

**XXVIII**  
**Congreso**  
**Argentino**  
**de la Ciencia**  
**del Suelo**

**Buenos Aires 2022**



*Suelos saludables,  
sustento de la sociedad y el ambiente*

# **ACTAS Tomo 5**

**Mesas Redondas**

**Plenarios**

**Ponencias**

**Simposios**

ISBN: 978-987-48396-7-1

**XXVIII**  
Congreso  
Argentino  
de la Ciencia  
del Suelo  
Buenos Aires 2022



# XXVIII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente*

**RESÚMENES DE MESAS REDONDAS, PLENARIOS,  
PONENCIAS Y SIMPOSIOS**

## **Coordinadores**

MARIO CASTIGLIONI

PATRICIA FERNÁNDEZ

SEBASTIÁN VANGELI

15 al 18 de noviembre de 2022

Buenos Aires – Argentina

**Organizado por**



Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo : Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente / coordinación general de Mario Castiglioni ; Patricia Fernández ; Sebastián Vangeli. - 1a edición especial - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - AACS, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48396-7-1

1. Biología del Suelo. 2. Conservación del Suelo. 3. Contaminación del Suelo. I. Castiglioni, Mario, coord. II. Fernández, Patricia, coord. III. Vangeli, Sebastián, coord. IV. Título.

CDD 631.407

Los trabajos de investigación, presentados al XXVIII CACS como resúmenes y como trabajos expandidos aquí publicados, fueron sometidos a evaluación por pares. Los compiladores no asumen responsabilidad alguna por eventuales errores tipográficos u ortográficos, por la calidad y tamaño de los gráficos, ni por el contenido de las contribuciones. Los trabajos de investigación se publican en versión online tal como fueron enviados en soporte informático por parte de los respectivos autores, con leves adaptaciones de sus formatos, con la finalidad de conferirles uniformidad entre ellos, de acuerdo con las normas previamente establecidas. La mención de empresas, productos y o marcas comerciales no representa recomendación preferente del XXVIII CACS-2022.

## COMISIÓN DIRECTIVA DE LA AACS

**Presidente:** Mario Castiglioni

**Vicepresidente:** María Rosa Landriscini

**Secretario:** Raúl Cáceres Díaz

**Prosecretaria:** María Basanta

**Tesorero:** Osvaldo Barbosa

**Protesorero:** Daniel Riscosa

**Secretaria de Actas:** Patricia Carfagno

**Miembros Vocales Titulares:**

Mirta García (Coordinadora Comisiones Científicas)

Diego Cosentino

Sebastián Vangeli

Guillermo Studdert

**Miembros Vocales Suplentes:**

Alicia Irizar

Carolina Sotomayor

María Victoria Cremona

Silvia Imhoff

**Revisores de Cuentas:**

Marcos Bongiovanni

Federico Paredes

**COMISIÓN ORGANIZADORA**  
**XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo**

**Presidenta:** Carina Álvarez (FAUBA)

**Vicepresidenta:** Patricia Carfagno (INTA)

**Secretarias:** Haydée Steinbach / Helena Rimski Korsakov (FAUBA)

**Tesoreros:** Federico Gómez / Mariela Echeverría (FAUBA)

**Secretaria de Actas:** María Marta Caffaro (FAUBA/CONICET)

**Gestión de Contribuciones y Sesiones:**

Mario Castiglioni (FAUBA)

Patricia Fernández (FAUBA/CONICET)

Filipe Behrends Kraemer (FAUBA/CONICET)

Sebastián Vangeli (FAUBA/INTA)

Federico Fritz (FAUBA/CREA)

**Vocales:**

Héctor Morrás (INTA/USal)

Luis Wall (UNQ/CONICET)

María Fernanda González Sanjuan (Fertilizar)

Celio Chagas (FAUBA)

Mónica Barrios (UNLZ)

Julieta Irigoin (INTA/UNLu)

Daiana Sainz (INTA/FAUBA)

Virgina Bonvecchi (UNLu)

Marcos Petrasek (UNLu)

Miguel A. Taboada (FAUBA/Carbon Group Agro-Climatic Solutions)

Raúl Lavado (FAUBA)

**Comunicación visual y edición:** Djasmine Deluca Alfano

## **NOMINA REVISORES DE RESUMENES TRABAJOS EXPANDIDOS Y SELECCIÓN PARA SU PRESENTACIÓN**

Javier de Grazia

Haydée Steinbach

Julieta Irigoin

Marcos Petrasek

Luis Wall

Bárbara Mc Cormick

Virginia Bonvecchi

Johanna Ramírez

Ana Beatriz Wingeyer

Celio Chagas

Luis Lozano

Walter Carciochi

Liliana Suñer

Juan Manuel Martínez

Josefina Zilio

Nicolás Stahringer

Mónica Barrios

Maximiliano Eiza

Oscar Bravo

Lucas Moretti

Miriam Presutti

Cristina Angueira

Cecilia Videla

Dorkas Andina

Gabriela Fernández

Laura Diez Yarade

Helena Rimski Korsakov

Patrocinan

**BUNGE**

**AMAUTA**

 **Timac AGRO**

 **COFCO INTL  
FERTILIZANTES**

 **Bolsa  
de Cereales**

 **PROFERTIL**  
Vida para nuestra tierra

 **Recuperar**  
S.R.L.

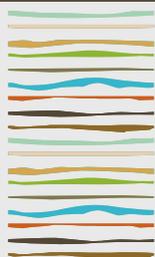
 **TECNOAGRO**  
TECNOLOGIA AGROPECUARIA

 **EUROCHEM**  
EMERGER FERTILIZANTES

 **instrumentalia**

Agradecemos el aporte económico de FONCyT - Agencia I+D+i Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, RC-2021-00062

 **Agencia I+D+i**  
Agencia Nacional de Promoción  
de la Investigación, el Desarrollo  
Tecnológico y la Innovación



## TABLA DE CONTENIDOS TOMO 5

<b>MESAS REDONDAS</b>	<b>1817</b>
<b>Brechas de rendimiento y salud del suelo</b>	<b>1818</b>
<b>LA BRECHA DE NUTRIENTES EN ARGENTINA</b> Monzón, J.P. <sup>1</sup>	<b>1819</b>
<b>BRECHAS DE RENDIMIENTO Y SALUD DEL SUELO: NUTRIENTES Y MAS</b> García, F.O. <sup>1,2*</sup> , N.I. Reussi Calvo <sup>2,3</sup>	<b>1820</b>
<b>SALUD DEL SUELO Y BRECHA DE RENDIMIENTOS</b> Imhoff, S.C. <sup>1</sup>	<b>1822</b>
<b>Agroecología</b>	<b>1823</b>
<b>LA VIDA DEL SUELOS, EJE CENTRAL DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA</b> Cittadini, R. <sup>1</sup>	<b>1824</b>
<b>LAS METODOLOGÍAS EN LA TRAMA AGROECOLÓGICA</b> Gallardo, N.L. <sup>1</sup>	<b>1825</b>
<b>Avance en la Cartografía Digital de Suelos</b>	<b>1826</b>
<b>APLICACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA E INDICADORES DE CALIDAD DE SUELOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOTES</b> Aciar L.M. <sup>1</sup> <sup>1827</sup>	<b>1827</b>
<b>MAPAS GLOBALES DE ESTADO Y BALANCE DE NUTRIENTES DEL SUELO - GSNMAP</b> Angelini, M.E. <sup>1*</sup> , I. Luotto <sup>1</sup> , C. Thine Omuto <sup>1</sup> , Y. Yigini <sup>1</sup> , R. Vargas <sup>1</sup>	<b>1828</b>
<b>EXPERIENCIAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA EN LA GENERACIÓN COLABORATIVA DE INFORMACIÓN DIGITAL DEL SUELO</b> Córdoba, M. <sup>1,2</sup> , M. Piumetto <sup>3</sup> , H. Morales <sup>3</sup> , Alvarez C. <sup>4</sup>	<b>1829</b>
<b>Biología "Salud del Suelo"</b>	<b>1830</b>
<b>RECUPERACIÓN DE SUELOS POROTEROS A PARTIR DEL USO DE CULTIVO DE SERVICIOS: SU MEDICIÓN E IMPACTO EN LA SALUD DEL SUELO</b> Abán, C.L. <sup>1,2*</sup> , Larama, G. <sup>3,4</sup> , Ducci, A. <sup>1,2</sup> , Huidobro J. <sup>2</sup> , Vargas-Gil, S. <sup>5</sup> , Pérez-Brandan C. <sup>1,2</sup>	<b>1831</b>



<b>ANÁLISIS DE HONGOS DEL SUELO Y SALUD DE AGROECOSISTEMAS</b>	<b>1832</b>
Faggioli, V.S. <sup>1*</sup> , M. Maury <sup>1</sup> , C. Lorenzon <sup>1</sup> , V. Nishinakamasu <sup>2</sup> , M. Muñoz <sup>2</sup> , P. Vera <sup>2</sup> , A. Puebla <sup>2</sup> , M. Farber <sup>2</sup> , N. Paniego <sup>2</sup> , M. Rivarola <sup>2</sup> , S. Bacigaluppo <sup>3</sup> , F. Salvagiotti <sup>3</sup>	
<b>ANÁLISIS DE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS COMO INDICADORES DE SALUD DEL SUELO</b>	<b>1833</b>
Gabbarini, L.A. <sup>1,2</sup> ; Covelli, J.M. <sup>2</sup> ; Wall, L.G. <sup>2</sup>	
<b>Cruzada para detener la pérdida de nuestro suelo</b>	<b>1834</b>
<b>EROSIÓN HÍDRICA UNO DE LOS MAYORES PROCESOS DE DEGRADACIÓN ¿SE ENCUENTRA EN LA AGENDA ARGENTINA?</b>	<b>1835</b>
Carfagno Patricia <sup>1</sup> & Sainz Daiana <sup>1,2</sup>	
<b>AVANCES EN EL ESTUDIO Y CONTROL DE LA EROSIÓN EÓLICA EN ARGENTINA</b>	<b>1836</b>
Colazo, J.C. <sup>1,2</sup>	
<b>¿QUE NOS FALTA PARA DETENER LA PÉRDIDA DE SUELO?</b>	<b>1837</b>
Gvozdenovich, J.J. <sup>1,2</sup>	
<b>Dinámica de las fracciones orgánicas para una producción sostenible desde los residuos orgánicos al suelo</b>	<b>1838</b>
<b>DINÁMICA DE FRACCIONES ORGÁNICAS DEL SUELO EN SECUENCIAS DE CULTIVOS INTENSIFICADAS</b>	<b>1839</b>
Fontana, M.B. <sup>1</sup> , L.E. Novelli <sup>1,2,3,*</sup> , M.A. Sterren <sup>1</sup> , W.G. Uhrich <sup>1</sup> , S.M. Benintende <sup>1</sup> , P.A. Barbagelata <sup>1,2</sup>	
<b>DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO: IMPORTANCIA DE LAS RAÍCES, LA RIZODEPOSICIÓN Y LAS FRACCIONES</b>	<b>1840</b>
Piñeiro, G. <sup>1,2</sup> , S. H. Villarino <sup>3</sup> , O. Pinto, P <sup>1</sup> . Berenstecher <sup>1,5</sup> .	
<b>Estrategias para mitigar emisiones de óxido nitroso desde suelos del sector agropecuario</b>	<b>1841</b>
<b>ADICIÓN DE UN INHIBIDOR AL EFLUENTE LÍQUIDO DE TAMBO PARA MITIGAR LA EMISIÓN DE N<sub>2</sub>O</b>	<b>1842</b>
Cosentino, V. <sup>1,2</sup> , Romaniuk, R. <sup>1</sup> , Mortola, N. <sup>1</sup> , Otero Estrada, E. <sup>1</sup> , Martinek, N. <sup>3</sup> , Beltran, B. <sup>1</sup> , Costantini, A. <sup>1,3</sup> , Imohff, S. <sup>4</sup> y Taboada, M. <sup>3</sup>	
<b>EFFECTO DE LA FECHAS DE SIEMBRA Y TERMINACIÓN DE CULTIVOS DE SERVICIO PARA MITIGAR EMISIONES DE N<sub>2</sub>O</b>	<b>1843</b>
Petrasek, M.R. <sup>1,2</sup> , G. Piñeiro <sup>3</sup> , V. Bonvecchi <sup>2</sup> , L. Yahdjian <sup>3</sup>	
<b>MITIGACIÓN DE EMISIONES DE N<sub>2</sub>O EN SISTEMAS AGRICOLAS PAMPEANOS</b>	<b>1844</b>
Vangeli, S. <sup>1,2</sup> , Posse, G <sup>1</sup>	



<b>Flujo preferencial del agua (mecanismos, formas de determinación y algunos casos de estudio)</b>	<b>1845</b>
<b>TÉCNICAS DE CAMPO Y SIMULACIÓN NUMÉRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA POROSIDAD DEL SUELO</b> Carbajo, M.B. <sup>1,2,*</sup> , L.E. Scherger <sup>1,2</sup>	<b>1846</b>
<b>MOLISOLES DEL CENTRO DE SANTA FE: LA TRAMA POROSA Y EL MOVIMIENTO DEL AGUA</b> Ghiberto, P. <sup>1,*</sup>	<b>1847</b>
<b>CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA SUPERFICIE DE BIOPOROS DE LOMBRIZ USANDO TÉCNICAS DE MINI-INFILTRACIÓN</b> Villarreal, R. <sup>1,2,*</sup> ; L.A. Lozano <sup>1,2</sup> ; M.P. Salazar <sup>1,2</sup> ; N.G. Polich <sup>1,2</sup> ; G.L. Bellora <sup>1</sup> ; C. Miguel; R.H. Ellerbrock <sup>4</sup> ; H.H. Gerke <sup>4</sup> , C.G. Soracco <sup>1,2</sup>	<b>1848</b>
<b>La relación suelo-planta en ambientes salinos</b>	<b>1849</b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA POR EL CULTIVO DE MAÍZ EN SUELOS CON HORIZONTES NÁTRICOS: IMPACTO DE LA SODICIDAD SOBRE LA PROFUNDIZACIÓN DE LAS RAÍCES</b> Garello, F.J. <sup>1,2*</sup> , E.M. Melani <sup>1</sup> , E.L. Ploschuk <sup>2</sup> , M.A. Taboada <sup>2</sup>	<b>1850</b>
<b>LOS HONGOS MICORRIZICOS AMORTIGUAN EL STRESS POR SALINIDAD</b> Godeas A.M. <sup>1</sup>	<b>1851</b>
<b>CRECIMIENTO Y FUNCIONALIDAD DE RAÍCES EN SUELOS SALINOS Y ALCALINOS: LIMITACIONES HÍDRICAS, QUÍMICAS Y FÍSICAS</b> TALEISNIK, E. <sup>1,2,3</sup>	<b>1852</b>
<b>Las dimensiones social y técnica en el tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios e institucionales</b>	<b>1853</b>
<b>INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN Y NORMAS DEL COMPOSTAJE MUNICIPAL: AVANCES Y CONTRADICCIONES</b> Mazzarino, M.J. <sup>1,*</sup> , P. Satti <sup>1</sup>	<b>1854</b>
<b>COMPOSTAJE COMUNITARIO: EXPERIENCIAS EN ARGENTINA</b> Silbert Voldman, V. <sup>1</sup> , Natan P. C. <sup>2</sup>	<b>1855</b>
<b>Uso de recursos orgánicos en la producción agrícola impacto en el suelo y productividad de los cultivos</b>	<b>1857</b>
<b>ENVIRONMENTAL SOIL PHOSPHORUS THRESHOLDS FOR SOUTHERN BRAZILIAN SOILS</b> Gatiboni, L. <sup>1</sup>	<b>1858</b>
<b>TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS PECUARIOS EN BIOINSUMOS PARA CONTRIBUIR A CERRAR EL CÍRCULO PRODUCTIVO</b> Imhoff, S. <sup>1,2</sup>	<b>1859</b>



**USO AGRONÓMICO DE EFLUENTES Y ESTIÉRCOLES: EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN EN NEBRASKA, ESTADOS UNIDOS** 1860  
Olivo, A.<sup>1</sup>

**PLENARIOS** 1861

**LA "REINA DEL PLATA" Y SU COMARCA. PAISAJE, HISTORIA Y URBANIZACIÓN.** 1862  
Morrás, H.J.M.<sup>1</sup>,

**CIENCIA Y AGRONOMÍA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DESDE EL SECTOR PÚBLICA** 1863  
Oesterheld, M.

**AVANCES EN ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN Y REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DE ARGENTINA** 1864  
Sasal, M.C.<sup>1</sup>

**AVANCES EN ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN Y REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DE ARGENTINA** 1865  
Taboada, M.A.<sup>1,2,3</sup>

**PONENCIAS** 1866

**RBG CAMERA AS A NON-DESTRUCTIVE TOOL FOR NUTRIENT DEFICIENCY DETECTION** 1867  
Marko Petek<sup>1</sup>, Antonio Viduka<sup>1\*</sup>, Martina Skendrović Babojelić<sup>1</sup>, Ana Marija Antolković<sup>1</sup>, Rea Vrtodušić<sup>1</sup>, Tomislav Karažija<sup>1</sup>, Ivana Pajač Živković<sup>1</sup>, Darija Lemić<sup>1</sup>, Dana Čirjak<sup>1</sup>, Ivana Miklečić<sup>1</sup>, Zoran Grgić<sup>1</sup>, Mihaela Šatvar Vrbančić<sup>1</sup>, Goran Fruk<sup>1</sup>

**CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE FOSFORITAS EN AGROECOSISTEMAS: ¿QUÉ SABEMOS Y QUÉ NOS FALTA CONOCER?** 1868  
Torres Duggan, M.<sup>1</sup>

**SIMPOSIOS** 1869

**Prácticas relacionadas con la intensificación sustentable de la producción sobre diferentes servicios ecosistémicos** 1870

**PROVISIÓN DE AGUA Y CULTIVOS DE SERVICIO** 1871  
Barraco, M.R.

**INTENSIFICACIÓN DE ROTACIONES AGRÍCOLAS Y PROVISIÓN DE NITRÓGENO** 1872  
Crespo, C.<sup>1,2\*</sup>, P.A. Barbieri<sup>2,3</sup>

**DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA Y CULTIVOS DE SERVICIO** 1873  
Faggioli V.S.<sup>1\*</sup>, M. Maury<sup>1</sup>, J. Ortiz<sup>1</sup>, F. Salvagiotti<sup>2</sup>, S. Bacigaluppo<sup>2</sup>, V. Gudelj<sup>1</sup>



<b>SECUENCIAS DE CULTIVOS DIVERSIFICADAS PARA REDUCIR LA MINERÍA DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS</b>	<b>1874</b>
Novelli, L.E. <sup>1,2,3,*</sup> , O.P. Caviglia <sup>2,3</sup> , E.G. Jobbagy <sup>4</sup> , V.O. Sadras <sup>5</sup>	
<b>CONSUMO Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN SECUENCIAS AGRÍCOLAS CON DISTINTO GRADO DE INTENSIFICACIÓN</b>	<b>1875</b>
Sanmarti, N. <sup>1*</sup> , S. Bacigaluppo <sup>1</sup> ; F. Salvagiotti <sup>1,2</sup>	
<b>ROTACIONES Y DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA</b>	<b>1876</b>
Viruel, E. <sup>1</sup>	
<b>Suelos forestales</b>	<b>1877</b>
<b>FLUJOS DE ÓXIDO NITROSO EN SUELOS CON DIFERENTES USOS</b>	<b>1878</b>
Alvarez, C.R. <sup>1</sup> , H. Rimski-Korsakov <sup>1</sup> , A.M. Lupi <sup>2</sup> , R.I. Romaniuk <sup>2</sup> , V.R.N. Cosentino <sup>2,3</sup> , E.A. Ciarlo <sup>4*</sup> , H.S. Steinbach <sup>1</sup>	
<b>LOS BOSQUES COMO MITIGADORES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: APORTES DE SUS SUELOS AL CONSUMO DE METANO</b>	<b>1879</b>
De Bernardi, M. <sup>1*</sup> , Juliarena, P. <sup>1</sup> , Fernández, M.E. <sup>2</sup> , Gyenge, J. <sup>2</sup>	
<b>RESERVAS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO CON PLANTACIONES FORESTALES Y OTROS USOS DE LA TIERRA</b>	<b>1880</b>
Gyenge, J. <sup>1</sup> , Gatica, M.G. <sup>1</sup> , Sandova, M. <sup>2</sup> , Gaute, M. <sup>3</sup> , Lupi, A. <sup>4</sup>	
<b>CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS DE BOSQUES NATIVOS EN ARGENTINA</b>	<b>1881</b>
Peri, P.L. <sup>1,2*</sup> , Gaitán, J. <sup>1,3</sup> , Mastrangelo, M. <sup>4</sup> , Nosetto, M. <sup>5</sup> , Villagra, P.E. <sup>6</sup> , Balducci, E. <sup>1</sup> , Pinazo, M. <sup>1</sup> , Ecclesia, R.P. <sup>1</sup> , Von Wallis, A. <sup>1</sup> , Villarino, S. <sup>4</sup> , Gonzalez Polo, M. <sup>7</sup> , Manrique, S. <sup>8</sup> , Meglioli, P.A. <sup>6</sup> , Aravena, M.C. <sup>9</sup> , Tenti, L. <sup>10</sup> , Mónaco, M. <sup>11</sup> , Chaves, J.E. <sup>9</sup> , Medina, A. <sup>11</sup> , Gasparri, I. <sup>12</sup> , Barral, M.P. <sup>4</sup> , von Müller, A. <sup>1</sup> , Pahr, N.M. <sup>1</sup> , Morsucci, M. <sup>6</sup> , Cellini, J.M. <sup>13</sup> , Alvarez, L. <sup>14</sup> , Colomb, H. <sup>15</sup> , La Manna, L. <sup>16</sup> , Barbaro, S. <sup>1</sup> , Blundo, C. <sup>12</sup> , Sirimarco, X. <sup>4</sup> , Zalazar, G. <sup>14</sup> , Martinez Pastur, G. <sup>9</sup>	
<b>Innovar e integrar: Desafíos de la enseñanza de la ciencia del suelo</b>	<b>1883</b>
<b>POR QUÉ, CÓMO Y PARA QUIÉN UNA EDUCACIÓN INTERDISCIPLINARIA EN CIENCIAS DEL SUELO</b>	<b>1884</b>
Reyes-Sánchez, L.B. <sup>1 y 2</sup>	
<b>CÓMO DISEÑAR UNA CLASE DIVERTIDA Y EVITAR EL ABURRIMIENTO DE SUS ALUMNOS</b>	<b>1885</b>
Rosler, R. <sup>1</sup>	
<b>LA BIOLOGÍA DEL SUELO Y LAS PERSONAS</b>	<b>1886</b>
Wall, L.G. <sup>1</sup>	



## MESAS REDONDAS



## Brechas de rendimiento y salud del suelo





## LA BRECHA DE NUTRIENTES EN ARGENTINA

Monzón, J.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. de Mar del Plata, CONICET,  
Ruta Nac. 226 km 73,5, (7620) Balcarce, Prov. de Buenos Aires, monson.jp@gmail.com

### RESUMEN

La creciente demanda de alimentos, un sector agropecuario competitivo, y una brecha de rendimiento intermedio ponen a la Argentina en una posición envidiable para intensificar la producción de cultivos en los próximos 10 años. Mayores rendimientos tienen un mayor requerimiento de nutrientes y la clave es cómo satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos minimizando el impacto ambiental. Por un lado, cuando la aplicación de nutrientes es deficitaria en el largo plazo, se produce un minado gradual de nutrientes del suelo y una asociada pérdida de calidad de suelo. Por otro lado, aumentan las pérdidas de nutrientes del sistema cuando la aplicación de nutrientes es excesiva en relación al requerimiento del cultivo. En ambos casos (déficit o exceso), además del impacto ambiental, hay un impacto económico, sea por el costo de oportunidad de no producir un mayor rendimiento (déficit) o por el valor monetario asociado a los nutrientes que se pierden (exceso).

En el caso de Argentina, es incierto si el uso actual de nutrientes es suficiente para cerrar las brechas de rendimiento de manera sustentable. Aquí presentamos una evaluación de los balances de nutrientes (nitrógeno, fósforo, y azufre) para los principales cultivos de grano en Argentina (trigo, maíz, y soja). Los balances parciales de nutrientes fueron estimados como la diferencia entre los nutrientes aplicados *via* fertilizante y los nutrientes exportados *via* grano cosechado; estos últimos fueron calculados basados en los rendimientos actuales y concentraciones promedio de nutriente en grano derivadas de la literatura. Finalmente, el requerimiento de nutrientes para cerrar la brecha fue estimado basado en un rendimiento objetivo de 80% del rendimiento potencial en seco y siguiendo un criterio de reposición de manera tal de proveer los nutrientes necesarios para alcanzar el rendimiento objetivo y, simultáneamente, evitar situaciones de minado o exceso de nutrientes. El análisis indica que las aplicaciones actuales de nutrientes no son suficientes para cerrar la brecha de rendimiento actual y, en la mayoría de los casos, los balances indican minado de nutrientes. Cerrar las brechas de producción a un nivel de 80% del rendimiento potencial, evitando la exportación de nutrientes del suelo, va a requerir de un mayor uso de nutrientes. Por ejemplo, en el caso de maíz y trigo, nuestro análisis indica que el aporte de nitrógeno en maíz y trigo va a tener que aumentar 3x y 2.5x, respectivamente, para alcanzar 80% del rendimiento potencial. A su vez, estos mayores aportes conllevan un mayor riesgo de pérdidas si los nutrientes no son aplicados adecuadamente y/o si otros factores de producción son limitantes (inadecuada elección de fecha de siembra, densidad de plantas, y largo de ciclo, pobre control de malezas, insectos y enfermedades, etc.). Concluimos que cualquier programa que tenga como objetivo aumentar la producción y los rendimientos de manera sostenible y bajo buenas prácticas agrícolas, mejorando la salud del suelo a través del tiempo, va a requerir de un reconocimiento explícito de la necesidad de un *mayor y mejor* uso de nutrientes en los sistemas de producción de grano en Argentina.

**Palabras clave:** nutrición, balances, salud del suelo





## **BRECHAS DE RENDIMIENTO Y SALUD DEL SUELO: NUTRIENTES Y MAS**

García, F.O.<sup>1,2\*</sup>, N.I. Reussi Calvo<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Consultor, <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP),

<sup>3</sup>CONICET.

\* Calle 21 No. 1143, (7620) Balcarce, Buenos Aires, fgarcia1957@gmail.com

### **RESUMEN**

Los rendimientos de los principales cultivos extensivos se han incrementado en los últimos 20 años. Sin embargo, existe una brecha entre los rendimientos actuales y los alcanzables en secano. Estas brechas, del 30 al 40%, se deberían a múltiples causas, desde la salud del suelo y su manejo hasta las prácticas de manejo del cultivo. Los balances de nutrientes en estos cultivos han sido históricamente negativos en Argentina, es decir, la remoción en granos supera a la aplicación. Asimismo, investigaciones en distintas zonas del país demostraron que la aplicación de nutrientes deficientes permite incrementar los rendimientos hasta un 69%. Así, la brecha de rendimientos estaría relacionada con la “brecha de nutrientes”, definida como la diferencia entre los nutrientes aplicados y aquéllos necesarios para lograr los rendimientos alcanzables.

Las respuestas a la aplicación de nutrientes deficientes, en general N, P y S, varía con el estado de salud del suelo. Se podrían definir tres escenarios de salud de suelo que afectarían diferencialmente las respuestas a los nutrientes.

En suelos severamente degradados, por erosión, compactación, salinización, pérdida de biodiversidad u otros, la aplicación de nutrientes tendría bajo impacto en reducir la brecha de rendimientos. Trabajos realizados en Brasil y África muestran ejemplos de suelos degradados en los cuales no se observan respuestas a nutrientes.

Con degradación intermedia o parcial (i.e., compactaciones), la aplicación de nutrientes podría contribuir a reducir los efectos negativos de condiciones inadecuadas para el crecimiento de raíces y las brechas de rendimiento.

Con buena salud edáfica, la aplicación de nutrientes podría mejorar los rendimientos y la brecha de nutrientes se relacionaría con la disponibilidad de nutrientes.

En Argentina, ensayos de largo plazo muestran respuestas a NPS similares en rangos de densidad aparente de 1.2-1.5 g cm<sup>-3</sup>, estabilidad de agregados de 3-23% y resistencia a la penetración de 1500-3000 kPa. Las tendencias indican que la respuesta en soja podría ser la más afectada por una degradación física del suelo. Asimismo, las diferencias en rendimiento entre testigos sin fertilizar y fertilizaciones NPS crecen a lo largo de los años y algunos indicadores de salud de suelo tienden a mejorar. Esto sugiere que, en los primeros años, la brecha de rendimiento sería explicada en mayor medida por la brecha de nutrientes y que su contribución relativa disminuiría con el tiempo dado que empiezan a influir mejoras la condición física edáfica.

Buscando satisfacer una demanda creciente, reducir las brechas de rendimiento es un objetivo central. La “brecha de nutrientes” sería responsable de una buena parte de la brecha de rendimientos. Sin embargo, si buscamos una agricultura eficiente y efectiva de bajo impacto ambiental, la variabilidad de condiciones de suelo y disponibilidad de nutrientes y de manejo de suelos y de cultivos requiere de análisis y ajustes a



escalas detalladas y con indicadores robustos. Finalmente, debe tenerse en cuenta que las necesidades de nutrientes pueden cubrirse con fertilizantes minerales, abonos orgánicos, bioinsumos y reciclados y del manejo correcto del suelo que permita a los cultivos nutrirse en cantidad, tiempo y forma.

**Palabras clave:** degradación, nutrición, balances





## **SALUD DEL SUELO Y BRECHA DE RENDIMIENTOS**

Imhoff, S.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. del Litoral; Ins. Ciencias Agropecuarias del Litoral-CONICET-UNL; R.P.Kreder 2805, (3080) Esperanza, Prov. de Santa Fe, simhoff@fca.unl.edu.ar

### **RESUMEN**

Los conceptos “salud” y “calidad” del suelo son, generalmente, utilizados indistintamente. Sin embargo, difieren sustancialmente. La existencia de múltiples definiciones para ambos conceptos indica que están en constante evolución. La “calidad” del suelo se basa en el uso que hace la humanidad y en las funciones que cumple en los ecosistemas naturales y en aquellos modificados. Así, las definiciones han evolucionado desde, definir a la calidad del suelo como su habilidad para cumplir cierta función indicando cuán bien la cumplía para un uso específico, hasta las actuales que incluyen múltiples aspectos, como la capacidad de sostener en el tiempo la actividad biológica, la diversidad y la productividad vegetal y animal, de regular el flujo de agua y solutos, filtrar, inmovilizar y degradar sustancias tóxicas, almacenar y ciclar nutrientes y proveer soporte para la vida saludable de la humanidad. La multifuncionalidad que comprende el término “calidad” del suelo ha llevado a concluir que difícilmente exista un suelo pueda cumplir simultáneamente con todas y a la necesidad de establecer el contexto en el que es utilizado (e.g., los sistemas agropecuarios). El concepto de calidad se asocia a características intrínsecas del suelo (propiedades estáticas), es decir, aquellas que no cambian en el corto plazo por el manejo.

Por otra parte, la “salud” del suelo se aplica a su estado en un momento particular y está relacionado con las propiedades que cambian en el corto plazo (i.e. propiedades dinámicas). La salud del suelo puede ser evaluada comparando el estado actual de determinada propiedad/indicador con valores de referencia (línea base). Dada la dificultad de contar con estándares correspondientes a suelos nativos, como línea de base para los sistemas agropecuarios suelen emplearse las propiedades correspondientes a sistemas de altos rendimientos y bajo impacto ambiental. Como ejemplo puede indicarse la diferencia de rendimiento atribuida al tipo y cantidad de nutrientes aplicados al suelo, lo que condiciona la denominada brecha de rendimiento. Así, un suelo intensivamente manejado, con elevada productividad de los cultivos, puede ser un suelo con buena “salud”, pero puede no tener diferencias en lo que se refiere a la “calidad” del suelo con otro que es manejado menos intensivamente. Esto se debe a que en la producción de los cultivos y en la brecha de rendimiento, intervienen muchos factores además de los atributos químicos del suelo. Otros ejemplos de atributos que cambian con el manejo del suelo y que son utilizados para caracterizar la salud del suelo son el contenido de materia orgánica y el rango de agua menos limitante del suelo (*Least limiting water range*) que tiene en cuenta agua disponible, aeración y resistencia a la penetración de las raíces. Estos atributos están estrechamente relacionados y condicionan la brecha de rendimiento de los cultivos existente. Por lo tanto, el desafío de reducir la brecha de rendimiento de los cultivos debe necesariamente incluir el análisis de un conjunto de indicadores, tanto dinámicos como estáticos, si pretendemos lograr sistemas productivos útiles para la humanidad y que no causen deterioro de los suelos y del ambiente.

**Palabras clave:** degradación del suelo, nutrición de cultivos, propiedades edáficas



# Agroecología





## **LA VIDA DEL SUELOS, EJE CENTRAL DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA**

Cittadini, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Profesor de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Investigador asociado a la Unité Mixte de Recherche Inovación Montpellier de Francia,  
Diagonal J. B. Alberdi 2695 (7600) Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, cittadini.roberto@inta.gob.ar

### **RESUMEN**

La agroecología se presenta como un paradigma alternativo al de la agricultura convencional, con un enfoque sistémico que integra las ciencias agronómicas, la ecología y las ciencias sociales. A nivel de los sistemas de producción propugna la máxima biodiversidad espacial y temporal. El apropiado manejo de dicha biodiversidad, incluyendo la producción animal, se considera como la clave para recuperar y/o mejorar la fertilidad de los suelos y para controlar malezas, plagas y enfermedades en los cultivos. La recuperación de la vida del suelo es un eje central de la propuesta. La producción agroecológica dispone de múltiples ejemplos de logros en diferentes tipos de sistemas productivos a pequeña y gran escala, que la muestran con potencialidad para reemplazar a la agricultura convencional, con beneficios para el ambiente, para la sociedad y para los mismos productores. Sin embargo, la producción agroecológica continúa siendo minoritaria. Reflexionaremos en esta presentación sobre cuáles serían las limitaciones para la expansión de la agroecología y las estrategias que se vienen desarrollando para superarlas.

**Palabras clave:** agroecología, vida del suelo, biodiversidad, transición.





## **LAS METODOLOGÍAS EN LA TRAMA AGROECOLÓGICA**

Gallardo, N.L. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires,  
Av. San Martín 4453 C1417DSE Buenos Aires Argentina, gallardo@agro.uba.ar

### **RESUMEN**

La agroecología busca generar esquemas de desarrollo sostenible mediante el diseño participativo de formas de manejo ecológico de los recursos naturales para dar respuesta teórica, metodológica y práctica a la crisis civilizatoria, social y ecológica. La agroecología se propone hacer ciencia con y para la comunidad. Parte del supuesto de que es el grupo social quien debe definir la finalidad y los objetivos de la investigación, así como también sus formas. En esta exposición nos proponemos reflexionar sobre las propuestas metodológicas para pensar la transición agroecológica y la salud del suelo en términos de conocimiento particular, situado y complejo.

**Palabras clave:** agroecología, metodologías, participación.

## **Avance en la Cartografía Digital de Suelos**





## **APLICACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA E INDICADORES DE CALIDAD DE SUELOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOTES**

Acíar L.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, UNSa,  
Avda. Bolivia 5150, (4400) Salta. E-mail [leonardomartinaciar@gmail.com](mailto:leonardomartinaciar@gmail.com)

### **RESUMEN**

En Finca Don Pedro ubicada en Las Lajitas, Dpto. Anta, Provincia de Salta, se realizó un levantamiento de suelos de 371 ha a nivel semidetallado tomando como mapa base los mapas de rendimiento de la finca, en dicho trabajo se cartografiaron las siguientes series de suelo: Serie Piquete Cabado (Argiustol údico, Clase I), Serie Olleros (Haplustalf típico, Clase I), Serie Olmedo (Ustifluent típico, Clase III) y Serie Don Pedro (Ustifluent típico, Clase IV) y se concluyó que el mapa de rendimiento resultó ser una herramienta eficaz para realizar un Levantamiento de Suelos. Osinaga et al 2016. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad que presentan estos suelos a nivel de lote. La calidad de suelo es definida como la capacidad del mismo para funcionar efectivamente tanto en el presente como en el futuro (Doran y Parquin, 1994) y se encuentra muy ligada a sus características genéticas. Los indicadores son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos y deben reflejar las principales restricciones del suelo en relación con la función o las funciones principales del suelo que se estén evaluando. En Finca Don Pedro se evaluó la calidad de suelos de seis lotes (L4, L5, L6, L7, L8 y L9), tomando como indicador la velocidad de infiltración, densidad aparente, macroporosidad (00-10 y 10-20 cm) y contenido de materia orgánica (00-20 cm). Se realizó estadística descriptiva y análisis multivariado para el análisis de los datos. Los resultados promedios obtenidos para indicador fueron comparados con los umbrales de referencia del proyecto Manejo sustentable de los sistemas productivos en la región del umbral al Chaco (Gil et al 2015) a los fines de clasificar cada indicador. En dicho proyecto se usó la metodología de análisis propuesta por USDA-Universidad de Cornell (Gugino et al., 2007; Moebius-Clune et al., 2016) para la evaluación de calidad de suelos a través de indicadores y umbrales de referencia, de acuerdo a esta metodología, es posible desarrollar funciones de puntuación. Para éste estudio se utilizó las puntuaciones obtenidas en éste proyecto para valorar cada indicador. A los fines de obtener un índice por lote se propone una primera aproximación que surge de ponderar la suma de las puntuaciones obtenida de cada indicador por la superficie de suelo que ocupa. Como resultado se obtuvo que los lotes L9 (100% Argiustol údico), L8 (70% Argiustol údico y 30% Haplustalf típico) y L7 (60% Haplustalf típico y 40% Ustifluent típico) están asociado a un mayor índice, contenido de materia y porosidad total; los lotes L5 (77% Ustifluent típico y 23% Haplustalf típico), L6 (60% Ustifluent típico y 40% Haplustalf típico) y L4 (51% Ustifluent típico y 49% Haplustalf típico) están asociados a un menor índice con mayor densidad aparente y velocidad de infiltración. Se concluye que el uso del mapa de suelo resultó una herramienta eficaz para poder evaluar la calidad de suelo a nivel de lote. El índice propuesto, en etapa de ajuste, permitió clasificar los lotes.

**Palabras clave:** Indicadores, mapas, índice.





## MAPAS GLOBALES DE ESTADO Y BALANCE DE NUTRIENTES DEL SUELO - GSNMAP

Angelini, M.E.<sup>1,\*</sup>, I. Luotto<sup>1</sup>, C. Thine Omuto<sup>1</sup>, Y. Yigini<sup>1</sup>, R. Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alianza Mundial por el Suelo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura;  
Marcos.Angelini@fao.org

### RESUMEN

En medio del Decenio de las Naciones Unidas para la Acción sobre la Nutrición (2016-25), el acceso a los alimentos se ve amenazado por el cambio climático y la pandemia de COVID-19 (ver, por ejemplo, J. von Braun et al. *Nature* 597, 28-30; 2021 doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02331-x>). Los conflictos armados, además, amenazan aún más las cadenas mundiales de suministro de alimentos y ha elevado los precios de los fertilizantes. La gestión sostenible de los nutrientes del suelo es clave para abordar estos problemas (L. Qiao et al. *Naturaleza Cambio Climático* 12, 574-580; 2022 doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01376-8>). Durante el Simposio Mundial sobre Suelos para la Nutrición (<https://www.fao.org/events/detail/symposium-soils-for-nutrition/en>) en julio de 2022, la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) de la ONU-FAO lanzó una iniciativa mundial impulsada por los países para mapear el estado y balance de los nutrientes del suelo (<https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/1601502/>). La Red Internacional de Instituciones de Información de Suelos (INSII) es el organismo dentro de la AMS que ejecuta esta iniciativa. Dicha red integra a ministerios de agricultura y organismos técnicos que administran la información de suelo a nivel nacional, el cual en Argentina es el INTA junto al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estas instituciones serán las encargadas de recopilar y armonizar las bases de datos nacionales de suelo y crear los mapas nacionales de línea de base y de balance de nutrientes del suelo, los cuales en su conjunto se denominan GSNmap. El GSNmap se llevará a cabo en dos fases. La primera, apunta a generar mapas de línea de base de macro y micronutrientes, carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, textura, pH y densidad aparente, y los primeros resultados se presentarán el diciembre de 2022, mientras que la segunda fase, consiste en desarrollar mapas de balances de Nitrógeno, Fósforo y Potasio para fines de 2023. Por su parte, la AMS fomentará el desarrollo de capacidades nacionales en la administración de bases de datos y técnicas de mapeo a través de capacitaciones virtuales regionales. Hasta la fecha, más de 120 países ya se han comprometido a desarrollar productos GSNmap nacionales. Se espera que el GSNmap permita a todos los actores públicos y privados delinear áreas geográficas prioritarias para la acción y el monitoreo de los cambios en las condiciones de nutrientes del suelo, tendientes a proteger y administrar el suelo de manera sustentable mientras aseguran la productividad continua de los cultivos.

**Palabras clave:** balance de nutrientes, Mapeo digital de suelos.





## **EXPERIENCIAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA EN LA GENERACIÓN COLABORATIVA DE INFORMACIÓN DIGITAL DEL SUELO**

Córdoba, M.<sup>1,2</sup>, M. Piumetto<sup>3</sup>, H. Morales<sup>3</sup>, Alvarez C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba;

<sup>2</sup>Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola (UFyMA), INTA – CONICET. Av. Ing. Agr. Félix A, Ing. Agr. Felix Aldo Marrone N°746, Ciudad Universitaria, Córdoba. [mariano.cordoba@unc.edu.ar](mailto:mariano.cordoba@unc.edu.ar)

<sup>3</sup>Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR). Rivera Indarte 748, X5000JAP, Córdoba.

<sup>4</sup>INTA EEA Manfredi. Ruta Nac. N°9, km 636, Manfredi, Córdoba

### **RESUMEN**

En los últimos años en la Provincia de Córdoba se han llevado a cabo una serie de acciones para avanzar en la producción y mejora de información georreferenciada y abierta de variables de suelo y del sector agro en general, a partir del aprovechamiento de datos disponibles y aportes voluntarios de entidades públicas y privadas. Como resultado del trabajo colaborativo entre la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba, INTA Regional Córdoba e IDECOR, además de la participación de otras entidades públicas (FCA-UNC, UNRC, CONICET) y empresas privadas del sector agropecuario, se logró conformar una base de datos de más de 6.000 muestras de suelo georreferenciadas. Con estos datos se trabajó en la generación de mapas de Materia Orgánica, Fósforo, pH y contenidos de Arena, Arcilla y Limo, los cuales informan los niveles de estas variables en el horizonte superficial (20 cm) a escala provincial y para una resolución de 25 ha (celdas de 500 m). El trabajo fue realizado siguiendo los protocolos definidos en el Mapeo Digital de Suelo (MDS), empleando modelos de aprendizaje automático ajustados a partir de la base de datos conformada y un importante conjunto de covariables procesadas por la IDE provincial; entre las que destaca el Mapa de Cobertura de Suelo (Land Cover) de Córdoba elaborado por IDECOR desde 2018. Los productos digitales generados se complementan con mapas de incertidumbre de predicción, que permite ponderar en forma local la calidad de las estimaciones obtenidas. Los mismos se encuentran disponibles para su descarga y consulta en el geoportal MapasCordoba. Estos desarrollos se suman a otras acciones y proyectos llevados adelante en la Provincia de Córdoba en esta temática, como la reactivación y sostenimiento del Plan Mapa de Suelos entre INTA y el Gobierno de la Provincia de Córdoba, que genera información fundamental para conocer los suelos y su distribución, permitiendo definir estrategias de uso, manejo y conservación del recurso. En este sentido se destaca el trabajo colaborativo para la generación del mapa de Cartas de Suelos, que permitió su publicación en un mapa continuo y con consultas dinámicas a través de MapasCordoba. Utilizando este recurso puede accederse a las capas temáticas de Capacidad de Uso e Índice de Productividad de Suelos. Cada variable se presenta en una única capa que integra todas las escalas de relevamiento disponibles en su mayor nivel de detalle y actualización, según las diferentes campañas realizadas. Como todo el contenido de MapasCordoba, la información está disponible como consulta dinámica (a través del Visor de Mapas), para ser consumida vía geoservicios WMS o WFS, y para descarga, en formatos SHP, KML o JSON. El proceso organizacional y colaborativo llevado a cabo en la Provincia de Córdoba demuestra la predisposición a la colaboración y el trabajo en equipo, permitiendo generar información para la conservación y planificación del uso de los suelos de Córdoba.

**Palabras clave:** mapeo digital de suelo, IDE, modelos estadísticos.



## **Biología “Salud del Suelo”**





## RECUPERACIÓN DE SUELOS POROTEROS A PARTIR DEL USO DE CULTIVO DE SERVICIOS: SU MEDICIÓN E IMPACTO EN LA SALUD DEL SUELO

Abán, C.L.<sup>1,2\*</sup>, Larama, G.<sup>3,4</sup>, Ducci, A.<sup>1,2</sup>, Huidobro J.<sup>2</sup>, Vargas-Gil, S.<sup>5</sup>, Pérez-Brandan C.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) CCT-Salta, J.M. Leguizamón 366, 4400 Salta, Salta, Argentina.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Estación Experimental Agropecuaria Salta, Ruta Nacional 68, Km 172, C.P. 4403, Cerrillos, Salta, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola, CGNA, Temuco, Chile.

<sup>4</sup> Genomics and Bioinformatics Unit, Scientific and Technological Bioresource Nucleus (BIOREN), Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Avda. Francisco Salazar 01145, Temuco 4811230, Chile.

<sup>5</sup> Instituto de Patología Vegetal (IPAVE)-Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola (UFYMA), CIAP, 15 INTA) Camino 60 cuadas, Km 5,5 C.P. 5119 Córdoba, Argentina.

\*email: [clap.aban@gmail.com](mailto:clap.aban@gmail.com)

### RESUMEN

En el noroeste argentino, la expansión del sistema de monocultivo de poroto común (*Phaseolus vulgaris* L.) junto con prácticas agrícolas intensivas han tenido como resultado la degradación progresiva del suelo, atentando contra la sustentabilidad de los agroecosistemas en los sistemas productivos. En consecuencia, se ha generado un mal uso de los recursos naturales, acompañado de una disminución significativa de los servicios ecosistémicos del suelo, con impactos negativos en el ciclado de nutrientes, pérdida de biodiversidad, y un incremento en la incidencia de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos. El empleo de buenas prácticas agrícolas a través del uso de cultivos de servicio durante los periodos de barbecho es una estrategia promisoriosa para alcanzar los objetivos de sostenibilidad. En un ensayo a campo a corto y largo plazo se evaluó el efecto de la inclusión de *Brachiaria brizantha* como cultivo de servicio, en diferentes periodos de implantación, en un sistema degradado de monocultivo de poroto. Se evaluaron parámetros químicos, físicos y microbiológicos (actividades enzimáticas, perfiles de ácidos grasos, abundancia de hongos y bacterias) de la rizosfera del cultivo de poroto. Además, se secuenció el microbioma bacteriano rizosférico y se evaluó la incidencia de enfermedades, así como también el rendimiento del cultivo de poroto. La inclusión de cultivos de servicio a corto y largo plazo tuvo un impacto positivo en la mayoría de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de la rizosfera en comparación con el monocultivo de poroto, generando un ambiente rizosférico deseable para el establecimiento de agentes potenciales de biocontrol (*Trichoderma* spp. y *Gliocladium* spp), observándose también una menor incidencia de las enfermedades fúngicas transmitidas por el suelo (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina*). Los perfiles de ácidos grasos de fosfolípidos detectaron valores más altos de biomasa microbiana total en cultivos de servicio. Se observó una modificación en la composición de las comunidades microbiana de la rizosfera ante la diversificación del sistema agrícola, diferente a la del monocultivo de poroto. El incremento en la diversidad microbiana estuvo además asociado a una mayor actividad enzimática edáfica. Los filos más abundantes fueron *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Acidobacteria*, *Chloroflexi* and *Myxococcota*, y estuvieron asociados con un aumento de la quimioheterotrofia y quimioheterotrofia aeróbica. Nuestros resultados sugieren que la inclusión de cultivos de servicios contribuye a restaurar los suelos degradados y mejorar la salud del suelo, y a su vez mejoran el rendimiento de los cultivos.

**Palabras clave:** Cultivos de servicio, Microbioma rizosférico, Sustentabilidad.





## ANÁLISIS DE HONGOS DEL SUELO Y SALUD DE AGROECOSISTEMAS

Faggioli, V.S.<sup>1\*</sup>, M. Maury<sup>1</sup>, C. Lorenzon<sup>1</sup>, V. Nishinakamasu<sup>2</sup>, M. Muñoz<sup>2</sup>, P. Vera<sup>2</sup>, A. Puebla<sup>2</sup>, M. Farber<sup>2</sup>, N. Paniego<sup>2</sup>, M. Rivarola<sup>2</sup>, S. Bacigaluppo<sup>3</sup>, F. Salvagiotti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Marcos Juárez;

<sup>2</sup> IABIMO INTA Castelar;

<sup>3</sup> INTA EEA Oliveros;

\* Ruta 12 km 36 (2580) Marcos Juárez, Provincia de Córdoba. E-mail: faggioli.valeria@inta.gob.ar

### RESUMEN

A medida que se pierde la biodiversidad del suelo, se reducen las funciones de los ecosistemas. Teniendo en cuenta que más del 40 % de la diversidad genética se encuentra en el suelo, la conservación de la biodiversidad edáfica es un componente clave para mantener la diversidad genética y para garantizar el funcionamiento óptimo del suelo. Entre los microorganismos del suelo, los hongos tienen un papel ecológico importante como descomponedores, mutualistas o patógenos de plantas y animales. Los hongos impulsan el ciclo del carbono del suelo y median la nutrición mineral de las plantas tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas. En los cultivos de interés agrícola, la mayoría de los estudios se han centrado en especies patógenas, ya que las enfermedades fúngicas son responsables de importantes pérdidas de cosechas en todo el mundo. En la actualidad, el avance de las técnicas de secuenciación masiva de alto rendimiento han permitido el estudio de las comunidades fúngicas del suelo de una manera simple y generando un gran volumen de información. En este trabajo evaluamos la comunidad fúngica de un experimento de larga duración de la EEA Marcos Juárez (Córdoba) y uno de la EEA Oliveros (Santa Fe). En el primero, se estudió el impacto del sistema de labranza y fertilización luego de 45 años de duración. En el segundo, se evaluó el efecto de diferentes estrategias de fertilización en la distribución vertical (cm desde la superficie) de la comunidad fúngica luego de 13 años de duración. Se realizó secuenciación de la región ITS2 en el laboratorio de Biotecnología de INTA Castelar. El ensayo de secuenciación mostró una alta cobertura taxonómica del reino hongos. En ambos experimentos observamos un gran predominio de especies saprófitas y descomponedores, sin embargo, en sistemas de alta intensificación agrícola se registraron disminuciones significativas de Basidiomycota y de filos menores tales como Rozellomycota y Zoopagomycota. El factor que mayor incidencia tuvo en la composición de la comunidad fúngica fue el cultivo antecesor, mientras que el sistema de labranza y la fertilización permanecieron como efectos secundarios. El pH y el contenido de materia orgánica del suelo fueron las propiedades que más afectaron la composición de la comunidad. Se identificaron especies clave y entre ellas se registraron miembros de Glomeromycota (hongos formadores de micorrizas arbusculares) en los tratamientos con alta participación de leguminosas en la rotación. Estos resultados demuestran la sensibilidad de los hongos del suelo a las prácticas agrícolas y la efectividad de las metodologías de secuenciación masiva para detectarlo. Esperamos que a partir de nuestro trabajo los hongos comiencen a ser considerados al momento de diseñar prácticas de manejo tendientes a preservar la salud del agroecosistema.

**Palabras clave:** metagenómica, fertilización, labranzas





## **ANÁLISIS DE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS COMO INDICADORES DE SALUD DEL SUELO**

Gabbarini, L.A.<sup>1,2</sup>; Covelli, J.M.<sup>2</sup>; Wall, L.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Hurlingham;

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Quilmes, Luciano.gabbarini@gmail.com

### **RESUMEN**

Un buen nivel de biodiversidad en el suelo con redundancia funcional para los diferentes servicios ecosistémicos garantiza resistencia y resiliencia frente a eventos adversos en el sistema suelo. Los microorganismos que habitan el suelo producen sustancias poliméricas extracelulares que le brindan diferentes beneficios al suelo, como el pegoteo de las partículas minerales o la maquinaria enzimática para degradar, hidrolizar y obtener nutrientes a partir de la materia orgánica. Hipotetizamos que evitar el monocultivo en la agricultura e intensificar la rotación de los cultivos con diversificación es una estrategia que permite incrementar la producción y al mismo tiempo mantener la biodiversidad y sus actividades biológicas asociadas. Estudiamos tres niveles diferentes de diversificación e intensificación de las rotaciones replicados en tres establecimientos productivos de la zona núcleo de la Argentina. Con el pasar de los años analizamos como se afectaron algunos servicios ecosistémicos relacionados con el reciclado de los nutrientes. Para tal fin se determinaron 10 actividades enzimáticas diferentes:  $\alpha$ -glucosidasa,  $\beta$ -glucosidasa, celobiohidrolasa, acetilsterasa, glucuronidasa, sulfatasa, xilosidasa, *N*-acetil-glucosaminidasa, leucina-aminopeptidasa y fosmonoesterasa. Cuatro años después de haber comenzado con la diversificación e intensificación en las rotaciones los perfiles enzimáticos mostraban diferencias ordenando los tratamientos según su intensificación. Se encontró que la diferenciación de los tratamientos en función de las actividades enzimáticas aparece antes en las muestras de suelo tomadas en los primeros 5 cm y luego en las muestras tomadas a 5-10 cm de profundidad.

**Palabras clave:** siembra directa, rotación de cultivos



## **Cruzada para detener la pérdida de nuestro suelo**





## **EROSIÓN HÍDRICA UNO DE LOS MAYORES PROCESOS DE DEGRADACIÓN ¿SE ENCUENTRA EN LA AGENDA ARGENTINA?**

Carfagno Patricia<sup>1</sup> & Sainz Daiana<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Suelos – CIRN -INTA, Castelar;

<sup>2</sup> FAUBA;

\* De los Reseros y Nicolás Repetto, Hurlingham [carfagno.patricia@inta.gob.ar](mailto:carfagno.patricia@inta.gob.ar)

### **RESUMEN**

¿Somos conscientes que el Suelo es un recurso natural no renovable? El suelo nos proporciona servicios ambientales tales como filtrado y almacenamiento del agua de lluvia, ciclado de nutrientes, capta carbono que contribuye a la adaptación al cambio climático y es el hospedero de la cuarta parte de la biodiversidad de nuestro planeta. Por ello, cobra especial relevancia el estudio y el control de la degradación y pérdida de suelo ocasionada por la erosión hídrica. Este proceso es uno de los principales factores que afecta la sostenibilidad de los sistemas a nivel global. Contamos con numerosas investigaciones nacionales e internacionales para diagnosticar, contener y reparar el desarrollo de este proceso. En Argentina desde la década del 40 aproximadamente, se llevan a cabo observaciones y estudios de los distintos estados de degradación causados por erosión hídrica, impulsadas aún más por las visitas del Dr. H. Bennett en 1950 y 1957. De acuerdo a la reciente publicación “Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina” (2017), se estima que el 26 % del territorio argentino, equivalente a 72 millones de hectáreas, presenta niveles de erosión hídrica que superan las tasas tolerables, siendo la principal consecuencia la pérdida de la salud del suelo, con las externalidades que este proceso conlleva. La pérdida de suelo compromete la sustentabilidad de los sistemas productivos, con un impacto económico sobre el rendimiento anual de los cultivos estimado en 29,9 millones de dólares. Esta merma económica, fue calculada para soja, maíz y trigo; es acumulativa y, por lo tanto, ascendería a 1.645 millones de dólares en una década. En este sentido, la elección de sistemas productivos de acuerdo a la fragilidad de las tierras y la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) que contemplen el almacenamiento de carbono son fundamentales para tender a sistemas de producción sustentables. A nivel global, incluso en Argentina, los suelos se han posicionado en la agenda como tema relevante dado el rol de los mismos respecto al cambio climático, secuestro de carbono, producción de alimentos, bienes y servicios. Sin embargo, los procesos de degradación ocasionados por la erosión hídrica los cuales atentan contra la conservación y sustentabilidad de los sistemas productivos no son igual de prioritarios aun cuando la información está disponible, de fácil acceso, actualizada y presentada ante productores y tomadores de decisiones. Por lo cual, es fundamental proporcionar especial atención al proceso de erosión hídrica, aún en años niña que no son tan visibles, ya que es una forma directa de pérdida de carbono, y aún no se encuentra entre las prioridades de la agenda de los diferentes actores argentinos.

**Palabras clave:** buenas prácticas, políticas públicas, comunicación.





## AVANCES EN EL ESTUDIO Y CONTROL DE LA EROSIÓN EÓLICA EN ARGENTINA

Colazo, J.C.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> INTA, EEA San Luis;

<sup>2</sup> UNSL, FICA;

\* Cruce Rutas Nacionales 7 y 8, (5730) Villa Mercedes, Prov. de San Luis, [colazo.juan@inta.gob.ar](mailto:colazo.juan@inta.gob.ar)

### RESUMEN

El siguiente escrito tiene como objetivo actualizar el estado del estudio de la erosión eólica en Argentina en los últimos diez años (2012-2021), realizando un análisis y síntesis de las últimas investigaciones, la medición, el modelado, y la aplicación de buenas prácticas y políticas públicas. Los autores argentinos publicaron cuarenta y cuatro artículos científicos relacionados con el proceso de erosión eólica. Los mismos representan aproximadamente el 2% de los artículos publicados en esta temática globalmente. A diferencia de la tendencia mundial, en el país los trabajos sobre erosión eólica superaron a los de erosión hídrica. Entre los temas se destacan los mecanismos de emisión de material particulado, la calidad del sedimento en cuanto a nutrientes y plaguicidas, e innovaciones metodológicas como un nuevo colector de partículas. En el país han existido una serie de redes de medición con protocolos estándares y una amplia extensión territorial. Entre las mayores dificultades y limitaciones de las mismas se encuentran la falta de material específico como estaciones meteorológicas y sensores de movimiento de partículas, y la falta de recursos humanos capacitados en el territorio. Estas limitaciones hacen que con los datos de estas redes sea difícil calibrar y validar modelos de predicción a nivel nacional. Sin embargo, estas mediciones han permitido evaluar la eficiencia de control de alternativas tecnológicas en diversas ecorregiones para adaptarlas y facilitar su adopción como ha sido el uso de cultivos de cobertura en la región pampeana o el pastoreo con diferentes cargas en la Patagonia. Argentina es el único país de América Latina que cuenta con un modelo de predicción calibrado en su territorio. Sin embargo, en los últimos diez años no ha existido una actualización del mismo. Surge la necesidad de revisar los parámetros edáficos ya que el modelo es empírico, y de adaptar sus parámetros a una escala regional para permitir una cartografía y monitoreo del proceso que cumpla con los estándares internacionales. En relación a las políticas públicas o buenas prácticas de manejo, actualmente siguen vigentes las dos normas enfocadas para el control de la erosión eólica luego de maní, en la provincia de La Pampa y San Luis. En otras provincias como Córdoba el uso de cultivos de cobertura luego de maní ha aumentado considerablemente. Es necesaria una mayor apropiación por parte de extensionistas, asesores y productores de las tecnologías de control y predicción disponibles en el país.

**Palabras clave:** análisis bibliométrico, medición y predicción, políticas públicas y buenas prácticas.





## ¿QUE NOS FALTA PARA DETENER LA PÉRDIDA DE SUELO?

Gvozdenovich, J.J.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad Ciencias Agropecuarias UNER;

<sup>2</sup> INTA EEA Paraná;

\* Ruta Provincial 11, km 12.5, (3101) Oro Verde, Prov. de Entre Ríos, [gvozdenovich.jorge@inta.gob.ar](mailto:gvozdenovich.jorge@inta.gob.ar)

### RESUMEN

Hace más de 50 años que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario (INTA), establecieron un Programa Nacional de Conservación de Suelos para la República Argentina, con el objetivo de estudiar la degradación de los suelos, especialmente por erosión hídrica. Dando inicio a investigaciones sobre suelos, configuración del paisaje, capacitaciones en métodos y procedimientos para investigar pérdidas causadas por erosión hídrica, desarrollando tecnologías y prácticas de manejo que controlen la erosión a nivel de lote. Con el paso de los años las Universidades se sumaron con aportes sustanciales al conocimiento, generando investigaciones y resultados en cantidad y calidad. También el sector público, utilizando esta información para legislar con la creación de leyes. En la actualidad, podemos afirmar que la bibliografía basada en experimentos científicos y en ensayos a campo, para controlar, mitigar y detener la erosión hídrica es abundante, precisa y exitosa. El conocimiento fue creciendo año a año, sin cumplir con su objetivo de disminuir la degradación de los suelos a gran escala, por el contrario, año a año se va incrementando la superficie que sufre procesos de degradación, pasando de 18 millones de hectáreas en 1957, a más de 41 millones en 2015, y estimaciones recientes indican para el año 2022 valores mayores, aunque lo más alarmante o lo que debería alarmarnos, es que este crecimiento se da en grados de graves a severos. La falta de leyes con espíritu conservacionista se ve reflejada en la falta de políticas de Estado a largo plazo para cuidar el capital productivo, desde los pequeños productores hasta los propietarios de grandes extensiones. Hay leyes exitosas para incentivar a los productores que cuiden el suelo, pero desactualizadas como la de Entre Ríos, proyectos de ley modelos y superadores para la región, pero sin aprobación desde hace años como la de Santa Fe, alternativas público-privado como los consorcios de Córdoba, etc. El objetivo Institucional como organismos de ciencia y técnica es preguntarnos si fallamos en el diagnóstico, en las mediciones, resultados, en el tratamiento, en la lectura de la realidad o sobre estimamos el problema. O al estar inmiscuidos en la investigación no llegamos a los actores y decisores políticos y productivos con las propuestas de solución que creemos tener. Es inconcebible ver hoy en día que en zonas con pendientes intensas o suaves y extensas y lluvias erosivas, se siga laboreando el suelo, que no se adopten tecnologías de uso y manejo, rotaciones, sistematización, fertilización, etc., y que horizonte fértil esté en los bajos o arroyos o en los alambrados, sea por erosión hídrica o eólica. ¿Entonces que nos falta? Debemos hacer una Cruzada para detener la pérdida de nuestro suelo, la cual debe ser una serie de campañas de ciencia, técnica, comunicación, relaciones interinstitucionales e interdisciplinarias, potenciadas por las máximas autoridades, con el objetivo de detener los procesos de erosión de los suelos y avanzar en la restauración de los ya degradados.

**Palabras clave:** erosión, cuenca, suelo



## **Dinámica de las fracciones orgánicas para una producción sostenible desde los residuos orgánicos al suelo**





## DINÁMICA DE FRACCIONES ORGÁNICAS DEL SUELO EN SECUENCIAS DE CULTIVOS INTENSIFICADAS

Fontana, M.B.<sup>1</sup>, L.E. Novelli<sup>1,2,3,\*</sup>, M.A. Sterren<sup>1</sup>, W.G. Uhrich<sup>1</sup>, S.M. Benintende<sup>1</sup>, P.A. Barbagelata<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER;

<sup>2</sup> INTA EEA Paraná;

<sup>3</sup> CONICET.

\* Ruta 11 km 12,5 (3101), Oro Verde, Entre Ríos, [novelli.leonardo@inta.gob.ar](mailto:novelli.leonardo@inta.gob.ar)

### RESUMEN

En las últimas dos décadas, la frecuencia del cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merr.], se ha incrementado en los sistemas agrícolas de la Argentina, principalmente como único cultivo anual. Este incremento ha generado graves consecuencias ambientales en los recursos naturales. La incorporación de cultivos de cobertura (CC) invernales constituye una alternativa para el monocultivo de soja, ya que permite incrementar la intensidad de secuencia y mejorar la calidad del suelo. Se propuso: i) evaluar el efecto combinado de CC y uso de fertilizantes sobre las propiedades del suelo, y ii) relacionar las propiedades del suelo con el rendimiento de soja, en distintas secuencias de cultivos y regímenes contrastantes de lluvia. Se trabajó sobre un ensayo de larga duración, iniciado en 2007. Se evaluaron seis tratamientos: monocultivo de soja (Sj), monocultivo de soja fertilizado (Sjf), CC/soja (CC/Sj), CC/soja fertilizada (CC/Sjf), CC fertilizado con N/ soja fertilizada (CCN/Sjf), CC fertilizado con N/ soja fertilizada en una rotación CCN/Sjf – Trigo/Sj- Maíz (CCN/Sjf rot). Se muestrearon dos años (2015 y 2016) y dos profundidades (0-5 y 0-15 cm). Se determinó C y N en las fracciones totales (C Orgánico total y N total), materia orgánica particulada (C-MOP y N-MOP), materia orgánica asociada a minerales (C-MOAM y N-MOAM), biomasa microbiana (CBM y NBM). Los tratamientos de monocultivos, presentaron los menores valores de todas estas fracciones de suelo, tanto en muestreos superficiales (0-5 cm) como en profundidad (0-15 cm), registrando una disminución en los valores comparados con el inicio del experimento. El tratamiento de CC/Sj sin fertilizar, fue similar a los monocultivos. Sin embargo, los tratamientos que incluyeron CC y fertilización con N, S y P (*i.e.* CCN/Sjf y CCN/Sjf rot) presentaron valores más elevados en C y N de las fracciones orgánicas del suelo. En la campaña 2016/2017, que tuvo precipitaciones superiores a las normales, el rendimiento de soja solo se redujo en el tratamiento CC/Sj. En la campaña 2015/2016 (precipitaciones normales) el rendimiento de soja se incrementó en todos los tratamientos que incluyeron CC y fertilización (*i.e.*, CC/Sjf, CCN/Sjf y CCN/Sjf rot). Cuando se analizó la relación entre las fracciones orgánicas y el rendimiento, se observó que en el año húmedo (campaña 2016/2017), no hubo ningún tipo de asociación. Sin embargo, en años de precipitaciones normales (campaña 2015/2016), las fracciones orgánicas de suelo medidas a 0-5 cm de profundidad se asociaron positivamente con el rendimiento, aunque no hubo correlación con las medidas a 0-15 cm. El uso a largo plazo de CC y una adecuada fertilización es una estrategia combinada que provee resiliencia a estreses hídricos temporales. Además, la práctica propuesta puede aminorar el impacto negativo de secuencias de basadas en soja, restaurando la funcionalidad del suelo a través de mejoras en la calidad del mismo. Este estudio resalta la importancia de combinar una elevada intensidad de cultivo con un adecuado uso de fertilizante para mantener o mejorar la calidad de suelo y, consecuentemente, la resiliencia del suelo bajo reducida disponibilidad de agua.

**Palabras clave:** monocultivo de soja, cultivo de cobertura, indicadores de calidad de suelo, fracciones de C y N de suelo.





## **DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO: IMPORTANCIA DE LAS RAÍCES, LA RIZODEPOSICIÓN Y LAS FRACCIONES**

Piñeiro, G.<sup>1,2</sup>, S. H. Villarino <sup>3</sup>, O. Pinto, P<sup>1</sup>. Berenstecher<sup>1,5</sup>.

<sup>1</sup>LART – IFEVA/CONICET, Facultad de Agronomía, UBA;

<sup>2</sup>Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay;

<sup>3</sup>Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP) - INTA Balcarce y CONICET;

<sup>5</sup>Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información Geográficos.

pineiro@agro.uba.ar

### **RESUMEN**

La materia orgánica del suelo es un componente clave de la salud de los suelos y la capacidad de estos de proveer diversos servicios ecosistémicos. En los últimos años se han realizado avances significativos en nuestro conocimiento sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo, lo cual ha mejorado nuestra comprensión sobre su descomposición y estabilización. En este sentido, la separación de la materia orgánica del suelo en fracciones con propiedades contrastantes ha sido un avance importante, aunque aún resta mucho por investigar. Las fracciones que más se analizan actualmente son la materia orgánica particulada (POM) y la materia orgánica asociada a los minerales (MAOM). La POM está compuesta de residuos vegetales parcialmente descompuestos, mientras que la MAOM está principalmente formada por compuestos simples, de bajo peso molecular y baja C/N, derivados de microorganismos y plantas, que se conservan en el suelo adsorbidos o protegidos a la fracción mineral fina del suelo. En este trabajo presentamos un modelo de la dinámica de ambas fracciones para el C y el N, explorando los mecanismos e indicadores sobre su estabilización y descomposición. Investigaciones recientes muestran que las raíces son un aporte importante para la formación de POM, mientras que la rizodeposición aporta carbono para la formación de MAOM con alta eficiencia. Por otro lado, los residuos aéreos parecen tener una menor eficiencia de formación de materia orgánica, principalmente por la respiración del C de los descomponedores en la superficie del suelo. Sin embargo, el N proveniente de los residuos aéreos parecería conservarse en el suelo y formar principalmente MAOM. Por otro lado, ambas fracciones son heterogéneas en cuanto a su dinámica por lo cual resulta interesante estimar qué porción de cada fracción es lábil (fácilmente descomponible) y qué proporción es estable. El nitrógeno anaeróbico mineralizable (N<sub>an</sub>) es un indicador de qué porción de la materia orgánica es descomponible en el mediano plazo por los microorganismos. Trabajos previos han mostrado que los valores de N<sub>an</sub> de la materia orgánica total del suelo, se asocian a su facilidad de descomposición y varían con manejos previos del suelo. Para conocer qué proporción del C de cada fracción es fácilmente descomponible, hemos adaptado el método para medir el N<sub>an</sub> en el total de la materia orgánica del suelo para hacer determinaciones en cada fracción (en la POM y la MAOM). Nuestros resultados de N<sub>an</sub> en ambas fracciones por separado muestran que, en todos los suelos estudiados, la fracción MAOM, considerada la más estable, tiene sin embargo una porción de su materia orgánica muy lábil. Debido a esto y a que la MAOM representa la mayoría de la materia orgánica del suelo, en un gradiente de suelos desde bosques del Chaco a pastizales de Uruguay hemos observado que la MAOM aportaría más N por descomposición a las plantas que la POM. Con estos resultados en conjunto proponemos un modelo sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo y sugerimos distintos manejos para incrementarla.



## **Estrategias para mitigar emisiones de óxido nitroso desde suelos del sector agropecuario**





## ADICIÓN DE UN INHIBIDOR AL EFLUENTE LÍQUIDO DE TAMBO PARA MITIGAR LA EMISIÓN DE N<sub>2</sub>O

Cosentino, V.<sup>1,2</sup>, Romaniuk, R.<sup>1</sup>, Mortola, N.<sup>1</sup>, Otero Estrada, E.<sup>1</sup>, Martinek, N.<sup>3</sup>, Beltran, B.<sup>1</sup>, Costantini, A.<sup>1,3</sup>, Imohff, S.<sup>4</sup> y Taboada, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigación de Recursos Naturales, Instituto de Suelos, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Facultad Ciencias Agrarias (UNL), Kreder 2805, Esperanza, (S3080HOF), Argentina

### RESUMEN

Para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos será necesario aumentar los rendimientos de los cultivos, esto implicará entre otras cosas aumentar el uso de fertilizantes nitrogenados. Una alternativa a los fertilizantes sintéticos tradicionales son las enmiendas orgánicas, como el efluente líquido de tambo (ELT). Sin embargo, si las condiciones del suelo son inadecuadas una parte del nitrógeno (N) aplicado se pierde por volatilización del amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y como óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) un gas de potente efecto invernadero. Las pérdidas de N disminuyen a su vez su disponibilidad para las plantas. Es principalmente por el proceso microbiano de desnitrificación que el N presente en el suelo en forma de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) es convertido en N<sub>2</sub>O y emitido hacia la atmósfera. Los inhibidores de la nitrificación son un grupo de compuestos químicos que suprimen el proceso microbiano de nitrificación (conversión de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) disminuyendo la concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el suelo, y por tanto la desnitrificación y potencial pérdida de N<sub>2</sub>O. Disminuir las pérdidas de N<sub>2</sub>O desde los suelos agropecuarios es clave para una producción sostenible. EL objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación conjunta de un inhibidor de la nitrificación (DCD) al ELT previo a la aplicación al suelo como fertilizante. Para ello, se realizó un ensayo a campo dentro del predio del INTA, en el cual se midió la emisión de N<sub>2</sub>O durante 49 días después de la aplicación de los tratamientos ELT, ELT con DCD (DCD) y Control (C, sin agregado de N). La cantidad de N aplicada con el ELT fue de 120kg de N/ha. La emisión de N<sub>2</sub>O acumulada durante los 49 días que duró el ensayo fue 526, 237 y 174 g N-N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> desde el suelo con aplicación de ELT, DCD y C respectivamente. Es decir, la emisión de N<sub>2</sub>O del suelo con aplicación de ELT fue más del doble que la emisión de N<sub>2</sub>O con uso del inhibidor (DCD), siendo esta última 1.37 veces mayor que la del suelo C. No se observaron diferencias significativas en la volatilización de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> acumulado. El rendimiento de la pastura fue mayor en el tratamiento DCD, seguido de C y ELT. De acuerdo con nuestros resultados, la aplicación conjunta de ELT con DCD demostró ser una alternativa efectiva para aumentar el rendimiento de una pastura y disminuir la emisión de N<sub>2</sub>O sin aumentar la volatilización de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Es decir que la incorporación de DCD al ELT al momento de su aplicación al suelo podría ser una alternativa válida de manejo de los efluentes tendiente a reducir las pérdidas de N por emisión de N<sub>2</sub>O. Son necesarios más estudios para verificar el efecto en un tiempo mayor y en otras situaciones climáticas.

**Palabras clave:** gases de efecto invernadero, abono orgánico, nitrógeno.





## EFFECTO DE LA FECHAS DE SIEMBRA Y TERMINACIÓN DE CULTIVOS DE SERVICIO PARA MITIGAR EMISIONES DE N<sub>2</sub>O

Petrasek, M.R.<sup>1,2</sup>, G. Piñeiro<sup>3</sup>, V. Bonvecchi<sup>2</sup>, L. Yahdjian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Becario CONICET.

<sup>2</sup>Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Luján;

<sup>3</sup>IFEVA-CONICET, y Catedra de Ecología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires;

\* Ruta 5 y 7, Luján, Buenos Aires. petrasekmarcos@gmail.com

### RESUMEN

El suelo agrícola es una de las principales fuentes de emisión de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a la atmósfera. El N<sub>2</sub>O es un potente gas de efecto invernadero y destructor de la capa de ozono. Los cultivos de servicio (CS), cultivos que se siembran entre dos cultivos comerciales y no se cosechan, pueden mitigar las emisiones de N<sub>2</sub>O. Sin embargo, los efectos generales de los CS aún son inciertos, porque evidencias anteriores muestran efectos diferenciales entre los tipos de CS y su manejo para reducir las demisiones de N<sub>2</sub>O. Los objetivos de este estudio fueron: a) evaluar los efectos de incorporar diferentes CS con diferentes fechas de siembra y terminación sobre la dinámica temporal de las emisiones de N<sub>2</sub>O en una rotación soja/soja; b) evaluar los cambios en los factores de control y sus efectos sobre las emisiones de N<sub>2</sub>O al incorporar un CS. Instalamos dos experimentos consecutivos, uno para evaluar fecha de siembra y el otro para evaluar fecha de terminación, ambos en un lote agrícola con monocultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merr) que incluyen distintos CS. Las parcelas experimentales incluyeron avena (*Avena sativa* L.), vicia (*Vicia villosa* Roth.) y una mezcla avena-vicia como CS y un testigo (barbecho sin CS), distribuidos en un diseño de bloques completos al azar (n=6). Los resultados del 1er experimento mostraron que, durante el período de crecimiento de los CS, los cultivos sembrados temprano emitieron menos N<sub>2</sub>O que los sembrados tarde. Así también, la siembra temprana de los CS redujo las emisiones de N<sub>2</sub>O en comparación con el barbecho en algunos momentos durante este período. En el 2do experimento vimos que los cultivos de servicio redujeron las emisiones de N<sub>2</sub>O previo a su terminación, independientemente del tipo de CS y la fecha de terminación. Sin embargo, luego de la terminación, las emisiones de N<sub>2</sub>O aumentaron en las parcelas con vicia, en comparación con el barbecho, pero en la fecha temprana de terminación (contrariamente a lo esperado) disminuyeron las emisiones en comparación con fechas tardías, probablemente porque en la fecha temprana la descomposición inicial de los CS ocurrió con bajas temperaturas y bajos contenidos de agua. Por otro lado, los CS redujeron el contenido de agua, la temperatura y el contenido de nitratos del suelo durante su período de crecimiento y antes de su terminación. Asimismo, el contenido de agua del suelo fue la variable ambiental que mostró una relación positiva con las emisiones de N<sub>2</sub>O a lo largo del período estudiado. Nuestros resultados sugieren que los CS se pueden utilizar para mitigar las emisiones de N<sub>2</sub>O, principalmente el CS de avena. Sin embargo, si el CS es una leguminosa como la vicia se deberían buscar opciones de manejo para disminuir las emisiones de N<sub>2</sub>O después de su terminación, por ejemplo terminándola temprano, o tal vez sincronizando su oferta de nutrientes con la demanda de cultivo siguiente.

**Palabras clave:** Soja, gases de efecto invernadero, mitigación del cambio climático.





## MITIGACIÓN DE EMISIONES DE N<sub>2</sub>O EN SISTEMAS AGRICOLAS PAMPEANOS

Vangeli, S.<sup>1,2</sup>, Posse, G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA/CONICET, Instituto de Clima y Agua.

<sup>2</sup> Manejo y Conservación de Suelos, FAUBA.

[vangeli@agro.uba.ar](mailto:vangeli@agro.uba.ar)

### RESUMEN

En Argentina, los sistemas agrícolas son la principal fuente de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), gas de efecto invernadero con casi 300 veces el poder de calentamiento del dióxido de carbono. Pese a su importancia, el desarrollo de prácticas de manejo que permitan mitigar las emisiones de N<sub>2</sub>O en sistemas agrícolas pampeanos es aún incipiente. Por eso, en los últimos años, junto a un grupo de trabajo de INTA, CONICET y FAUBA, participamos de una serie de ensayos que buscaban evaluar la eficiencia de algunas prácticas de manejo en la mitigación de las emisiones de N<sub>2</sub>O. Las prácticas evaluadas fueron: la utilización de cultivos de cobertura y la aplicación de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación o de la enzima ureasa. La utilización de cultivos de cobertura es descrita en la bibliografía como una práctica de mitigación del cambio climático por su aporte en el secuestro de carbono. Sin embargo, su efecto sobre las emisiones de N<sub>2</sub>O es menos conocido. De acuerdo a nuestros resultados, la utilización de cultivos de cobertura no afectaría las emisiones de N<sub>2</sub>O anuales, aunque esto podría depender del tipo de cultivo de cobertura (emisiones de leguminosa > gramínea). Por su parte, el uso de fertilizantes con inhibidores es descrito en la bibliografía como una práctica de mitigación de pérdidas de N, dado que retrasa la disponibilidad de N mineral en el suelo, y entonces favorece su sincronización con los requerimientos del cultivo. A diferencia de lo encontrado en otros lugares, en nuestros ensayos la utilización de fertilizantes con inhibidores no resultó efectiva para reducir las emisiones directas de N<sub>2</sub>O, aunque sí disminuyó las pérdidas de N por volatilización, que genera emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O.

**Palabras clave:** óxido nitroso, cultivos de cobertura, inhibidores de la nitrificación.



**Flujo preferencial del agua  
(mecanismos, formas de determinación y algunos casos de estudio)**





## TÉCNICAS DE CAMPO Y SIMULACIÓN NUMÉRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA POROSIDAD DEL SUELO

Carbajo, M.B.<sup>1,2,\*</sup>, L.E. Scherger<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT Bahía Blanca, Argentina;

<sup>2</sup> Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina;

\*Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires, micaela.carbajo@uns.edu.ar

### RESUMEN

En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, se contabilizan instalaciones de una variante del método de riego por goteo que consiste en la aplicación de agua a la zona radicular del cultivo por debajo de la superficie del suelo, utilizando cañerías de irrigación enterradas a poca profundidad y emisores de bajo caudal, dispuestos a distancias equidistantes y fijas. La necesidad de lograr aplicaciones de mayor eficiencia tanto en el uso del recurso como de la energía utilizada implica realizar una caracterización del terreno que incluya la estimación de las propiedades hidráulicas de la zona no saturada (ZNS), a fin de lograr el máximo rendimiento potencial. El objetivo del presente trabajo es emplear el software Hydrus 2D/3D en la simulación de la hidrodinámica de la ZNS, en base a datos de campo obtenidos a partir de ensayos con infiltrómetro de tensión. Dichos ensayos fueron efectuados en una parcela ubicada en el partido de Coronel Pringles donde se encuentra implantado un sistema de riego por goteo subsuperficial que abastece, de manera complementaria, a un área de 24 has de cultivo. Los infiltrómetros de tensión pueden medir el flujo de agua que entra al suelo, eliminando la influencia del flujo preferencial que usualmente se presenta en condiciones saturadas. A partir de los datos obtenidos pueden derivarse propiedades como la conductividad hidráulica saturada y no saturada, la sortividad, la porosidad efectiva del suelo y la proporción del flujo de infiltración para diferentes tamaños de poro. De esta forma es posible caracterizar la capacidad de conducción de poros de distinto tamaño, incluyendo los macro y mesoporos activos. Para el presente estudio la infiltración fue relevada en tres sectores estratégicos, a tensiones de -15, -6 y -3 cm en cada sitio de muestreo. Por su parte, el código Hydrus 2D/3D es un modelo de elementos finitos que resuelve numéricamente, en dos dimensiones, las ecuaciones de Richards para el flujo de agua en el medio no saturado – saturado, empleando el método Galerkin a partir de las condiciones iniciales y de contorno definidas por el usuario. El modelo hidráulico elegido para la simulación fue el propuesto por Van Genuthen-Mualem. Los parámetros hidráulicos del suelo fueron estimados por solución inversa, utilizándose como datos de entrada diversos ensayos de infiltración a diferentes tensiones y la humedad antecedente y final al finalizar cada ensayo. El modelo hidrodinámico de la ZNS logrado proporcionó un ajuste aceptable para el flujo de infiltración simulado y medidos en campo. Esta metodología de simulación permitirá obtener parámetros hidráulicos de referencia necesarios para futuros estudios en la zona.

**Palabras clave:** Hydrus 2D/3D, zona no saturada





## **MOLISOLES DEL CENTRO DE SANTA FE: LA TRAMA POROSA Y EL MOVIMIENTO DEL AGUA**

Ghiberto, P.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias del Litoral (ICiAgro Litoral),  
Universidad Nacional del Litoral (UNL),  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),  
Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNL),  
Kreder 2805, CP: S3080HOF, Esperanza, Argentina. [pjghiber@fca.unl.edu.ar](mailto:pjghiber@fca.unl.edu.ar)

### **RESUMEN**

En el centro de la provincia de Santa Fe (Argentina), el relieve plano, con ondulaciones escasas y apenas perceptibles, el clima templado húmedo, la vegetación con presencia de leguminosas asociado con gramíneas y el material de origen loésico, dieron lugar a suelos estratificados clasificados como Molisoles, generalmente Argiudoles. Las principales características de estos suelos, son un horizonte A de aproximadamente 30 cm donde el limo es predominante, representando 60 a 70% de la granulometría y el contenido de arena bajo (< a 5%). Generalmente contienen entre 2 a 2,5% de materia orgánica y están saturados de bases, siendo el calcio el catión dominante. Un cambio abrupto marca el inicio de un horizonte B textural fuerte, de textura franco arcillosa y estructuras de origen fragmentario, tipo prismas o bloques muy duros cuando secos. En el horizonte B predominan la presencia de arcillas expandibles, los fenómenos de contracción y expansión, con generación de grietas cuando secos y la histéresis. El elevado contenido de limo y el bajo contenido de materia orgánica confieren a la matriz del suelo características de baja estabilidad, elevada cantidad de poros pequeños y escasa macroporosidad, siendo naturalmente pobre la capacidad de drenar rápidamente el exceso de agua y permitir la proliferación de raíces. Como consecuencia de la composición de los horizontes, toman especial relevancia los estudios que involucren el volumen total de poros, su distribución por tamaños, conexión y tortuosidad, así como los patrones de flujo preferencial por grietas y bioporos, ya que el sistema poroso determina el ingreso, circulación y retención de agua, el transporte de solutos, la disponibilidad de oxígeno y la resistencia mecánica del suelo a la penetración de raíces, entre otros procesos. En tal sentido, se desarrollaron estudios regionales que involucran varios métodos, instrumentos e indicadores para detectar cambios en la trama porosa del suelo y en el movimiento de agua asociado. Estos incluyen infiltrómetros de tensión y curvas de retención de agua en el suelo, que se utilizan para cuantificar las propiedades hidráulicas, detectar cambios en la porosidad y estudiar el flujo preferencial que atraviesa los macroporos. En vista de que la presencia de factores físicos limitantes es un problema de carácter regional, ocupando un lugar destacado en la problemática de la estructura edáfica y en la consecuente dinámica hídrica y, considerando las evidencias de un continuo proceso de deterioro de las funciones ecosistémicas del suelo, se deben profundizar los estudios sobre fundamentos teóricos del movimiento del agua en el suelo, de indicadores de calidad del suelo y de procedimientos para determinarlos. La comprensión de los fenómenos permitirá posteriormente generar herramientas que simulen estos procesos y permitan evaluar riesgos y situaciones desfavorables, así como planificar prácticas de manejo sostenibles para el medio ambiente.

**Palabras clave:** flujo preferencial, conductividad hidráulica, calidad del suelo.





## **CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA SUPERFICIE DE BIOPOROS DE LOMBRIZ USANDO TÉCNICAS DE MINI-INFILTRACIÓN**

Villarreal, R.<sup>1,2,\*</sup>; L.A. Lozano<sup>1,2</sup>; M.P. Salazar<sup>1,2</sup>; N.G. Polich<sup>1,2</sup>; G.L. Bellora<sup>1</sup>; C. Miguel; R.H. Ellerbrock<sup>4</sup>; H.H. Gerke<sup>4</sup>; C.G. Soracco<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de Suelo para la Sustentabilidad Agrícola y Forestal (CISSAF), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP;

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina;

<sup>3</sup> Working Group "Hydropedology," Research Area 1 "Landscape Functioning", Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Eberswalder Strasse 84, 15374 Müncheberg, Germany;

\* Calles 60 y 119 (1900) La Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina, rafaevillarreal@gmail.com.

### **RESUMEN**

El fenómeno de flujo preferencial implica que el agua que infiltra en el suelo y los solutos disueltos se mueva a través de una fracción de poros reducida como grietas o bioporos, evitando la matriz del suelo. Una de las principales vías que influye en el proceso de flujo preferencial es la presencia de bioporos derivados de la actividad de las lombrices (EB). Este tipo de bioporos presentan la particularidad de estar recubiertos de materia orgánica (MO), lo que deriva en un aumento de la repelencia al agua, pudiendo acelerar el flujo preferencial. Sin embargo, la caracterización hidráulica de este tipo de superficies resulta extremadamente dificultosa debido a la pequeña escala a la cual sucede y al fenómeno de repelencia al agua que generan comportamientos atípicos de infiltración, implicando la imposibilidad de utilizar las ecuaciones estándar. Los objetivos de este trabajo son: i- caracterizar el comportamiento hidráulico de bioporos de lombriz usando técnicas de mini-infiltración; ii- comparar análisis de infiltración estándar con el algoritmo BEST-WR, desarrollado para suelos hidrofóbicos; y iii- determinar la distribución espacial de la repelencia al agua en superficies de bioporos de lombriz y su relación con la composición de la MO. Se extrajeron muestras de los horizontes Bt y C en un Luvisol Háptico característico del campo experimental CarboZALF-D, ubicado en las cercanías de Dedelow, región noreste de Alemania, perteneciente al Leibniz-Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF). En distintos puntos georeferenciados, incluyendo la pared del bioporo y la matriz del suelo, se determinó la conductividad hidráulica a distintas tensiones ( $K(h)$ ), la sortividad del agua y etanol ( $S_w$ ,  $S_e$ , respectivamente), el índice de repelencia al agua (RI) y el tiempo de cese de repelencia (WRCT) a partir de los datos de mini-infiltración. Se usó adicionalmente para el análisis de los datos de mini-infiltración el algoritmo adaptado de estimación de parámetros Beerkan Estimation of Soil Transfer (BEST) para suelos repelentes al agua (BEST-WR). Adicionalmente se determinó el índice de mojabilidad potencial (PWI) con espectroscopía infrarroja en modo de reflectancia difusa (DRIFT). De los resultados obtenidos, se observaron menores valores de  $K$ ,  $S_w$  y RI en las paredes del bioporo en comparación con la matriz, relacionado a la presencia de grupos funcionales de la MO hidrofóbicos (C-H), los cuales disminuyeron la mojabilidad del suelo. El algoritmo BEST-WR mostró ajustes satisfactorios de las curvas de infiltración acumulada, mostrando valores de  $S_w$  similares a los determinados a través de metodologías estándar, permitiendo la caracterización hidráulica en pequeña escala de superficie de bioporos.

**Palabras clave:** conductividad hidráulica, espectroscopía DRIFT, BEST-WR.



## La relación suelo-planta en ambientes salinos





## **ABSORCIÓN DE AGUA POR EL CULTIVO DE MAÍZ EN SUELOS CON HORIZONTES NÁTRICOS: IMPACTO DE LA SODICIDAD SOBRE LA PROFUNDIZACIÓN DE LAS RAÍCES**

Garello, F.J.<sup>1,2\*</sup>, E.M. Melani<sup>1</sup>, E.L. Ploschuk<sup>2</sup>, M.A. Taboada<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AER INTA Chascomús;

<sup>2</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Edafología;

\* Mitre 202, Chascomús (7130), Prov. de Buenos Aires, fedegarello89@gmail.com

### **RESUMEN**

A partir de 2005 la agricultura en la Argentina ha expandido sus límites hacia la Cuenca del Salado, una región históricamente destinadas a la ganadería, debido a sus suelos limitados por hidro-halormorfismo. En esta zona el maíz es uno de los más cultivados, ya que su destino puede ser tanto para la cosecha del grano, como para la alimentación bovina (ej: forraje conservado). Los suelos de ésta región presentan una alta variabilidad espacial en sus limitaciones físico-químicas, principalmente a nivel del horizonte nátrico con elevado porcentaje de sodio intercambiable (PSI) que afecta negativamente la productividad de los cultivos. En un ensayo en parcelas a campo sobre Natracuales, se estudió el impacto de la sodicidad del horizonte nátrico sobre la profundidad de absorción de agua y el rendimiento del maíz en secano, bajo dos escenarios hídricos contrastantes (Control y Sequía). Cuando las precipitaciones fueron limitadas (Tratamiento Sequía), las raíces del cultivo absorbieron agua del horizonte nátrico y pudieron atravesarlo, lo que permitió que el cultivo de maíz alcance la capa freática cercana y absorba agua desde ella. Sin embargo, la profundidad alcanzada por las raíces de maíz se redujo ante incrementos del PSI del horizonte nátrico. Simultáneamente, en el tratamiento "Control", sin restricciones de recarga por las lluvias, la profundidad de absorción de agua se limitó a los primeros  $\approx 0.5$  m. El rendimiento máximo alcanzado fue  $11023 \text{ kg ha}^{-1}$ , el cual se redujo a una tasa de  $\approx 124.3 \text{ kg ha}^{-1}$  por cada 1% que se incrementó el PSI. Estas reducciones fueron independientes del escenario hídrico (Control o Sequía), y se dieron desde valores de sodicidad muy inferiores al límite de 15% considerado para definir taxonómicamente a un horizonte como "sódico". La posibilidad de acceso al agua subterránea por debajo del horizonte nátrico, indica que no existe una limitación total para las raíces de maíz. Estos resultados abren otra perspectiva de análisis para desarrollar agricultura en estos ambientes de hidro-halormorfismo.

**Palabras clave:** PSI, absorción de agua, maíz, napa.





## **LOS HONGOS MICORRIZICOS AMORTIGUAN EL STRESS POR SALINIDAD**

Godeas A.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

<sup>2</sup> Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (UBA-CONICET);

\* Ciudad Universitaria, Pabellón 2, (1428) CABA, Prov. de Buenos Aires, godeas@bg.fcen.uba.ar

### **RESUMEN**

La salinidad muestra efectos adversos sobre la germinación, el crecimiento y la reproducción de las plantas que afectan el rendimiento de los cultivos. Para contrarrestar los problemas de salinidad, las plantas modifican el patrón morfológico y de desarrollo, acumulan osmolitos compatibles para mantener la turgencia y prevenir el daño celular, regulan la absorción de agua y el uso del agua, mejoran la fotosíntesis, sintetizan moléculas antioxidantes, e inducen la producción de fitohormonas. Sin embargo, estas estrategias adaptativas se vuelven ineficientes para hacer frente al rápido aumento de la salinidad. Los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) establecen una unión simbiótica con las raíces del 80% de las plantas terrestres. Esta simbiosis constituye un sistema más eficiente que las raíces para la absorción y transferencia de nutrientes minerales del suelo a las plantas. Las hifas extraradicales de los HMA asociadas a la planta pueden alcanzar hasta 100 m<sup>2</sup>/g de suelo y mejorar la capacidad de la planta para explorar el suelo. Como las hifas son más finas que las raíces, facilitan la extracción de agua de los poros. La simbiosis micorrizica arbuscular puede impulsar además varios mecanismos en la planta que le permiten manejar el estrés salino. Existe evidencia, que su establecimiento: (i) mejora la adquisición de nutrientes y mantiene la homeostasis iónica; ii) mejora la absorción de agua y mantiene el equilibrio osmótico en las plantas; (iii) induce el sistema antioxidante previniendo el daño por stress oxidativo; iv) protege el aparato fotosintético y mejora la eficiencia del proceso de fotosíntesis y (v) modula el perfil de fitohormonas para minimizar los efectos de la sal. De hecho, estos modelos biológicos basados en la evaluación de la simbiosis vegetal/hongos micorrizicos ha demostrado inequívocamente el papel importante que esta interacción podría desempeñar para garantizar el éxito de la gestión sostenible del suelo. La incorporación de inóculos HMA procedentes de cepas autóctonas locales bien adaptadas a entornos con condiciones (alta salinidad, temperatura, suelo degradado y deficiente, etc.) y su aplicación a los suelos salinos permitirán preservar la vegetación y/o manejar cultivos de manera más eficiente aún en zonas de zonas áridas y semiáridas.

**Palabras clave:** simbiosis, absorción de agua, stress salino.





## **CRECIMIENTO Y FUNCIONALIDAD DE RAÍCES EN SUELOS SALINOS Y ALCALINOS: LIMITACIONES HÍDRICAS, QUÍMICAS Y FÍSICAS**

Taleisnik, E.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>CONICET;

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba,

<sup>3</sup>IFRGV, CIAP, INTA, Córdoba; etaleisnik@conicet.gov.ar

### **RESUMEN**

Las raíces de las plantas son los órganos en contacto directo con el sustrato, que provee la información que modula su forma y funcionamiento. La forma del sistema radical tiene implicancias en el establecimiento de las plantas, y las condiciones de salinidad y alcalinidad, tanto química como física, modulan su crecimiento, ramificación y orientación. Estos aspectos determinan su capacidad de expandirse en profundidad y volumen, condicionando el acceso a agua y nutrientes. A su vez, tanto la salinidad como la alcalinidad ejercen efectos específicos sobre la adquisición de elementos minerales por parte de las raíces, que afectan el perfil nutricional de las plantas que crecen en estas condiciones. El bajo potencial hídrico de los suelos salinos limita asimismo la adquisición de agua por parte de las raíces, que desarrollan mecanismos para facilitar el proceso como así para limitar la pérdida de agua hacia el sustrato. En esta presentación se mencionarán algunos de los mecanismos involucrados en las respuestas morfológicas y en la captación hídrica y de elementos minerales, que distinguen las respuestas de las raíces a sustratos salinos y alcalinos.

**Palabras clave:** raíces, salinidad, alcalinidad



## **Las dimensiones social y técnica en el tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios e institucionales**





## **INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN Y NORMAS DEL COMPOSTAJE MUNICIPAL: AVANCES Y CONTRADICCIONES**

Mazzarino, M.J.<sup>1\*</sup>, P. Satti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Suelos CRUB – INIBIOMA. Miembros Comisión Asesora ASACOMP  
\*Quintral 1250, (8400) Bariloche, Prov. de Río Negro, mjmazzarino@yahoo.com.ar

### **RESUMEN**

Quienes desde hace varias décadas estamos trabajando en el país en la investigación sobre compostaje y uso de residuos de origen urbano (fracción orgánica de residuos sólidos urbanos o FORSU y lodos o barros cloacales) hemos considerado desde el principio que la principal limitación para la producción municipal (también llamada industrial por su dimensión) era la falta de normas, que regularan adecuadamente tanto el proceso como la calidad del producto final. Si bien la ley nacional sobre fertilizantes y enmiendas (Ley Nacional 20.466) regulaba desde 1973 algunas condiciones del compostaje de FORSU, los lodos cloacales no estaban incluidos y las exigencias para compost, tanto de origen urbano como agrícola, resultaban insuficientes a medida que avanzaban en el mundo las restricciones de carácter precautorio, especialmente las relacionadas con los metales pesados y patógenos. La investigación realizada en varias universidades nacionales y los convenios con otros países más avanzados en el tema permitieron que el SENASA elaborara de manera provisoria en 1998 una nueva resolución regulando con más detalle el proceso de compostaje y la calidad de los compost de FORSU y lodos. Sin embargo, esta norma fue finalmente desechada y reemplazada por otra resolución que prohibía el uso de compost de FORSU y lodos en agricultura (Resolución SENASA 264/11). En paralelo, tanto el Ministerio/Secretaría de Medio Ambiente como el IRAM fueron elaborando resoluciones y normas que recomendaban su uso beneficioso. Finalmente, en el año 2019 el SENASA aceptó elaborar con la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental una norma conjunta (Resol. 01/19), previa consulta a varias instituciones nacionales, que si bien constituye un avance en la normativa sobre el tema prohíbe expresamente el uso de FORSU que no sea clasificada en origen (con lo que excluye a la mayoría de los compost producidos a nivel municipal en el país) y también prohíbe el uso de compost de lodos cloacales. Todo esto conduce a la necesidad de replantear qué consideramos “valorización de residuos orgánicos urbanos” en el país, cuáles serían las posibilidades de uso en ámbitos diferentes a la agricultura (como paisajismo, viveros de forestales y ornamentales, rehabilitación/restauración y similares) y, por otro lado, cómo es la valoración (y/o confianza) entre instituciones. Como se dijo al principio, las investigaciones sobre producción y uso de compost de FORSU y lodos cloacales se vienen realizando desde hace décadas en el país (incluyendo el compostaje de residuos de la digestión anaeróbica) en instituciones como CONICET, universidades y laboratorios nacionales, sin embargo, se continúa sin reconocer su valor, a lo que se agregan otras limitaciones como la imposibilidad de poder cumplir con varios de los métodos propuestos en la norma conjunta 01/19, de difícil (e innecesaria) realización en el país, el elevado costo de los análisis y las restricciones del SENASA para aceptar a los laboratorios de las universidades y demás instituciones nacionales como laboratorios de referencia, a pesar del reconocimiento de los mismos a nivel nacional e internacional.

**Palabras clave:** regulaciones, compost urbanos, FORSU, lodos cloacales





## **COMPOSTAJE COMUNITARIO: EXPERIENCIAS EN ARGENTINA**

Silbert Voldman, V.<sup>1</sup>, Natan P. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial;

<sup>2</sup> Profesional independiente,

Av. Vélez Sarsfield 1561, Ciudad de Córdoba, Argentina, vsilbert@inti.gob.ar

### **RESUMEN**

El compostaje es una práctica que puede realizarse a diferentes escalas por lo cual resulta una alternativa con potencial para ser promovida e implementada de manera transversal en los diversos ámbitos de la sociedad. Una estrategia de gestión integral de residuos orgánicos debería incluir un abordaje múltiple que involucre acciones de tratamiento descentralizado como centralizado.

En el primer caso, las modalidades de compostaje domiciliario y comunitario permiten que los hogares e instituciones se hagan cargo de la gestión de sus propios residuos orgánicos sin ser necesaria la recolección por parte de comunas y/o municipios. Se caracterizan por el rol activo y responsable que asumen dichos generadores, y trae aparejados beneficios múltiples y colectivos vinculados a la reducción de costos económicos y ambientales en la recolección municipal, traslado y disposición final, y en la mejora de la separación en origen de las corrientes de reciclables.

Por su parte, el compostaje centralizado es una alternativa para valorizar los residuos verdes provenientes de las tareas de poda y jardinería, residuos orgánicos industriales no especiales y residuos orgánicos de actividades de comercio y servicios. La recolección selectiva y tratamiento diferencial de dichos residuos constituye una buena oportunidad para generar un compost de calidad para su uso agrícola, así como en viveros municipales, forestales, huertas, y espacios verdes públicos.

La conceptualización planteada parte de relevamientos efectuados en Argentina y la identificación de elementos diferenciales y procesos similares en otras partes del mundo. Es evidente la necesidad de desarrollar competencias en el sector, formando a los recursos humanos responsables de promover, dar seguimiento, operar y ejecutar las tareas específicas a cada escala.

En particular, la promoción del compostaje comunitario requiere implementar un programa de acompañamiento de la comunidad en que se desarrollará la iniciativa a los fines que sea efectivamente apropiada y, por ende, que permanezca y evolucione en el tiempo. De manera complementaria, contribuye de manera significativa con la responsabilidad ciudadana al plantear el reencuentro del generador con su propio residuo, deconstruir la noción de “lo desagradable debe ser desechado” hacia una concepción de una materia prima valiosa. En tal sentido, es preciso revisar hábitos: primero, evitar desperdicios de alimentos; luego, separarlos adecuadamente; finalmente, tratarlos mediante compostaje, producir compost e iniciar una huerta. Como ocurre en la naturaleza, lo que se genera localmente, se transforma localmente.

Esta práctica comunitaria favorece la creación y fortalecimiento de lazos entre miembros de una misma organización o institución, y obra como una referencia en la gestión local e integral. La promoción de esta práctica como modelo descentralizado de gestión es una estrategia que permite abordar de manera simultánea la sensibilización ambiental, la prevención de residuos y el tratamiento de éstos.



**Palabras clave:** compostaje de mediana escala, gestión descentralizada, residuos orgánicos



## **Uso de recursos orgánicos en la producción agrícola impacto en el suelo y productividad de los cultivos**





## **ENVIRONMENTAL SOIL PHOSPHORUS THRESHOLDS FOR SOUTHERN BRAZILIAN SOILS**

Gatiboni, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Crop and Soil Sciences, North Carolina State University, United States. Luke\_Gatiboni@ncsu.edu

### **RESUMEN**

The Southern region of Brazil has agricultural and livestock activities, such as pig farming, that are responsible for adding large amounts of animal wastes to soils, and consequently, phosphorus (P), requiring the evaluation of the environmental risk of high soil P levels. We defined P-thresholds using the Mehlich-1 extractant for soils with different clay contents. A change-point value (the P-Mehlich-1 value above which P-water starts increasing sharply) was calculated through the use of segmented equations. We developed equations for soils of three Brazilian states (Santa Catarina, Rio Grande do Sul, and Paraná). We also studied the effect of soil texture and slope on the environmental thresholds. Therefore, we propose a P-threshold model for Mehlich-1 extractable P levels for Brazilian subtropical soils as: "P-threshold =  $(42.287 + C) - (0.230 S + 0.0123 C S)$ " in soils with a  $S \leq 25\%$  and "P-threshold =  $(42.287 + C) - (-0.437 S + 0.039 C S)$ " in soils with a  $S > 25\%$ , where both C and S are shown in percentage. The soil clay content and slope are aggravating factors to the P transfer process, thus must be considered in suitable models to predict the P losses risk.

**Palabras clave:** phosphorus, environmental threshold, Mehlich





## **TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS PECUARIOS EN BIOINSUMOS PARA CONTRIBUIR A CERRAR EL CÍRCULO PRODUCTIVO**

Imhoff, S.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ICiAgro Litoral-CONICET-UNL, Esperanza, Santa Fe;

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias-UNL, Esperanza, Santa Fe;

Kreder 2805, (3080) Esperanza (Santa Fe), simhoff@fca.unl.edu.ar

### **RESUMEN**

El sector pecuario es uno de los principales proveedores de alimentos del país y constituye una importante fuente de producción, empleo y provisión de materias primas en Argentina. En los últimos 10 años, los sectores de cría intensiva de ganado bovino y porcino y de producción de leche han experimentado una reducción del número de establecimientos y un aumento de la capacidad de producción, lo que inevitablemente va asociado al incremento de producción de desechos derivados de esas actividades. Los desechos pecuarios han sido considerados un recurso muy valioso para incrementar la producción de los cultivos desde el principio de la agricultura organizada. Estas sustancias correctamente utilizadas pueden constituirse en valiosos insumos para la producción agrícola, posibilitando la disminución y/o sustitución del uso de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, los desechos pecuarios cuando no se utilizan adecuadamente pueden constituir un riesgo para el ambiente debido a su elevado potencial de contaminación de los recursos naturales suelo, aire y agua. La diversidad de origen (tipo de animal), de composición (que depende mucho de la alimentación de los animales) y de estado físico (sólidos, semilíquidos y líquidos) denotan la amplitud de metodologías y recomendaciones que deberían ser desarrolladas para su correcto manejo, así como la esencialidad de determinar sus características previo a su uso agronómico. En ensayos desarrollados en el centro de Santa Fe se ha verificado que todos los tipos de desechos pecuarios evaluados, aplicados con diversos sistemas, pueden ser transformados en INSUMOS para los sistemas productivos agropecuarios, permitiendo lograr elevados rendimientos, sustituyendo total o parcialmente la aplicación de fertilizantes de síntesis química, disminuyendo los costos de producción y contaminación ambiental, permitiendo además recuperar la calidad físico-química de los suelos, si se utiliza un correcto protocolo de *Buenas Prácticas de Uso Agronómico de Desechos Pecuarios* que incluyen: un adecuado saneamiento de los desechos, adecuada caracterización físico-química y microbiológica de los desechos, adecuada dosis de aplicación teniendo en cuenta el análisis físico-químico de suelo y la demanda de nutrientes del cultivo a implantar, el control de calidad de la freática y de la evolución de las propiedades del suelo para ajustar los criterios de cálculo de las dosis de aplicación. Aplicando Buenas Prácticas de Uso Agronómico de Desechos Pecuarios es posible transformarlos en bioinsumos que contribuyan a cerrar el ciclo productivo de los sistemas agropecuarios.

**Palabras clave:** abonos pecuarios, buenas prácticas de uso agronómico.





## **USO AGRONÓMICO DE EFLUENTES Y ESTIÉRCOLES: EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN EN NEBRASKA, ESTADOS UNIDOS**

Olivo, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería de los Sistemas Biológicos, Universidad de Nebraska-Lincoln, USA – Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Cornell, USA.

### **RESUMEN**

En casi todos los entornos de producción agropecuarios, existen oportunidades para agregar valor a diferentes subproductos. Particularmente en el estado de Nebraska, Estados Unidos, se generan grandes cantidades de estiércoles y purines en sistemas de producción animal (principalmente sistemas de engorde a corral). Por otro lado, la rápida invasión de cedro silvestre en campos de producción en esta región de Estados Unidos, ha generado la necesidad de buscar alternativas de utilización de la madera, que fomenten el control de la especie por parte de los productores. El presente estudio investigó los impactos en las características del suelo y la productividad de maíz de la aplicación superficial de estiércol de ganado y mantillo (mulch) de cedro. Los estudios de investigación se iniciaron en 2019 en cuatro sitios del estado de Nebraska, Estados Unidos para evaluar los impactos de estas enmiendas. Los tratamientos de estudio incluyeron estiércol de ganado vacuno (CM), purín de ganado vacuno (CS), biomasa leñosa de cedro (WB), estiércol vacuno+biomasa leñosa (CMWB), purín vacuno+biomasa leñosa (CSWB) y control (CON; sin enmienda orgánica). Se evaluaron las propiedades químicas del suelo (MOS, pH, CIC, CE,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , P, K,  $\text{SO}_4\text{-S}$ , Ca, Mg, Na), propiedades físicas del suelo (estabilidad de agregados, densidad aparente, infiltración) y rendimiento de maíz. Los resultados mostraron que la aplicación de estiércol antes de la siembra puede hacer aportes significativos de macronutrientes (N, P y K), lo que constituye un recurso confiable para reemplazar los fertilizantes inorgánicos. No se observaron cambios en el rendimiento del cultivo con las aplicaciones de estiércol, teniendo N balanceado entre tratamientos. Dependiendo de las características iniciales del suelo, el estiércol también aumentó la MOS, el pH y la CE. Las aplicaciones superficiales de biomasa leñosa no mostraron evidencia de acidificación del suelo o inmovilización de N, aunque indujo la reducción de nitratos en las capas superiores del suelo cuando se incorporó después de la cosecha en uno de los sitios de experimentación. Las propiedades físicas del suelo permanecieron prácticamente sin cambios con todos los tratamientos.

**Palabras clave:** estiércoles, purines, mulch.



## PLENARIOS





## **LA "REINA DEL PLATA" Y SU COMARCA. PAISAJE, HISTORIA Y URBANIZACIÓN.**

Morrás, H.J.M.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Instituto de Suelos, INTA\_CIRN, Hurlingham, Pcia. de Buenos Aires y Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad del Salvador, Pilar, Pcia. de Buenos Aires.

hmorras@gmail.com

### **RESUMEN**

La Pampa es en realidad "las pampas", y en una de ellas, por sus características, su ubicación y las circunstancias históricas, se gestó buena parte de la matriz de una nación. El fallido atracadero de Santa María de los Buenos Aires establecido por Mendoza, quizás en el Riachuelo, y luego la definitiva fundación por Garay de la ciudad de la Santísima Trinidad también en la margen derecha del "gran río", fueron pensados solo como una escala, en un trayecto con destino a las riquezas andinas. Sin embargo, no solo fue el carácter de puerto lo que le permitió a esa modesta población llegar a ser capital del actual país, y hoy una megaciudad de relevancia en el mundo. En verdad, el territorio de lo que hoy llamamos la Pampa Ondulada era una cuña de ambiente favorable en clima y vegetación para el asentamiento humano, entre los grandes ríos y el desierto, cuya frontera estaba allí nomás, en el río Salado. En esta planicie, donde los procesos eólicos aportaron el sustrato superficial y materia prima para "tierras de pan llevar", la acción fluvial controlada por la actividad tectónica profunda y en cierta medida con la acción marina, labró numerosos cursos generando valles y cañadas, modelando un paisaje singular. Sin dudas, los suelos de esta Pampa Ondulada, por su fertilidad, por la facilidad para su cultivo, junto a condiciones climáticas favorables configuran una combinación de gran potencialidad agrícola y constituyen una de las causas del desarrollo económico del territorio y de lo que es hoy el Área Metropolitana. Estudios recientes nos posibilitan ahora nuevos criterios sobre la génesis, la clasificación y la cartografía de algunos de los suelos relevantes de esta área.

Y la ciudad creció en ese entorno ondulado. Cursos de agua menores condicionaron la vida en el casco antiguo. Con el aluvión inmigratorio el núcleo primitivo se expandió, se anexaron los pueblos de Flores y Belgrano, y otros cursos más importantes quedaron dentro de los límites de la ciudad. Con el poblamiento y la urbanización desaparecieron progresivamente los arroyos y cañadas que la surcaban así como numerosos bañados y lagunas que fueron rellenadas y parquizadas. La costa del Río de La Plata con su barranca y playa de tosca se fueron transformando progresivamente a través del relleno, la edificación y la construcción del puerto. Asimismo, se modificó la desembocadura del Riachuelo y su sector de influencia, y recientemente se generó el relleno de la reserva ecológica. Así, en la ciudad actual los sectores de génesis fluvial representan una importante proporción de la superficie. Por otro lado, el conurbano se fue expandiendo rápidamente; al norte y al oeste en su mayor parte en la planicie loésica; al sur del Matanza-Riachuelo con alta concentración en las terrazas y en la planicie aluvial del mismo. Hoy diversos problemas ambientales constituyen retos de probable agravamiento, en particular el riesgo hídrico y la contaminación, los que implican nuevos esfuerzos de prevención, de adaptación y de mejoramiento del ambiente en la gran metrópoli.

**Palabras clave:** Buenos Aires, historia, ambiente físico, urbanización.





## **CIENCIA Y AGRONOMÍA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DESDE EL SECTOR PÚBLICA**

Oesterheld, M.

IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - Conicet;  
Av. San Martín 4453 (1417) CABA, oesterhe@agro.uba.ar

### **RESUMEN**

El propósito de esta charla es despertar interés por algunas características de las ciencias agrarias del sector público argentino. Será un análisis basado en algunos datos y en más de 40 años de experiencia. Por lo tanto, será bastante subjetivo y no tratará sobre la coyuntura actual. 1. La tasa anual de producción científica del mundo crece exponencialmente. Aproximadamente la mitad de los artículos sobre ciencias agrarias se publicaron durante los últimos 10 años, un tercio durante los últimos cinco y un décimo el año pasado. 2. Desde hace 25 años, la Argentina se mantiene en los puestos 20-25 de publicaciones anuales. Esta estabilidad relativa significa un crecimiento de publicaciones a ritmo promedio, pero contrasta con el crecimiento de otros países agrícolas como China (pasó del puesto 17 al 1), Brasil (del 16 al 3) e India (del 9 al 4). La Argentina contribuye aproximadamente el 1% de las publicaciones mundiales de las ciencias agrarias y biológicas. 3. El sistema de investigación está formado mayoritariamente por el INTA y por las ciencias agrarias de las universidades públicas y de las unidades ejecutoras del Conicet (muchas radicadas a su vez en universidades y/o en el INTA). Su presupuesto es escaso y prioriza el gasto en la masa de personal en detrimento de la infraestructura, el funcionamiento y el salario individual. Las oportunidades para acceder a fondos para investigar son cambiantes, de corto plazo, bajos montos y normas de presentación complejas, en particular en lo que refiere a la conformación de los grupos de trabajo. 4. A pesar de estas limitaciones internas y externas, el sistema ha crecido en cantidad, calidad, diversidad temática y contacto con los problemas productivos y ambientales. Hace unas décadas se discutía cuán relevante era la ciencia para la agronomía, mientras que hoy poco se duda de que cualquier solución a los problemas pasa en gran medida por el conocimiento y el desarrollo tecnológico. En ese contexto, los programas de posgrado han enriquecido el talento promedio no solo de las facultades e institutos sino también de las organizaciones fuera del área académica. La tarea por delante en este sentido es todavía enorme. 5. Se necesita un sistema científico-tecnológico fuerte, pero a la vez más productivo por persona empleada. Se lo necesita para generar nuevo conocimiento y herramientas tecnológicas vinculadas con el sector productivo, pero también para procesar y aplicar la enorme cantidad de información y tecnología generadas por el resto del mundo. Para formar a los profesionales que toman decisiones y a quienes harán investigación y desarrollo en el futuro. Para ofrecer a la sociedad un análisis de los problemas a partir de datos, información y conocimiento libres de dogmas e intereses, plenos de honestidad intelectual.

**Palabras clave:** política científica, financiamiento, publicaciones por país, función de la ciencia.





## **AVANCES EN ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN Y REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DE ARGENTINA**

Sasal, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA- EEA Paraná. Ruta 11, km 12,5, (3101) Oro Verde, Prov. de Entre Ríos, [sasal.maria@inta.gob.ar](mailto:sasal.maria@inta.gob.ar)

### **RESUMEN**

Argentina se enfrenta a cambios globales que generarán inminentes desafíos para la producción agropecuaria. Entre ellos, limitar y adaptarse a los efectos del cambio climático, mejorar la seguridad alimentaria y nutricional y transitar hacia nuevos sistemas que resguarden los recursos naturales, restauren la biodiversidad y se anticipen y gestionen los riesgos extremos. Estos cambios se enmarcan en un contexto de necesidad de mejora de las condiciones de vida de los actores del sector agropecuario, de la competitividad económica de las empresas, y de demandas cambiantes de los mercados. La intensificación de la agricultura, que en los últimos 50 años generó incrementos sustanciales en la producción de alimentos, tuvo consecuencias ambientales negativas a escalas local y regional. Los cambios en el uso de los suelos y la simplificación de las secuencias de cultivos en la región han condicionado la capacidad reguladora del suelo mediante el deterioro de sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Así, los procesos de degradación de suelo amenazan la calidad de las aguas debido a las pérdidas de suelo por erosión y el arrastre de fertilizantes y otros agroquímicos aplicados al suelo. El suelo constituye una primera barrera para evitar la contaminación de cursos de agua por actividades agrícolas. Sin embargo, estudios recientes indican que los ambientes acuáticos en cuencas bajo producción agrícola reciben el aporte difuso de plaguicidas en concentraciones superiores a los niveles de guía establecidos para la biota acuática, y son crecientes los reportes de eutrofización o detección de contaminantes emergentes como los fármacos veterinarios. La remediación ambiental consiste en implementar estrategias para eliminar o metabolizar sustancias contaminantes en el suelo o el agua (químicos agroindustriales, metales pesados, nutrientes y plaguicidas). En el caso del suelo, además se busca restablecer las características físicas y biológicas que lo hacen productivo, mejorar el balance de agua, carbono y el ciclo biogeoquímico de nutrientes. El gran desafío para el sector agroalimentario en la actualidad es incrementar la productividad y la competitividad, haciéndolo de una manera sustentable. Se analizarán diversos estudios que se han realizado en los últimos años que describen las amenazas ambientales asociadas al sector agroalimentario: eutrofización, pérdida de materia orgánica del suelo, calidad de agua para consumo animal y humano deteriorada, escorrentía, sobrepastoreo, deforestación. También, se analizan soluciones para mejorar la producción y al mismo tiempo proteger la calidad del medio ambiente. A diferentes escalas espaciales, temporales y de niveles organizativos se trabaja en el país sobre estrategias de conservación, mitigación y remediación. Se propone un enfoque integrado y multidisciplinario para la remediación y restauración de ambientes que garantice agroecosistemas funcionales y resistentes en un entorno cambiante.

**Palabras clave:** remediación, suelo, Argentina.





## **AVANCES EN ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN Y REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DE ARGENTINA**

Taboada, M.A.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía UBA;

<sup>2</sup> Carbon Group Agro-Climatic Solutions SRL;

<sup>3</sup> Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

\* Avenida San Martín 4453 (1417DSE) Buenos Aires, [mtaboada@agro.uba.ar](mailto:mtaboada@agro.uba.ar)

### **RESUMEN**

Desde los albores de la ciencia del suelo entre fines del Siglo 19 e inicios del Siglo 20, han transcurrido distintas etapas en cuanto a incorporación y consolidación de nuevos conocimientos de suelos, los que se aceleraron a que siguiendo un orden cronológico comenzaron por los estudios básicos de rocas y a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial, por el aumento en la demanda de alimentos para una población global creciente. Fue punto cúlmine de estos avances la llamada Revolución Verde, que permitió afrontar y evitar las hambrunas que asolaban a muchos países del Tercer Mundo hasta inicios de los años '70, aunque con consecuencias no deseadas, como el aumento de la contaminación de aguas por uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y fosforados. A partir de los años '80 del siglo pasado, comenzó a verse un menor avance de la ciencia del suelo, medido por descensos en la cantidad e impacto de las publicaciones y un menor financiamiento de la investigación para temas puros de suelos. Como resultado, algunas especialidades como el reconocimiento de suelos casi desaparecieron, y muchos centros de investigación, o bien desaparecieron, o bien fueron incorporados a la nueva demanda centros dedicados a temas ambientales. Este ostracismo de la ciencia del suelo tuvo, sin embargo, una rápida reversión a fines del siglo pasado, ya no con temas puros de suelos, sino vinculados al cambio climático, alimentos y bioenergía, las pérdidas de biodiversidad, y políticas para la gobernanza de los suelos. Los suelos tomaron un rol central en la mitigación del cambio climático, por ser parte de las así denominadas Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN). Los suelos representan el mayor sumidero de carbono en ecosistemas terrestres y de agua continental, y particularmente, la mayor posibilidad de capturar carbono desde la atmósfera para ser almacenado en formas estables como carbono orgánico del suelo. De aquella agricultura basada en insumos externos que caracterizó a la Revolución Verde, se está desarrollando una nueva agricultura más resiliente frente al cambio climático, basada en el conocimiento, el reciclado de productos y un mayor conocimiento de los procesos biológicos. Frente a un total de emisiones de gases efecto invernadero de 35 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (Gt CO<sub>2</sub>e) en 2020, de las cuales el 62% se originan en la quema de combustibles fósiles, las SBN tienen un potencial de secuestrar 0,3 a 3 Gt CO<sub>2</sub>e anual, siendo la mejor estrategia posible para lograr la neutralidad de carbono hacia 2050. Así, de ser parte del problema, los suelos pasaron a ser parte de la solución para enfrentar el cambio climático y llegar a la neutralidad de carbono. Este cambio se está visualizando ya en nuestro país, donde muchos productores han adoptado métodos basados en el conocimiento, como la agricultura por ambientes, el control biológico de plagas y sistemas de pastoreo racionales. No obstante, aun falta mucho en cuanto a los sistemas de monitoreo y trazabilidad de estos cambios, que permitirán nuestro país pueda brindar respuestas efectivas en sus compromisos con la mitigación del cambio climático y el manejo sustentable del sector agropecuario.

**Palabras clave:** agricultura basada en conocimiento, mitigación del cambio climático, soluciones basadas en la naturaleza



## PONENCIAS





## **RGB CAMERA AS A NON-DESTRUCTIVE TOOL FOR NUTRIENT DEFICIENCY DETECTION**

Marko Petek<sup>1</sup>, Antonio Viduka<sup>1\*</sup>, Martina Skendrović Babojelić<sup>1</sup>, Ana Marija Antolković<sup>1</sup>, Rea Vrto-dušić<sup>1</sup>, Tomislav Karažija<sup>1</sup>, Ivana Pajač Živković<sup>1</sup>, Darija Lemić<sup>1</sup>, Dana Čirjak<sup>1</sup>, Ivana Miklečić<sup>1</sup>, Zoran Grgić<sup>1</sup>, Mihaela Šatvar Vrbanić<sup>1</sup>, Goran Fruk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

\*Corresponding author: aviduka@agr.hr

### **ABSTRACT**

In view of the increasingly evident climatic changes that affect nature, natural processes and, consequently, all human activities on Earth, which, of course, includes agricultural production as food production factory in openfield, arises the need to apply new techniques and technologies in a modern fruit production. Since we can no longer fully rely on established production processes with established production procedures/measures, it is necessary to control plantations more frequently to identify problems in production related to proper growth and development of the plant and fruit, which mainly concerns proper plant nutrition, as well as plant protection. All this requires additional human involvement and work, and thus additional time. In modern apple growing, efforts are being made to use innovative technologies that optimize production but also reduce human work. One of these innovative technologies can be the use of RGB digital cameras [a camera equipped with a standard complementary metal-oxide semiconductor (CMOS) sensor used to take color photos of objects] as a tool for collecting data in machine learning process. The usage of RGB cameras in machine learning could provide fruit growers to detect and prevent potential damage caused by a deficiency of a particular nutrient in a timely manner. Also, it would allow them to respond in time by taking agrotechnical measures that could mitigate the harmful effects of a potential problem, reduce production costs, and thus increase profits. So, this study aims to investigate the use of the RGB camera as a non-destructive tool to detect nutrient deficiencies for building a model based on machine learning. For this purpose, 5 productive orchards were selected in which 200 images per day were taken within 5-time intervals in one day. The images were captured manually and later processed in an annotation program (Labellmg). On each individual image, all leaves were annotated and classified as either 'healthy leaf' or 'leaf deficient in nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, or manganese'. From September 2021 to June 2022, more than 3200 images were collected and almost 7500 annotations were made regarding the nutritional apple leaf status. The most numerous class was healthy leaf with about 6000 annotations. Based on a large number of annotations, a model capable of distinguishing healthy leaves from nutrient deficient leaves will be created. Final goal will be developing software/application and constructing a robot-rover with 4 RGB cameras built-in, that would be able to drive autonomously through the orchard and providing real-time information to the fruit growers on the condition of the orchard. Such continuous monitoring with RGB cameras through the orchard could be a key factor in planning and implementing a greater number of agrotechnical and pomotechnical activities, timely application of fertilizers, rational and more effective use of human work, and ultimately better fruit quality. The application of such new technologies would significantly improve fruit production.

**Keywords:** apple, innovative technologies, machine learning, mineral, robot-rover





## **CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE FOSFORITAS EN AGROECOSISTEMAS: ¿QUÉ SABEMOS Y QUÉ NOS FALTA CONOCER?**

Torres Duggan, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnoagro, A. Girradot 1331 (1427), CABA; [mjitorresduggan@gmail.com](mailto:mjitorresduggan@gmail.com)

### **RESUMEN**

En los últimos años, debido a la crisis alimentaria global y a la demanda de productos de origen natural, se evidencia un interés renovado en el uso de rocas y minerales como fertilizantes y enmiendas en agroecosistemas, tanto en producción convencional como orgánica. Debido a la diversidad y heterogeneidad intrínseca de estos materiales, la adecuada caracterización de estos materiales es una instancia fundamental para evaluar su calidad y aptitud agronómica. Dentro de los recursos minerales, las rocas fosfáticas o fosfóricas (RF) constituyen productos especialmente interesantes por su carácter de liberación progresiva de fósforo (P), como así también por el aporte de calcio (Ca), y el mejoramiento de la condición de acidez, sobre todo cuando se aplican francolitas (i.e. carbonato fluorapatitas). Dentro de la región del Cono Sur de América Latina, Uruguay y Chile son los países en donde existe una mayor tradición de uso de RF orientada principalmente a la fertilización fosfatada de pasturas y pastizales en regiones con suelos ácidos o acidificados. En otros países como Argentina o Paraguay, a pesar de existir un claro potencial de adopción de la fertilización con RF asociado a condiciones edáficas, climáticas y tecnológicas adecuadas. Sin embargo, el uso actual de RF de aplicación directa en estos países es prácticamente nulo tanto en agricultura tradicional como orgánica. También hay divergencias entre universidades en la enseñanza sobre el uso de RF en las facultades de Agronomía vinculado justamente a la tradición de uso en cada país. La evaluación agronómica integral de las fosforitas no comienza ni termina en los experimentos a campo o invernáculo. Por el contrario, comienza en el estudio de las propiedades del material fosfático aplicando metodologías y determinaciones específicas utilizadas en rocas y/o minerales (e.g. DRX, análisis petrográficos y mineralógicos, entre otros) y continúa con la evaluación experimental en diferentes escalas y condiciones (ensayos de efectividad y eficiencia agronómica). En este contexto, no RF es apta para ser aplicada a campo como fuente fosfatada, siendo las fosforitas de origen sedimentario las que suelen presentar mayor eficiencia agronómica en relación a fuentes fosfatadas tradicionales. Asimismo, la efectividad y eficiencia agronómica observada a campo no depende solamente de la calidad agronómica original de la RF (i.e. características cristal químicas, mineralógicas y fisicoquímicas). También depende del tipo de suelo (e.g. pH, contenido de MO, concentración de bases de cambio, contenido de P extraíble, contenido y mineralogía de arcillas, presencias de óxidos, etc.); de la dosis, forma y frecuencia de aplicación; de las características agroecológicas (e.g. lluvias temperatura, etc.), entre otros factores relevantes. Los principales ejes temáticos que se abordarán en la conferencia son: (i) factores a considerar para evaluar la calidad y aptitud agronómica de fosforitas de aplicación directa como fuente fosfatada; (ii) resultados de investigaciones recientes de evaluación agronómica de fosforitas reactivas de Bahía Inglesa (Chile) en suelos argentinos y en diferentes cultivos y (iii) situación actual, tendencias y vacíos de conocimiento sobre fertilización con RF en sistemas de producción convencional y orgánica.

**Palabras clave:** roca fosfórica, fosforita, fósforo



## SIMPOSIOS



**Prácticas relacionadas con la intensificación sustentable de  
la producción sobre diferentes servicios ecosistémicos**





## PROVISIÓN DE AGUA Y CULTIVOS DE SERVICIO

Barraco, M.R.

INTA EEA General Villegas.  
San Martín 26, (6230) General Villegas, Pcia de Buenos Aires. barraco.miriam@inta.gob.ar

### RESUMEN

Los cultivos de cobertura (CC) proveen a los sistemas productivos múltiples servicios ecosistémicos entre los que se destacan control de la erosión, aporte de carbono (C) y mejoras en algunas propiedades físicas relacionadas a la captura y almacenaje del agua en el suelo. Estudios desarrollados en la región de la Pampa Arenosa evaluaron los efectos a corto y largo plazo, así como estrategias de manejo para no afectar la productividad del cultivo de renta siguiente. En un enfoque de corto plazo (ciclo productivo) los CC aprovechan el agua en el suelo durante el período invernal y lo transforman en biomasa mejorando la eficiencia de uso de agua de los sistemas. El consumo de agua o uso consuntivo (UC) depende de la especie seleccionada, su ciclo de producción y el momento de secado. En gramíneas, las especies de menor largo de ciclo presentan menores UC que las de mayor ciclo a igual estadio fenológico (centeno < avena < triticale). Por otro lado, centeno al ser de ciclo más precoz que triticale permite adelantar el secado 30 días logrando barbechos más largos. Dentro de los triticales existen en el mercado nuevos cultivares más precoces donde se ha cuantificado menor consumo de agua. El UC en la región varía entre 80 y 250 mm en las gramíneas, dependiendo de las precipitaciones durante el ciclo, y del momento de secado, mientras que en leguminosas como vicia el UC es entre 110 y 284 mm, observándose un incremento significativo en el consumo a partir de inicio de floración. Por otro lado, la profundidad hasta la que exploran los CC dependen de las especies observándose por ejemplo consumos hasta 120 cm en gramíneas y hasta 160-200 cm en vicia. Generalmente una vez secados los CC la eficiencia de los barbechos posteriores supera ampliamente a los testigos con suelo desnudo (+30%). Esto se debe entre otros factores a un mayor ingreso del agua de lluvia y menores pérdidas por evaporación de los primeros centímetros de suelo. No obstante, se requiere un adecuado ajuste del momento de secado en función del estado hídrico de los suelos y los pronósticos de lluvias primaverales de cada campaña. La mejora en la tasa de infiltración de los suelos se ha observado tanto en estudios realizados luego del primer ciclo del CC, como en estudios de largo plazo, con mejoras que van de un 30 a +100%. En un ensayo con triticale como CC se observaron mayores incrementos en la medida que se demoró el momento de secado, mientras que en otros se midieron respuestas diferencias según especies (mayores valores para vicia, avena sativa o strigosa y/o en CC multiespecies). En este caso la combinación de gramíneas, leguminosas y crucíferas genera un entramado de raíces que generan mayor cantidad de galerías y mejora el posterior ingreso de agua al suelo. Generalmente las mejoras en la infiltración en el largo plazo están asociadas a aumentos del C orgánico del suelo de los primeros 5 o 10 cm de suelo.

**Palabras clave:** consumo de agua, eficiencia de barbecho, infiltración





## INTENSIFICACIÓN DE ROTACIONES AGRÍCOLAS Y PROVISIÓN DE NITRÓGENO

Crespo, C.<sup>1,2\*</sup>, P.A. Barbieri<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Unidad Integrada Balcarce;

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),

<sup>3</sup> Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce (INTA)

Ruta Nacional 226, km 73,5, (B7620BKL) Balcarce, Prov. de Buenos Aires, [crespo.cecilia@inta.gob.ar](mailto:crespo.cecilia@inta.gob.ar)

### RESUMEN

La intensificación sustentable de la agricultura se asocia con: i) un aumento en la frecuencia de cultivos por unidad de tiempo, ii) el uso de prácticas sustentables orientadas a preservar los recursos naturales, y iii) un mantenimiento o aumento en la productividad de cultivos por unidad de superficie. La intensificación de secuencias agrícolas a través de la incorporación de cultivos de cobertura (CC) podría aumentar la provisión de nitrógeno (N) para el cultivo de cosecha, y mejorar el balance de N en el suelo. El uso de gramíneas como CC permite la retención de nutrientes móviles en la biomasa vegetal que, por lo tanto, no están sujetos a pérdidas por lavado. En un ensayo de larga duración en Balcarce, donde se analizó la inclusión de CC, la fertilización de los cultivos, y las rotaciones con maíz y trigo en secuencias con predominio de soja, se observó que, a la cosecha del cultivo de soja, aquellas secuencias intensificadas con CC presentaban más de 30 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> que el monocultivo de soja. En ese mismo ensayo, se determinó un aumento de 770 kg ha<sup>-1</sup> en el rendimiento de soja en secuencias intensificadas, con un 23% más de N en grano. En el largo plazo, en los sistemas de cultivo con predominio de soja, la intensificación de secuencias puede impactar positivamente en el contenido de Norg. En el ensayo mencionado previamente se determinaron incrementos de hasta un 30% en el Norg en secuencias con CC gramíneas respecto al monocultivo de soja, luego de 10 años de su inclusión en distintos sitios de la Región Pampeana. Además, el Nan presentó diferencias entre tratamientos, siendo superior en aquéllos con CC, y se detectó un efecto positivo en esta variable debido a la aplicación de P y S en soja. Por otro lado, la intensificación sustentable con leguminosas como CC puede incrementar el contenido de N en el sistema suelo como consecuencia de la fijación biológica, permitiendo que este nutriente sea aprovechado por un cultivo de cosecha posterior. En el Sudeste Bonaerense se determinó que la inclusión de vicia produjo incrementos de hasta 5 Mg ha<sup>-1</sup> en el rendimiento de maíz, lo cual implica un aporte de aproximadamente 160-170 kg N ha<sup>-1</sup>. A partir de resultados de varias campañas con CC y maíz, se generó un modelo que permite predecir el rendimiento del maíz sin fertilizar a partir de la capacidad de provisión de N del suelo y de la inclusión de dos variables de los CC de fácil medición. Recientemente se ha comenzado a utilizar vicia como CC previo a un cultivo de invierno en el Sudeste Bonaerense. Resultados preliminares mostraron que la intensificación con vicia incrementó el rendimiento de cebada en un 25% respecto al testigo. Los resultados de diversos ensayos realizados sobre secuencias de cultivos en distintos sitios de la Región Pampeana demuestran que la intensificación de secuencias agrícolas mejora la dinámica de N en el suelo y aumenta la productividad de los cultivos.

**Palabras clave:** cultivos de cobertura, fertilización, rendimiento.





## **DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA Y CULTIVOS DE SERVICIO**

Faggioli V.S.<sup>1\*</sup>, M. Maury<sup>1</sup>, J. Ortiz<sup>1</sup>, F. Salvagiotti<sup>2</sup>, S. Bacigaluppo<sup>2</sup>, V. Gudelj<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Marcos Juárez,

<sup>2</sup> INTA EEA Oliveros; Ruta 12 km 36 (2580) Marcos Juárez, Provincia de Córdoba.

E-mail: faggioli.valeria@inta.gob.ar

### **RESUMEN**

Las comunidades microbianas del suelo son vitales para la regulación del ciclo de nutrientes, promoción de crecimiento vegetal y mantenimiento de la estructura del suelo. A su vez, prácticas agronómicas tales como la fertilización y la rotación de cultivos alteran las condiciones físicas y propiedades químicas y, en consecuencia, impactan sobre los microbiomas del suelo. Comprender los efectos a largo plazo de las prácticas agronómicas en los microbiomas del suelo es esencial para promover la implementación de estrategias de manejo capaces de preservar y las comunidades microbianas en pos de la sustentabilidad y resiliencia del agroecosistema. Aunque recientes meta-análisis sugieren que prolongar la permanencia de raíces vivas en los agro-ecosistemas permite mejorar tanto los rendimientos de granos como el funcionamiento del microbioma del suelo, la gran mayoría de los estudios provienen de sistemas que distan enormemente de las condiciones de producción predominantes de nuestro país. Hasta el momento, en Argentina, muy pocos estudios han evaluado el impacto a largo plazo de la inclusión de cultivos de servicio en las secuencias de cultivo y aún no está claro si la intensificación agrícola influye negativamente en las comunidades microbianas del suelo, en particular de hongos y bacterias.

En este trabajo investigamos en qué medida los cultivos de servicio influyeron en la estructura y complejidad del microbioma del suelo ante diferentes situaciones de intensificación agrícola (i.e. rotaciones de cultivos y estrategias de fertilización). Se trabajó con muestras de experimentos de larga duración ubicados en EEA Oliveros (Santa Fe) y EEA Marcos Juárez (Córdoba) iniciados en 2006. Se realizó secuenciación de alto rendimiento de las regiones 16S ARNr (bacterias) e ITS (hongos). En general, se observó una gran diversidad de especies microbianas. Las comunidades de bacterias fueron más sensibles a los cambios de fertilidad en las rotaciones sin cultivos de servicio. Los hongos, en cambio, no respondieron a la fertilización pero se observó un gran cambio en la composición de las comunidades en comparación con las situaciones de barbecho. Se identificaron especies clave (keystone species) tanto de hongos como de bacterias. Especies pertenecientes al grupo funcional de saprofitos se destacaron dentro de la comunidad fúngica, mientras que entre las bacterias, se hallaron géneros del ciclo del nitrógeno. También encontramos una fuerte asociación negativa entre la intensificación agrícola y la conectividad de la red de hongos y bacterias en situaciones de monocultivo con fertilización. En estas situaciones, la ocurrencia de especies clave se explicó por los niveles de materia orgánica, pH y fósforo del suelo.

En este trabajo aportamos información básica para vislumbrar la complejidad del microbioma del suelo. Se concluye que los cultivos de servicio impactaron en aspectos clave de la diversidad microbiana y atenuaron los efectos de la fertilización en las comunidades bacterianas.

**Palabras clave:** fertilización, intensificación, bacterias, hongos





## SECUENCIAS DE CULTIVOS DIVERSIFICADAS PARA REDUCIR LA MINERÍA DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS

Novelli, L.E.<sup>1,2,3,\*</sup>, O.P. Caviglia<sup>2,3</sup>, E.G. Jobbagy<sup>4</sup>, V.O. Sadras<sup>5</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Paraná;

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER;

<sup>3</sup> CONICET;

<sup>4</sup> Grupo de Estudios Ambientales - IMASL, Universidad Nacional de San Luis & CONICET;

<sup>5</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo de Australia - Universidad de Adelaida, Australia.

\*Ruta 11 km 12,5 (3101), Oro Verde, Entre Ríos, [novelli.leonardo@inta.gob](mailto:novelli.leonardo@inta.gob)

### RESUMEN

Los sistemas de cultivo simplificados y centrados en la soja han erosionado diversos servicios ecosistémicos de la Argentina y la región. Estos sistemas presentan una baja eficiencia de captura de recursos (i.e. agua, radiación solar, nutrientes) y han generado disminuciones en parámetros de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que limitan una buena funcionalidad del mismo. Bajo este esquema de manejo, comúnmente acompañado de escasos niveles de fertilización, los contenidos de nutrientes en el suelo - entre ellos el nitrógeno (N) - evidencian disminuciones, a la vez que los rendimientos de los principales cultivos agrícolas no se incrementan. En un esquema de intensificación sostenible como el que se está proponiendo para la mejora de los actuales sistemas agropecuarios, el manejo del nitrógeno es clave, ya que un mayor tiempo de ocupación involucra una mayor captura de este nutriente por los cultivos. En este sentido, la necesidad de lograr sistemas agropecuarios sostenibles con el ambiente, requiere un abordaje a escala de sistema, donde se puedan analizar efectos de largo plazo de diferentes prácticas de manejo. El objetivo del trabajo fue analizar en un Molisol y un Vertisol de Entre Ríos, secuencias de cultivos alternativas y más diversas a los sistemas simplificados centrados en soja, que permitan mantener la productividad y la rentabilidad con un balance aparente de N cercano a la neutralidad. Las secuencias combinaron cultivos trigo (para grano y cobertura), soja, maíz, y arveja de cobertura, en un rango desde monocultivos hasta secuencias complejas incluyendo los 4 cultivos. Las secuencias retornaron 2,2 a 3,1 veces de variación en productividad (de 4,7 a 10,9 Mg ha<sup>-1</sup> en el Molisol y 3,4 a 9,9 Mg ha<sup>-1</sup> en el Vertisol), 1,5 veces de variación en la rentabilidad (de 0,92 a 2,14), variaciones en el balance de N, desde minería (-35 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) a un exceso de 17 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; y una variación en la eficiencia de uso de N a escala de secuencia (EUNs) de 0,7 a 1,2 en ambos tipos de suelo. Una elevada proporción de soja redujo la EUNs y la productividad de granos de la secuencia. Secuencias más complejas que incluyeron tres/cuatro cultivos, demostraron una reducción de la minería de N y similar rendimiento de grano al monocultivo de maíz en ambos suelos. La inclusión de maíz en la secuencia con una alta intensidad de cultivos incrementó el rendimiento y la EUNs. Se identificaron nuevas secuencias de cultivos que cumplen tres condiciones: alta productividad y rentabilidad, un balance de N cercano a la neutralidad, y una elevada EUNs. Estos conocimientos permiten alternativas a las trayectorias actuales e insostenibles de los sistemas simplificados basados en la soja que también evitan el camino de la fertilización excesiva seguido por los sistemas de cultivo en otros lugares.

**Palabras clave:** Eficiencia de uso de nitrógeno, monocultivo de soja, sostenibilidad, intensificación de cultivos.





## **CONSUMO Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN SECUENCIAS AGRÍCOLAS CON DISTINTO GRADO DE INTENSIFICACIÓN**

Sanmarti, N.<sup>1\*</sup>; S. Bacigaluppo<sup>1</sup>; F. Salvagiotti<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Oliveros, <sup>2</sup> CONICET; \* Ruta Nacional 11, km 353, (2206) Oliveros, Prov. de Santa Fe, sanmarti.nicolas@inta.gob.ar

### **RESUMEN**

En gran parte de la región pampeana la superficie agrícola está ocupada por monocultivo de soja en ambientes donde la oferta anual de precipitaciones es superior a 1000 mm. Dado que el consumo de agua de un cultivo de soja es de aproximadamente 550 mm, existe una sub-utilización de este recurso. La implementación de cultivos múltiples secuenciales permiten una captura mayor y más eficiente de recursos, sin embargo se necesita cuantificar el impacto de esta práctica en el uso del agua dado que es esperable que sistemas más intensificados tengan un mayor consumo de agua. El objetivo de este trabajo fue cuantificar el consumo y la eficiencia en la utilización del agua (EUA) en secuencias de cultivos con distinto grado de intensificación. Las evaluaciones se realizaron en un ensayo de larga duración en INTA EEA Oliveros, sobre un suelo Argiudol típico serie Maciel. El experimento consistió en 4 secuencias de cultivo: 1) Soja-Soja (Sj-Sj); 2) Soja- cultivo de cobertura-Soja (Sj-CC-Sj); 3) Maíz-Soja-Trigo/soja (Mz-Sj-Tr/Sj) y 4) Maíz-Trigo/soja (Mz-Tr/Sj). Los tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se implantó trigo como cultivo de cobertura. Desde la campaña 2009/10 a la 2014/15, se midió periódicamente el contenido de agua en el suelo por horizonte, hasta 2 metros de profundidad, con sonda de neutrones y se registraron lluvias diarias. A lo largo de los 6 años, el consumo total de agua (evapotranspiración total) en las diferentes secuencias fue de: 4583 mm en Sj-Sj, 4625 mm en Sj-CC-Sj, 4772 mm en Mz-Sj-Tr/Sj y 4605 mm en Mz-Tr/Sj, donde el 59%, 79%, 62% y 65% correspondió a la evapotranspiración de los cultivos de cada secuencia, respectivamente. Esto es debido a que la duración de los barbechos en cada secuencia fue diferentes, siendo en Sj-Sj, de 1434 días, mientras que en Sj-CC-Sj, Mz-Sj-Tr/Sj y Mz-Tr/Sj fue 45%, 19% y 33% menor que en el monocultivo, respectivamente. Los rendimientos de las secuencias a lo largo de 6 años expresado en kilogramos de equivalente glucosa por hectárea fueron de 38.689 para Sj-Sj, 37.893 para Sj-CC-Sj, 49.820 para Mz-Sj-Tr/Sj y de 52.798 para Mz-Tr/Sj. Lo que representó unas eficiencias de 8.4, 8.2, 10.4 y 11.5 EqGlu ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup> para Sj-Sj, Sj-CC-Sj, Mz-Sj-Tr/Sj y Mz-Tr/Sj respectivamente. Lo que respecta a la EUA de biomasa vegetal a lo largo de 6 años fueron: 6.4, 10.6, 9 y 9.9 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup> para Sj-Sj, Sj-CC-Sj, Mz-Sj-Tr/Sj y Mz-Tr/Sj respectivamente. Las secuencias más eficientes en el uso del agua fueron aquellas en las que hubo una mayor proporción de gramíneas y tuvieron menor proporción del tiempo en barbecho.

**Palabras clave:** Larga duración, Evapotranspiración, Eficiencia uso del agua





## **ROTACIONES Y DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA**

Viruel, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS-CIAP-INTA),  
Chañar Pozo s/n, (4113), Leales, Tucumán. viruel.emilce@inta.gob.ar

### **RESUMEN**

La región del NOA ha sido fuertemente afectada por un proceso de transformación de los sistemas productivos, avanzando la agricultura sobre áreas boscosas o bien ocupadas anteriormente por la ganadería. La conversión de pastizales a tierras de cultivos, genera importantes efectos ecológicos como degradación de la estructura superficial del suelo, lo que aumenta la erosión del mismo y ocasiona pérdidas de carbono, nitrógeno y fósforo. Los microorganismos del suelo, a través de los procesos biogeoquímicos, intervienen en la prestación de servicios ecosistémicos esenciales para mantener la sustentabilidad del sistema, principalmente aquellos relacionados al ciclado de nutrientes. Por lo tanto, es necesario un estudio detallado sobre el impacto de la conversión de pasturas a tierras agrícolas en la salud edáfica, particularmente sobre la diversidad y las funciones de la comunidad microbiana del suelo. Para ello, durante los últimos años hemos evaluado el impacto de diferentes usos de la tierra y prácticas de manejo (cultivo de maíz bajo siembra directa y labranza convencional, pastura pastoreada y no pastoreada) sobre la estructura y funciones de las comunidades bacterianas del suelo, así como sus relaciones con las propiedades edáficas. Los resultados de los parámetros edáficos evaluados junto con el análisis de las comunidades microbianas demostraron que las pasturas pastoreadas resultaron ser el tratamiento con menor impacto ambiental. La diversidad alfa fue la más alta en las pasturas pastoreadas (n° de OTUs, Chao y Shannon), y fue la más baja en las pasturas no pastoreadas. El carbono orgánico del suelo, el nitrógeno y el pH fueron las principales variables determinantes de la composición y diversidad de las comunidades bacterianas. Los perfiles funcionales revelaron que la abundancia de genes implicados en los metabolismos de aminoácidos, energía y carbohidratos; y en categorías relacionadas con el transporte de nucleótidos, el metabolismo, la estructura de traducción ribosomal y biogénesis, fueron mayores en los sistemas agrícolas que en los pastoriles. Nuestros resultados sugieren que los cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo (i.e. SOC, TN y pH) asociados a las prácticas de manejo causan cambios en la composición de las comunidades bacterianas del suelo y sus funciones metabólicas en los sistemas agropecuarios de la región del NOA, y que la magnitud del efecto va a depender de la resiliencia del sistema.

**Palabras clave:** diversidad microbiana; cambio de uso del suelo; sistemas agropecuarios



# Suelos forestales





## FLUJOS DE ÓXIDO NITROSO EN SUELOS CON DIFERENTES USOS

Alvarez, C.R.<sup>1</sup>, H. Rimski-Korsakov<sup>1</sup>, A.M. Lupi<sup>2</sup>, R.I. Romaniuk<sup>2</sup>, V.R.N. Cosentino<sup>2,3</sup>, E.A. Ciarlo<sup>4\*</sup>, H.S. Steinbach<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes FAUBA;

<sup>2</sup> Instituto de Suelos, CIRN, INTA Castelar;

<sup>3</sup>Conicet;

<sup>4</sup>Cátedra de Edafología. FAUBA.

\* ciarlo@agro.uba.ar

### RESUMEN

El óxido nitroso ( $N_2O$ ) tiene un rol clave en el cambio climático global y más del 50% de las emisiones anuales totales de  $N_2O$  a la atmósfera están relacionadas a flujos desde suelos agrícolas. El uso de la tierra y las características de los suelos afectan las emisiones de  $N_2O$ . En Argentina, se ha estimado que el sector agrícola-ganadero es responsable de casi el 96% de las emisiones de  $N_2O$  totales, mientras que el cambio de uso del suelo y la silvicultura, estimados en forma conjunta, aportarían solamente el 0,65%. No obstante, hay pocos trabajos en el país que midan las emisiones de este gas en sistemas forestales con bosques de cultivo. Esta investigación tuvo como objetivo cuantificar flujos de  $N_2O$  de plantaciones de *Eucalyptus grandis* y en la identificación de factores que explican la variabilidad de las emisiones. El estudio se realizó en Gualeguaychú, SE de Entre Ríos, sobre plantaciones de *Eucalyptus grandis* en cuatro situaciones diferentes: rodales de dos edades (2–4 años y 8–10 años), en dos suelos de textura contrastante (grueso y fino), y también sobre un suelo sódico de textura media en una situación natural (monte). Se midieron las emisiones de dos gases de efecto invernadero ( $N_2O$  y  $CO_2$ ) 12 veces en un año. Las tasas de emisión instantáneas y las emisiones acumuladas anuales de  $N_2O$  fueron bajas en todos los tratamientos evaluados (tasa de emisión promedio:  $2,62 \mu g N_2O-N m^{-2} h^{-1}$ , y promedio emisión anual:  $0,226 kg N_2O-N ha^{-1} año^{-1}$ ). Estas tasas son considerablemente más bajas que las informadas en producciones agrícolas en la misma región. Esto se puede explicar por el nulo uso de fertilización nitrogenada y por la ausencia de cultivos fijadores de nitrógeno atmosférico en plantaciones forestales. El uso bajo monte presentó las mayores emisiones acumuladas en base anual ( $0,698 kg N_2O-N ha^{-1} año^{-1}$ ) posiblemente debido a la presencia de especies leguminosas leñosas en su composición y por los mayores contenidos de agua en el suelo. Las emisiones de  $N_2O$  en rodales jóvenes (2-4 años) de ambas texturas y en rodales maduros (8-10 años) de textura gruesa fueron en promedio  $0,089 kg N_2O-N ha^{-1} año^{-1}$ , sin diferencias estadísticas entre ellos. Las tasas de emisión de  $N_2O$  desde rodales maduros en suelos finos ( $0,261 kg N_2O-N ha^{-1} año^{-1}$ ) no difirieron de las tasas medidas ni en el monte ni bajo los otros tratamientos. En escala global, las diferencias en las emisiones entre los sistemas agrícolas y forestales son variables, respondiendo a cambios locales en los controles de los procesos formadores del gas. Dado que el contenido de nitratos y las emisiones de  $CO_2$  fueron las variables más asociadas a las emisiones de  $N_2O$ , se puede hipotetizar que en suelos arcillosos las mayores emisiones pueden ser originadas por una mayor nitrificación como consecuencia de mayores contenidos de materia orgánica, o por procesos de desnitrificación provocados por el agotamiento de oxígeno y por una lenta renovación de oxígeno resultante de una elevada cantidad de microporos.

**Palabras clave:** Efecto invernadero, óxido nitroso, *Eucalyptus grandis*.





## LOS BOSQUES COMO MITIGADORES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: APORTES DE SUS SUELOS AL CONSUMO DE METANO

De Bernardi, M.<sup>1\*</sup>, Juliarena, P.<sup>1</sup>, Fernández, M.E.<sup>2</sup>, Gyenge, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA),

<sup>2</sup>UEDD IPADS Balcarce INTA-CONICET,

\*Pinto 399, Tandil, Pcia. Buenos Aires, Argentina, mdbernar@ifas.exa.unicen.edu.ar.

### RESUMEN

El aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es responsable, en gran parte, del cambio climático. En el caso del metano ( $\text{CH}_4$ ), existe una contribución importante desde aquellas actividades relacionadas con la agricultura, la ganadería y los cambios de uso del suelo. Si bien el principal sumidero de metano es la atmósfera, los suelos aireados son otro sumidero de importancia (~10%). El  $\text{CH}_4$  ingresa al suelo siguiendo procesos físicos y biológicos, asociados con procesos difusivos y de oxidación del  $\text{CH}_4$ , es decir, hay un flujo de  $\text{CH}_4$  desde la atmósfera al suelo (F). Los distintos usos que se le dan al suelo modifican la potencia de este sumidero, afectando uno o ambos tipos de proceso, dependiendo tanto del sistema original como del cambio generado por el hombre. El objetivo de este trabajo es analizar aquellos factores del suelo, asociados con los procesos de difusión y oxidación del  $\text{CH}_4$ , y cómo pueden variar según se afecte la cobertura vegetal, en particular, la cobertura leñosa. Los principales procesos que rigen a F están ligados a distintos factores ambientales (temperatura, precipitaciones), físicos (densidad aparente, humedad), químicos (pH, materia orgánica) y biológicos (tipo y cantidad relativa de bacterias metanógenas -generadoras de  $\text{CH}_4$ - y metanótrofas -consumidoras de  $\text{CH}_4$ -). La difusión de gases hacia el suelo está ligada a las características físicas del suelo, principalmente, la cantidad de poros llenos de aire (Pa). Se ha reportado que F decrece al aumentar tanto la compactación como el contenido de agua en el suelo, es decir, al disminuir Pa. La actividad metanótrofa va a depender de la cantidad de  $\text{O}_2$  y  $\text{CH}_4$  que difunda hacia el suelo, de la humedad, de la variedad y cantidad de metanótrofas, entre otros. Además, se ha mostrado que ambos procesos dependen de cuestiones climáticas; en particular, F tiene una clara relación con la precipitación y la temperatura media anual, y un efecto más marcado con su interacción.

En particular, los sistemas arbóreos, tanto naturales como implantados, modifican al suelo de forma tal que llevan a una intensificación del flujo. En estudios globales y locales, indican que los suelos bajo forestaciones tienden a ser mayores sumideros de  $\text{CH}_4$  (pudiendo alcanzar una diferencia de 1.7 en el flujo entre un pinar y un pastizal), presentando suelos más aireados (>25% respecto de sistemas herbáceos) y pudiendo oxidar hasta 5 veces más  $\text{CH}_4$  que los sistemas herbáceos. Además, el efecto sobre F puede cambiar de acuerdo a ciertas características de la masa forestal, tales como la densidad de árboles y/o la edad de plantación. Este servicio ambiental de "oxidación de  $\text{CH}_4$ " que brindan las forestaciones y bosques no es un dato menor en la Argentina, ya que cuenta con una extensa área con cobertura leñosa (aproximadamente 48 millones de hectáreas de bosques nativos y 1,3 millones de hectáreas de forestaciones comerciales). De esta manera, estos sistemas contribuyen a mitigar el cambio climático mediante los procesos de acumulación de carbono en su biomasa y de oxidación de  $\text{CH}_4$  en sus suelos.

**Palabras clave:** Sumideros de metano, Suelos, Forestaciones





## RESERVAS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO CON PLANTACIONES FORESTALES Y OTROS USOS DE LA TIERRA

Gyenge, J.<sup>1</sup>, Gatica, M.G.<sup>1</sup>, Sandova, M.<sup>2</sup>, Gaute, M.<sup>3</sup>, Lupi, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UEDD IPADS INTA CONICET sede Tandil, Buenos Aires, Argentina,

<sup>2</sup> Lab. De Investigación de Sist. Ecológicos y Ambientales (LISEA) FCAYF UNLP, La Plara, Argentina,

<sup>3</sup> Área SIG e Inventario Forestal, Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (DNDFI) del MAGyP, Buenos Aires, Argentina,

<sup>4</sup>Instituto de Suelos CIRN INTA, Buenos Aires, Argentina

\*Lupi.ana@inta.gob.ar

### RESUMEN

El carbono orgánico del suelo (COS) es un elemento central que define el funcionamiento del suelo. El uso y el manejo del suelo han demostrado tener impactos positivos y negativos en las reservas de COS. Pequeños incrementos en el almacenamiento neto de COS pueden representar un secuestro importante de CO<sub>2</sub> atmosférico para mitigar las emisiones de GEI. Se realizó un relevamiento nacional y se analizó la cantidad de COS a 0-30 cm de profundidad de las plantaciones forestales del país en un esfuerzo conjunto entre los técnicos de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (DNDFI -MAGyP) y el Programa Nacional Forestales (PNFOR) del INTA. Se generó una base de datos de COS con 862 casos (321 casos con plantaciones forestales, 356 con sistemas naturales usados como línea base y 185 casos con usos alternativos productivos no forestales). De los datos de COS de forestaciones, 106 correspondieron a plantaciones con *Eucalyptus* spp., 167 de *Pinus* spp., 24 de *Populus* spp., 10 de *Salix* spp. y 13 casos con especies forestales nativas. En el caso de las plantaciones forestales, se observa una gradación: *Pinus* spp. y plantación con nativas > *Eucalyptus* spp. y *Salix* spp. > *Populus* spp. Se analizaron los datos de COS y su variación según el uso de la tierra (línea base o de referencia, plantaciones forestales y uso alternativo de otros cultivos) teniendo en cuenta las ecorregiones de Argentina. Como ejemplo se indica, en la Selva Paranaense, con valores de COS de la línea base más altos (aprox. 71 Mg/ha), no se encontraron diferencias significativas comparando los usos del suelo y las clases de uso. En contraste, en el Chaco Húmedo la mayor cantidad de COS se observó en la línea base (aprox. 74 Mg/ha), seguido de las plantaciones forestales (aprox. 62 Mg/ha) y con un menor valor, el uso alternativo productivo (aprox. 54 Mg/ha). Se observó una tendencia a que el COS varíe en el sentido: forestaciones > línea base > uso alternativo. Las plantaciones con *Pinus* spp. mostraron ser más eficientes en acumular COS que las realizadas con *Eucalyptus* spp., sobre todo en las ecorregiones que presentaron valores medios de COS. Para cada región forestal descrita para Argentina se determinaron ecuaciones que permiten estimar el COS en base a una o a múltiples variables ambientales (temperatura, precipitación, contenido de arcilla en el suelo) y de manejo silvícola (género y edad de la plantación). Si bien cada región tiene sus particularidades, se destacan la temperatura media anual, precipitación media anual y algunos indicadores climáticos relacionados con su distribución anual y el % de arcilla en el suelo. Se determinó un aumento progresivo de la cantidad almacenada de COS con la edad de la plantación, excepto en las plantaciones con *Pinus* spp. de la región pampeana. Se recomienda, a partir de esta información y experiencia, establecer una estrategia de monitoreo que permita cuantificar la evolución de las reservas de COS en suelos con plantaciones forestales a escala nacional.

**Palabras clave:** secuestro de C, usos de la tierra. Argentina





## CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS DE BOSQUES NATIVOS EN ARGENTINA

Peri, P.L.<sup>1,2,\*</sup>, Gaitán, J.<sup>1,3</sup>, Mastrangelo, M.<sup>4</sup>, Nosetto, M.<sup>5</sup>, Villagra, P.E.<sup>6</sup>, Balducci, E.<sup>1</sup>, Pinazo, M.<sup>1</sup>, Iglesia, R.P.<sup>1</sup>, Von Wallis, A.<sup>1</sup>, Villarino, S.<sup>4</sup>, Gonzalez Polo, M.<sup>7</sup>, Manrique, S.<sup>8</sup>, Meglioli, P.A.<sup>6</sup>, Aravena, M.C.<sup>9</sup>, Tenti, L.<sup>10</sup>, Mónaco, M.<sup>11</sup>, Chaves, J.E.<sup>9</sup>, Medina, A.<sup>11</sup>, Gasparri, I.<sup>12</sup>, Barral, M.P.<sup>4</sup>, von Müller, A.<sup>1</sup>, Pahr, N.M.<sup>1</sup>, Morsucci, M.<sup>6</sup>, Cellini, J.M.<sup>13</sup>, Alvarez, L.<sup>14</sup>, Colomb, H.<sup>15</sup>, La Manna, L.<sup>16</sup>, Barbaro, S.<sup>1</sup>, Blundo, C.<sup>12</sup>, Sirimarco, X.<sup>4</sup>, Zalazar, G.<sup>14</sup>, Martinez Pastur, G.<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA);

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), email: peri.pablo@inta.gob.ar;

<sup>3</sup> CONICET- Universidad Nacional de Luján;

<sup>4</sup> Grupo de Estudio de Agroecosistemas y Paisajes Rurales (GEAP), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET;

<sup>5</sup> Centro Científico Tecnológico (CCT) CONICET de San Luis;

<sup>6</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CCT CONICET Mendoza, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo;

<sup>7</sup> Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) - CONICET, Bariloche;

<sup>8</sup> Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional, CCT CONICET Salta-Jujuy;

<sup>9</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) – CONICET, Ushuaia, Tierra del Fuego;

<sup>10</sup> Instituto de Suelos, CIRN, INTA;

<sup>11</sup> Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación;

<sup>12</sup> Instituto de Ecología Regional – CONICET, Universidad Nacional de Tucumán;

<sup>13</sup> Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP);

<sup>14</sup> IANIGLIA CONICET;

<sup>15</sup> Parque Nacional Los Alerces, Chubut;

<sup>16</sup> Centro de Estudios Ambientales Integrados (CEAI), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPASJB), CONICET Esquel, Chubut.

### RESUMEN

La contribución nacionalmente determinada (NDC) presentada por Argentina en el marco del Acuerdo de París, se alinea con las decisiones tomadas en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) sobre la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal, así como la conservación de carbono de los bosques (REDD+). El Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) es uno de los pilares del proceso REDD+, que define una línea de base para evaluar el desempeño de un país en la implementación de las actividades REDD+ en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector forestal. A pesar de su importancia, el carbono orgánico contenido en el suelo de los bosques nativos no ha sido incorporado en los cálculos del NREF. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue asistir al Gobierno de Argentina en la cuantificación del contenido de carbono orgánico del suelo (COS) de los bosques nativos del país y relacionarlo con el tipo de bosque y los diferentes usos para contar con información en relación a las medidas de mitigación presentes en el Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático (PANByCC). El área de estudio comprendió las regiones forestales Bosque Andino Patagónico, Espinal, Monte, Parque Chaqueño, Selva Misionera y Yungas. Para cada región forestal se utilizó una máscara de bosque que incluye las Tierras Forestales (TF) y las Otras Tierras Forestales (OTF) (Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos, INBN2, Dirección Nacional de Bosques, MAyDS) a las cuales se descontaron las áreas desmontadas entre 2006 y 2021 (Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque Nativo, Dirección Nacional de Bosques, MAyDS). Se generó una base con 2749 rodales (puntos de muestreo) de COS en los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Seleccionamos 52 posibles



covariables de datos predictivos, que representan factores clave para la distribución espacial del contenido de COS, como: clima, topografía, suelo (contenido de arcilla y erosión) e índices de vegetación. Los mapas de covariables se cargaron en la plataforma informática *Google Earth Engine* para su posterior modelado. La resolución espacial de las covariables originales se llevó a una resolución común de 200 m. Se seleccionó el algoritmo *Random Forest* (RF) para predecir y mapear los stocks de COS en el bosque nativo de Argentina. Los resultados preliminares indican que en la superficie total de 460.790 km<sup>2</sup> de bosque nativo, el COS total acumulado es de 2,86 Pg C (petagramos, 10<sup>15</sup> gr), con un rango considerando la incertidumbre estimada como la diferencia entre los percentiles 5 y 95 (es decir, intervalo de predicción del 90 %) que fluctúa entre 2,74 y 2,97 Pg C. A nivel de rodal, el COS medio fue de 6,2 ± 2,9 kg/m<sup>2</sup>. Entre las principales variables explicativas derivadas del análisis RF se encuentran la temperatura diurna de la superficie terrestre, estacionalidad de la temperatura, temperatura máxima y mínima mensual, precipitación media mensual, precipitación del cuarto más cálido y frío, erosión, pendiente, índice de pigmentos insensibles a la estructura (SIPI), entre otras.

**Palabras clave:** carbono orgánico del suelo, bosques nativos, random forest.



## **Innovar e integrar: Desafíos de la enseñanza de la ciencia del suelo**





## **POR QUÉ, CÓMO Y PARA QUIÉN UNA EDUCACIÓN INTERDISCIPLINARIA EN CIENCIAS DEL SUELO**

Reyes-Sánchez, L.B.<sup>1y2</sup>

<sup>1</sup>International Union of Soil Sciences y

<sup>2</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM; Departamento de Ingeniería Agrícola,  
Campus 4 C. P. 54750, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, [lbrs@unam.mx](mailto:lbrs@unam.mx)

### **RESUMEN**

Siendo el suelo la fuente de riqueza de nuestras naciones, con indiferencia cada año perdemos toneladas por erosión, contaminación y degradación, y con él, perdemos no sólo la capacidad de obtener alimentos sanos que comer, bosques y selvas que garanticen oxígeno suficiente para respirar y agua limpia que beber, sino igualmente nuestra SALUD.

Es por ello que la ONU declaró al pasado 2015 AÑO INTERNACIONAL DE LOS SUELOS, y la IUSS “La Década Internacional de los Suelos 2015-2024”, pues tanto conservar los recursos renovables que son indispensables a la producción de alimentos, como un ambiente saludable, *involucra directamente al suelo, y lo convierte en un recurso natural imprescindible a preservar*, pues del suelo no sólo depende como ya se dijo, la posibilidad de contar con alimentos que comer y agua que beber para todas las especies, sino igualmente de fibras para vestir, combustibles y materiales de construcción; es el hábitat natural de una inmensa cantidad de organismos y microorganismos, y por ende fuente de biodiversidad; filtra, recircula y define el reparto del agua, es depósito de residuos, y un excelente catalizador en reacciones verdes; soporte de toda estructura, sustento de toda especie, y elemento imprescindible para la realización y regulación de todos los ciclos bioquímicos que permiten al planeta ser un lugar hópito.

Sin embargo, y no obstante la gran importancia del recurso suelo para la conservación de la vida en La Tierra, hay una ausencia generalizada de conocimiento ciudadano, y el tema suelo como recurso natural, y por ende, eje transversal a la currícula de todos los niveles básicos, está ausente de la escuela o si acaso se menciona de forma ambientalmente desvinculado.

Mientras que al mismo tiempo la FAO como la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura de la ONU, advierte que cada año perdemos una cantidad de suelo fértil igual a la superficie total de Costa Rica. Educar a los niños y jóvenes, es una prioridad para la IUSS y la SLCS que compartimos con la Alianza Mundial por el suelo de FAO-ONU porque en 10 años, esos niños y jóvenes serán los nuevos ciudadanos, y en sus manos estará el futuro de los suelos del mundo y por lo tanto, de la vida en el planeta. Sin embargo, la responsabilidad para asegurarnos de que los niños y los jóvenes de hoy, entiendan cuál es el valor del recurso suelo y se comprometan a su preservación ¡es nuestra y es AHORA!

**Palabras clave:** educación, preservación, suelo





## **CÓMO DISEÑAR UNA CLASE DIVERTIDA Y EVITAR EL ABURRIMIENTO DE SUS ALUMNOS**

Rosler, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Neurociencias, Carrera de Psicología, Universidad Católica de Buenos Aires

### **RESUMEN**

Es más fácil diseñar una clase divertida si sabemos cómo el cerebro de nuestros alumnos se emociona, se motiva, aprende y recuerda.

Para evitar el aburrimiento de nuestros alumnos se debe tener en cuenta la sobrecarga cognitiva (redundancia y información transitoria), las diferencias entre las memorias semánticas y episódicas (¿saber o recordar?), los contenidos relevantes (¿están relacionados o no con la vida diaria o profesional del alumno?), las limitaciones atencionales de nuestro sistema nervioso, la gamificación, el movimiento y la música, que la motivación no es una emoción de talle único, que la motivación extrínseca (zanahoria o garrote) no funciona, que el aprendizaje no es deporte de espectadores y que debe lograr que sus contenidos sean “virales”.

**Palabras clave:** Didáctica, Neurociencia, Aburrimiento.



## LA BIOLOGÍA DEL SUELO Y LAS PERSONAS

Wall, L.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Bioquímica y Biología de Suelo, Centro de Bioquímica y Microbiología de Suelos, Universidad Nacional de Quilmes – CONICET,  
wall.luisgabriel@gmail.com

### RESUMEN

El suelo es uno de los dos grandes reservorios de diversidad biológica del planeta. Pero la importancia del suelo no reside tanto en la diversidad de plantas y hongos que se desarrollan en el suelo y animales que viven sobre él (lo que vemos), sino en la enorme biología que existe dentro del suelo, que habita, construye y constituye el suelo. Estamos acostumbrados a pensar el suelo como el sustrato donde crecen las plantas: un soporte físico que le aporta agua y nutrientes minerales a las plantas, es decir un sistema físico y químico de suministro de nutrientes para las plantas que podrían ser repuestos al suelo por el agregado de sales minerales o fertilizantes. Si bien esa idea del suelo es correcta, el conocimiento que tenemos actualmente nos obliga a cambiar la manera de pensar. En un gramo de suelo habitan aproximadamente diez mil millones de bacterias con una enorme diversidad y podemos encontrar unos 200 metros de filamentos de hongos, también muy diversos. Esta diversidad (micro)biológica del suelo la descubrimos en los últimos 25 años a partir del análisis del ADN del suelo que nos permite conocer el 99% de la microbiología del planeta, que antes desconocíamos. El conjunto de todos esos microorganismos se denomina microbiota del suelo y estudiado en el ambiente del suelo constituye el microbioma del suelo. La microbiota del suelo coloniza las raíces de las plantas y determina el microbioma de las raíces de las plantas y es a través de este microbioma rizosférico que las plantas se nutren de las sustancias del suelo y se defienden de agentes patógenos. La microbiota de las raíces de las plantas determina la microbiota asociada a las hojas, frutos y semillas, que constituyen los alimentos de animales y la humanidad. La microbiota de los alimentos y calidad de los mismos determina luego el microbioma de los animales y el microbioma humano (nosotros tenemos más bacterias en nuestro cuerpo que células humanas). Una correcta estructura de nuestro microbioma determina nuestra salud. Con esta visión "microbiológica" de los sistemas vivos, aparece el concepto de salud única, mediado en forma transitiva por los microbiomas asociados: suelo – plantas – alimentos – animales – humanidad. Además, el microbioma del suelo es fundamental para regular la calidad del aire de la atmósfera y del agua. En el suelo reside la posibilidad de revertir el calentamiento global. Si ahora pensamos que la humanidad con su actividad de uso y manejo del suelo modifica el microbioma del suelo, queda claro que la biología del suelo es muy importante para las personas, pues del suelo depende su salud y la salud del planeta. Conocer la biología del suelo permite opinar sobre cuestiones ambientales y sistemas de producción y eventualmente contribuir al debate en la toma de decisiones de la humanidad. Por eso la biología del suelo y las personas tienen mucho que interactuar y no se necesita ser científico para ello. Sólo se debe garantizar el acceso al conocimiento apropiado.

**Palabras clave:** microbioma del suelo, diversidad biológica, salud única.





Actas Tomo 5

XXVIII CACS

15 al 18 de noviembre de 2022

Buenos Aires – Argentina

[www.congreso2022.suelos.org.ar](http://www.congreso2022.suelos.org.ar)

ISBN 978-987-48396-7-1



9 789874 839671