

# ¿QUÉ EFECTOS TIENEN LOS INCENDIOS EN LOS SUELOS?

## Efectos del incendio en Cuesta del Ternero sobre las comunidades de hongos del suelo

Astrid Luciana Ebrecht<sup>1,2\*</sup>; Natalia Fernández<sup>1,2</sup> y Verónica El Mujtar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB)

<sup>2</sup>Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología, CRUB UNCo - IPATEC - CONICET

<sup>3</sup>INTA EEA Bariloche, IFAB (INTA-CONICET)

\*astridluciana@yahoo.com.ar

---

**En enero de 2021 un incendio catastrófico acabó con 3.900 ha de bosques nativos en el paraje Cuesta del Ternero del oeste rionegrino, generando cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo. En este trabajo, presentamos los resultados de la evaluación del efecto del incendio en las propiedades biológicas del suelo, en particular en sus comunidades de hongos, y su variación con la profundidad del suelo.**

---

**¿Qué organismos habitan el suelo y qué efecto tienen los incendios en ellos?**

Los suelos albergan una gran biodiversidad de organismos, como las raíces de las plantas, la fauna (ej. hormigas, ácaros, lombrices y gusanos redondos) y diversos microorganismos (ej. hongos y bacterias). Los microorganismos del suelo son muy importantes para su funcionamiento ya que llevan adelante muchos de los procesos que allí ocurren. Entre los hongos del suelo se diferencian dos grandes grupos, los de vida libre y los asociados a las raíces de las plantas (micorrizas). Los hongos de vida libre están involucrados en procesos como la mineralización, la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de los nutrientes. Por su parte, las micorrizas (del griego *mycos*: hongo, *rhizo*: raíz) representan una asociación simbiótica mutualista. Esto significa que, en esta asociación, las dos especies involucradas se benefician de la relación, los hongos obtienen productos fotosintéticos (hidratos de carbono) de las plantas,

al mismo tiempo que le aportan mayor acceso al agua y a nutrientes minerales del suelo, e incrementan su tolerancia a estreses bióticos y abióticos.

Los incendios, ya sean naturales o de origen antrópico, representan disturbios frecuentes de los sistemas forestales patagónicos. Estos disturbios tienen efectos directos e indirectos sobre diferentes componentes del ecosistema, como la pérdida de cobertura vegetal y del horizonte orgánico del suelo, cambios en los regímenes de temperatura y humedad del suelo, entre otros. Estos efectos pueden conducir a cambios en las propiedades físico-químicas del suelo (ej. pH, conductividad eléctrica, humedad, temperatura), los cuales a su vez podrían afectar a los microorganismos que lo habitan. Los reportes disponibles a nivel mundial sobre los efectos de los incendios en las comunidades de hongos del suelo son variados, aunque destaca la disminución en su riqueza y diversidad. Además, estos efectos pueden ser mayores en superficie que en profundidad. A nivel local, el conocimiento sobre el impacto de

incendios en las comunidades de hongos del suelo es sumamente escaso, por lo que es necesario su estudio.

### **Incendio forestal en Cuesta del Ternero**

El 24 de enero del 2021 el paraje conocido como Cuesta del Ternero sufrió un incendio de origen antrópico de gran magnitud. Alrededor de 6.600 ha fueron afectadas, muchas ocupadas por bosques de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y matorrales de ñire (*Nothofagus antarctica*). Estas dos especies responden de forma diferente a los incendios, el ñire presenta reproducción principalmente asexual y puede rebrotar luego de incendios. En tanto que el ciprés se reproduce casi exclusivamente por semillas y no rebrota luego de incendios. Además, forman distintos tipos de micorrizas: el ciprés posee micorrizas arbusculares (MA) y el ñire forma ectomicorrizas (EcM). En las MA los hongos penetran en el interior de las células de la raíz, en tanto que en las EcM los hongos se desarrollan principalmente por fuera de la raíz. Por lo tanto, el estudio de formaciones forestales dominadas por cada una de estas especies de árboles aportará información relevante sobre el efecto del incendio en los hongos del suelo, tanto en los de vida libre como en los que forman micorrizas.

Los objetivos de este estudio fueron: i) evaluar el efecto del incendio en el porcentaje de colonización por MA y EcM, y en la diversidad de las comunidades de hongos del suelo y ii) analizar si dicho efecto varía con la profundidad del suelo.

### **Análisis de las comunidades fúngicas del suelo**

En Cuesta del Ternero se definieron cuatro sitios de estudio, considerando la especie arbórea dominante de la formación forestal (ciprés o ñire) y la condición de quemado (quemado o no

quemado). El sitio quemado se seleccionó a menos de 70 metros del sitio no quemado de la misma formación forestal, de modo que las diferencias detectadas puedan atribuirse a los efectos del incendio. En cada sitio de muestro se seleccionaron al azar cinco individuos de cada especie vegetal. En tres puntos alrededor de cada individuo y a dos profundidades distintas, superficial (0-5 cm) y profunda (10-20 cm), se tomaron muestras de suelo y raíces con un sacabocado. Para cada profundidad, las tres muestras tomadas por individuo fueron combinadas y homogeneizadas antes de realizar los análisis. En el laboratorio, todas las muestras fueron tamizadas para separar las raíces del suelo, el cual fue posteriormente secado a temperatura ambiente. Las raíces, por su parte, fueron lavadas con agua corriente y conservadas en congelador (-10 °C). Las raíces provenientes del cipresal fueron teñidas para cuantificar la colonización por MA. Por otro lado, las raíces del ñirantal fueron separadas en dos grupos: i) raíces con EcM (correspondientes a ñire) y ii) raíces sin EcM (raíces correspondientes a especies del sotobosque, que se presume tienen MA). La cuantificación de colonización por MA se realizó en el microscopio. Para la cuantificación de colonización por EcM, primero se definieron los distintos grupos de EcM (según las características de las raíces modificadas exteriormente por el hongo EcM) presentes en cada muestra. Posteriormente, se identificaron estos grupos de EcM por secuenciación. Para analizar los hongos totales del suelo se utilizó una metodología molecular denominada T-RFLP, que permite identificar y cuantificar el número de grupos de hongos presentes en cada muestra de suelo. Tanto para los hongos EcM como para los grupos de hongos totales del suelo se realizaron análisis de diversidad. En estos análisis se estimó el número de grupos de hongos presentes en cada muestra para determinar la

“riqueza”, y luego se calculó la contribución de cada grupo al total de hongos para determinar la “diversidad”.

## Resultados

Ningún factor de estudio (condición de quemado, profundidad) tuvo un efecto significativo sobre la colonización de raíces por MA (Figura 1 A y B); mientras que se identificó una interacción significativa entre estos factores para la colonización de raíces por EcM (Figura 1 C). En este caso, se observó un incremento de la colonización luego del incendio, pero sólo en profundidad. Con respecto al efecto del incendio sobre las comunidades de hongos, se observó en el ñirantal que la riqueza y

la diversidad de hongos EcM y hongos totales del suelo fueron menores en el sitio quemado respecto al no quemado (Tabla 1). Para el cipresal, la diversidad fue mayor en el sitio quemado que en el no quemado, mientras que no hubo efecto de la condición de quemado en la riqueza (Tabla 1). Tanto en el ñirantal como en el cipresal, la profundidad no afectó la riqueza y diversidad de las comunidades de hongos (Tabla 1). La composición de las comunidades de hongos del suelo fue marcadamente diferente entre los sitios quemados y no quemados; mientras que no varió con la profundidad. En la Figura 2 se presenta la diferenciación de las EcM de suelo de ñirantal, mostrando el detalle de dos de los grupos de EcM detectados en la Figura 3.

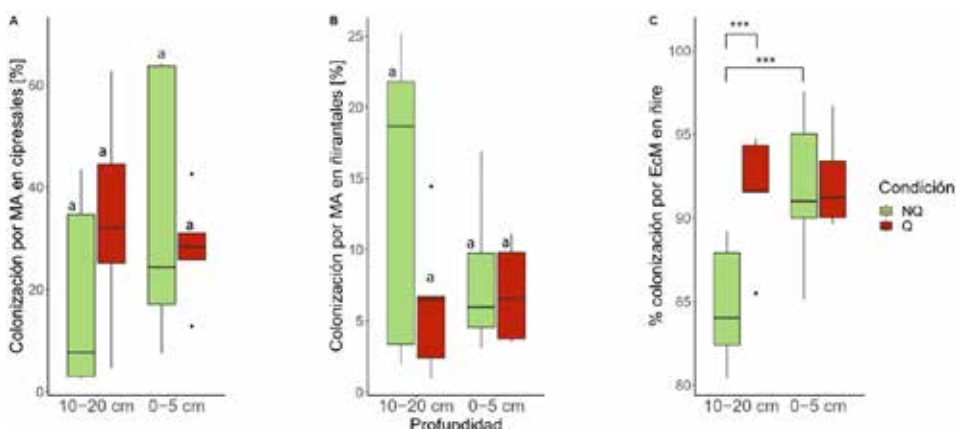


Figura 1: Porcentaje de colonización por micorrizas arbusculares (MA) en A) las raíces cipresal y B) ñirantal, y C) porcentaje de colonización por ectomicorrizas (EcM) en ñire según la profundidad y la condición de quemado (Q) o no quemado (NQ). Diferentes letras significan diferencias estadísticas significativas. Nivel de significancia \*\*\*= <math><0,001</math>; \*\*= 0,001; \* = 0,05; . = 0.1.

Tabla 1: Valores de riqueza y diversidad (estimada por el índice inverso de Simpson) correspondientes a los hongos ectomicorrícicos (EcM) y los hongos totales de los suelos asociados a ñirantal y cipresal, según la condición de quemado (NQ: no quemado; Q: quemado) y la profundidad.

	NQ		Q	
	0-5 cm	10-20 cm	0-5 cm	10-20 cm
<b>Hongos EcM</b>				
Riqueza	5	5	1	2
Diversidad	3,2	3,3	1	1,2
<b>Hongos totales del suelo de ñirantal</b>				
Riqueza	47	45	34	28
Diversidad	12,6	10,1	3,8	5,1
<b>Hongos totales del suelo de cipresal</b>				
Riqueza	36	36	36	46
Diversidad	6,3	7,6	11,1	15,6

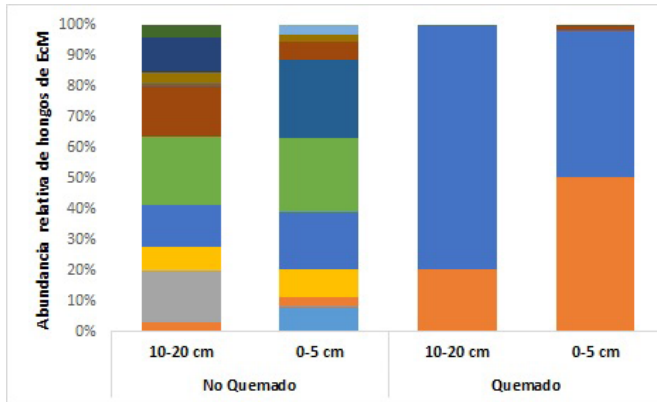


Figura 2: Diferenciación de las comunidades de ectomicorizas EcM en suelos de ñirantal, en función de la condición de quemado y la profundidad. En esta figura cada color representa un hongo formador de EcM, se puede observar que la composición de las comunidades entre los sitios quemados y no quemados se diferencian claramente entre sí.



Figura 3: Ejemplo de grupos de EcM (ectomorfofotipo) encontrados en raíces de ñire (*Nothofagus antarctica*) que diferencian sitios no quemado (A) y quemado (B).

## Discusión y conclusión

Este trabajo demostró que el fuego afectó las propiedades biológicas del suelo, con diferencias según el tipo de formación forestal analizada, y que estas diferencias podrían estar asociadas a los diferentes procesos de recuperación post-fuego.

Los resultados reportados indican que: 1) el incendio tuvo un efecto significativo para casi todas las variables biológicas analizadas (excepto la colonización por MA), 2) la profundidad modula el efecto del incendio sólo en el porcentaje de colonización por EcM y 3) las comunidades fúngicas propias de cada sistema forestal tuvieron respuestas contrastantes frente al incendio, reduciéndose su diversidad en el caso de los ñirantales e incrementándose en el cipresal. Estas diferencias sugieren que las condiciones post-fuego pueden actuar

como agentes selectivos de diferentes grupos de hongos del suelo, los cuales pueden variar entre tipos de formación forestal.

Considerando la importancia de los hongos para las plantas y diferentes procesos ecosistémicos, esto podría tener grandes implicancias en la regeneración natural de las formaciones forestales de estudio y en el ecosistema en general. Los resultados destacan, además, la importancia de llevar a cabo análisis comparativos, que permiten obtener una visión más integral de cómo los disturbios afectan nuestros ambientes naturales (ej. estudiando la respuesta de diferentes especies vegetales frente al mismo disturbio). La falta de efecto de la profundidad en la mayor parte de las variables estudiadas es un interrogante, por lo que será necesario continuar con el estudio de este fenómeno.