



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Proyecto Open2preserve: Lecciones aprendidas en torno al uso del herbivorismo pírico en la montaña navarra occidental.

CANALS TRESSERRAS, RM.¹, MÚGICA AZPILICUETA, L.¹, IBARROLA SUBIZA, A.¹, CITTADINI, A.¹, DURÁN LÁZARO, M.¹, ECHEVERRÍA ECHEVARREN, L.², GONZÁLEZ PÉREZ SC¹., INSAUSTI BARRENECHEA, K.¹, LIZARZA DURRUTY, J.², SAN EMETERIO GARCIAÑDÍA, L.¹, SARRIÉS MARTINEZ, V.¹, SAEZ ISTILART, JL.²

¹ ISFOOD - Institute on Innovation and Sustainable Development in Food Chain. Universidad Pública de Navarra.

² INTIA - Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias.

Resumen

En el sur de Europa, el abandono de las prácticas tradicionales, la mayor tendencia a la estabulación del ganado y la consiguiente pérdida de peso del pastoreo en los sistemas de producción animal está ocasionando una grave reducción de las superficies de pastos de montaña por matorralización, peligmando ecosistemas de alto valor ecológico y aumentando el riesgo de grandes incendios debido a la acumulación de combustible y a la homogeneización del paisaje. El proyecto Interreg Sudoe Open2preserve, finalizado en diciembre 2021, ha sido una apuesta para mitigar estos efectos asociados al cambio global mediante la creación de un modelo de gestión sostenible basado en la consolidación de espacios abiertos en áreas de montaña de alto valor natural. Un total de 13 socios de España, Francia y Portugal establecieron 8 experiencias piloto regionales con un diseño de gestión común, consistente en una combinación óptima de fuego técnico y de pastoreo dirigido (herbivorismo pírico) con razas autóctonas de ganado equino y ovino. En esta comunicación se describe la implementación de la experiencia piloto navarra, ubicada en el ZEC Roncesvalles-Selva de Irati, y de la estrategia de valorización implementada, y se discuten las lecciones aprendidas de la puesta a punto de esta experiencia demostrativa, cuyo objetivo final es la creación de un modelo de gestión preventiva del fuego que pueda escalarse a zonas abandonadas del territorio español con alto riesgo de incendios.

Palabras clave

Herbivorismo pírico, cambio global, quema prescrita, pastoreo, equino, gestión adaptativa, prevención de incendios, restauración, espacios de alto valor natural.

1. Introducción

La acumulación de combustibles por abandono de los usos tradicionales del monte es una problemática común en las áreas de montaña del sur de Europa (Lasanta y col. 2005). Los procesos de forestación y matorralización están conduciendo a paisajes homogéneos y cerrados, con gran cantidad de materia vegetal leñosa no gestionada. Esta situación, junto con la dinámica del clima en los últimos decenios, con olas de calor más intensas y períodos de sequía más prolongados en estas latitudes, está originando una situación de alto riesgo de incendios forestales de gran magnitud y fuera de la capacidad de extinción, como los ocurridos en Portugal (2017), Grecia o España (2021) en fechas recientes.

El Herbivorismo pírico (HP) es una práctica para la gestión preventiva del riesgo basada en emular el régimen de perturbaciones en el que evolucionaron los ecosistemas naturales, en los que el fuego y el herbívoro controlaban el ciclo de la materia vegetal terrestre (Fuhlendorf y col., 2004). La práctica, modernizada y fundamentada en conocimientos científicos, busca valorizar el papel ancestral del fuego y el herbívoro en el ciclo de la materia (Pausas y Bond, 2020), y establecer las bases de la gestión de combustibles en áreas críticas y estratégicas para la prevención de incendios. Además, de ser una herramienta de prevención de riesgos, el HP desempeña un papel esencial en la restauración

de paisajes en mosaico y en el mantenimiento de hábitats abiertos (pastos y matorrales) de alto valor de protección (Fuhlendorf y col., 2009).

El empleo del fuego controlado en las regiones del sur de Europa es muy variable y su uso está regulado de manera diferente en cada lugar. Algunas regiones prohíben el uso del fuego, otras permiten la realización de quemas por cuadrillas de bomberos especializados, y finalmente, en algunas regiones existe una convivencia de quemas tradicionales (pastorales, realizadas por ganaderos y por guardería) y de fuego técnico (realizado por cuadrillas de bomberos y equipos especializados de las Administraciones). En resumen, el diagnóstico integral del uso del fuego es visto de manera muy dispar en la gestión de ambientes naturales similares y no existe un consenso de actuación común. Sin duda, en la actualidad, el uso del fuego en un paisaje abandonado y sometido al cambio climático reviste un mayor nivel de riesgo que en épocas pasadas. Además, en muchas regiones del territorio ya se ha producido una pérdida del conocimiento tradicional del empleo del fuego. Estas situaciones conducen a la indefinición actual en cuanto al uso del fuego y ponen en relieve la necesidad de buscar soluciones comunes al territorio.

Otro aspecto relevante es que el uso del fuego en el control del combustible y la gestión de paisajes resulta a menudo ineficiente (o de dudosa rentabilidad desde un punto de vista económico) si no se produce a continuación una acción de consolidación del espacio por herbivorismo. El pastoreo enfocado a la gestión ambiental (biodesbroce) reduce el rebrote de las especies leñosas y facilita, con su acción continuada, un cambio en la composición florística de la comunidad vegetal, incrementando las especies herbáceas, mayoritariamente gramíneas, y consolidando espacios abiertos biodiversos y paisajes de alta resiliencia a los riesgos asociados al cambio global (Múgica et al, 2021). Si no se produce gestión ganadera posterior, el rebrote leñoso de la vegetación es rápido, especialmente en los ambientes más productivos, lo que anima bien 1) a realizar quemas repetidas y recurrentes para controlar el combustible que se acumula o bien, 2) a abandonar la gestión del área por la dificultad de contener el combustible. Tanto una situación como la otra son problemáticas y deben ser evitadas.

A pesar del interés de asociar un herbívoro y una gestión pastoral dirigida a la conservación y restauración de paisajes abandonados, la situación de la ganadería extensiva atraviesa por momentos difíciles. En muchas áreas montañosas del sur del continente, la ganadería extensiva ha sido durante siglos (y milenios) la actividad económica principal, sin embargo, el abandono rural, la escasa rentabilidad de las explotaciones ganaderas extensivas y la competencia de sistemas de producción de carne más intensivos han ocasionado el declive de la actividad, propiciado también por un descenso del consumo de carne de rumiante (en favor de carne de monogástricos, porcino y aviar) y por una opinión pública dividida (Canals, 2019). Las políticas desarrolladas en Europa tampoco han permitido revertir esta situación. En la actualidad, los márgenes netos de las explotaciones de ganadería extensiva dependen de ayudas PAC ligadas a la declaración del empleo de superficies de pastos cualificadas. Para incrementar la rentabilidad, las explotaciones ganaderas tienden a declarar más superficie de la que realmente pueden aprovechar óptimamente con su ganado, lo que implica que superficies de pastos queden infrautilizadas y acaben perdiendo su calificación de pasto por incremento de su componente leñoso (la cualificación de pasto depende de un coeficiente de admisibilidad que penaliza el recubrimiento por vegetación leñosa a partir de un determinado nivel). En definitiva, un descenso de censos ganaderos en extensivo favorecidos por los cambios socioeconómicos y una política europea de ayuda a la producción de rumiantes ligada a la declaración de superficies ha conducido a un déficit de censos de herbívoros pastantes y a una primacía de espacios abandonados o mínimamente gestionados en nuestro entorno natural. La reducida productividad de estas superficies, las sitúa en un contexto de difícil rentabilización de grandes inversiones, lo que obliga a buscar soluciones originales, versátiles y lo menos costosas posibles para revertir la situación de abandono y la pérdida de valor ambiental.

Estas reflexiones constituyen el marco conceptual del proyecto Interreg SUDOE Open2preserve (SOE2/P5/E0804), concedido en la segunda convocatoria SUDOE eje 5 (Medio Ambiente y Eficiencia de los Recursos), constituido por un partenariado de 13 socios de 3 países y 7 regiones diferentes del SW europeo –Aquitania, Pyrénées orientales, Catalunya, Navarra, Galicia, Norte Portugal y Andalucía-. La finalidad perseguida en la propuesta fue crear un equipo multidisciplinar de personas que combinara el conocimiento técnico (quemas controladas, gestión ganadera, valorización de productos y de servicios, nuevas tecnologías de teledetección) y científico (efectos ambientales en suelo y en vegetación, calidad nutricional de productos cárnicos) necesario para implementar un modelo de gestión territorial sostenible basada en el herbivorismo pírico.

2. Objetivo

El objetivo del proyecto Open2preserve fue validar un modelo de gestión territorial basado en el herbivorismo pírico, mediante la implementación de una serie de experiencias piloto demostrativas en distintos territorios de montaña del SW de Europa. En esta comunicación se presenta la implementación de la experiencia piloto navarra y de su estrategia de valorización y se discuten las lecciones aprendidas de la puesta en marcha del piloto demostrativo.

3. Metodología y desarrollo de la experiencia

Lugar del estudio

El proyecto Open2preserve estableció un total de ocho experiencias piloto en áreas protegidas de alto valor ambiental del norte de Portugal (2), sur de Francia (2) y España (Galicia, Catalunya, Navarra y Andalucía). Esta comunicación se centra en la experiencia piloto navarra, que se localizó en dos parcelas cercanas en el municipio de Orreaga-Roncesvalles ($43^{\circ}1'N$ $1^{\circ}19'W$), en el sector occidental del ZEC Roncesvalles-Selva de Irati (Red Natura 2000, código ES0000126), a una altitud media de 1.170 m s.n.m. (Figura 1)

El paisaje del área de estudio está constituido por un mosaico de hayedos (*Fagus sylvatica*), argomales-brezales (*Ulex gallii*, *Erica vagans*, *Erica cinerea*, *Daboecia cantabrica*, *Calluna vulgaris*, *Pteridium aquilinum*) y pastos naturales (gramíneas: *Festuca rubra* gr., *Agrostis capillaris* o *Agrostis curtisii*, dicotiledóneas: *Galium saxatile*, *Potentilla erecta*, *Trifolium repens*, entre otras). La presión ganadera en la zona ha descendido en las últimas décadas y se ha producido un proceso de expansión de los argomales de *U.gallii*, alcanzando densos recubrimientos que impiden la transitabilidad, ocasionan una pérdida de diversidad florística y suponen un riesgo por su elevada inflamabilidad y poder de combustión.



Figura 1. Localización del ZEC Roncesvalles-Selva de Irati en territorio navarro y foto aérea de la zona piloto con dos parcelas (P8 y P25) monitorizadas con prácticas de herbivorismo pírico.

Implementación de la experiencia piloto

Se estableció un protocolo común para la implementación y el monitoreo posterior de las ocho experiencias piloto del proyecto, que contemplaba la realización de quemas controladas y la puesta en marcha de un pastoreo dirigido con animales de razas autóctonas de ovino o equino. En el caso de Navarra, se escogieron dos parcelas muy cercanas para llevar a cabo la experiencia (parcela 8: 2,55 ha y parcela 5: 3,86 ha), que diferían en su orientación y pendiente (la parcela 8 en una media ladera orientada al sur y con pendientes máximas de hasta 40-50% y la parcela 25 ubicada en un collado, con orientación E y con pendientes inferiores al 35%) y en su historia de usos recientes (la parcela 8 había sido quemada en 2014 y la parcela 25 quemada en 1998 y desbrozada en 2006). Las dos parcelas habían sido pastadas tras las actuaciones, aunque de modo intermitente e irregular entre años. En cada parcela se planteó un diseño experimental basado en tres tratamientos:

- Tratamiento control: sin quema y sin pastoreo,
- Tratamiento con quema y sin pastoreo (quemas sin pastoreo ambiental posterior)
- Tratamiento con quema y pastoreo dirigido (herbivorismo pírico)

Una vez conseguidos los permisos necesarios, se llevaron a cabo las quemas el 28 de marzo de 2019 según un plan de quema previamente establecido (Figura 2). No fue posible quemar en pleno invierno por falta de ventana meteorológica y dada la elevada humedad ambiental y el inicio del rebrote primaveral, que dificultó la propagación de las llamas, el resultado de las quemas realizadas fue un mosaico irregular de áreas quemadas (arbustos preferentemente) y no quemadas (pasto herbáceo preferentemente).

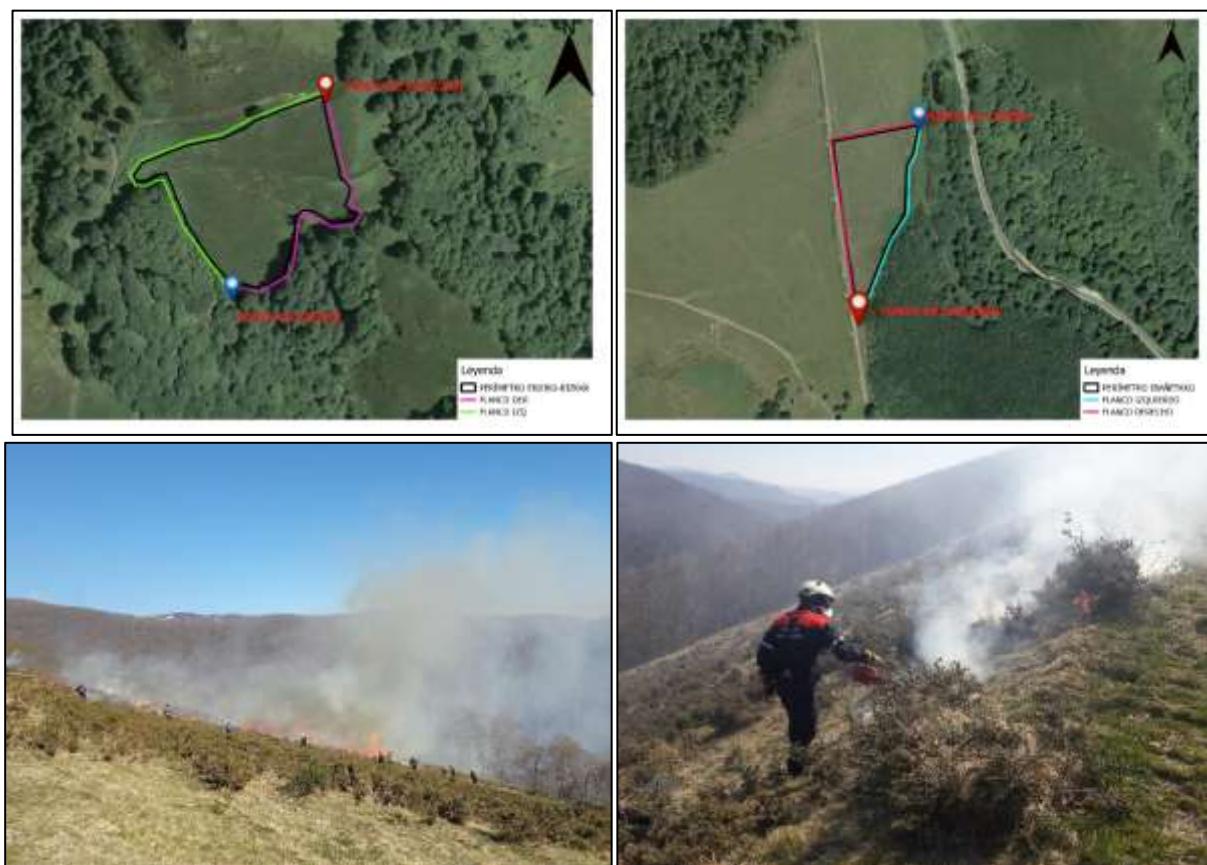


Figura 2. Esquema del plan de quema de la parcela 8 (izquierda) y la parcela 25 (derecha) e imágenes del proceso de quema.

Con el objetivo de evaluar la intensidad de las quemas se monitorizaron las temperaturas alcanzadas mediante termopares. Para ello se utilizaron tres registradores de datos (4 Channel Thermocouple Data Logger (HH-521BT), Thermosense) con 4 sondas (termopares tipo K) cada uno, que se colocaron sobre el arbusto a unos 40 cm del suelo para el registro de la temperatura de la llama, sobre la superficie del suelo y enterradas a 1 cm y 5 cm de profundidad. Cada uno de los registradores se colocó en un arbusto diferente, para lo que se eligieron arbustos de diferente tamaño para obtener datos de quema de diferente intensidad. Este procedimiento se repitió en las dos parcelas. La medida de las temperaturas duró al menos 1 hora, comenzando minutos antes a la quema.

También se realizaron vuelos de dron en dos fechas diferentes con el objetivo de caracterizar la vegetación inicial de la parcela y determinar la severidad de las quemas. En cada fecha en cada parcela se realizaron dos vuelos: el primero empleó un dron multirrotor Hexa con sensor RGB con solape del 80% y a 40 metros de altura para obtener información sobre la altura y la cobertura de la vegetación y el segundo empleó un dron multirrotor Mapker con cámara multiespectral RedEdge y cámara RGB SONY alga 6000 y sensor multiespectral con solape del 80% y a 80 metros de altura para obtener información sobre mapas de reflectancia e índices de vegetación. A partir de las imágenes obtenidas en estos vuelos fue posible determinar el modelo digital del terreno, la cobertura y altura de la vegetación y el cálculo de diferentes índices de vegetación como NDVI, NDRE o BAI. Previo a la quema, se determinó la carga de combustible inicial mediante un primer vuelo de dron y muestreos de vegetación realizados para relacionar fitovolumen con fitomasa arbustiva. La comparativa de las imágenes de los vuelos realizados pre- y post-quema permitió determinar el nivel de eliminación de biomasa combustible por la quema y finalmente el análisis de las imágenes obtenidas del vuelo post-quema caracterizar las intensidades de quema por el color de las cenizas.

Finalmente, se realizó una descripción visual de la severidad de la quema en la parcela 8. Se seleccionaron y marcaron en campo 24 puntos, que posteriormente se georreferenciaron utilizando las imágenes del dron. En cada punto se colocó un cuadrado de 1x1 m donde se determinó la severidad de quema según los niveles presentados en la Tabla 1 y desarrollados por el socio del proyecto CMAOT (Junta de Andalucía).

Tabla 1. Intensidades de quema según niveles desarrollados por CMAOT-Junta de Andalucía.

Nivel de intensidad	Caracterización
0	No afectado por la quema
1	Muy poco afectado por la quema. Plantas soflamadas levemente o quemadas ocasionalmente
2	Poco afectado por la quema. Plantas bastante soflamadas y algo quemadas
3	Afectado por la quema. Plantas visiblemente quemadas, algunas soflamadas.
4	Bastante afectada por la quema. Plantas notablemente quemadas algunas soflamadas.
5	Muy afectada por la quema, toda o casi toda la vegetación calcinada.

Tras las quemas, se colocaron en las parcelas los cierres fijos y los puntos de abrevada para el manejo del pastoreo previsto en el tratamiento de herbivorismo pírico. El pastoreo de equino se inició en mayo, a los dos meses de las quemas, con cinco yeguas de raza Burguete propiedad de un ganadero de la zona, que habían sido previamente adiestradas para pastar conjuntamente. El acuerdo alcanzado con el ganadero consistía en la cesión de estos cinco animales durante las dos temporadas de duración del proyecto. En la temporada 2019, los animales entraron en la zona experimental el día 31 de mayo y permanecieron hasta el 6 de noviembre. En la temporada 2020, entraron el día 4 de mayo y salieron el día 2 de septiembre, pastando durante un periodo inferior marcado por las condiciones climáticas y la oferta de pasto. Los movimientos del grupo durante estos periodos consistían en una rotación entre las dos parcelas experimentales (8 y 25) en función de los siguientes criterios de observación: 1) Número de hojas de gramíneas pastadas, y 2) Grado de

consumo de matorral (se consideró que el ganado equino incrementaba su consumo de matorral cuando escaseaba la oferta de pasto herbáceo). Una vez se iniciaba el consumo de matorral por las yeguas, se controlaba su estado corporal, y cuando éste descendía de aproximadamente 2,5 se cambiaban los animales a la parcela que había estado descansando. En todos los casos, se suplementó a los animales con cebos alimenticios consistentes en pequeños tacos de alfalfa que se repartían de modo uniforme por las parcelas, para favorecer una presión de pastoreo homogénea por toda la superficie. Las yeguas se pesaron antes de la entrada a las parcelas y a su salida al final de la temporada.

Se recogieron también las posiciones de los animales mediante collares GPS (en UTM o coordenadas x y z), que permitieron conocer sus movimientos y determinar la presión de pastoreo en cada parcela. Las parcelas piloto se dividieron en cuadrículas de 6 x 6 m, asignando a cada cuadrado elemental un identificador único con el objetivo de tener geolocalizados todos los cuadrados de la rejilla. Se definió este tamaño de cuadrícula para permitir un procesamiento ágil de los datos. Debido a que la precisión de los GPS es de aproximadamente 14 m se dio la misma probabilidad de localización a áreas de 14 m de radio alrededor de cada punto. Con este planteamiento se determinó el número de veces que una yegua había estado en una cuadrícula, obteniendo una cartografía de frecuencia más probable de estancia del ganado en cada parcela.

Implementación de la estrategia de valorización

El objetivo de la estrategia de valorización navarra fue valorizar la carne de potro de razas autóctonas alimentadas en base a pastos mejorados con prácticas de herbivorismo pírico. En un pastoreo ambiental de restauración de pastos, debe trabajarse con animales de bajas necesidades energéticas que puedan satisfacer sus requerimientos con pastos leñosos de baja calidad forrajera, como las yeguas jóvenes utilizadas en las parcelas piloto, sin embargo, para la cría de animales en crecimiento y destinados a la producción cárnica, debe garantizarse una alimentación con pastos y forrajes de mayor valor nutritivo.

La experiencia se planteó con 47 potros de razas autóctonas Burguete y Jaca Navarra, alimentados tras su destete en base a dos tratamientos: 1) pastoreo en pastos de zona de valle, 2) pastoreo en pastos restaurados y mejorados de montaña. Los pastos de valle tienen un mayor coste de oportunidad que los pastos de montaña dado que pueden ser destinados a otros usos como, por ejemplo, la siega de forrajes para conservar y utilizar en la época invernal. Los potros pastaron durante 5 meses en el verano del 2019, monitorizándose periódicamente su crecimiento (peso, condición corporal y distribución de grasa subcutánea) y posteriormente, se cebaron durante tres meses aproximadamente, los primeros con forraje (silo) y una limitada cantidad de pienso ecológico, y los segundos con un cebo clásico convencional en base a concentrado y paja. Tras su sacrificio en enero-febrero 2020, se caracterizaron las canales y se estudió la calidad de la carne mediante analíticas físicas-químicas y sensoriales con paneles de cata entrenados y de consumidores. También se trabajó la valorización del producto final utilizando las partes menos nobles de la canal y de peor comercialización, que fueron utilizadas para la elaboración de nuevos productos cárnicos (hamburguesas, cecinas, patés,...) por el socio del proyecto Centro Tecnológico de la Carne de Galicia. Finalmente, se trabajó en Grupos Focales con el objetivo de identificar los aspectos que pueden dar un valor añadido a la carne, definir los principales grupos de interés y estudiar los canales de difusión y comercialización de este tipo de producto.

4. Resultados y discusión

En este apartado, se discuten los aspectos más relevantes y algunas lecciones aprendidas que deben estar presentes en la puesta en práctica de una experiencia similar en relación al uso del fuego y del herbívoro con fines ambientales.

En relación al uso del fuego

El uso del fuego en el paisaje requiere de una regulación flexible y responsable, así como de la presencia de equipos especializados para realizar las quemas de mayor complejidad técnica. Para el uso del fuego controlado se precisa contar con una regulación desarrollada a tal efecto, más si cabe por el riesgo que entraña quemar superficies cada vez más abandonadas donde las acumulaciones de combustible seco son mayores. Navarra constituye un interesante ejemplo para la gestión y ejecución del fuego prescrito. La región cuenta con dos equipos EPRIF (con base en Baztán y en Burguete desde 2002 y 2006 respectivamente), con equipos especializados del cuerpo de bomberos y con normativa marcada por la Ley Foral 3/2007, de 21 de febrero y por posteriores órdenes forales (Orden Foral 237/2017, de 4 de julio) que regula el uso del fuego en suelo no urbanizable para la prevención de incendios forestales. Cada temporada, la normativa establece un periodo de tiempo durante el cual pueden realizarse las quemas controladas, que oscila entre mediados de noviembre y mediados de abril. Antes de la ejecución de la quema el promotor de la misma debe solicitar la “Autorización de quema” al Servicio de Medio Natural del Gobierno de Navarra, cuyos técnicos junto con los equipos EPRIF establecen si se cumplen las condiciones para su ejecución. Las quemas se categorizan en tres niveles de peligrosidad (1, 2 y 3, en orden creciente al riesgo inherente a la ejecución de la misma) en función de las características de la zona a quemar (pendiente media, exposición, superficie), las líneas de control, los límites de la misma y la proximidad a infraestructuras (edificaciones, líneas eléctricas, líneas de gas, etc.). Cuando las condiciones de la quema suponen un riesgo considerable (nivel 3), la normativa establece la presencia de equipos especializados y la redacción de un Plan de quema. Sin embargo, cuando se trata de quemas de baja peligrosidad (nivel 1 y 2) pueden realizarse por ganaderos y por guardas de Medio Ambiente, siempre tras la firma del documento de “Declaración Responsable” y con previo aviso al cuerpo de bomberos más cercano a la zona.

La rapidez de tramitación de los permisos de quema y las condiciones climáticas marcan el número de quemas previstas que pueden llegar a realizarse cada año, dándose situaciones dispares entre años, desde inviernos en que se concentran muchos incendios en condiciones anticiclónicas (y se producen nubes de humo importantes que afectan a las poblaciones circundantes) a inviernos en los que se quedan muchos permisos de quema sin ser cubiertos. Este es sin duda uno de los caballos de batalla del uso del fuego técnico, limitado en la montaña atlántica a periodos de tiempo muy constreñidos por la ventana climática y la presencia de nieve. Trabajar más en flexibilizar esta regulación del fuego sin perder condiciones de seguridad es uno de los aspectos que deben trabajarse en los próximos años.

Respecto al potencial impacto de las quemas y a su severidad, los resultados de la experiencia demuestran que las temperaturas que se alcanzan durante las quemas controladas en los primeros centímetros suelo son muy bajas. A pesar de que se dan temperaturas altas de llama, no se observan incrementos significativos en la temperatura del suelo a 1 cm y a 5 cm de profundidad (Figura 3). Las bajas temperaturas atmosféricas y la elevada humedad ambiental ejercen un efecto moderador de la intensidad de llama y el contenido hídrico del suelo garantiza una baja transmisión de calor por la elevada capacidad calórica del agua (Badía y col. 2017). A pesar de ello, es importante realizar una evaluación a medio y largo plazo de los potenciales impactos en los componentes vivos del suelo (meso y microfauna) y en la dinámica de los nutrientes liberados durante la quema, para establecer los regímenes de fuego (épocas, recurrencias) más adecuados en cada ambiente y situación según los objetivos de control de combustible planteados (esto es objeto de este proyecto también, aunque no de esta comunicación).

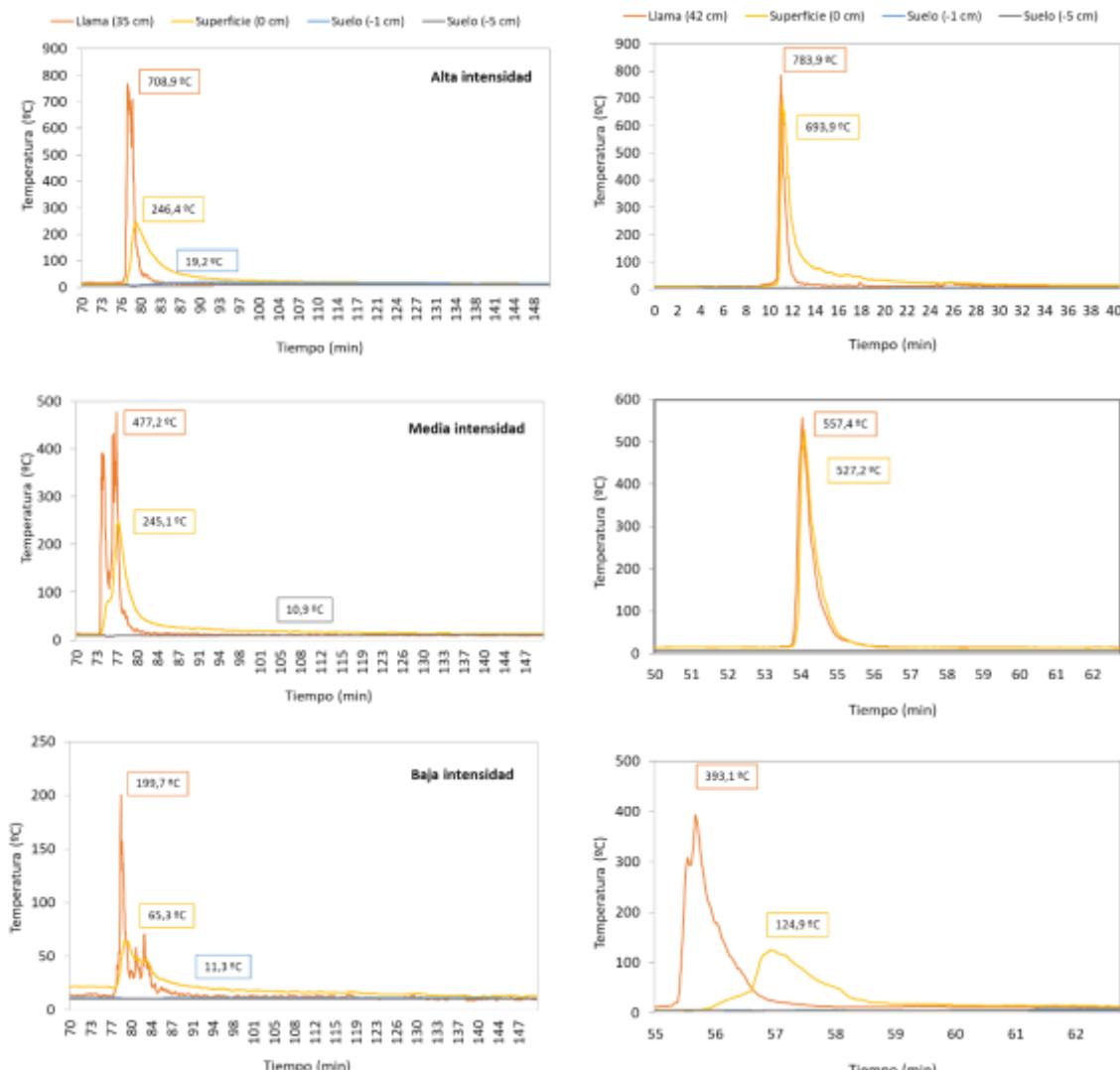


Figura 3. Temperaturas registradas durante la quema en la parcela 8 (izquierda) y la parcela 25 (derecha). Representación de arbustos de alta (superior), media (centro) y baja (inferior) intensidad por tamaño de arbusto.

En relación a la práctica pastoral

La particular fisiología digestiva del equino fue la principal razón de elegir esta especie de herbívoro en la experiencia piloto planteada. Los caballos son herbívoros cecales (Santos y col., 2011), el alimento, al contrario que en rumiantes, pasa rápido por su sistema digestivo por lo que su capacidad de ingestión es elevada, y pueden consumir mucho combustible vegetal. Pero la experiencia establecida ha permitido poner en valor otras importantes ventajas de este herbívoro y de las razas autóctonas empleadas como su rusticidad, su buena movilidad en terrenos escarpados, su facilidad de retención con sistemas de cercados económicos y su adaptación al clima de montaña, que permite alargar la temporada de pastoreo para ejercer un mayor efecto sobre el rebrote arbustivo. Además, sus necesidades de manejo sanitario son escasas y son capaces de controlar la argoma no sólo con la ingesta de brotes tiernos sino también, eficientemente, mediante el pisoteo. Todas estas características permiten entender el gran potencial ambiental del pastoreo de equinos en áreas abandonadas de la montaña atlántica (Insausti y col., 2021).

A pesar del interés, disponer de la cabaña adecuada de animales rústicos y de bajos requerimientos energéticos, es una de las dificultades para implementar una práctica de herbivorismo pírico. Además, la disponibilidad de ganado debe estar condicionada a la recepción por parte del ganadero de un pago por el servicio ambiental realizado que, al menos, compense por la

limitación que supone que un animal no pueda desarrollar todo su potencial productivo en un pasto por mejorar. Cómo se observa en la tabla 2, la finalidad es mantener el peso y condición corporal de los animales durante su estancia, pero no es factible mejorar su estado corporal ni producir durante una función intensa de reversión de matorral.

Tabla 2. Información de las yeguas de la EP en el año 2020: identificación del GPS y del crotal, fecha de nacimiento, y fechas y peso a la entrada y salida de las parcelas. Nota: la fecha de entrada a las parcelas coincide con la colocación del collar GPS.

Collar GPS	Crotal	Fecha de nacimiento	Fecha entrada	Peso entrada(kg)	Fecha salida	Peso salida (kg)
AH022*	80699	20/09/2018	04/05/2020	550	11/08/2020	480
AH014	70586	11/4/2016	04/05/2020	490	2/09/2020	511
AH008	70562	18/05/2016	04/05/2020	510	2/09/2020	519
AH028	77583	2/04/2017	04/05/2020	420	2/09/2020	420
AH047	70583	15/06/2016	04/05/2020	445	2/09/2020	454

*Esta yegua salió el día 11/08/2020 por falta de oferta suficiente para 5 yeguas

La gestión pastoral, además, debe ser constante y cuidada en los primeros años para contener el rebrote arbustivo y favorecer la entrada de gramíneas de alto valor forrajero. La utilización de collares GPS permite seguir fácilmente los animales, y también ha sido muy útil en este proyecto para determinar querencias, lo que ha facilitado la toma de decisiones sobre emplazamientos de puntos de abrevada y de cebos alimentarios para conseguir una utilización más uniforme de las superficies (Figura 4). Para consolidar una comunidad vegetal abierta, la práctica pastoral y su monitoreo deben persistir durante varios años, adaptando la gestión de cada nueva temporada o planteando cambios (de calendarios de entrada y salida, de cargas ganaderas, de especies de herbívoros pastantes,...) según los resultados de la campaña anterior.

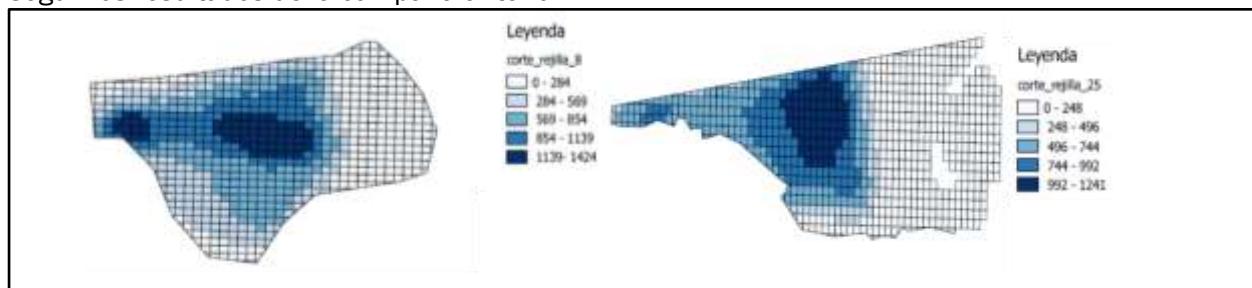


Figura 4. Mapas de frecuencia acumulativa de estancia de las yeguas en la parcela 8 (izquierda) y 25 (derecha) desde mayo de 2019 hasta septiembre de 2020. Las cuadrículas a la derecha de cada parcela corresponden a los tratamientos acotados al pastoreo.

5. Conclusiones

Ante un abandono generalizado del monte y de sus recursos, los esfuerzos de las próximas décadas deben centrarse en la prevención de incendios de gran magnitud y en la creación de paisajes resilientes, adaptados a los nuevos escenarios ambientales, en áreas críticas y/o de gran valor ambiental, mediante prácticas sostenibles. La implementación de la experiencia demostrativa del proyecto Open2preserve en Navarra ha demostrado la potencialidad del HP en la restauración de paisajes, como práctica emuladora de los regímenes naturales de perturbaciones que crearon el paisaje heredado, y la posibilidad de asociar las externalidades positivas del HP con carne de herbívoros producida con el apoyo alimentario de los pastos de las zonas ya mejoradas. El proyecto también ha puesto en evidencia las sinergias y posibilidades que surgen al poner a trabajar con un objetivo común a equipos multidisciplinares que complementan conocimiento científico, técnico y tecnológico.

6. Agradecimientos

Agradecemos al programa Interreg Sudoe por la financiación del proyecto INTERREG SUDOE OPEN2PRESERVE (SOE2/P5/E0804), así como a todo el personal que ha colaborado y prestado su ayuda, socios del proyecto (Universidad Pública Navarra, INTIA, Chambre d'agriculture des Pyrénées-Atlantiques, CSIC-Estación Experimental del Zaidín, Instituto Politécnico de Bragança, Junta de Andalucía, Pau Costa Foundation, Société d' Élevage des Pyrénées Orientales, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Santiago de Compostela, Universidade de Tras os Montes e Alto Douro, GEODE-CNRS, Centro Tecnolóxico da Carne), Colegiata de Roncesvalles, Bomberos de Navarra, equipos EPRIF y Gobierno de Navarra.

7. Bibliografía

- BADÍA, D.; LÓPEZ-GARCÍA, S.; MARTÍ, C.; ORTÍZ-PERPIÑÀ, O.; GIRONA-GARCÍA, A., CASANOVA-GASCÓN, J. 2017. Burs effects on soil properties associated to heat transfer under contrasting moisture content. *Science of the Total Environment*, 601-602: 1119-128.
- CANALS RM. 2019. Landscape in motion: revisiting the role of key disturbances in the preservation of mountain ecosystems. *Geographical Research Letters*, 45: 515-531.
- FUHLENDORF SD.; ENGLE, DM 2004. Application of the fire–grazing interaction to restore a shifting mosaic on tallgrass prairie. *Journal of Applied Ecology*, 41: 604-614.
- FUHLENDORF, SD; ENGLE, DM.; KERBY, JAY; HAMILTON, R. 2009. Pyric herbivory: rewilding landscapes through the recoupling of fire and grazing. *Conservation Biology*, 23: 588-598.
- INSAUSTI, K.; BELDARRAIN, LR.; LAVIN, MP.; ALDAI, N.; MANTECÓN, AR.; SAEZ, JL.; CANALS, RM. 2021. Horse meat production in northern Spain; ecosystem services and sustainability in High Nature Value farmland. *Animal Frontiers*, 11 (2): 47-54.
- LASANTA, T.; VICENTE-SERRANO, SM.; CUADRAT, JM. 2005. Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Appl. Geog.* 25, 47-65.
- MÚGICA, L.; CANALS, RM; SAN EMETERIO, L.; PERALTA, J. 2021. Decoupling of traditional burnings and grazing regimes alters plant diversity and dominant species competition in high-mountain grasslands. *Science of the Total Environment*, 790: 147917.
- PAUSAS, J.; BOND, W.J. 2020. On the three major recycling pathways in terrestrial ecosystems. *TREE*, 35: 767-775.
- SANTOS, AS.; RODRIGUES, MAM.; BESSA, RJB.; FERREIRA, LM.; MARTIN-ROSSET, W. 2011. Understanding the equine cecum-colon system: current knowledge and future perspectives. *Animal* 5: 48-56.