

4

USO DE ÍNDICES ESPECTRAIS PARA AVALIAR AS ALTERACIÓNS NAS PROPIEDADES DO SOLO DESPOIS DUN LUME



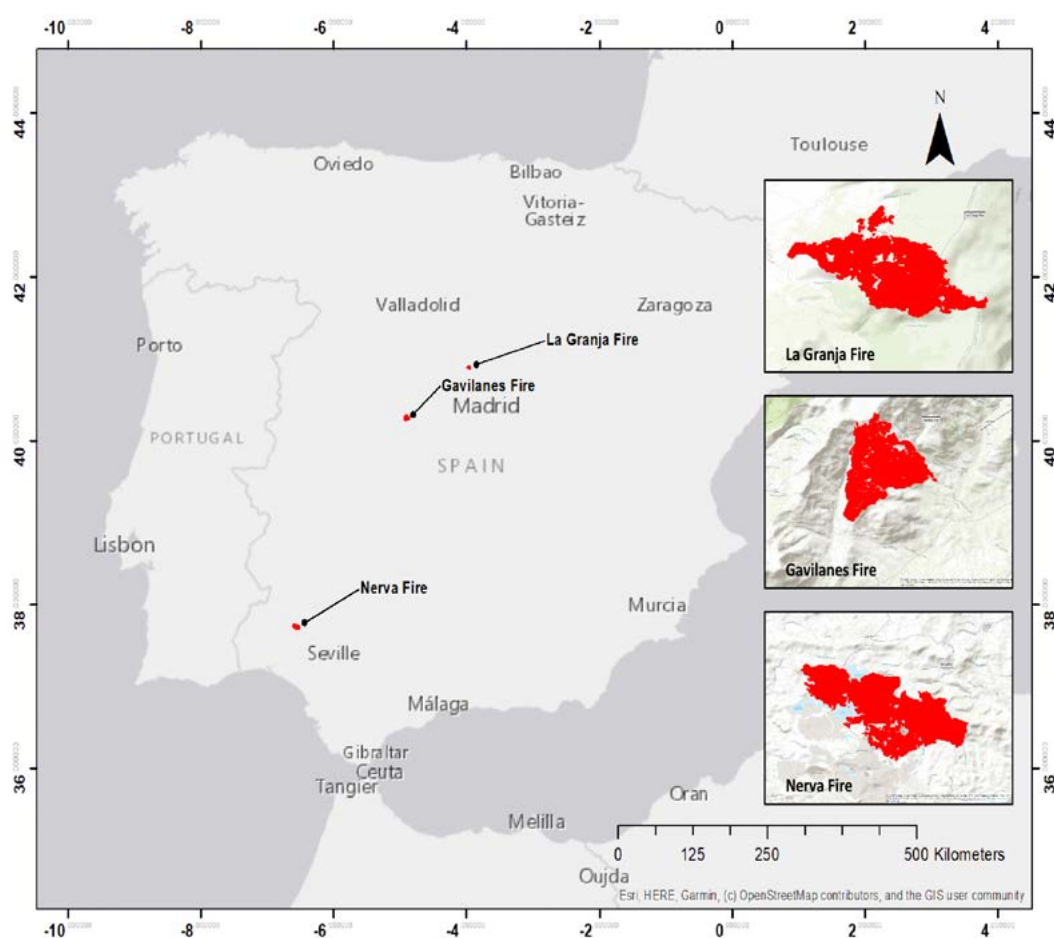
Autores artigo orixinal: Cristina Fernández, José María Fernández Alonso, José A. Vega, Teresa Fortúrbel, Rafael Llorens e José A. Sobrino

En: *Fire Ecology*, 17(2). <https://doi.org/10.1186/s42408-020-00089-7>. 2021

Determinar a severidade dun lume, así como a zona de monte queimado onde avaliala, é importante para poder planificar medidas urxentes dirixidas a mitigar a erosión poslume. En estudos previos apuntouse a posibilidade de empregar imaxes espectrais captadas por satélites para axudar na avaliación da severidade dun lume. Un exemplo dun índice proposto nos Estados Unidos foi o CBI, ou *Índice de Lume Combinado*, que considera á vez os efectos do lume sobre o solo e sobre a vexetación. Pero a validez deste índice é cuestionable, dado que un lume pode incidir con gravidade diferente sobre o solo e

sobre a vexetación. Dada a falta de unificación de criterios, a día de hoxe é aínda imprescindible unha avaliación directa sobre o terreo para poder determinar o grao de severidade dun lume.

Para avanzar nesta cuestión, estes autores exploran a relación entre 6 categorías de severidade dun lume e 10 índices espectrais diferentes. Para isto, estudan 3 propiedades do solo, cambiantes segundo a severidade do lume, e comprobán como estas propiedades propias de cada nivel de severidade inciden sobre os diferentes índices espectrais. O obxectivo final é determinar cales



Localización dos lumes

son os índices espectrais máis sensibles para ser utilizados en remoto como indicadores da severidade do lume.

Localización do estudo, deseño experimental e mostraxe

O estudo levouse a cabo en 3 zonas forestais do centro e sur de España, que sufriron importantes lumes entre 2018 e 2019. Estes bosques estaban dominados respectivamente por *Pinus pinea* (Lume de Nerva, Huelva), *Pinus pinaster* (Lume de Los Gavilanes, Ávila) e *Pinus sylvestris* (Lume de La Granja, Segovia). En todos os casos a vexetación subxacente incluía *Erica* L., *Cistus* L. e *Cytisus* Desf.

Os investigadores estableceron un total de 25 subparcelas no conxunto das 3 zonas afectadas, en función do seu tamaño. En cada subparcela, a severidade do lume foi avaliada empregando un sistema de clasificación previamente proposto, cunha escala comprendida entre un Nivel 1 (mínima severidade) e un Nivel 6 (máxima severidade). Para sistematizar esta avaliación visual axudáronse dun modelo de 20 cm x 20 cm, que colocaron en 80 puntos ao longo de dous transectos perpendiculares dentro de cada subparcela. Para cada un dos 3 lumes, os investigadores recolleron 5 mostras de solo para cada unha das categorías de severidade (Niveis 1 a 6), así como 5 mostras máis en zonas que non foran afectadas polo lume (Control).

Propiedades do solo avaliadas

1. **Condutividade hidráulica saturada.** É unha medida da infiltración do solo. Calculouse facendo ensaios cun infiltrómetro de disco;
2. **Diámetro medio ponderado dos agregados.** Calculouse tras dividir o solo en fraccións dependendo dos diferentes tamaños (10-5 mm, 5-2 mm, 2-1 mm, 1-0,25 mm,



Cadros de mostraxe para a estimación visual da severidade do lume no solo e a porcentaxe de pedregosidade

0,25-0,05 mm e <0,05 mm), e facer logo unha media ponderada segundo a porcentaxe presente de cada tamaño;

3. **Contido de carbono orgánico.** Calculouse tras peneirar as mostras do solo e someter a combustión a fracción <2 mm.

Índices espectrais avaliados

Os investigadores utilizaron para este traballo as imaxes espectrais captadas polo satélite *Sentinel-2*, dispoñibles na páxina web da Axencia Espacial Europea (European Spatial Agency, ESA): <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. *Sentinel-2* é unha constelación composta por dous satélites que captan en continuo imaxes ópticas espectrais de alta resolución.

De entre todas as imaxes dispoñibles para cada unha das 3 zonas de lume baixo estudo, seleccionáronse aquelas o máis cerca posible ás datas do lume en cada zona, tanto do inicio como do seu control. Estas imaxes foron corrixidas cun programa destinado a eliminar posibles erros debidos á presenza de nubes.

A partir da información das bandas espectrais captadas por *Sentinel-2*, os investigadores calcularon 10 tipos diferentes de índices espectrais para estudar a súa utilidade para detectar alteracións nas propiedades do solo despois do

lume. Tras demostrar estatisticamente que existía unha relación entre os niveis de severidade do lume e as propiedades do solo, utilizaron unha **regresión lineal para detectar posibles relacións entre o nivel de severidade e cada un dos índices espectrais**. (No artigo orixinal pode consultarse a táboa coas fórmulas correspondentes a cada un destes índices).

Resultados

Durante a mostraxe os autores non atoparon ningunha mostra con severidade Nivel 1 en ningún dos tres incendios. O Nivel 5 foi identificado no 6 % de mostras no lume de Nerva, no 8 % no de Gavilanes e no 13 % no de La Granja (o lume máis severo). Só un 1 % das mostras foron clasificadas con severidade Nivel 6.

Os investigadores puideron constatar que, nos solos severamente afectados polo lume, as propiedades do solo avaliadas evolucionaban da seguinte forma **a medida que aumentaba a severidade**:

- **a condutividade hidráulica saturada aumentaba (maior infiltración),**
- **o diámetro dos agregados diminuíu, e**
- **o carbono orgánico diminuíu.**

De entre todos os índices estudados, **o índice RBR (Ratio de lume relativizado) foi o mellor índice para predicir tanto a condutividade como o diámetro dos agregados do solo**. Polo que respecta ao carbono orgánico, foi máis difícil de predicir, pero o índice que mellor o fixo foi o índice *dMIRBI* (*Índice medio-infravermello bilateral*). Por último, o índice *NBR* (*Ratio de*



Mostras de solo queimado e mini-infiltrómetro de disco para a determinación da condutividade hidráulica do solo

lume normalizado) mostrou unhas correlacións similares para as tres propiedades baixo estudo (condutividade, tamaño dos agregados e carbono orgánico).

Conclusións

As categorías propostas para describir a severidade dun lume (Niveis 1 a 6), baseadas nunha apreciación visual, foron útiles para expresar os cambios en certas propiedades do solo despois dun lume, tales como a condutividade hidráulica, o diámetro dos agregados ou o contido en carbono orgánico. Este estudo confirma o potencial de certos índices espectrais derivados de imaxes captadas por satélite (ex., RBR, *dMIRBI*, *NBR*) para reflectir cambios nalgúns destas propiedades relacionadas coa erosión do solo despois do lume. Os autores admiten que serán necesarios máis datos noutros ecosistemas para confirmar a utilidade destes índices e poder materializar o seu emprego como ferramentas operativas.