

Quemas controladas en pastos matorralizados de montaña

Leire Múgica Azpilicueta*, Rosa María Canals Tresserras*, Leticia San Emeterio Garciandía*, José Luis Saez Istilart**, Iosu Vergara Hernández**

(*) Grupo de Pastos y Forrajes. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra, (**) INTIA

Efectos sobre las características del suelo

El fuego pastoral, o quema controlada, es una práctica llevada a cabo en el Pirineo navarro desde hace siglos y que se realiza de forma tradicional en la época invernal.

La situación actual de cambio global en las áreas de montaña (despoblamiento rural, menor uso del monte) está conduciendo a una matorralización y densificación de la vegetación. Por ello, existe una mayor necesidad de controlar la biomasa combustible y favorecer comunidades vegetales abiertas y diversas, aptas para la práctica del herbivorismo y que ayuden a prevenir los incendios espontáneos (favorecidos por el incremento de las temperaturas y de los periodos de sequía).

Aunque la reglamentación autonómica en materia de quemas controladas es eficaz para limitar los riesgos inherentes al uso del fuego (prescribiendo el periodo de tiempo para realizarlas, estableciendo el protocolo de actuación y categorizando las quemas en función de su peligrosidad), la eficacia de esta práctica para mantener pastos herbáceos está en entredicho. Así, es habitual observar un rápido rebrote del matorral si tras la quema no se ejerce una suficiente presión pastante. La ineficacia del control arbustivo supone no sólo una pérdida de dinero y tiempo, sino que también el empleo del fuego de forma recurrente puede conllevar severos efectos ambientales negativos.

Este artículo se centra en analizar los efectos a corto y medio plazo de una quema controlada invernal en las principales características de un suelo de un matorral de la montaña navarra atlántica.

Quema controlada en el área de Lapurtzilo (Navarra).
Fotografía: Rosa María Canals



Matorral de tojo (*Ulex gallii*) en floración.
Fotografía: Rosa María Canals

LOS TOJALES PIRENAICOS ANTE EL CAMBIO GLOBAL

Los brezales-tojales cubren amplias áreas en las regiones atlánticas del oeste europeo y se asientan habitualmente en terrenos ácidos y pobres en nutrientes. En la actualidad, en el norte de la Península Ibérica estas comunidades están sufriendo un proceso de expansión debido al abandono de las actividades agrarias y a la disminución del aprovechamiento ganadero en las zonas más desfavorables.

En el caso del Pirineo occidental, y más concretamente en el área del ZEC Roncesvalles-Selva de Irati, estos matorrales contienen una proporción muy elevada de tojo (*Ulex gallii*). Esta leguminosa arbustiva supone una importante competencia para los brezos (*Erica vagans*, *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Daboecia cantabrica*) y para la vegetación herbácea



Quema controlada en el LIC Roncesvalles-Selva de Irati. La Ley Foral 3/2007, de 21 de Febrero y posteriores Órdenes Forales publicadas anualmente regulan el uso del fuego controlado. Fotografía: Rosa María Canals

(pastos multiespecíficos). Los tojales son comunidades muy cerradas y estables, que desarrollan y acumulan gran cantidad de biomasa, en las que, a medio plazo, no se observan procesos de sucesión hacia bosques. Además, **el tojo es una especie muy inflamable que propaga las llamas rápidamente y que puede favorecer incendios espontáneos de alta intensidad**, que pueden extenderse con facilidad a áreas vecinas.

Ante esta situación, **el aprovechamiento de estos matorrales por herbívoros es inviable si no se realizan actuaciones previas, como quemas controladas o labores mecánicas de desbroce** que controlen la expansión del tojo y favorezcan comunidades vegetales más abiertas, en las que sí sea posible la entrada de herbívoros que controlen la biomasa combustible y mantengan paisajes en mosaico.

En el año 2014, desde INTIA se planteó una experiencia de explotación y mejora de pastos en la zona noroccidental del ZEC Roncesvalles-Selva de Irati, en un área densamente matorralizada que había sido quemada en los años 1998 y 2000 (hace 15-17 años) y que soportaba una baja carga ganadera. Tras la realización de distintas prácticas de control de matorral, se llevó a cabo un seguimiento de sus efectos en el suelo y en la vegetación por el Grupo de Pastos del Dpto. de Producción Agraria de la UPNA con el apoyo de personal técnico de INTIA.

MÉTODOS DE CONTROL DE BIOMASA

El objetivo de la experiencia demostrativa era determinar la efectividad de distintos tratamientos de control de biomasa: **quema controlada, desbroce mecánico y desbroce biológico** con ganado equino tras las actuaciones anteriores.

A partir de esta experiencia demostrativa, nos planteamos testar los siguientes objetivos:

- Determinar los **efectos a corto y medio plazo de las quemas controladas** sobre las características físico-químicas y funcionales de los suelos.
- Realizar el **seguimiento del rebrote del tojo** y de la recuperación de la cubierta herbácea a largo plazo en los distintos tratamientos llevados a cabo.

Los detalles de esta experiencia se describen ampliamente en el artículo que precede a éste en el mismo número de la publicación (*“Explotación y mejora de pastizales en Orreaga-Roncesvalles 2014. Puesta en marcha de la experiencia demostrativa”*. Sáez y col. 2016), por lo que no vamos a extendernos en los métodos y materiales empleados.

En este artículo presentamos los resultados de los efectos a corto plazo del fuego controlado en los suelos. La **Tabla 1** muestra las principales características de la vegetación en las zonas seleccionadas y las fechas de las quemas. La **Tabla 2** recoge las temperaturas registradas en el suelo durante la primera quema, realizada en la zona de Lapurtzilo. Para el registro de las temperaturas se utilizaron termistores *data-logger*. Tres termistores se instalaron en un mismo perfil de suelo a tres profundidades distintas (5, 7 y 10 cm) y otros dos termistores se colocaron a una única profundidad (5 cm). En el momento de la quema, las temperaturas registradas en superficie (5 cm) fueron las más elevadas, alcanzando 29, 36 y 65°C. Como se observa en la **Tabla 2**, **las temperaturas se amortiguaron en profundidad aunque el efecto del incremento térmico provocado por la quema persistió durante al menos las 3 horas siguientes** (período de tiempo de registro del *data logger*).

Tabla 1. Localización y características de las áreas quemadas en esta experiencia

Localización	Recubrimiento total del estrato arbustivo	Contribución de especies arbustivas	Altura media y edad arbustos	Fecha quema
Lapurtzilo	95 % (parte alta)	100% <i>U. gallii</i> (parte alta)	25 cm (5-6 años)	21-mar-2014
	100% (parte baja)	94% <i>U. gallii</i> , 5% <i>D. cantabrica</i> , 1% <i>E. vagans</i> y presencia de <i>C. vulgaris</i> (parte baja)		
Muruzábal y Bizkar	99%	94% <i>U. gallii</i> , 5% <i>D. cantabrica</i> , 1 % <i>P. aquilinum</i> y presencia de <i>E. vagans</i> .	70 cm (>15 años)	10-abr-2014
Iralepo	95%	95% <i>U. gallii</i> y 5% <i>D. cantabrica</i> , <i>E. vagans</i> y <i>P. aquilinum</i>	40 cm (>10 años)	14-abr-2014

Tabla 2. Temperaturas (°C) registradas en el suelo por los tres *data loggers* colocados en un mismo perfil a distinta profundidad, antes, durante y después de la quema controlada

Profundidad del termistor	5 cm	7 cm	10 cm
Pre-Quema	9,8	8,2	7,1
Quema	36,0	17,6	11,1
Post-Quema	14,8	12,7	10,9

MUESTREOS Y ANALÍTICAS DE SUELO

Los muestreos de suelos se realizaron en abril y noviembre de 2014, 10 días y 7 meses después de las quemas, en tres áreas quemadas (Lapurtzilo, Muruzábal y Bizkar) y en tres áreas control, no quemadas, cercanas a las anteriores. Se recogieron muestras en 5 puntos por cada área, en superficie (0-5 cm) y en profundidad (5-10 cm), y se mantuvieron refrigeradas hasta su traslado al laboratorio.



Las propiedades físico-químicas de los suelos fueron analizadas en el laboratorio de NASERTIC y los análisis microbiológicos y funcionales de los suelos se realizaron en el laboratorio del grupo de pastos de la UPNA.

A continuación, se presentan las características físico-químicas de los suelos y los contenidos de nitrógeno en sus distintas formas, orgánicas y minerales. El nitrógeno es el principal nutriente para el crecimiento de las plantas, y además por ser un elemento muy móvil en el suelo, puede generar problemas de contaminación en aguas. Ambos factores explican el interés de estudiar en detalle este nutriente edáfico.



Muestras de suelo recogidas en cilindros a dos profundidades y embolsadas y etiquetadas para su traslado a laboratorio. Fotografías: Rosa María Canals

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los suelos estudiados

Los suelos de la zona estudiada son de textura franco limosa y de reacción fuertemente ácida. Tienen alta proporción de materia orgánica, lo que se relaciona con su elevada capacidad de intercambio catiónico. Los contenidos totales de nitrógeno, fósforo y potasio son altos y presentan también una elevada concentración de aluminio en el complejo de cambio, mineral que puede resultar tóxico para muchas especies vegetales.

Efecto de las quemadas controladas en los parámetros físico-químicos de los suelos

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros físico-químicos entre suelos quemados y no quemados (Tabla 3), lo que puede deberse a las bajas temperaturas alcanzadas por las quemadas realizadas (Tabla 2).

Cabe indicar en este punto que en estudios similares llevados a cabo en el común del valle de Aezkoa sí hemos

Tabla 3: Comparación de parámetros texturales, propiedades químicas y nivel nutricional de los suelos muestreados en áreas quemadas y no quemadas (control). Estadísticos: promedio, error estándar y p-valor

Tratamiento	Control		Quemado		Significación quema (p-valor)
	Media	±EE	Media	±EE	
Parámetros físicos					
Arena (0.05-2 mm) (%)	22,98	1,45	19,85	1,24	0,4885
Limo (0.002-0.05 mm) (%)	48,97	0,84	49,34	1,34	0,8737
Arcilla (<0.002 mm) (%)	21,60	1,13	24,80	1,52	0,4963
Humedad (%)	46,07	0,97	42,27	0,61	0,2729
Parámetros químicos					
pH en agua (1:2.5)	4,71	0,03	4,71	0,05	0,3029
Materia orgánica (%)	18,45	1,29	15,61	0,88	0,3842
Relación C/N	11,84	0,26	11,55	0,32	0,5683
N total (%)	0,91	0,07	0,79	0,04	0,3838
CIC (cmol(+)/kg)	32,19	1,82	30,33	2,27	0,6049
Fósforo (P ₂ O ₅) (mg/kg)	47,84	3,32	43,43	3,14	0,6144
Potasio (K ₂ O) (mg/kg)	225,15	23,90	198,49	17,59	0,6422
Ca intercambiable (cmol(+)/kg)	3,98	0,39	3,59	0,42	0,4993
Mg intercambiable (cmol(+)/kg)	1,64	0,14	1,56	0,16	0,7464
Na intercambiable (cmol(+)/kg)	0,76	0,04	0,81	0,07	0,4567
K intercambiable (cmol(+)/kg)	0,48	0,05	0,42	0,04	0,6433
H intercambiable (cmol(+)/kg)	0,57	0,07	0,48	0,07	0,6507
Aluminio intercambiable (cmol(+)/kg)	4,72	0,22	5,30	0,33	0,2720

observado cambios tras las quemas en las concentraciones de nutrientes esenciales, como el fósforo y el potasio.

Efecto de las quemas controladas en el nitrógeno del suelo

Se analizaron las dos formas de nitrógeno mineral del suelo, nitrato y amonio. Los contenidos de **nitrato**, insignificantes en los primeros muestreos de abril, se dispararon en los suelos quemados a los 7 meses de realizar la quema ($p=0,0133$). Así, en noviembre, las concentraciones de nitrato eran 5 veces superiores en los suelos quemados que en los suelos control (Gráfico 1). Respecto al **amonio**, no se produjeron grandes variaciones temporales como en el caso del nitrato, pero sí se observó una tendencia hacia un mayor contenido de amonio en los suelos quemados a los 7 meses de la quema ($p=0,1173$; Gráfico 2).

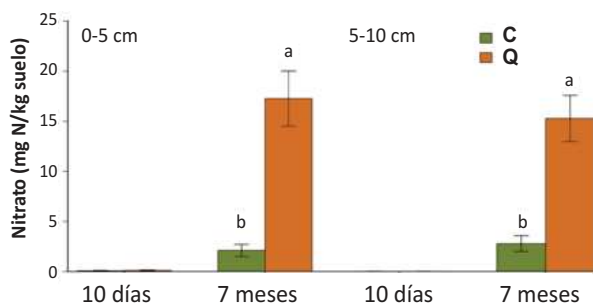
Los resultados obtenidos demuestran que **las quemas controladas favorecen una mayor disponibilidad de nitrógeno inorgánico en el suelo**, produciéndose un pulso de nitrato

importante. Ello sin duda puede afectar a la comunidad vegetal, favoreciendo el crecimiento de las especies vegetales más eficaces en la absorción de nitrógeno mineral y afectando así a la composición florística de los pastos.

En cuanto a las **formas orgánicas de nitrógeno**, se estudiaron aquéllas más fácilmente transformables o utilizables por las plantas: el nitrógeno orgánico disuelto en el suelo (DON) y el nitrógeno inmovilizado por la microfauna del suelo (NBM). El DON se incrementó abruptamente tras la quema pero decayó de forma notable a los 7 meses ($p_{interacción} = p>0,01$; Gráfico 3) mientras que el NBM sufrió un descenso acusado tras la quema que persistió a los 7 meses ($p=0,0049$; Gráfico 4).

Estos resultados parecen indicar que **la quema afecta negativamente a la microfauna del suelo**, produciéndose una liberación del nitrógeno inmovilizado por estos microorganismos. Parte de este N liberado, pasa a formar parte del nitrógeno orgánico disuelto en el suelo que, con el tiempo, mineralizará a formas inorgánicas y/o se lixiviará.

Gráfico 1. Contenido de nitrato del suelo en función de la profundidad y la fecha de muestreo



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

Gráfico 2. Contenido de amonio del suelo en función de la profundidad y la fecha de muestreo

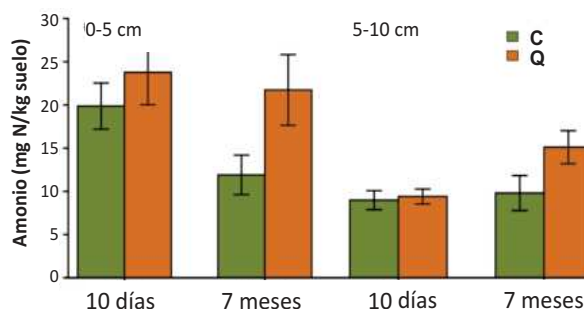
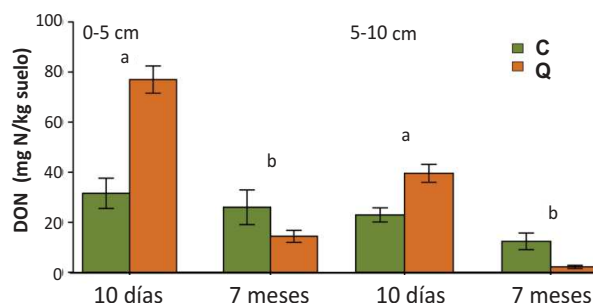
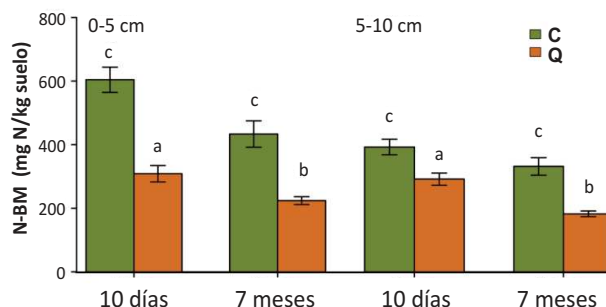


Gráfico 3. Nitrógeno orgánico disuelto (DON) del suelo en función de la profundidad y la fecha de muestreo



Letras diferentes indican diferencias significativas entre fechas.

Gráfico 4. Nitrógeno contenido en la biomasa microbiana del suelo en función de la profundidad y la fecha de muestreo



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y fechas.

Legenda de los gráficos: Tratamientos: C, control; Q, quema

CONCLUSIONES FINALES

En las condiciones en las que se ha llevado a cabo esta experiencia, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Las temperaturas alcanzadas en los primeros centímetros del suelo durante las quemas no son elevadas (65°C, temperatura máxima alcanzada a 5 cm), produciéndose una amortiguación del incremento de la temperatura en profundidad.
- Las quemas controladas realizadas no han afectado, a corto plazo, a las principales propiedades físico-químicas de los suelos.
- El nitrógeno mineral presente en los suelos sí se ve afectado por la realización de quemas. **El contenido de nitrato en suelos quemados aumenta de forma importante a los 7 meses de realizar la quema.**
- Respecto al nitrógeno orgánico, **las quemas ocasionan un incremento inmediato del nitrógeno orgánico disuelto en agua y afectan negativamente a las poblaciones microbianas del suelo.** A los 7 meses de la quema, el nitrógeno disuelto en el agua desciende bruscamente y las poblaciones microbianas no han recuperado sus contenidos originales de nitrógeno.

En definitiva, estos resultados indican que las quemas controladas invernales dinamizan el ciclo del nitrógeno del suelo, favoreciendo una rápida mineralización de este elemento que puede ser positivo para el desarrollo vegetal. Sin embargo, también se observa que el pulso de nitrógeno fácilmente lixiviable a final de la temporada es alto (nitrato y DON), lo que puede conllevar problemas de pérdida de nutrientes y lixivitaciones no deseadas.



Trabajo de laboratorio: extracción de biomasa microbiana. Fotografía: Rosa María Canals

En este punto, **la recurrencia de la práctica se presume como un factor clave**, que debe ser estudiado en detalle, dado que es probable que **una alta periodicidad de fuegos ocasione un serio empobrecimiento del suelo** por descenso de las reservas orgánicas de nitrógeno y afectación de la microfauna edáfica. Estos resultados apoyan la idea de que **las quemas deben practicarse con criterios de eficiencia, asegurando, tras la práctica puntual de eliminación del matorral, un herbivorismo dirigido que consolide comunidades vegetales abiertas.** Si se consigue así el objetivo buscado, **no será necesario recurrir a quemas repetidas**, que podrían conllevar, en definitiva, una degradación del suelo y de las comunidades vegetales que sustentan.



AGRADECIMIENTOS DE LOS AUTORES

Esta investigación se ha llevado a cabo en el marco de un proyecto PDR 2007-2013 concedido a INTIA. Agradecemos la colaboración prestada por EPRIF, Gobierno de Navarra y personal de INTIA-Roncesvalles en la realización de las quemas controladas y el establecimiento de las áreas de muestreo.