



Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina



Area, Cristina

Ciencia y tecnología forestal Argentina / Cristina Area ; Ana María Lupi ; Patricia Escobar ; compilación de Cristina Area ; Ana María Lupi ; Patricia Escobar. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: [descarga y online](#)

ISBN 978-950-692-181-1

1. Bosques Nativos. 2. Biodiversidad. 3. Producción. I. Lupi, Ana María. II. Escobar, Patricia. III. Título.

CDD 634.95

Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina

Editores: REDFOR.ar y ArgentinaForestal.com

Nº Página

Contenidos	5
i. Presentación del libro Comisión de Comunicaciones REDFOR.ar y ArgentinaForestal.com	11
ii. Prólogo Coordinadores REDFOR.ar	13
iii. Revisores de las notas	15
A. La Red de Ciencia y Tecnología Forestal (REDFOR.ar)	19
1. Red Argentina de Ciencia y Tecnología Forestal: Una iniciativa gestada para fortalecer el desarrollo forestal sostenible. Francisco Carabelli y Corina Graciano	21
2. CTIM -REDFOR.ar busca fortalecer el vínculo de investigadores para lograr el desarrollo sustentable del área de tecnología e industrias de la madera a nivel nacional e internacional. Eleana Spavento y Mercedes Refort	27
3. Ciencias Forestales en la REDFOR.ar: El valor de los bosques en términos ambientales, sociales y económicos. CONICET Dialoga - Entrevista a Pablo Villagra y María Cristina Area	33
4. El Observatorio Nacional de Biodiversidad en Plantaciones Forestales y Ecosistemas Asociados. Viviana G. Solís Neffa	39
B. Notas de opinión	45
1. ¿Por qué dos varas para el bosque? Juan H. Gowda	47
2. Los recursos naturales y la doble moral social. Diego R. Broz	53
3. Ambiente y forestaciones. Natalia Fracassi	57
4. La paradoja del Bosque Andino Patagónico. Carlos Guillermo Buduba	61
5. El desafío de científicos y conservacionistas por la transformación de la sociedad y la economía ante el Cambio Climático y la pérdida de biodiversidad. Patricia Escobar, reportaje a REDFOR.ar	65
6. La crisis que pesa sobre la biodiversidad y las funciones y servicios de los ecosistemas de la Tierra pone a la humanidad en riesgo. Consejo Directivo de la Red Argentina de Ciencia y Tecnología Forestal	75

7.	Las plantaciones mediterráneas de Pinus en la Argentina y España: características y debates ambientales. Alejandro Dezzotti	79
8.	La ciencia, la técnica y la gestión, una controversia para el manejo sustentable de los bosques nativos. Luis Chauchard, Javier Grosfeld, Juan Gowda, Hernán Attis Beltrán	87
9.	Análisis, propuestas y metas para alcanzar los desafíos de la gestión forestal sostenible y el desarrollo para una Argentina forestal. Mario Bejarano	93
10.	¿Qué calidad de madera produciremos en el futuro?, un análisis sobre los desafíos de integrar valor adaptativo y tecnológico ante un clima cambiante. Alejandro Martínez Meier, Anne Sophie Sergent, Guillemina Dalla Salda, Gonzalo Caballé, Philippe Rozenberg, María Elena Fernández	101
11.	Las bolsas de supermercado y el ambiente. María Cristina Area	109
12.	Más árboles, menos aire acondicionado. Juan Emilio Bragado	115
13.	La madera es el material constructivo del futuro. Ana Ferraro Kranevitter	119
14.	Pellets de madera: avanzan en un proyecto industrial de energía a partir de la biomasa en la zona sur de Misiones. Graciela Flores	125
15.	Reflexiones para el día después del covid 19. Mario J. Pastorino	131
16.	Ingenieras Forestales: mujeres capaces, audaces y comprometidas con la sustentabilidad. Varias	137
17.	La comunicación en el sector forestal, desde la mirada de las ingenieras forestales. Amalia Lucila Díaz	143
18.	REDSAM: La red temática de sistemas agroforestales de México. Ana Isabel Moreno Calles, José Manuel Palma García, Lorena Soto-Pinto, Jesús Juan Rosales Adame, Vinicio Sosa Fernández, Patricia Montañez Escalante, Micheline Cariño, Rocío Ruenes Morales, Sergio Moctezuma Pérez y Wilfrido López Martínez	149
C.	Notas técnicas	157
C. 1.	Tecnología	159
1.	La importancia de los sellos de calidad para la madera. Ciro Mastrandrea	161
2.	Covid 19: El sector maderero puede aportar rápidamente módulos sanitarios trasladables. Martín Sánchez Acosta, Ciro Mastrandrea, Matías Martínez	165

3.	Biotecnología: avanzan en estudios de análisis de ADN en árboles para asistir a las actividades forestales y frutales. Susana N. Marcucci Poltri, María C. Martínez, Natalia C. Aguirre, Pamela V. Villalba, Cintia V. Acuña, Martín N. García, Juan G. Rivas, Horacio E. Hopp	175
4.	¿Colabora la técnica de espectroscopía de infrarrojo cercano en el control del tráfico ilegal de la madera de Palo santo? Vanina Chifarelli y Juana G. Moglia	181
5.	Herramientas para la estimación de las reservas de carbono en bosques nativos del Espinal. Silvana Sione, Silvia Ledesma, Javier Rosenberger y José Oszust	187
C. 2.	Ambiente	195
1.	Sistemas de monitoreo a largo plazo, una deuda para la conservación y manejo de los bosques nativos. Julieta Carilla, Agustina Malizia, Cecilia Blundo, Sergio Ceballos, Oriana Osinaga Acosta, Romina Fernández, Ricardo Grau, Ma. Genoveva Gatti, Guillermo Martínez Pastur, Dante Loto, Pablo Villagra y Paula Campanello	197
2.	Los suelos forestales: un componente climáticamente inteligente del sistema productivo. A. Lupi, R. Romaniuk, H. Steinbach, C. Álvarez, V. Cosentino, H. Korsakov, E. Ciarlo	203
3.	La Ecología Funcional, una herramienta de manejo forestal. Sabrina Rodríguez, Paula Campanello, Laureano Oliva Carrasco, Guillermo Goldstein, Sandra Bucci	209
4.	El Cambio Climático en los bosques. Pablo Luis Peri	215
5.	Las plantaciones de eucalipto no solo producen madera, también almacenan carbono. María de los Ángeles García	219
6.	La invasión del castor en Tierra del Fuego: Una amenaza para la industria forestal y la conservación. Guillermo Martínez Pastur, Alejandro Huertas Herrera, Mónica Toro Manríquez, María Vanessa Lencinas	225
7.	Forestación en pastizales de la llanura pampeana: el rol del manejo forestal y la selección de especie en el proceso de salinización secundaria de suelo. Germán M. Milione, Javier E. Gyenge	231
8.	Forestaciones y biodiversidad en Argentina: mitos y realidades. Gustavo A. Zurita	237
9.	Los bosques como reguladores del ciclo del agua para disminuir los riesgos de inundaciones. Sabrina A. Rodríguez y María Isabel Delgado	243
10.	El fuego en los ecosistemas de Córdoba. María Victoria Vaieretti, María Poca, María Lucrecia Lipoma	251

11.	El reemplazo del bosque por monocultivos de pino modifica el microbioma del suelo en Misiones. Carolina Paola Trentini, Paula Inés Campanello	257
12.	Variables ambientales y de origen humano que determinan el consumo de metano en los suelos de los bosques. Gabriel Gatica, Javier Gyenge, Ma. Elena Fernández, Ma. Paula Juliarena	263
C. 3.	Gestión, producción y manejo	271
1.	Plantaciones forestales mixtas: una alternativa productiva y generadora de servicios ambientales. Flavia Olguin, Corina Graciano, Juan Goya	273
2.	Araucaria angustifolia: un gigante de la selva misionera que se encuentra bajo una iniciativa de manejo, conservación y mejora en el INTA. María Elena Gauchat, Ector Belaber, Martín Pinazo, Cristian Rotundo y Hugo Fassola	279
3.	Investigadores del INTA logran avances promisorios en el control biológico de la avispa de la agalla, la mayor plaga del eucalipto, mediante el aprovechamiento de un "biocontrolador" de aparición espontánea. Andrea Andorno, Carmen Hernández, Edgar Eskiviski, Sergio Ramos	287
4.	Bambú: una alternativa productiva? Diego Broz, Hernán Sosa, Juan Carlos Camargo, Christian Bulman, Silvia Korth, Ignacio Gutierrez	293
5.	Aptitud forestal del NOA (Jujuy, Salta y Tucumán) y Red de Ensayos Forestal Adaptativos (REFA) con especies exóticas y algunas nativas. Flavio Cesar Speranza y Ezequiel Diego Balducci	299
6.	Parcelas permanentes en la región del Chaco: una cuestión de tiempo. Publio Araujo, Marta C. Iturre, Marta P. Rueda, Carla V. Rueda	305
7.	Investigación demuestra mayor productividad según la calidad de sitio de plantaciones de algarrobo en Santiago del Estero. María Gracia Senilliani, Miguel Brassiolo	311
8.	Estrés calórico en bovinos y los sistemas silvopastoriles: experiencias que aportan a evaluar las condiciones ambientales y determinar los riesgos y beneficios. Diego Nicolas Bottegal	317
9.	¿Cuánta superficie debería ser plantada con algarrobo en Santiago del Estero para abastecer la demanda actual de la industria local maderera? Guillermo Merletti, Adriana Gómez, Gonzalo de Bedia.	323
10.	Sistemas silvopastoriles en Río Negro: "Una oportunidad emergente en el Valle de Conesa". Atilio Segura y Adrián Nuñez	329
11.	La Responsabilidad Social Empresaria en la Actividad Forestal. Beatriz Reitano	337

12.	Clones de Eucalipto: ¿un capricho o una valiosa herramienta para la silvicultura de precisión? Gustavo Pedro Javier Oberschelp, Leonel Harrand	243
13.	Cómo puede mejorar la gestión de la sanidad de las forestaciones en la provincia de Chubut. Verónica Olivo Mainetti, Cecilia Gomez y Francisco Carabelli	351
14.	Servicios ecosistémicos: en la búsqueda de bosques de Nothofagus con altos valores de conservación en Patagonia Sur. Yamina Micaela Rosas, Josela Carrasco, María Vanessa Lencinas, Guillermo Martínez, Pastur, Pablo Peri, Anna M. Pidgeon, Natalia Politi, Sebastián Martinuzzi, y Leonidas Lizagarra	357
15.	En busca del manejo sustentable de los algarrobales del monte. Juan A. Alvarez y Pablo Villagra	363
C. 4.	Valorización	369
1.	La industria de base forestal más allá de la madera y el mueble. María Cristina Area	371
2.	Conservación por el uso en nuestros bosques nativos: ¿una utopía teórica o una oportunidad productiva? Pablo E. Villagra, Norma Hilgert, Daily García, Juan A. Alvarez, Melina Chamorro, Gustavo Marino	375
3.	#FuentesRenovables: Bioplásticos 2G a partir de residuos lignocelulósicos. Nanci Ehman, María Cristina Area	383
4.	Innovación: fibras textiles de madera. María Evangelina Vallejos y María Cristina Area	389
5.	Valor de los servicios ecosistémicos de los bosques nativos. Miguel Sarmiento	395
6.	La "mikuna" una especie nativa del NOA como producto no maderable de las Yungas de Tucumán. Silvia Radice, Samuele Pedrazzani, Miriam Arena, Edgardo Giordani	401
7.	El Arándano negro o "Mirtillo nero" del Apenino Toscano (Italia): un recurso forestal no maderable, espontáneo y con alto valor nutricional. E. Giordani, S. Radice	407
8.	El cultivo de pecán en la Argentina. Enrique Alberto Frusso	413
9.	Una mirada a la cadena de valor de la producción de carbón de madera en Argentina. Gonzalo Rafael de Bedia y Milton Fernando Gomez	419

C. 2. 11.

EL REEMPLAZO DEL BOSQUE POR MONOCULTIVOS DE PINO MODIFICA EL MICROBIOMA DEL SUELO EN MISIONES

Fecha de publicación: 11/11/2020

<https://www.argentinaforestal.com/2020/11/11/el-reemplazo-del-bosque-por-monocultivos-de-pino-modifica-el-microbioma-del-suelo-en-misiones/>



Carolina P. Trentini

Becaria postdoctoral de CONICET en el Laboratorio de Ecología Forestal y Ecofisiología (LEFE) en el Instituto de Biología Subtropical (IBS) nodo Iguazú (CONICET- Universidad Nacional de Misiones -UNaM), docente colaboradora en la cátedra de Microbiología Agrícola en la Facultad de Ciencias Forestales (FCF, UNaM, Eldorado).



Paula I. Campanello

Investigadora del CONICET en el Centro de Estudios Ambientales Integrados (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco –UNPSJB-, Esquel) y profesora en la Facultad de Ingeniería, UNPSJB. Durante el desarrollo de los estudios su lugar de trabajo era el LEFE (IBS nodo Iguazú).

¿Qué son y qué función cumplen los microorganismos del suelo?

Los microorganismos del suelo (hongos, bacterias y arqueas) tienen un rol crucial en muchos procesos como el ciclo de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica. Los procesos microbianos están influenciados por la calidad y cantidad de residuos de plantas (por ejemplo, la hojarasca, las ramas, el barbecho postcosecha) que se incorporan al suelo, así como por las condiciones ambientales del sitio (temperatura, humedad, radiación solar). Los hongos, al presentar una amplia capacidad enzimática, son capaces de descomponer materiales complejos como la lignina por lo que, en general, son más abundantes en ecosistemas forestales (**Figura 1**), mientras que las bacterias usan compuestos más fácilmente digeribles. En ambos casos a través de la generación de proteínas, como glomalina, o el desarrollo de biofilms son capaces de crear microagregados que mejoran la estructura del suelo. Estas características contribuyen al desarrollo vegetal ya que, mediante los procesos mencionados, solubilizan y disponibilizan nutrientes, al mismo tiempo que pueden actuar como promotores del crecimiento, y en la protección contra patógenos. Estas interacciones resultan en una relación muy estrecha entre plantas y microorganismos que se desarrolla principalmente en el espacio alrededor de la raíz o rizósfera. En algunos casos se forman asociaciones muy específicas con hongos en el interior de la raíz denominadas micorrizas, o con bacterias formando nódulos capaces de fijar nitrógeno atmosférico. Estas asociaciones contribuyen al desarrollo exitoso de las plantas y en algunos casos son determinantes para su supervivencia. De manera equivalente al espacio de la rizósfera, en los primeros centímetros del suelo también se concentra una alta diversidad de microorganismos principalmente asociados a la degradación de materia orgánica que posteriormente va a formar parte de la biomasa de micro, meso y macroorganismos del suelo, a la vez que otros compuestos pueden estabilizarse formando parte del humus, o bien pueden volver a ser absorbidos por las plantas. Este ciclo es esencial para fijar carbono y otros elementos en el sistema y evitar la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera, a mismo tiempo que contribuye al desarrollo biológico y mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas.

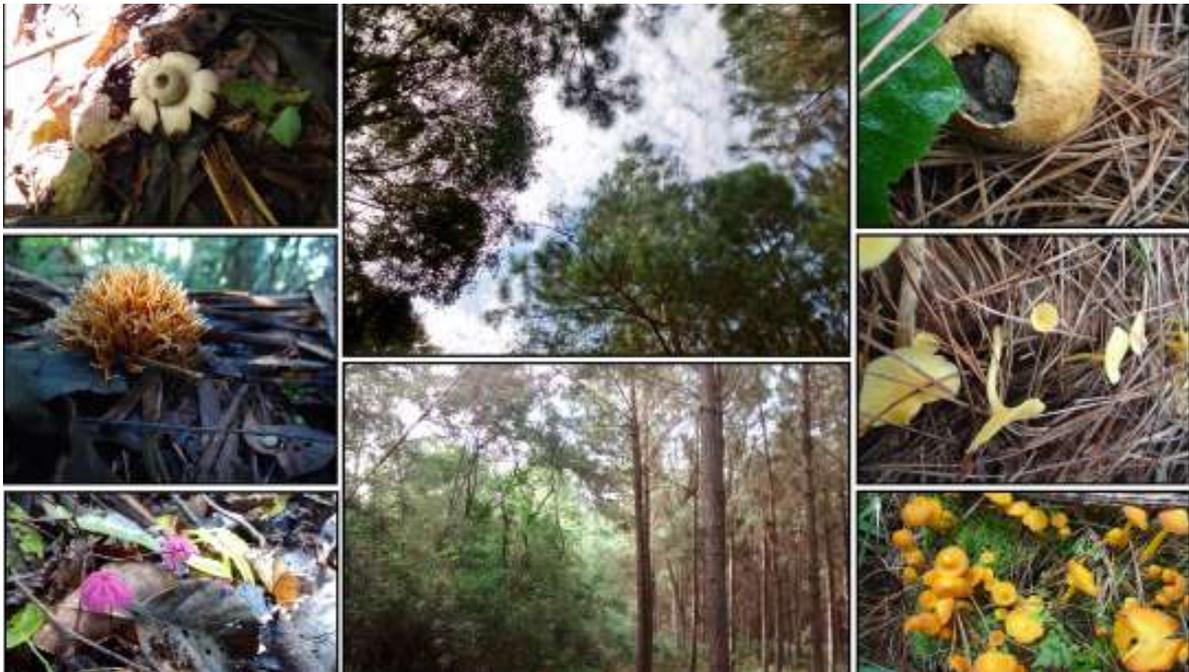


Figura 1. Imágenes de diferentes ejemplares de hongos fructificando en bosque nativo (izq.) y en plantaciones de pino (der.).

¿Qué ocurre cuando reemplazamos ecosistemas diversos por sistemas productivos simplificados?

El reemplazo de bosques naturales por sistemas productivos genera efectos visibles en la estructura y biodiversidad vegetal, y son especialmente evidentes en bosques como los de Misiones, que presentan una alta riqueza de especies. Sin embargo, los efectos sobre lo que ocurre por debajo de la superficie del suelo son menos perceptibles y más aun cuando hablamos de las cientos y miles de especies de hongos y bacterias, respectivamente, que coexisten en el suelo y que son invisibles a simple vista. Algunos manejos que promueven el desarrollo de la vegetación nativa (por ejemplo, el raleo en plantaciones forestales) (Figura 2) pueden mejorar los procesos del suelo en ecosistemas simplificados.

La composición y riqueza de microorganismos del suelo varía ampliamente entre ecosistemas y, a su vez, estas comunidades pueden verse afectadas en diferente intensidad como consecuencia de los usos del suelo. La diversidad microbiana del suelo va a ser determinante en la resistencia y resiliencia del sistema a cambios tanto locales (uso del suelo) como globales (por ejemplo, cambio climático). En ecosistemas diversos hay en general más de una especie capaz de realizar un mismo proceso en el suelo, por lo que aumenta la probabilidad de que exista un organismo capaz de adaptarse a las nuevas condiciones.

Se estima que sólo se conoce una muy pequeña proporción de la diversidad microbiana del suelo debido en gran parte a que la mayoría de los microorganismos no pueden cultivarse en laboratorio. El desarrollo de técnicas que implican la secuenciación de los ácidos nucleicos presentes en una muestra de suelo nos permite caracterizar las comunidades microbianas de un gran número de ambientes, brindando información tanto de la diversidad de especies como de la diversidad funcional, sin requerir del aislamiento y cultivo de los microorganismos.

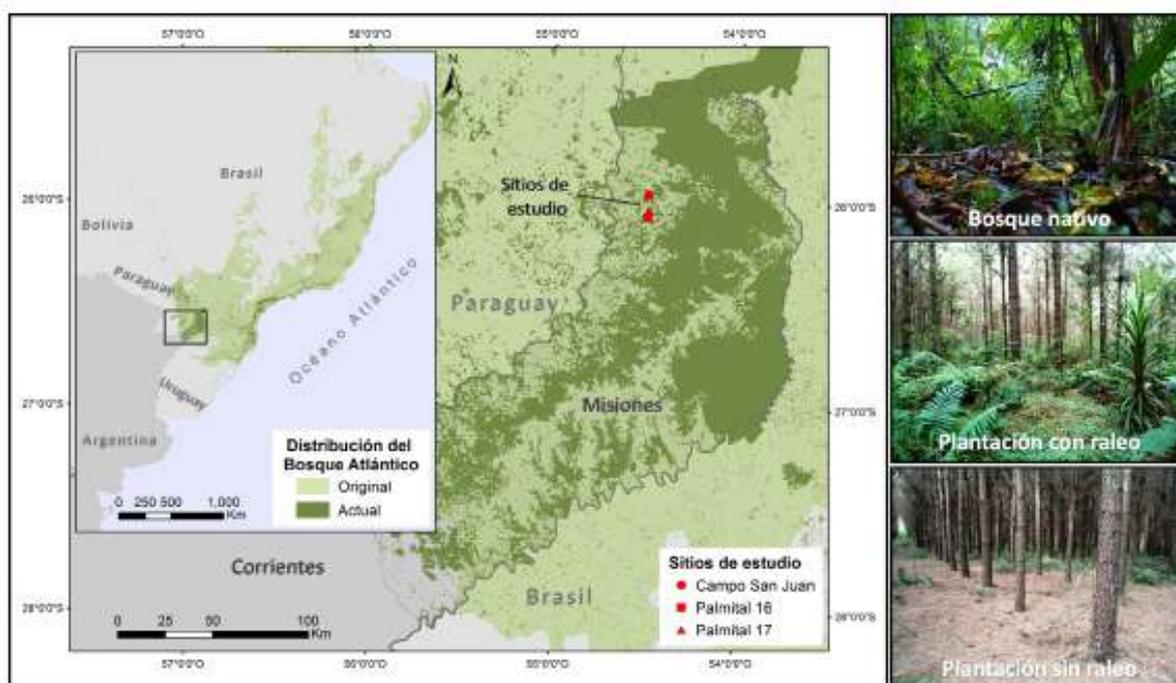


Figura 2. Área de bosque nativo y plantaciones de *Pinus taeda* con y sin raleo donde se realizaron estudios del microbioma del suelo. Se muestra el detalle de la distribución original y actual del Bosque Atlántico.

Las comunidades microbianas de los suelos en Misiones: efectos del reemplazo del bosque por plantaciones de pinos

Pese a que Misiones es la provincia con mayor biodiversidad de Argentina, las comunidades microbianas presentes en sus suelos han sido escasamente estudiadas, por lo que no se conocen las consecuencias del reemplazo de bosques o de diferentes manejos sobre las mismas. Las plantaciones de pino son uno de los usos del suelo más extendidos en el norte de esta provincia, y estudios previos confirman que su establecimiento y desarrollo altera la estructura del suelo, al incrementar la compactación, aumentar la temperatura y cambiar drásticamente la composición de detritos, al mismo tiempo que disminuye el contenido de agua. En un estudio recientemente publicado en *Frontiers of Terrestrial Microbiology*, en el que empleamos técnicas de secuenciación de alto rendimiento observamos que todos estos cambios en conjunto con la disminución en el contenido de materia orgánica en el suelo, el incremento en el pH, y la disminución en algunos nutrientes como nitrógeno y cationes, especialmente magnesio y potasio, generan importantes cambios en las comunidades de hongos y bacterias del suelo. Por ejemplo, el phylum Acidobacteria, grupo de organismos adaptados a suelos ácidos, incrementa su abundancia relativa en plantaciones de pino respecto al bosque nativo. Este grupo presenta estrategias de obtención de energía asociadas a sustratos más difíciles de degradar y en condiciones donde el contenido de agua del suelo es menor. En contraparte, aquellos grupos de bacterias, como las Proteobacterias, que degradan sustratos más lábiles (es decir, fácilmente degradables) se ven fuertemente afectados en los pinares.

Un aspecto importante que aparece en este estudio es la fuerte relación que existe entre las comunidades del suelo y la vegetación. En el caso de los hongos, la respuesta más impactante en las plantaciones fue el incremento de varios géneros que pertenecen a un tipo de micorrizas denominados ectomicorrizas. Las micorrizas en la naturaleza se dividen en dos grandes grupos: las endomicorrizas y las ectomicorrizas. Se diferencian principalmente por el lugar en donde se produce el intercambio de nutrientes, dentro y fuera de las células de la raíz, respectivamente. Las asociaciones de tipo ectomicorrízica se generan con el 10% de las especies de plantas (entre las que se encuentran los pinos), mientras que las endomicorrizas son asociaciones que se dan con el 85% de las especies vegetales. Estas últimas han sido registradas en estudios previos en especies nativas del Bosque Atlántico mientras que las ectomicorrizas no, y tampoco fueron detectadas en las muestras de suelo en bosques naturales situadas al lado de plantaciones forestales en este estudio. Las ectomicorrizas están íntimamente relacionadas al desarrollo exitoso de los pinos y la especie más abundante registrada en el estudio fue *Russula pectinatoides*, que alcanzó el 15% del total de secuencias muestreadas en el suelo bajo plantaciones. Esta especie junto con otros géneros de ectomicorrizas: *Tylospora*, *Laccaria*, *Rhizopogon*, *Tomentella*, y *Scleroderma* dominaron la comunidad de hongos del suelo en detrimento, por ejemplo, de especies de los géneros *Myxocephala*, *Calonectria*, *Humicola*, *Chloridium*, *Metacordyceps* y *Staphylotrichum*, las que se asocian a plantas nativas por ser endófitas, es decir, que viven dentro de especies vegetales sin generar daño, o relacionadas a su rizósfera, o incluso han sido catalogadas como controladoras biológicas de algunas plagas. La ausencia de plantas nativas es lo que posiblemente esté afectando la abundancia de estos géneros dentro de los pinares, sobre todo en plantaciones de alta densidad y sin raleo. Como consecuencia, en las plantaciones observamos una importante disminución de la diversidad de hongos en el suelo.

El desarrollo de la vegetación nativa en plantaciones raleadas mejora la funcionalidad edáfica

Algunos manejos forestales, como el raleo, promueven el desarrollo de la vegetación nativa en el sotobosque, como consecuencia fundamentalmente del aumento de la radiación solar. El aumento de la diversificación del sotobosque sumado, posiblemente a la menor superficie de rizósfera del pino tienen consecuencias en las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. Sin bien, las comunidades en las parcelas raleadas estudiadas se asemejaron mucho más a los pinares sin raleo que a los bosques naturales, la tendencia de estos cambios en la mayoría de los casos es consistente e indica que este manejo contribuye a la restauración de algunas características del suelo. Aunque el raleo parece no contrarrestar plenamente los cambios en las comunidades microbianas del suelo, podría producirse una recuperación parcial de los microorganismos del suelo y, en consecuencia, de sus funciones ecosistémicas asociadas al final del ciclo de rotación, si los manejos se enfocan en promover el desarrollo de especies nativas en el sotobosque.

Financiamiento: Este estudio fue financiado por la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) a través del Proyecto de Investigación Aplicada (PIA 14074). El proyecto fue apoyado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) mediante una beca postdoctoral y el financiamiento parcial para realizar una pasantía científica en la ETH Zürich, Suiza. La Biblioteca del ETH Zürich cubrió los gastos de publicación de libre acceso.

Agradecimientos: A la empresa forestal Pindo SA y a Hugo Reis por apoyar el proyecto y dar permiso y facilidades para llevar a cabo todo el experimento en sus plantaciones; al Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables (MEyRNR) por permitir la toma de muestras en la provincia; a Oscar Lezcano por el apoyo logístico durante el trabajo de campo; a Yamil Di Blanco y Lucía Cariola por el apoyo en el diseño de mapas; a la ETH Zürich por proporcionar las instalaciones y la asistencia de capacitación para realizar los análisis bioinformáticos y estadísticos.

Trabajo original: Trentini, C. P., Campanello, P. I., Villagra, M., Ferreras, J., & Hartmann, M. (2020). Thinning partially mitigates the impact of Atlantic Forest replacement by pine monocultures on the soil microbiome. *Frontiers in microbiology*, 11, 1491.

