

# Estimación de la distribución vertical de combustibles finos de copa en *P. sylvestris* usando datos del PNOA y del IFN4

Luis Ángel Fidalgo-González<sup>1</sup>, Stefano Arellano<sup>1</sup>, Ana Daría Ruíz-González<sup>1</sup>, Fernando Castedo-Dorado<sup>2</sup>, Eduardo González-Ferreiro<sup>1,2</sup>, Juan Gabriel Álvarez-González<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Santiago de Compostela, Unidade de Xestión Forestal Sostible GI-1837-UXFS, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Campus Terra, R/ Benigno Ledo s/n 27002 Lugo, España.

<sup>2</sup> Universidad de León, Grupo de Investigación en Geomática en Ingeniería Cartográfica GI-202-GEOINCA, Campus de Ponferrada, Avenida de Astorga s/n 24401, Ponferrada (León), España

\*Autor de correspondencia: [juangabriel.alvarez@usc.es](mailto:juangabriel.alvarez@usc.es)

## Resumen

Las variables estructurales que influyen en el inicio y propagación del fuego de copas son la carga de combustible disponible (CFL), la densidad aparente del dosel (CBD) y la altura de la base del dosel (CBH). Existen tres definiciones alternativas para estas variables: a) la de Van Wagner (1977), descrita en detalle por Scott y Reinhardt (2001), b) la propuesta por Sando y Wick (1972), y c) la descrita por Keyser y Smith (2010). El método de estimación más común para estas variables es el uso de ecuaciones que dependen de variables de masa fáciles de medir en campo (Ruiz-González and Álvarez-González 2011). Sin embargo, esta metodología es muy costosa cuando se pretende obtener capas de información espacialmente-explicitas a nivel de paisaje, como requieren los simuladores de comportamiento del fuego.

En la última década, España cuenta con una amplia cobertura de datos LiDAR de baja resolución, gracias al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea 2008-2015 (PNOA). Estudios previos para *P. pinaster* y *P. radiata* (González-Ferreiro et al. 2017) demuestran que es posible emplear estos datos para la estimación de la distribución vertical de combustibles finos de copa. Sin embargo, se desconoce su potencial en masas de otras especies con diferentes características estructurales y formas de copa.

El objetivo del presente estudio es estimar la distribución vertical de combustibles finos de copa en masas de *P. sylvestris* en Galicia a partir de datos de los datos LiDAR del PNOA y de datos del IV Inventario Forestal Nacional (IFN4). Para ello, se seleccionaron 176 parcelas del IFN4 con *P. sylvestris* como especie dominante [ $N$  (pies  $ha^{-1}$ )>90% y  $G$  ( $m^2 ha^{-1}$ )>90%]. Se escogió un radio de parcela de 25 m (subparcela más grande del IFN4) y se usó la metodología propuesta por González-Ferreiro et al. (2017) para resolver los posibles problemas de georreferenciación y/o desfase temporal entre PNOA e IFN4. Los datos LiDAR (0,5 primeros retornos  $m^{-2}$ ) fueron procesados siguiendo la metodología descrita en González-Ferreiro et al. (2017) obteniéndose un total de 37 métricas que describen la estructura vertical de cada parcela.

Mediante la función de densidad de Weibull se caracterizó la distribución vertical de la carga de combustible disponible de copa en cada parcela. A continuación, se ajustó un sistema de ecuaciones para estimar CFL, CBH y los parámetros de la función Weibull, a partir de las

métricas LiDAR. Los estadísticos de bondad del ajuste para el sistema de 6 ecuaciones fueron: CBH (ME=59%, RMSE=2,1080 m), CFL (ME=27%, RMSE=0,5480 kg m<sup>-2</sup>), mCBH (menor altura de la base de la copa del rodal) (ME=36%, RMSE=1,6108 m),  $\bar{h}$  (altura media) (ME=61%, RMSE=2,4196 m),  $a_1$  (ME=46%, RMSE=1,5227) y  $a_2$  (ME=24%, RMSE=0,5025). El sistema de ecuaciones se empleó para estimar el perfil vertical de CFL de cada parcela, explicando el 41% de la variabilidad observada (RMSE=0,3273 kg m<sup>-2</sup>).

La metodología propuesta presenta dos ventajas: (i) es compatible con las dos alternativas [a) y c)] más utilizadas para definir variables estructurales de combustibles de copa, y (ii) para la alternativa c) permite estimar CBH para cualquier umbral de CBD.

*Keywords:* Canopy fuel load; Canopy base height; Canopy bulk density; Airborne Laser Scanning (ALS); Crown fires.

### **Bibliografía:**

- GONZÁLEZ-FERREIRO, E.; ARELLANO-PÉREZ, S.; CASTEDO-DORADO, F.; HEVIA, A.; VEGA, J.A.; VEGA-NIEVA, D.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J.G.; RUIZ-GONZÁLEZ, A.D.; 2017. Modelling the vertical distribution of canopy fuel load using national forest inventory and low-density airborne laser scanning data. PLOS ONE 12 (4), e0176114.
- KEYSER, T.; SMITH, F.W.; 2010. Influence of crown biomass estimators and distribution on canopy fuel characteristics in ponderosa pine stands of the Black Hills. Forest Science 56(2): 156–165.
- RUIZ-GONZÁLEZ, A.D.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J.G.; 2011. Canopy bulk density and canopy base height equations for assessing Crown fire hazard in *Pinus radiata* plantations. Canadian Journal of Forest Research 41: 839-850.
- SANDO, R.W.; WICK, C.H.; 1972. A method of evaluating crown fuels in forest stands. USDA Forest Service. Research paper NC-84. St. Paul.
- SCOTT, J.H.; REINHARDT, E.D.; 2001. Assessing Crown fire potential by linking models of Surface and Crown fire behavior. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Res. Pap. RMRS-RP-29.
- VAN WAGNER, C.E.; 1977. Conditions for the start and spread of crown fire. Canadian Journal of Forest Research 7(1): 24-34.