

## FICHA DE LA TECNOLOGÍA

### ***Métodos geoestadísticos para el estudio de la variabilidad espacial de los cationes del suelo después de quemas prescritas***

#### TEMÁTICA

**Clasificación:** Sector Forestal

**Tema:** Lucha contra incendios

**Subtema:** Sin definir

**Tipo:** Tecnología

**Clasificación finalidad:** Evaluación y Seguimiento

**Objetivo:** Sin definir

**Degradación afrontada:** Sin definir

#### DESCRIPCIÓN

##### 1. INTRODUCCIÓN

Los tratamientos más utilizados en todo el mundo para reducir la carga de combustible de las áreas cortafuegos son los clareos, la eliminación manual o mecánica del matorral, el fuego prescrito y la aplicación de herbicidas.

Entre los tratamientos citados, la quema prescrita puede ser la mejor opción porque la estructura del complejo de combustible resultante no es capaz de soportar una nueva conflagración (Brose and Wade, 2002). Esta técnica, usada como complemento a otros tratamientos ha sido aplicada con éxito en numerosas partes del mundo.

Las quemas prescritas se basan en la ejecución de fuego de baja intensidad llevado a cabo de forma conducida para que no pueda propagarse nunca con un comportamiento que le permita una libre evolución.

La utilización de quemas prescritas tiene tres objetivos principales: eliminar combustible que podría representar peligro en términos de intensidad en caso de incendio, regular la estructura de la vegetación para su útil explotación y crear una estructura del bosque que pueda ser óptima para extinguir posibles incendios forestales.

A pesar de ser una técnica utilizada en la gestión forestal, los efectos de la realización de quemas prescritas no se conocen del todo. Para conocer algunos de estos efectos sobre el suelo y, en concreto, evaluar el efecto espacial de una quema prescrita en una parcela, se realizó un trabajo con el fin de estudiar la variabilidad espacial de los cationes del suelo tras quemas prescritas utilizando métodos geoestadísticos (L. Outeiro, F. Asperó, X. Úbeda) modelizando tres cationes del suelo:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$  con métodos probabilísticos y geoestadísticos.

Los métodos geoestadísticos se desarrollaron para describir la distribución espacial de las propiedades geológicas, por lo que son idóneos para describir la variabilidad y heterogeneidad espacial de las variables del suelo.

La precisión con la que pueden conocerse las propiedades del suelo en cualquier punto depende en buena medida del área elegida para el muestreo, es decir, de la heterogeneidad de la misma. Por tanto, conforme aumenta la heterogeneidad del suelo, la precisión con que pueden conocerse sus propiedades y el comportamiento del mismo tiende a decrecer. Debido a que el número de observaciones que se pueden efectuar en un área de muestreo es limitado, frecuentemente es necesario extrapolar las propiedades de puntos en que son conocidas a otros que se desconocen, lo que está muy relacionado con la variabilidad en la unidad representativa.

En el campo de las geociencias es común encontrar variables distribuidas espacialmente. Para el estudio de estas variables se utilizan diversos procedimientos geoestadísticos de estimación y/o simulación. Esto es, a partir de un conjunto de muestras tomadas en localizaciones del dominio en que

## DESCRIPCIÓN

se manifiesta un fenómeno a estudiar y consideradas representativas de su realidad, que por lo general es siempre desconocida, estos procedimientos permiten la descripción o caracterización de las variables con dos fines diferentes: proporcionar valores estimados en localizaciones de interés y generar valores que en conjunto presenten iguales características de dispersión que los datos originales.

La Geoestadística se define como la aplicación de la Teoría de Funciones Aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales (Journel y Huijbregts, 1978), o simplemente, el estudio de las variables numéricas distribuidas en el espacio (Chauvet, 1994), siendo una herramienta útil en el estudio de estas variables (Zhang, 1992).

### 2. OBJETIVOS

– Conocer los efectos que las quemas prescritas pueden tener en el suelo, para saber cuanto tiempo se puede quemar un mismo lugar para su gestión sin efectos perjudiciales.

### 3. DESCRIPCIÓN

Muchos investigadores han orientado sus esfuerzos en conocer los efectos que tienen las quemas prescritas en las propiedades químicas del suelo, aunque no todos han intentado conocer las variaciones en la disponibilidad de nutrientes.

Algunos de estos autores señalan grandes modificaciones en el suelo como consecuencia de las quemas, pero sin embargo no encuentran cambios significativos en los cationes del suelo tras el fuego. Otros autores observan importantes modificaciones en los cationes del suelo ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$ ) tras quemarse.

En las quemas prescritas, la concentración de cationes no se mantiene, ya que el fuego no afecta por igual a todas las zonas y además, las precipitaciones actúan como fuente externa de cationes.

Esta variabilidad, que indica cambios en el espacio o en el tiempo en las propiedades de un suelo dado, se puede cuantificar utilizando métodos estadísticos paramétricos, como el coeficiente de variación, y se puede distribuir aleatoriamente o tener una estructura espacial. La variabilidad sin estructura espacial se denomina heterogeneidad. Los controles y las consecuencias pueden ser evaluados cuantificando las estructuras y las escalas de heterogeneidad.

La heterogeneidad de las propiedades bióticas y abióticas del suelo se suele cuantificar utilizando la geoestadística, debido a su robustez y las posibilidades de representación mediante mapas. La geoestadística puede determinar un modelo en 2D o 3D de las correlaciones espaciales o las estructuras de las propiedades del suelo mientras que las técnicas de interpolación determinísticas (inverso de la distancia y triangulación) no tienen en cuenta las estructuras espaciales de las propiedades del suelo.

El suelo es, por tanto, un sistema complejo en el que la variabilidad espacial de las propiedades y procesos puede incrementarse tras una perturbación como el fuego.

Se han utilizado métodos geoestadísticos para estimar la evolución de los cationes del suelo en buenas magnitudes espaciales y temporales en parcelas de 108 m<sup>2</sup> en zonas agrícolas complejas después de quemas prescritas (L. Outeiro, F. Asperó, X. Úbeda).

En este estudio la hipótesis es experimental y metodológica. La hipótesis experimental es probar los efectos de las quemas prescritas en tres variables del suelo ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$ ). La hipótesis metodológica es probar la eficiencia de la geoestadística para mejorar el conocimiento de esas variables en el espacio y el tiempo.

Los objetivos del citado trabajo son:

- Monitorizar las variables del suelo después de una perturbación provocada por una quema prescrita.
- Estudiar la influencia de los factores ambientales como la precipitación en los valores espaciales de las variables.
- Desarrollar un índice de respuesta temporal monitorizando los impactos de las quemas prescritas en los macronutrientes del suelo.

Las muestras de suelo se recogieron en 6 campañas diferentes (antes del fuego, después del fuego, 2 meses, 5 meses, 1 año y 3 años después del fuego prescrito). El intervalo de recogida de muestras se eligió para detectar el efecto de la precipitación (1315 mm en tres años con un pico de intensidad de 72 mm/h) en las propiedades espaciales del suelo como consecuencia de procesos como la infiltración, la erosión del suelo, etc.

Posteriormente, se desarrolla un índice de respuesta que permite comparar cada catión después de la

## DESCRIPCIÓN

quemada prescrita con sus niveles antes de la misma. Los resultados muestran que el calcio y el magnesio recuperan sus concentraciones iniciales con el tiempo. El potasio se incrementa ligeramente en media parcela inmediatamente después del fuego, sin embargo, tres años después del fuego, la concentración era inferior en dos grados de magnitud a la inicial. Los cationes divalentes eran más homogéneos mientras que el monovalente era más heterogéneo tras el fuego. Además, el periodo de precipitaciones máximas desencadenó diferentes procesos espaciales, siendo el tipo de proceso función de la valencia del catión.

Este índice de respuesta mide el porcentaje de cambio en los cationes referido a los valores antes de la quemada.

Las precipitaciones son un factor clave en la modificación de las propiedades del suelo tras la quemada. La lluvia de la primavera de 2003 muestra dos patrones espaciales: los cationes divalentes divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) aumentan su heterogeneidad espacial y disminuyen su correlación espacial, mientras que el catión monovalente ( $\text{K}^{+}$ ) disminuye su heterogeneidad espacial y aumentan su correlación espacial.

En términos de análisis a escala de parcela, es necesario realizar más estudios sobre los efectos del fuego en las variables del suelo. Tras las quemadas prescritas las parcelas pierden progresivamente potasio y ganan magnesio y calcio.

### 4. APLICACIONES

Se puede aplicar en primer término a la investigación de los efectos sobre el suelo de los incendios. Por otra parte, estos métodos constituyen una primera aproximación para integrar en el tiempo la complejidad en la evolución del suelo después del uso del fuego como técnica de manejo de grandes zonas forestales.

### NOTA:

Para más información sobre los efectos a largo plazo en las propiedades del suelo variando la intensidad de un fuego forestal se puede consultar el artículo:

"The Long-Term Effects On Soil Properties From A Forest Fire Of Varying Intensity In A Mediterranean Environment", X. Úbeda (Catena, 2008).

Para más información sobre los efectos de un fuego forestal en la estabilidad de los agregados del suelo se puede consultar el artículo:

"The Effect Of Wildfire Intensity On Soil Aggregate Stability In The Cadiretes Massif, Ne Spain", X. Úbeda (Iahs, 2005).

## TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

--

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Outeiro, L.; Asperó, F. y Úbeda, X. (2008). Geostatistical methods to study spatial variability of soil cations after a prescribed fire and rainfall. *Catena*. Vol. 74, Issue, 3. Pp. 310-320.
- Úbeda, X. y Outeiro, L. (2007). Efectos de los fuegos prescritos de Cataluña en las propiedades edáficas. En el libro: *Incendios forestales, suelos y erosión hídrica*. Pp. 41-54.

## IMÁGENES

IMAGEN NO DISPONIBLE

IMAGEN NO DISPONIBLE

## BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

**Título:** Efectos de los fuegos prescritos de Cataluña en las propiedades edáficas.

**Autor:** ÚBEDA, X. y OUTEIRO, L.

**Publicación:** En Incendios forestales, suelos y erosión hídrica. Pp. 41-54.

**Editorial:** Caja Mediterráneo CEMACAM Font Roja Alcoi

**Localidad:** Alicante, España      **Año:** 2007      **Tipo:** Capítulo libro

**Título:** Geostatistical methods to study spatial variability of soil cations after a prescribed fire and rainfall.

**Autor:** OUTEIRO, L.; ASPERÓ, F. y ÚBEDA, X.

**Publicación:** Catena vol. 74, issue 3, 310-320

**Editorial:** Elsevier Editorial System

**Localidad:** Amsterdam, Holanda      **Año:** 2008      **Tipo:** Artículo

## PROYECTOS RELACIONADOS

**Proyecto:** --

**Investigador Principal:** --

**Otros Investigadores:** --

**Entidad Investigadora:** --

**Otras Entidades Investigadoras:** --

**Entidad Financiadora:** --

**Observaciones:** --