

EFFECTO DE LA FRECUENCIA DEL FUEGO EN LA INFLAMABILIDAD DE LOS BS-T INTERANDINOS COLOMBIANOS

Autora: Alejandra Paola Tirado León¹ – aptiradol@udistrital.edu.co

Docentes directores: Ángela Parrado Rosselli y Raúl Giovanni Bogotá Ángel

Grupo de investigación Uso y Conservación de la Diversidad Forestal

RESUMEN DE TRABAJO DE GRADO

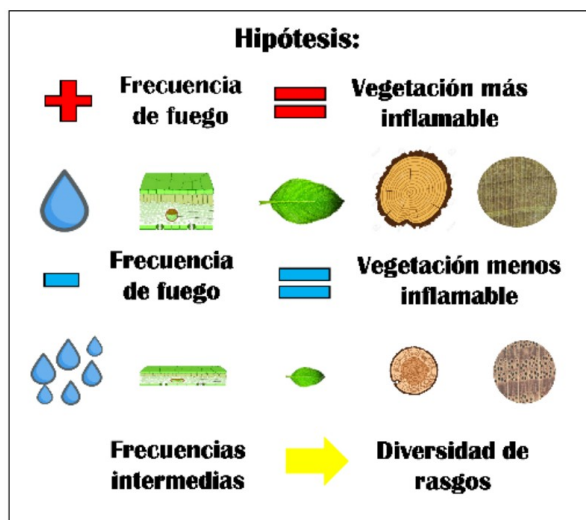
Los cambios en los regímenes del fuego (severidad, intensidad, estacionalidad, extensión y/o frecuencia) en diferentes ecosistemas, han causado alteraciones en sus comunidades vegetales, haciéndolas más o menos susceptibles o tolerantes a este disturbio (Ratto, 2017; Armenteras et al., 2020; Loto & Bravo, 2020; Meza et al., 2023). Se ha comprobado en distintos ecosistemas, como en los subalpinos, esclerófilos secos, matorrales y bosques semiáridos, que fuegos frecuentes en regímenes alterados han favorecido la aparición de rasgos funcionales asociados a inflamabilidad (Watson et al., 2009; Saura-Mas et al., 2010; Keeley et al., 2011; Pausas et al., 2012, 2017); esta entendida como la capacidad que tiene la biomasa vegetal de encender,

mantener y propagar el fuego (Murray et al., 2013; Pausas et al., 2017). En los Bosques Secos Tropicales (Bs-T) colombianos, la presencia de rasgos asociados a inflamabilidad se relacionan con cortezas más gruesas y regeneración sexual resistente al fuego (GutiérrezRincón & Parrado-Rosselli, 2019; Segura, 2019). Sin embargo, se desconoce cómo estos cambian ante alteraciones en la recurrencia de incendios. Esta investigación evaluó la relación entre la frecuencia del fuego y la diversidad funcional asociada a la inflamabilidad de la vegetación de los Bs-T de la Cuenta Alta del Río Magdalena. Se plantearon las siguientes preguntas ¿Qué tipos funcionales de plantas asociados a inflamabilidad se presentan en los Bs-T estudiados? ¿Cómo varían los

¹ Maestría en Manejo, Uso y Conservación del Bosque, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

rasgos funcionales de hojas, ramas y madera asociados a inflamabilidad en relación con la frecuencia del fuego en los Bs-T? y ¿Cómo cambia la diversidad funcional de la vegetación ante alteraciones en la recurrencia de incendios? Para dar respuesta a estas, (1) se caracterizó la variabilidad en la frecuencia del fuego en relictos de Bs-T en el área de estudio mediante Sistemas de Información Geográfica, (2) se compararon los rasgos funcionales asociados a inflamabilidad entre las distintas frecuencias de fuego, y (3) se evaluaron los cambios en las métricas de diversidad funcional y tipos funcionales de plantas asociadas a inflamabilidad en los distintos sitios. Se manejó la hipótesis de que, en sitios con mayores frecuencias de fuego, predominarían rasgos funcionales asociados a mayor inflamabilidad, que, en sitios con menores frecuencias de fuego, dominarían rasgos de menor inflamabilidad, y que, en sitios con frecuencias de fuego intermedias, habría diversidad de rasgos tanto de alta como baja inflamabilidad (Figura 1).

Figura 1. Hipótesis del estudio



El estudio se realizó en los Bs-T interandinos colombianos de la Cuenca Alta del Río Magdalena, presentes en los municipios de Honda, Mariquita y Guayabal (Tolima, Colombia). Para la determinación de las frecuencias de fuego y selección de los sitios de muestreo, se utilizó la plataforma geomática de Google Earth Engine y el conjunto de datos de MODIS FireCCI51 (PadillaParellada, 2018). Con esta información, para el periodo 2000 al 2020, se diferenciaron sitios que respondieran a tres frecuencias distintas de fuego: cero fuegos (frecuencia nula), un fuego (frecuencia baja) y dos fuegos

(frecuencia alta) (DíazTimoté, 2019). En las diferentes frecuencias de fuego se instalaron dos parcelas de 0.1 ha. Allí, se inventariaron todas las plantas: herbáceas, arbustivas y arbóreas ($DAP > 2.5$ cm). Con base en la teoría de la relación de masa (Grime, 1998; Cornelissen et al., 2003; Yang et al., 2019), que plantea que la función de los ecosistemas está determinada por los rasgos funcionales de aquellas especies dominantes, se calculó el Índice de Valor Importancia (IVI) para cada parcela y se seleccionaron las especies predominantes que en conjunto representaran entre el 70 y 80% del IVI. De estas especies, se tomaron tres individuos al azar para caracterizar ocho rasgos funcionales asociados a inflamabilidad (Santacruz-García et al., 2019). Los rasgos funcionales evaluados fueron: contenido de humedad en hojas y ramas (CHH, CHR), contenido de materia seca en hojas y ramas (CMSH, CMSR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), grosor de corteza (GC) y densidad básica de la madera (DB). Los valores obtenidos de CMSH, CMSR

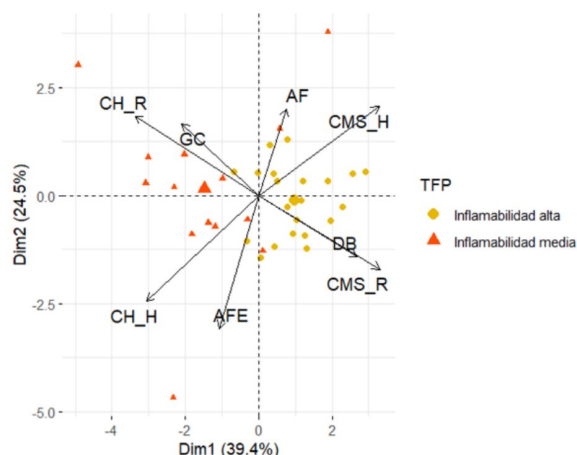
y el AF se categorizaron de 1 a 5 según lo propuesto por PérezHarguindeguy et al. (2013), dichas categorías se usaron para asignar un grado de inflamabilidad a cada especie (siendo 1 la menor inflamabilidad y 5 la mayor inflamabilidad). Para diferenciar grupos funcionales según el grado de inflamabilidad, se realizó un análisis de conglomerados según el método de vinculación de Ward (1963) y la distancia euclidiana. Posteriormente, se hizo un análisis de componentes principales (PCA) para evaluar las asociaciones de los grupos de inflamabilidad con respecto a los rasgos funcionales estudiados.

La diversidad funcional se determinó a partir de índices multidimensionales y multirasgos que se asocian a la abundancia de individuos. Se calculó el índice de riqueza funcional (FRic), uniformidad funcional (FEve), divergencia funcional (FDiv), dispersión funcional (FDis) (Laliberte & Legendre, 2010) y la redundancia de rasgos funcionales mediante el índice multirasgo

unidimensional de Rao (RaoQ) Casanoves et al., 2011; Mason et al., 2013; Mouillot et al., 2013). Se encontró que todas las especies evaluadas (35) presentan algún grado de inflamabilidad (de 2 a 4) (Figura 2), y que, una mayor frecuencia de fuego generó cambios significativos en la diversidad funcional asociada a la inflamabilidad. Así pues, se diferenciaron dos tipos funcionales de planta, uno asociado a inflamabilidad media, las cuales presentaron mayor CH y otro a inflamabilidad alta, que presentaron mayor CMS y DB. Adicionalmente, se detectó que las especies más inflamables, *Mayna odorata* Aubl., *Trichilia oligofoliolata* M.E. Morales, *Eugenia uniflora* L., entre otras, presentaron una fuerte asociación con los CMSH y CMSR, y la DB. La mayoría de las especies (21 de 35) pertenecieron al grupo de inflamabilidad alta, lo que sugiere que el fuego recurrente favorece la selección de especies inflamables y desplaza progresivamente a aquellas con menor resistencia al fuego. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pausas & Moreira (2012),

quienes indican que la inflamabilidad puede ser una estrategia adaptativa en ecosistemas con alta incidencia de fuego.

Figura 2. Tipos funcionales de planta (TFP) encontrados en el estudio



En términos de diversidad funcional, la FRic no varió significativamente entre los sitios, pero la FEve fue mayor en sitios con alta frecuencia de fuego, indicando una mayor redundancia funcional (Pakeman, 2011). Por otro lado, la FDiv, la FDis y la RaoQ fueron mayores en los sitios sin incendios, lo que sugiere que el fuego actúa como un filtro ambiental, homogeneizando la comunidad vegetal (Bond & Keane, 2017). Estos resultados sugieren que los Bs-T interandinos colombianos podrían ser

tolerantes al fuego, y que una mayor frecuencia de fuego podría conducir a que estos ecosistemas sean más inflamables. Lo que debe considerarse en programas de manejo y restauración de los Bs-T colombianos en la búsqueda de sistemas menos inflamables ante escenarios de cambio climático y de alteraciones en los regímenes de incendios.

AGRADECIMIENTOS

A la Oficina de Investigaciones de la Universidad Distrital por financiar este estudio a través de la Convocatoria 05 del año 2022. A la Maestría en Manejo, Uso y Conservación del Bosque por la formación como investigadora y el acompañamiento en la elaboración del estudio. Al laboratorio de Sanidad Forestal de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales que amablemente permitió el uso de sus espacios y equipos para el análisis de las muestras. A los propietarios de las Haciendas y Reservas por permitir realizar la investigación en sus propiedades y por el acompañamiento, hospedaje y alimentación proporcionada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenteras, D., González, T. M., Vargas Ríos, O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77353>
- Bond, W. J., & Keane, R. E. (2017). Fires, Ecological Effects of. *Reference Module in Life Sciences*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809633-8.02098-7>
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. *Serie técnica. Informe técnico*.
- Cornelissen, J. H., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E. & Poorter, H. (2003).

A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian journal of Botany*, 51(4), 335-380.

- Díaz-Timoté, J.J. (2019). *Descripción del régimen de incendios del Bosque seco tropical de la cuenca alta del Río Magdalena y su relación con la variación climática*. (Tesis de maestría) Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/23232>.
- Grime, J. P. (1998). Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86(6), 902-910.
- Gutiérrez-Rincón, A., & ParradoRosselli, A. (2019). Post-fire regeneration of woody species in a colombian tropical dry forest, in: Bhadouria, R., Tripathi, S., Srivastava, P., Singh, P. (Eds.), *Handbook of Research on the Conservation and Restoration of Tropical Dry Forests*. IGI Global, Nueva Delhi, India, pp. 324–345. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0014-9.ch017>
- Herrera-Motta, C.A. (2020). *Respuesta de la vegetación leñosa del bosque seco tropical ante cambios en la frecuencia de incendios en la cuenca alta del río Magdalena*. (Tesis de maestría) Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/25493>.
- Keeley, J. E., Pausas, J. G., Rundel, P. W., Bond, W. J., & Bradstock, R. A. (2011). Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in Plant Science*, 16(8), 406–411. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.04.002>
- Laliberté, E., & Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299-305.

- Loto, D., & Bravo, S. (2020). Species composition, structure, and functional traits in Argentine Chaco forests under two different disturbance histories. *Ecological Indicators*, 113(106232), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106232>
- Mason, N. W., de Bello, F., Mouillot, D., Pavoine, S., & Dray, S. (2013). A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. *Journal of Vegetation Science*, 24(5), 794-806.
- Meza, M. C., Espelta, J. M., González, T. M., & Armenteras, D. (2023). Fire reduces taxonomic and functional diversity in Neotropical moist seasonally flooded forests. *Perspectives in Ecology and Conservation*.
- Mouillot, D., Graham, N. A., Villéger, S., Mason, N. W., & Bellwood, D. R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in ecology & evolution*, 28(3), 167-177.
- Murray, B. R., Hardstaff, L. K., & Phillips, M. L. (2013). Differences in leaf flammability, leaf traits and flammability-trait relationships between native and exotic plant species of dry sclerophyll forest. *PLoS ONE*, 8(11), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079205>
- Padilla- Parellada, M. (2018): ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1. Centre for Environmental Data Analysis, 01 November2018. <https://doi.org/10.5285/58f00d8814064b79a0c49662ad3af537>.
- Pakeman, R. J. (2011). Functional diversity indices reveal the impacts of land use intensification on plant community assembly. *Journal of Ecology*, 99(5), 1143-1151.

- Pausas, J.G., Alessio, G. A., Moreira, B., & Corcobado, G. (2012). Fires enhance flammability in *Ulex parviflorus*. *New Phytologist*, 193, 18–23.
- Pausas, J. G., Keeley, J. E., & Schwilk, D. W. (2017). Flammability as an ecological and evolutionary driver. *Journal of Ecology*, 105, 289–297. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12691>
- Pausas, J. G., & Moreira, B. (2012). Flammability as a biological concept. *New Phytologist*, 194, 610–613. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04132.x>
- Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., ... & Cornelissen, J. H. C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Aust. Bot.* 61, 167–234.
- Ratto, N. (2017). El fuego, los ecosistemas y la gente del pasado. Intersecciones *En Antropología*, 18(2), 257–259.
- Santacruz-García, A. C., Bravo, S., del Corro, F., & Ojeda, F. (2019). A comparative assessment of plant flammability through a functional approach: The case of woody species from Argentine Chaco region. *Austral Ecology*, 44, 1416– 1429. <https://doi.org/10.1111/aec.12815>
- Saura-Mas, S., Paula, S., Pausas, J. G., & Lloret, F. (2010). Fuel loading and flammability in the Mediterranean Basin woody species with different post-fire regenerative strategies. *International Journal of Wildland Fire*, 19, 783–794. <https://doi.org/10.1071/WF09066>
- Segura, L.C. (2019). *Efecto del espesor de corteza en la respuesta al fuego de Cordia alliodora* (Ruiz &

Pav.) Oken. Tesis de pregrado
(Ingeniería forestal) Universidad Distrital
Francisco José de Caldas. Recuperado
de: <http://hdl.handle.net/11349/23114>.

- Ward, J. H., Jr. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236–244.
- Watson, P. J., Bradstock, R. A., & Morris, E. C. (2009). Fire frequency influences composition and structure of the shrub layer in an Australian subcoastal temperate grassy woodland. *Austral Ecology*, 34, 218– 232. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2008.01924.x>
- Yang, Y., Dou, Y., Cheng, H., & An, S. (2019). Plant functional diversity drives carbon storage following vegetation restoration in Loess Plateau, China. *Journal of environmental management*, 246, 668-678