



9CFE-1867

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1



Impacto de la corta a hecho después de incendio en la conductividad hidráulica y compactación del suelo

FERNÁNDEZ FILGUEIRA, C. (1) y NOVO GÓMEZ, A. (1)

1. Misión Biológica de Galicia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. A Carballeira, 8, 36143 Salcedo, Pontevedra. cfernandez@mbg.csic.es

Resumen

La corta a hecho del arbolado quemado después de incendio es una práctica habitual en las masas forestales comerciales que puede alterar las propiedades físicas de los suelos afectados, favoreciendo los procesos de escorrentía y erosión. Sin embargo, la información empírica existente es escasa y muestra resultados contradictorios. En este estudio, se establecieron 20 parcelas experimentales en una masa de *P. sylvestris* afectada por el incendio de Folgoso de Caurel en el verano de 2022. Además de ello, se instalaron 10 parcelas adicionales una zona anexa donde el arbolado permaneció sin cortar. En ambas zonas la severidad del fuego en el suelo era moderada. La corta a hecho se llevó a cabo en la primavera siguiente al incendio. En cada parcela se midió el grado de compactación del suelo, resistencia a la cizalla, repelencia al agua del suelo y conductividad hidráulica. Los resultados mostraron que únicamente en las zonas donde era evidente el paso de la maquinaria se produjo una alteración de las propiedades físicas estudiadas.

Palabras clave

incendio; severidad del fuego; compactación; conductividad hidráulica

1. Introducción

La corta a hecho del arbolado quemado es una actividad corriente en muchas repoblaciones con distintos objetivos desde la obtención ingresos de la venta de la madera quemada y facilitar la reforestación posterior (MOREIRA et al., 2012), como para reducir el riesgo de plagas (SANTOLAMAZZA et al., 2011) o reducir la severidad de futuros incendios debido a la acumulación de combustible (KEYSER et al., 2009). Sin embargo, las operaciones de corta y saca de la madera quemada genera controversia debido a los posibles efectos acumulativos y perjudiciales sobre los suelos quemados, entre otras consecuencias no deseadas (LEVERKUS et al., 2018b, LINDENMAYER y NOSS, 2006). Varios estudios han demostrado un aumento de la densidad aparente del suelo, de la resistencia a la penetración del suelo y una disminución de la estabilidad de los agregados del suelo (MALVAR et al., 2017, WAGENBRENNER et al., 2015, WAGENBRENNER et al., 2016), aunque también se ha observado la ausencia de cualquier efecto (FERNÁNDEZ et al., 2004, FERNÁNDEZ y VEGA, 2016, FERNÁNDEZ et al., 2007, FERNÁNDEZ et al., 2019; FERNANDEZ et al., 2021; WAGENBRENNER et al., 2015). La realidad es que la evaluación del impacto de la corta a hecho de la madera quemada sobre las propiedades físicas de los suelos es compleja debido a que intervienen a la vez diversos factores. Estos factores incluyen complejas interacciones desconocidas



con la perturbación del incendio forestal previo (LEVERKUS et al., 2018 a; PETERSON et al., 2009, WAGENBRENNER et al., 2015), la intensidad de la corta, los métodos de corta y saca y el equipo utilizado, así como el tratamiento restos posterior. Además, las características del suelo y las condiciones durante la operación son factores determinantes. Todas estas cuestiones son de especial interés en el NO de España, una de las regiones de Europa más severamente afectadas por los incendios forestales (SAN MIGUEL et al., 2023) y donde el riesgo de degradación del suelo post-incendio es particularmente alto (FERNÁNDEZ y VEGA, 2016).

2. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio fue caracterizar el grado de alteración de una serie de propiedades físicas del suelo en función del grado de alteración visual producido por la corta y saca de la madera quemada en el suelo de una masa de *P. sylvestris* afectada por incendio en comparación con el estado del suelo en un área de esa misma masa que sufrió el incendio, pero cuyo arbolado fue mantenido en pie.

3. Metodología

En una masa de *P. sylvestris* afectada por el incendio de Caurel en Julio de 2022 (42, 55 N-7,18W). La densidad media del arbolado era de 650 árboles/ha. Su altura media 25 m. Los suelos, desarrollados sobre pizarras de textura franco arenosa son Regosoles alumi úmbricos.

La severidad del fuego fue alta en la vegetación y moderada en el suelo según la clasificación descrita en FERNANDEZ y VEGA (2016). La corta a hecho se llevó a cabo en la primavera siguiente al incendio. Todos los árboles se talaron con motosierras mecánicas, y se utilizó una procesadora sobre orugas para desramar y talar los árboles. Los árboles talados se retiraron de las parcelas con un autocargador. En agosto de 2023 se identificaron áreas donde el paso de la maquinaria era evidente y otras dentro de la zona de corta en las que el suelo no había sido alterado. En cada una de esas zonas se situaron 10 transectos de 10 m de longitud. Adicionalmente se situaron otros diez transectos en una zona adyacente en donde no se había efectuado la corta y saca de la madera quemada. La pendiente media en los transectos era del 40%.

En cada uno de los transectos se tomaron las siguientes mediciones a intervalos de 1 m: la resistencia del suelo a la penetración con la ayuda de un penetrómetro de bolsillo con un pistón de carga de 5 mm de diámetro. La resistencia al esfuerzo cortante (0-5 cm) se midió con un medidor de aspa (Eijkelkamp).

La densidad aparente del suelo se determinó en 3 puntos elegidos al azar en cada transecto con ayuda de un cilindro metálico de 15 cm de diámetro insertado en la capa superior de 5 cm del suelo mineral. La densidad aparente del suelo se se calculó como la relación entre la masa de suelo secada en horno y el volumen (sin piedras) del suelo.

Además, se hicieron mediciones de conductividad hidráulica y cálculo de la conductividad hidráulica saturada en las zonas de corta con un infiltrómetro SATURO. Cada simulación duró 95 minutos. Se efectuaron dos pruebas en dos áreas de paso de maquinaria y otras dos en una zona de corta con el suelo sin alterar.

El efecto del grado de alteración del suelo sobre las variables analizadas se analizó mediante un análisis de varianza.

4. Resultados y Discusión

En general, el efecto de la corta en las propiedades físicas, fue muy dependiente del grado de alteración del suelo originado. El efecto de las operaciones de corta y saca de la madera quemada sobre las variables analizadas solo fue significativo en las zonas de rodadas. En ese tratamiento se detectó un aumento de la compactación del suelo tanto en relación con el suelo quemado donde no se produjo la saca de la madera como en las zonas de corta donde no se alteró el suelo superficial (Figuras 1 a 3).

Se ha encontrado en algunos casos un aumento de la compactación del suelo tras la corta (MALVAR et al., 2017) aunque también falta de efecto (FERNÁNDEZ et al. 2021) . Esos diferentes resultados pueden deberse al diferente grado de alteración del suelo y una falta de evaluación con un control quemado sin cortar. Al igual que en el presente estudio, FERNANDEZ et al. (2007) encontraron que la alteración de las propiedades físicas del suelo, sólo eran significativamente diferentes a las observadas en un testigo quemado no cortado, en las zonas de paso de la maquinaria.

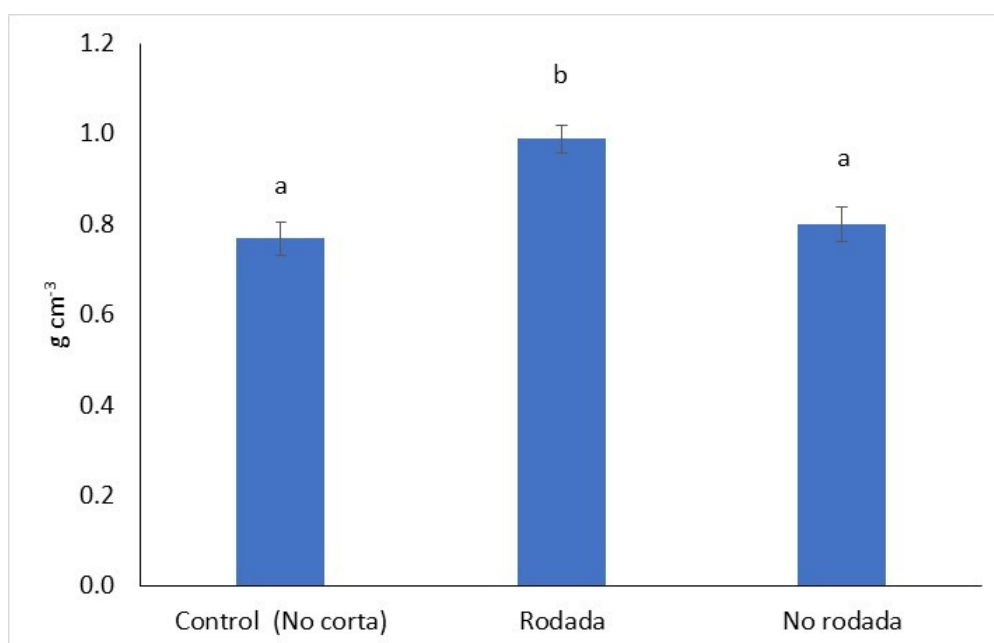


Figura 1. Valores promedio de la densidad aparente del suelo en cada tratamiento. Barras verticales, error estándar. Letras iguales, los valores no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

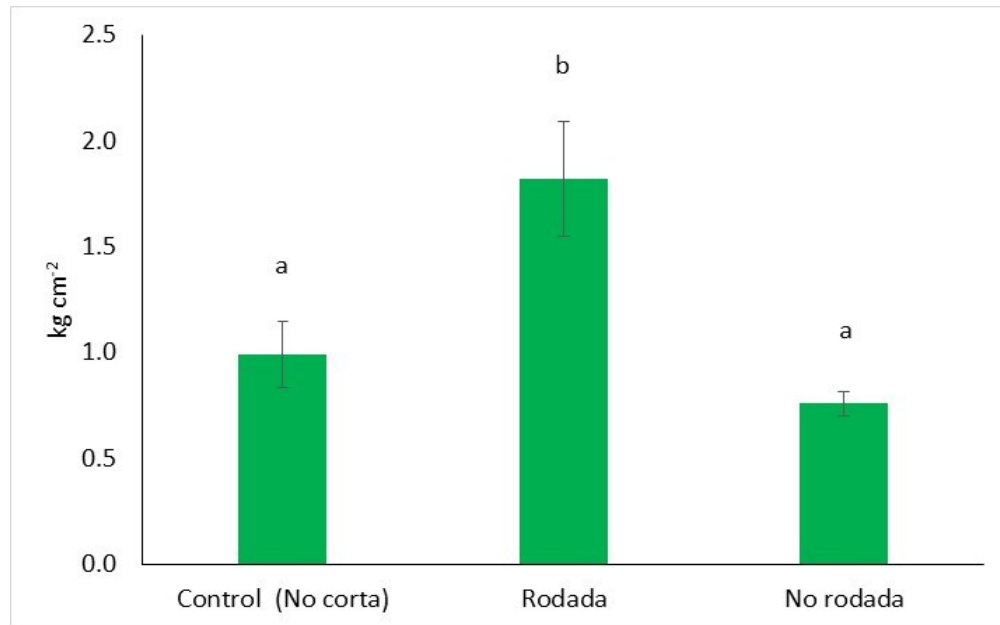


Figura 2. Valores promedio de la resistencia a la penetración del suelo en cada tratamiento. Barras verticales, error estándar. Letras iguales, los valores no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

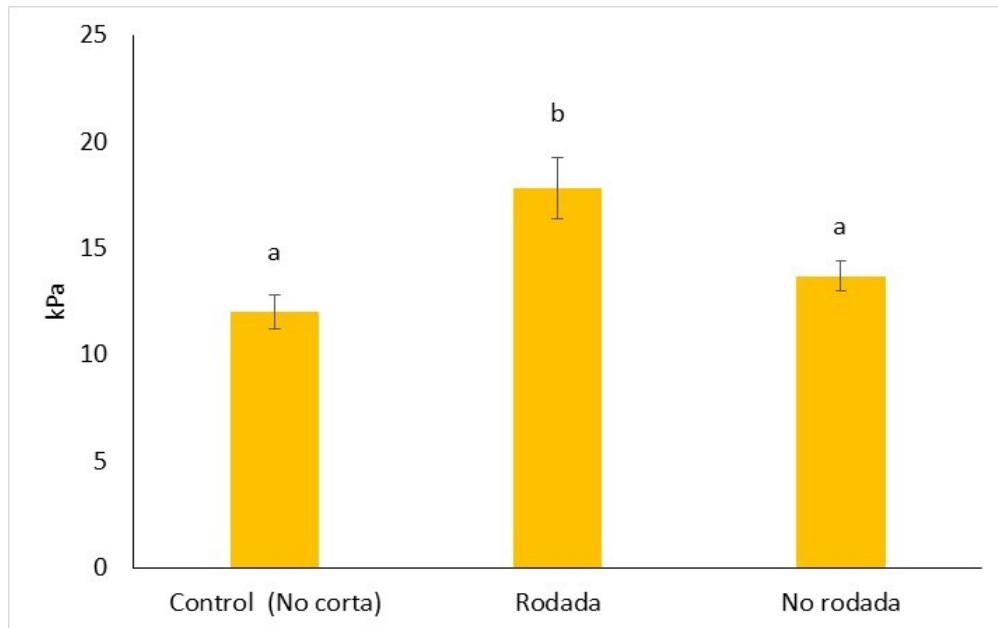


Figura 3. Valores promedio de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en cada tratamiento. Barras verticales, error estándar. Letras iguales, los valores no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Ese aumento de la compactación estuvo relacionado con un descenso en la velocidad de infiltración en esos suelos en donde la conductividad hidráulica saturada pasó de ser de 0.02 cm/s a 0.008 cm/s (Figura 4). La evaluación de esa variable es clave para determinar el transporte de agua en el suelo. En nuestro caso los valores de conductividad hidráulica medidos son bajos en ambos casos, pero las diferencias entre tratamientos son mayores que las observadas por MC FERRO et al. (2006) en zonas cortadas y no cortadas. En nuestro caso, la combinación de incendio y corta podría explicar esa diferente respuesta.

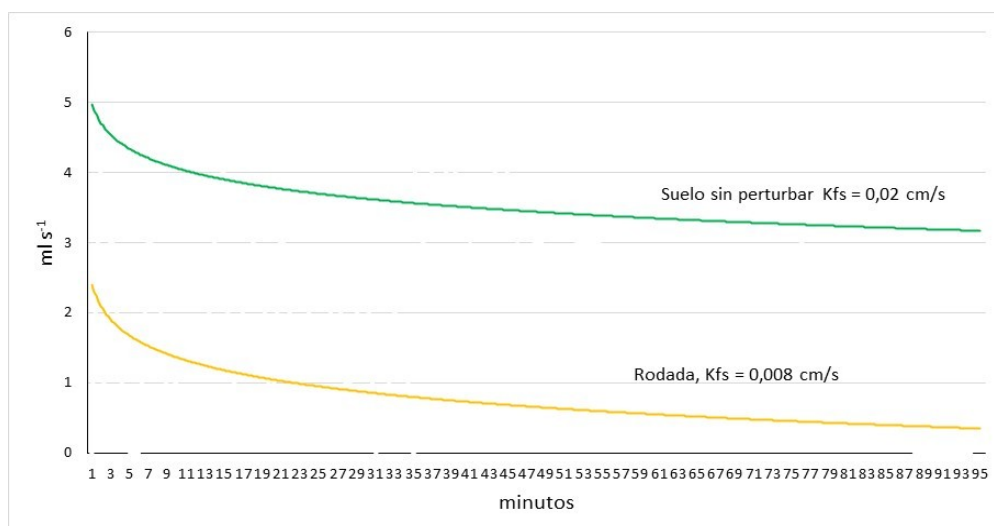


Figura 4. Variación de la conductividad hidráulica del suelo durante la simulación en los dos tipos de condiciones del suelo superficial originadas por la corta y saca del arbolado quemado.

5. **Conclusiones** No se encontró ninguna ventaja en relación con las variables relativas a la compactación del suelo por mantener los árboles quemados en pie. Las operaciones de corta no afectaron a los suelos de manera uniforme. Sólo se observó una degradación de las propiedades del suelo en las zonas de saca perturbadas por la maquinaria. Este resultado puede ser útil desde el punto de vista de la gestión para establecer acciones de mitigación en esas áreas más sensibles. La identificación de esta variabilidad de situaciones a nivel espacial es una de las dificultades para evaluar los impactos de las operaciones forestales sobre las propiedades del suelo.
6. **Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto FIRESTORM-NW, TED2021-129451B-C43. Ana Novo quiere dar las gracias al Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través de la subvención JDC2022-049758-I. Las autoras quieren dar las gracias a Jesús Pardo, Iván Losada e Ignacio Magariños por su apoyo a los trabajos de campo y laboratorio.
7. **Bibliografía** FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A. 2016a. Effects of mulching and post-fire salvage logging on soil erosion and vegetative regrowth in NW Spain. *For. Eco. Manage.* 375: 46-54. FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A. 2016b. Modelling the effect of soil burn severity on soil erosion at hillslope scale in the first year following wildfire in NW Spain. *Earth Surf. Proc. Land.* 41 (7): 928-935. FERNÁNDEZ, C.; VEGA J.A.; FONTURBEL, M.T.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; JIMÉNEZ, E.; MADRIGAL, J. 2007. Effects of wildfire, salvage logging and slash treatments on soil degradation. *Land Degr. Dev.* 38 (6): 591-607. FERNÁNDEZ, C.; FONTÚRBEL, T.; VEGA, J.A. 2021. Cumulative effects of salvage logging and slash removal on erosion, soil functioning indicators and vegetation in a severely burned area in NW



Spain. *Geoderma*. 393:115004.

KEYSER, T.L., SMITH, F.W., SHEPPERD, W.D., 2009. Short-term impact of post-fire salvage logging on regeneration, hazardous fuel accumulation, and understory development in ponderosa pine forests of the Black Hills, SD, USA. *Int. J. Wildland Fire* 18, 451–458.

LEVERKUS, A.B., LINDENMAYER, D.B., THORN, S., GUSTAFSSON, L., 2018a. Salvage logging in the world's forests: Interactions between natural disturbance and logging need recognition. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 27, 1140–1154.

LEVERKUS, A.B., REY-BENAYAS, J.M., CASTRO, J., ET AL., 2018b. Salvage logging effects on regulating and supporting ecosystem services – a systematic map. *Can J. For. Res.* 48, 983–1000.

LINDENMAYER, D.B., NOSS, R.F., 2006. Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conserv. Biol.* 20, 949–958.

MALVAR, M.C., SILVA, F.C., PRATS, S.A., VIEIRA, D.C.S., COELHO, C.O.A., KEIZER, J.J., 2017. Short-term effects of post-fire salvage logging on runoff and soil erosion. *Forest Ecol. Manag.* 400, 555–567.

MOREIRA, F., ARIANOUTSOU, M., VALLEJO, R.V., DE LAS HERAS, ET AL., 2012. Setting the scene for post-fire management. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J. (Eds.), *Post-fire management and restoration of Southern European Forests*. Springer, Dordrecht Heidelberg, pp. 1-19.

PETERSON, D.L., AGEE, J.K., APLET, G.H., DYKSTRA, D.P., GRAHAM, R.T., LEHMKUHL, J.F., PILLIOD, D.S., POTTS, D.F., POWERS, R.F., STUART, J.D., 2009. Effects of timber harvest following wildfire in Western North America. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-776.

SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DURRANT, T., BOCA, R., MAIANTI, P., LIBERTÀ, G., JACOME FELIX OOM, D., BRANCO, A., DE RIGO, D., SUAREZ-MORENO, M., FERRARI, D., ROGLIA, E., SCIONTI, N., BROGLIA, M., ONIDA, M., TISTAN, A., LOFFLER, P. 2023. *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/871593, JRC135226.

SANTOLAMAZZA, S., PESTAÑA, M., VEGA, J.A., 2011. Post-fire attractiveness of maritime pines (*Pinus pinaster* Ait.) to xylophagous insects. *J. Pest Sci.* 84, 343–353.

WAGENBRENNER, J.W., MACDONALD, L.H., COATS, R.N., ROBICHAUD, P.R., BROWN, R.E., 2015. Effects of post-fire salvage logging and a skid trail treatment on ground cover, soils, and sediment production in the interior western United States. *Forest Ecol. Manag.* 335, 176–193.

WAGENBRENNER, J.W., ROBICHAUD, P.R., BROWN, R.E., 2016. Rill erosion in burned and salvage logged western Montana forests: effects of logging equipment type, traffic level, and slash treatment. *J. Hydrol.* 541, 889–901.