Por consiguiente, los pinares de Gorbeia pueden ofrecer más recursos forrajeros que otros hábitats forestales para el ganado y pueden resultar adecuados para el silvopastoralismo.

En este estudio también se observó que los distintos tipos de ganado difieren en su comportamiento dentro de los hábitats forestales. Para empezar, el ganado equino, siendo el que muestra un mayor porcentaje de localizaciones en estos hábitats, sería el animal (entre los tres estudiados) que más se mueve por los bosques. Esto coincide con otros estudios que también afirman que el ganado equino tiene la costumbre de moverse más por el monte que el ganado vacuno (Shingu et al. 2010), lo cual le otorga una mayor capacidad para explorar distintos hábitats. Este animal, además, tiene un carácter más ramoneador que otras especies (Izco et al. 2006; Ferreira et al. 2013) que le permite alimentarse de comunidades de matorral. Esto se ve reflejado en el hecho de que seleccione los pinares (desde los primeros metros dentro de los bosques), que son los dos hábitats con mayor FCCMAT y FCCHER analizados en este estudio. El ganado vacuno, por su parte, también selecciona los pinares de pino laricio junto con los rebollares, probablemente por su mayor FCCHER, ya que estos animales son menos ramoneadores (Shingu et al. 2010).

El ganado ovino, al contrario, muestra cierta preferencia por los hayedos frente a los rebollares. Esto se podría deber a la diferencia en la oferta forrajera del sotobosque de ambos bosques o a la exclusión por una mayor concurrencia de ganado mayor en otros hábitats forestales como los rebollares, por ejemplo. De hecho, su dieta ha sido descrita como complementaria a la del vacuno por sus distintas características fisiológicas (Putfarken et al. 2008), habiendo épocas de escasez de alimento en las que aumentaría la competencia por forraje, principalmente durante otoño (Mphinyane et al. 2014). Otros artículos recalcan su escasa predilección por los bosques, solo acudiendo a ellos en primavera en busca de brotes frescos, (Putfarken et al. 2008), pese a haber sido descrita en varias ocasiones como una especie que por su menor tamaño tiene una mayor capacidad para recorrer mayores distancias y moverse en pendientes más acusadas (Díaz et al. 2014). Por ello, sería necesario aumentar el número de GPS para este animal y realizar un análisis espaciotemporal exhaustivo.

Aparte de ello, también se observa que existe un gradiente en el que según aumenta la distancia desde el borde de los hábitats pascícolas abiertos, hacia el interior de los hábitats forestales, el comportamiento del ganado varía, interaccionando el tipo de hábitat, el tipo de ganado y FCCARB. De esta manera, al aumentar la distancia desde el borde de los hábitats pascícolas abiertos, se evidencia más la selectividad del ganado hacia los distintos hábitats forestales.

Al analizar este comportamiento en el ganado equino y vacuno, ambos animales muestran una preferencia por los rebollares desde los primeros metros dentro del bosque, aunque en el caso del ganado equino ambos pinares tienen también una gran importancia en los primeros metros al salir de los hábitats pascícolas, probablemente por su carácter ramoneador ya mencionado. Sin embargo, el comportamiento de ambos animales difiere una vez dentro de los hábitats forestales, puesto que el ganado equino se adentra más y llega más lejos que el vacuno, de carácter más territorial y sedentario (Díaz et al. 2014; Shingu et al. 2010).

En cuanto a FCCARB, se observa que existe un gradiente de este factor que aumenta al alejarse de los hábitats pascícolas abiertos. Esto puede ser consecuencia de la histórica alta actividad pascícola en dichas zonas de borde, la cual dificultaría el desarrollo del estrato arbóreo por la ingesta de plántulas (Listopad et al. 2018; Öllerer et al. 2019), manteniendo espacios más abiertos. Así, estos primeros metros en los que penetra más luz y hay una mayor disponibilidad de alimento serían percibidos por el ganado como una extensión de los hábitats pascícolas donde buscar alimento o refugiarse sin alejarse de su zona de pastoreo prioritaria. Además, en este estudio se ha observado que FCCARB y la actividad del ganado tendrían un efecto recíproco, porque FCCARB también influye en la distancia que se adentra el ganado en los hábitats forestales, puesto que condiciona la entrada de luz y el desarrollo del sotobosque (Power et al. 2001). Este efecto se observa principalmente en el rango de mayor FCCARB (85-100%).

Además, cabe destacar que FCCARB y el tipo de hábitat interaccionan sobre el comportamiento del ganado en este gradiente, puesto que la menor entrada del ganado cuando FCCARB es mayor se evidencia más en los hayedos (menos apreciados por el ganado) que en los rebollares. Pocos trabajos se han centrado en la interacción de estos dos factores, ya que la mayoría se centran en un solo factor, como el tipo de bosque (Tofastrud et al. 2019) o la fracción de cabida cubierta arbórea (Power et al. 2001).

Aparte de la vegetación, hay otros factores que también inciden en el comportamiento del ganado como la climatología. En verano, debido a las altas temperaturas, es común encontrar al ganado debajo de los árboles al resguardo (Díaz et al. 2014). Al mismo tiempo, también es normal que, a medida que avanza la campaña y los hábitats pascícolas se vayan consumiendo, el ganado tenga que buscar fuentes de alimento alternativas (Ferreira et al. 2013), como lo pueden ser las plantas y los brotes del sotobosque (Fortuny et al. 2020). Esto se ve reflejado en que, a finales de verano o

principios de otoño, cuando los hábitats pascícolas están con máximas cargas y la hierba empieza a escasear, el ganado busca forraje en otros hábitats. Este fenómeno es más notorio para el ganado equino, de carácter más ramoneador (Izco et al. 2006; Ferreira et al. 2013). El vacuno, en cambio, que se alimenta del estrato de matorral solo como último recurso y que su mayor interacción con este es meramente física (para rascarse y por pisoteo) (Varga et al. 2020), evitaría entrar en los hábitats forestales hasta más avanzado el otoño. De esta manera, ambos animales podrían servir para el control de la matorralización y disminución de la biomasa en los sotobosques, en ambos casos por tratarse de animales de gran porte y en el del equino, además, por su mayor carácter ramoneador.

Finalmente, la estacionalidad también tendría efecto sobre la selección del rango de FCCARB. La tendencia general es seleccionar los hábitats forestales de FCCARB baja (20-60%) primero para la obtención de forraje o como refugio ante el clima (Díaz et al. 2014) y según van surgiendo otras necesidades como buscar alimento suplementario (Ferreira et al. 2013), el ganado disminuye su selectividad según la FCCARB.

Conclusiones

En las áreas de pastoreo extensivo de la ZEC de Gorbeia, la mayor actividad silvopastoral se registra en los primeros 200 m alrededor de los hábitats pascícolas abiertos. De esta manera, en su planificación se ha de considerar esta distancia tanto en la propuesta de acciones para potenciar esta actividad (por ejemplo, la apertura del estrato arbóreo), como para su reducción por acciones de regeneración y conservación.

Los hábitats forestales con mayor potencial para el silvopastoralismo en Gorbeia son los rebollares, debido a su carácter marcescente y su producción de bellota. Aun así, los hábitats con una alta proporción de FCCMAT y FCCHER como los pinares, además de contar con un estrato herbáceo más denso, son también adecuados para el pastoreo de animales con mayor capacidad para el ramoneo, como el ganado equino, mostrándose como candidato más eficiente en la reducción de la biomasa del sotobosque y así mitigar el riesgo de incendio.

Es necesario seguir avanzando en la definición de pautas para la adaptación de los planes de ordenación y gestión respecto al silvopastoralismo y el ajuste de las cargas ganaderas a la oferta de pasto real en los Montes de Utilidad Pública. Ejemplo de ello pueden ser, siempre en bosques que no sean de interés para su conservación, el uso de focos de atención como abrevaderos, puntos de sal y rascaderos en zonas arboladas alejadas de los pastos, a la vez que la enseñanza del camino hacia ellos, o el fomento del incremento del ganado equino en zonas arboladas en las que se desee controlar la matorralización. A esto se le suma la necesidad de reconocer la multifuncionalidad y el suministro de los servicios ofrecidos por estos sistemas.

Contribución de los autores

Ainhoa Urkijo: Análisis formal, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original, Visualización. Ibone Ametzaga-Arregi: Conceptualización, Redacción – revisión y edición. Isabel Albizu: Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción – revisión y edición, Supervisión.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con la financiación del LIFE Oreka Mendián (LIFE15 NAT/ES/000805) y del Gobierno Vasco mediante el programa de formación de investigadores y tecnólogos en el entorno científico-tecnológico y empresarial del sector agropecuario y alimentario vasco (2020).

Referencias

- Acciaro, M., Bragaglio, A., Pittarello, M., Marrosu, G.M., Sitzia, M., Sanna, G., et al. 2022. Spatial Distribution and Habitat Selection of Sarda Cattle in a Silvopastoral Mediterranean Area. *Animals* 12(9), 1167.
- Ávila-Ramírez, D.N., Lara-Bueno, A., Krishnamurthy, L., Espinosa-Aviña, F., Escutia-Sánchez, J.A., Uribe-Gómez, M. 2019. Seasonal silvopastoral system with sheep in pine-oak forest: effects on soil and vegetation. *Agroforestry Systems* 93(5), 1637-1645.
- Benavides, R., Douglas, G.B., Osoro, K. 2009. Silvopastoralism in New Zealand: review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. *Agroforestry Systems* 76, 327-350.
- Broto, M., Lizarralde, I., Ezquerro, F., Prieto, G., Sevilla, F., Torre, M. 2009. Selvicultura del rebollo para obtención de productos de alto valor añadido. Estrategias silvícolas y técnicas innovadoras en Castilla y León. En: *Actas del 5º Congreso Forestal Español. Montes y Sociedad: Saber qué hacer*. Sociedad Española de Ciencias Forestales y Junta de Castilla y León, Ávila, España.
- Den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, R.M., Palma, J.H., Sidropoulou, A., Freijanes, J.J.S., et al. 2017. Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 241, 121-132.
- Díaz, E.M., Brizuela, M.Á., Cid, M.S., Cibils, A.F., Cendoya, M.G., Bendersky, D. 2014. Daily feeding site selection of cattle and sheep co-grazing a heterogeneous subtropical grassland. *Livestock Science* 161, 147-157.
- Doblas-Miranda, E., Alonso, R., Arnan, X., Bermejo, V., Brotons, L., De las Heras, J., et al. 2017. A review of the combination among global change factors in forests, shrublands and pastures of the Mediterranean Region: Beyond drought effects. *Global and Planetary Change* 148, 42-54.
- FAO 2016. *The Contributions of Livestock Species and Breeds to Ecosystem Services*. [Folleto] LEVA, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 24p.
- Ferreira, L.M.M., Celaya, R., Benavides, R., Jáuregui, B.M., García, U., Santos, A.S., et al. 2013. Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science* 155(2-3), 373-383.
- Fortuny, X., Carcaillet, C., Chauchard, S. 2020. Selective and taxon-dependent effects of semi-feral cattle grazing on tree regeneration in an old-growth Mediterranean mountain forest. *Forest Ecosystems* 7(1), 1-13.
- García, D., Bañuelos, M.J., Houle, G. 2002. Differential effects of acorn burial and litter cover on *Quercus rubra* recruitment at the limit of its range in eastern North America. *Canadian Journal of Botany* 80(10), 1115-1120.
- García, I., Jiménez, P. 2009. 9230 Robledales de *Quercus pyrenaica* y robledales de *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica* del Noroeste ibérico. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 66 p., Madrid, España.
- Hazi 2022. *Buenas prácticas en la conservación de pastos de montaña*. *Manual de orientación para la gestión*. LIFE Oreka Mendián. <http://www.lifeforekamendian.eu/documentacion/>
- Herrero, J., Irizar, I., Laskurain, N.A., García-Serrano, A., García-González, R. 2005. Fruits and roots: wild boar foods during the cold season in the southwestern Pyrenees. *Italian Journal of Zoology* 72(1), 49-52.
- Izco, J., Amigo, J., Ramil-Rego, P., Díaz, R., Sánchez, J.M. 2006. Brezales: biodiversidad, usos y conservación. *Recursos rurales* (2), 5-24.
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems* 76(1), 1-10.
- Listopad, C.M., Köbel, M., Príncipe, A., Gonçalves, P., Branquinho, C. 2018. The effect of grazing exclusion over time on structure, biodiversity, and regeneration of high nature value farmland ecosystems in Europe. *Science of the Total Environment* 610, 926-936.
- Mandaluniz, N., Mendarte, S., Pérez, F.J., Ortubai, A., Garbisu, C., Ruiz, R.J., Albizu, I. 2017. Análisis del uso ganadero en la Red Natura 2000 de Euskadi. *Pastos* 47(2), 36-45.
- Moreno, G., Pulido, F.J. 2009. The functioning, management and persistence of dehesas. En *Agroforestry in Europe*, 127-160. Springer, Dordrecht.
- Mosquera-Losada, M.R., McAdam, J.H., Romero-Franco, R., Santiago-Freijanes, J.J., Rigueiro-Rodríguez, A. 2009. Definitions and components of agroforestry practices in Europe. In *Agroforestry in Europe* 3-19. Springer, Dordrecht.
- Mosquera-Losada, M.R., Santiago-Freijanes, J.J., Pisanelli, A., Rois-Díaz, M., Smith, J., den Herder, M., et al. 2018. Agroforestry in the European common agricultural policy. *Agroforestry systems* 92(4), 1117-1127.
- Mphinyane, W.N., Tacheba, G., Makore, J. 2015. Seasonal diet preference of cattle, sheep and goats grazing on the communal grazing rangeland in the Central District of Botswana. *African Journal of Agricultural Research* 10(29), 2791-2803.
- Öllerer, K., Varga, A., Kirby, K., Demeter, L., Biró, M., Bölöni, J., Molnár, Z. 2019. Beyond the obvious impact of domestic livestock grazing on temperate forest vegetation—A global review. *Biological Conservation* 237, 209-219.
- Power, I.L., Dodd, M.B., Thorrold, B.S. 2001. January. Deciduous or evergreen: does it make a difference to understorey pasture yield and riparian zone management?. En *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 121-125.
- Putfarken, D., Dengler, J., Lehmann, S., Härdtle, W. 2008. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 111(1-2), 54-67.
- QGIS Development Team 2020. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org>
- R Core Team 2022. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Rigueiro-Rodríguez, A., Rois-Díaz, M., Mosquera-Losada, M.R. 2010. Integrating silvopastoralism and biodiversity conservation. En: *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture* 359-373. Springer, Dordrecht, Países Bajos.
- Shingu, Y., Kondo, S., Hata, H. 2010. Differences in grazing behavior of horses and cattle at the feeding station scale on woodland pasture. *Animal science journal* 81(3), 384-392.
- Tofastrud, M., Devineau, O., Zimmermann, B. 2019. Habitat selection of free-ranging cattle in productive coniferous forests of south-eastern Norway. *Forest Ecology and Management* 437, 1-9.
- Varga, A., Demeter, L., Ulicsni, V., Öllerer, K., Biró, M., Babai, D., Molnár, Z. 2020. Prohibited, but still present: local and traditional knowledge about the practice and impact of forest grazing by domestic livestock in Hungary. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 16(1), 1-12.