

Materia orgánica carbonizada

Esta materia orgánica carbonizada que se produce en grandes cantidades y se acumula en el suelo, puede contribuir en un 30-40% al carbono del suelo en ecosistemas propensos a incendios forestales y al secuestro de carbono a largo plazo, siendo un componente significativo en el ciclo global del carbono.

Las propiedades físicas del suelo también se ven afectadas. Cuando el fuego destruye parte de la materia orgánica y elimina temporalmente la vegetación hace que se afecte su estabilidad estructural, ya que se debilitan los agregados, los cuales serán destruidos posteriormente por el impacto de las gotas de lluvia; al romperse la estructura del suelo se disminuye su capacidad de absorción de agua, con el consiguiente aumento de escorrentía superficial y la aparición de procesos erosivos

La porosidad del suelo tras un incendio

La porosidad es una de las propiedades físicas afectadas. El espacio creado por los poros controla el movimiento del agua y del aire en el suelo y debe haber un equilibrio entre los macroporos (mayores a 0,6 mm de diámetro) y los microporos (menores a 0,6 mm). Este equilibrio en el tamaño de los poros permite al terreno transferir tanto el agua y el aire rápidamente (a través de los macroporos) y retener el agua por capilaridad (en los microporos).

La acción del fuego sobre el suelo puede destruir su estructura y afectar principalmente los macroporos, los cuales son especialmente importantes para las vías de infiltración de agua y su posterior filtración hacia abajo a través del perfil del suelo, de ahí que se produzca más escorrentía superficial, lo que da lugar a ciertos procesos de erosión hídrica.

Estabilidad de la estructura del suelo

A causa de la desaparición de la vegetación por el fuego, el suelo queda desprotegido y hay un cambio de textura que puede tener consecuencias directas en su estabilidad estructural. Igualmente, ocurre un cambio en la hidrología superficial a causa de la disminución de la capacidad de infiltración de los primeros centímetros del suelo, lo cual conlleva un aumento de la escorrentía.

Estos fenómenos no son independientes; el hecho de que haya menos vegetación incrementa el efecto del impacto de las gotas de lluvia, y deja vía libre a la acción del viento. La falta de vegetación también acelera la velocidad del agua producto de la precipitación en superficie, lo que conlleva a su vez una dificultad en la infiltración, ya que el agua pasa demasiado rápido por la superficie del suelo.

El resultado final es un aumento de la escorrentía y con ella la erosión del material desplazado por salpicadura. A su vez, la mayor velocidad del agua puede generar surcos, incrementando la velocidad y la fuerza de arrastre.

La infiltración del agua en suelos quemados

Por otro lado, los aceites destilados y aromáticos de los árboles y arbustos crean una capa hidrofóbica sobre el suelo que disminuye la infiltración de las aguas a través de él, porque repele el agua y no permite su infiltración, lo cual aumenta la escorrentía, la erosión y el transporte de sedimentos.

La repelencia al agua puede reducir de manera apreciable la capacidad de infiltración del suelo, aumentando la escorrentía superficial y haciéndolo más sensible a las pérdidas por erosión. El calentamiento del suelo hasta 175 °C tiene poca repercusión sobre la repelencia, entre 175-200 °C la repelencia aumenta considerablemente, y se destruye entre 280-400 °C.

La aparición de este fenómeno es más probable en suelos de textura gruesa, y su presencia suele limitarse a los primeros centímetros del suelo mineral.

La severidad y persistencia de la repelencia inducida por el fuego pueden variar desde días hasta años. Sin embargo, indican que la repelencia al agua no puede ser la causa primaria de los aumentos observados en la escorrentía y la erosión superficial post incendio, ya que en su estudio detectaron áreas con mayor repelencia al agua en suelos no quemados.

La repelencia del agua tras incendios

Se ha constatado que la repelencia al agua es una característica discontinua en el suelo, tanto en sentido horizontal como vertical, lo cual resulta ser especialmente válido en suelos afectados por incendios. De este modo, no es frecuente hallar en el campo capas hidrofóbicas continuas en los suelos, sino que se localizan manchas o parches afectados por esta circunstancia.

Por otra parte, la variabilidad de la repelencia al agua es también temporal, ya que el comportamiento hidrofóbico de un suelo desaparece cuando el suelo se humecta durante tiempo suficiente. Después de ocurrido el fuego se generan unos aumentos de escorrentía superficial que facilitan la erosión de la ceniza y de los horizontes orgánicos superficiales del suelo, ricos en nutrientes, lo que llega a afectar el suelo mineral, cuyo tiempo de recuperación depende de la severidad del incendio.

La textura del suelo tras un incendio

Los componentes de la textura del suelo (arena, limo y arcilla) presentan altos umbrales de temperatura y por lo general el fuego no los afecta, a menos que se sometan a altas temperaturas en la superficie del suelo (horizonte A). La fracción de la textura más sensible es la arcilla, la cual comienza a modificarse con temperaturas aproximadas de 400°C, llegando a una destrucción completa con temperaturas entre 700 y 800 °C.

Para lograr afectaciones en la arena o el limo se requerirían temperaturas superiores a los 1.414 °C, situaciones que raramente se presentan.

Respecto al impacto del fuego en las propiedades biológicas del suelo, indican que el fuego afecta los organismos biológicos, ya sea directa o indirectamente. Los efectos directos generan cambios a corto plazo, es decir, que un organismo particular se expone directamente a las llamas de la combustión, a los gases calientes y es atrapado en el suelo, en donde el calor es suficiente para ser transferido de forma inmediata al organismo, elevando su temperatura tanto como para matarlo o dañarlo severamente.

Efectos indirectos tras incendios forestales

Los efectos indirectos generalmente causan cambios a largo plazo en el medio ambiente que perturban el bienestar de los organismos biológicos; estos efectos indirectos pueden implicar la competencia por el hábitat, la alimentación y otros cambios más sutiles que afectan el restablecimiento y la sucesión de las plantas y los animales.

Analizar la microbiología del suelo luego de presentado un incendio forestal, específicamente las bacterias oxidantes de amoníaco, es un área relativamente nueva de estudio con una cantidad limitada de investigaciones publicadas.

Los microorganismos del suelo son una parte integral de las ciencias del medio ambiente, y hay mucho aún por descubrir sobre la respuesta de las comunidades microbianas a las perturbaciones generadas en el suelo. Con más investigación, las relaciones entre las perturbaciones específicas del suelo y la respuesta microbiana se pueden utilizar para diversas aplicaciones, incluyendo la gestión posterior a la perturbación o la recuperación del sitio afectado.

Las poblaciones de bacterias oxidantes en el suelo de los bosques, después de los incendios forestales, presentaron cambios en su población, pero la matriz de muestreo utilizada no permitió determinar si este cambio se debió al efecto e intensidad del fuego, al tipo de vegetación, al microclima o a otras propiedades del suelo.

Poblaciones

Las poblaciones de bacterias oxidantes en el suelo de los bosques, después de los incendios forestales, presentaron cambios en su población, pero la matriz de muestreo utilizada no permitió determinar si este cambio se debió al efecto e intensidad del fuego, al tipo de vegetación, al microclima o a otras propiedades del suelo.

Las afectaciones a estas propiedades biológicas del suelo depende de la sensibilidad de los microorganismos y los invertebrados hacia las altas temperaturas. El fuego disminuye el número y la riqueza de especies que habitan en el suelo (invertebrados y microorganismos), siendo menos afectados los invertebrados por su alta movilidad y el hábito de construir madrigueras.

Los nutrientes totales de la cubierta orgánica del suelo se reducen para el nitrógeno hasta en un 30 %, y para los demás elementos hasta en un 50%, además, que los nutrientes totales se mineralizan instantáneamente, lixiviados y afectados por escorrentía, y una porción es adsorbida por el complejo de intercambio y por las raíces del sotobosque y arbolado.

Los contenidos de materia orgánica y las relaciones carbono nitrógeno son poco afectados, pero el nitrógeno total presenta reducción y el pH se eleva. También encuentran aumentos de K, Mg, Ca intercambiable y P disponible, que se explican por el aporte de ceniza al suelo.

El humus tras los incendios forestales

Adicionalmente, al analizar el humus no encuentran cambios significativos, sin embargo su espesor se disminuye. Y en cuanto a la estructura de las arcillas, su textura se altera, y aumentan los procesos de lixiviación y escorrentía. La pérdida de suelo ocasiona empobrecimiento de nutrientes y muerte de organismos (pérdida de actividad biológica y ciclos biogeoquímicos).

No obstante, sostiene que el fuego ayuda a la movilización de nutrientes y al control de plagas. Además, indica que los incendios de baja intensidad contribuyen a mantener el carbono del suelo, porque evitan su volatilización y pérdida en forma de gas carbónico. Respecto a los cationes de cambio (K, Mg, Ca) en la solución del suelo, aumentan considerablemente debido a la disminución de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, al destruirse parte de la materia orgánica.

Elementos químicos del suelo tras los incendios forestales

Dicho incremento de cationes se presenta de forma transitoria, ya que a mediano y largo plazo el suelo se vuelve a empobrecer por las pérdidas que tiene el lavado, lo que disminuye la capacidad del complejo adsorbente para retener nutrientes.

Al analizar los cationes de forma detallada podemos decir que el potasio, el magnesio y el calcio experimentan incrementos tras el incendio de hasta cuatro veces sus valores iniciales; sin embargo el incremento del potasio desaparece rápidamente, y a los cuatro meses de ocurrido el fuego sus valores son similares a los iniciales, y a los dos años pueden llegar a ser inferiores.

Con respecto al magnesio y el calcio, el incremento observado inicialmente es todavía sensible a los dos años de presentado el incendio. El fósforo, por su parte, puede experimentar incrementos de hasta 5 a 10 veces sus valores iniciales, siendo también el nutriente que mantiene el aumento durante más tiempo, ya que a los dos años aún mantiene un 40% del incremento inicial.

Efecto inmediato tras incendios forestales

Inmediatamente después del incendio y a los siete días, se observó a las profundidades estudiadas un leve aumento no significativo en el contenido de calcio y magnesio y casi ninguna variación en el contenido de sodio justo después del incendio. A los 30 y 90 días la concentración de dichos elementos disminuyó dando un balance final positivo en comparación con las concentraciones halladas antes del incendio.

En el estudio realizado por Kutiel y Naveh (1987) se analiza el efecto sobre los nutrientes del suelo tras un incendio de un bosque de pinos: se encuentra que el nitrógeno total disminuye en un 25%, pero las formas disponibles de nitrógeno son mucho más altas. El fósforo total se incrementa en un 300% después de ocurrido el fuego, pero disminuye de nuevo dos meses más tarde; también el P soluble en agua aumenta inicialmente y luego disminuye a los niveles de los suelos no quemados. Igual comportamiento para la conductividad eléctrica y el pH, que aumentan inmediatamente después del fuego y luego se estabilizan de nuevo.

Pérdidas de nutrientes en los incendios forestales

Las pérdidas de los nutrientes por erosión varían con la distribución de la ceniza, la pendiente, la capacidad de infiltración del suelo después del incendio, y la cantidad y la duración de las lluvias posteriores. Se presentan incrementos iniciales en las concentraciones de nitrógeno y fósforo que pueden tener beneficios específicos para algunas especies de plantas, por el aumento de la disponibilidad a corto plazo de los nutrientes para su crecimiento.

De acuerdo con todos estos estudios realizados en diversos países sobre las afectaciones de los incendios forestales, se evidencia una degradación de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo como: pH, textura, ciclos de nutrientes, porosidad y materia orgánica, las cuales son importantes para el crecimiento de la vegetación nativa o existente en el lugar y para la estabilidad estructural del suelo.