

XXVIII
Congreso
Argentino
de la Ciencia
del Suelo

Buenos Aires 2022



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

ACTAS Tomo 4

Biología y Agroecología de Suelos

**Génesis, Clasificación, Cartografía y
Mineralogía de Suelos**

**Educación, Extensión y Transferencia
de la Ciencia del Suelo**

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 Y TRABAJOS EXPANDIDOS

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 4

BIOLOGÍA Y AGROECOLOGÍA DE SUELOS	1472
EFFECTO DE LA INOCULACIÓN SOBRE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS EN CUATRO VARIEDADES DE MAÍZ	1473
Aguilar Vasquez, N.N ¹ , J.S. Escobar Ortega, J. Vera Coca ¹ , I. E. García de Salamone ² .	
EFFECTO DEL PASTOREO ROTATIVO EN SUELOS DE PASTIZALES NATIVOS DEL SUDESTE BONAERENSE, ESTUDIOS PRELIMINARES	1474
Alvarez, M.F. ^{1,2,*} , P.A. Martínez ³ , N.L. Borrelli ^{1,2} , M. Zannato, M. Osterrieth ^{1,2} y E. Zugasti	
CALIDAD DEL SUELO BAJO DIFERENTES MANEJOS EN EL CALDENAL II: NITRÓGENO DISPONIBLE Y ACTIVIDAD UREASA	1475
Ambrosino, M.L. ^{1,2} , G.S. Lorda ^{1*} , Y. A. Torres ^{3,4} , L.V. Armando ⁴ , R.D. Ernst ¹ , L.S. Ithurrart ⁴ , F.R. Blázquez ⁴ C.T. Lucero ¹ , F.E. Pagliero ¹	
MATERIA ORGÁNICA Y ACTIVIDAD MICROBIANA EN SUELOS BAJO CULTIVOS DE COBERTURA EN SANTIAGO DEL ESTERO	1476
Anriquez, A.L. ^{1,*} , G.R. Galván ¹ , S. Prieto Angueira ^{1,2} , J.L. Delgado ¹	
EVALUACIÓN DE LA COINOCULACIÓN CON MICROGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO Y BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM EN SOJA	1477
S.C. Appelhans ^{1,2,3*} , R.N. Gutierrez ³	
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA SOLARIZACIÓN SOBRE PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS DE UN SUSTRATO	1478
Ayoub I. ^{1*} , E. D. Bigatton ¹ , D. Ortiz ² , M. V. Archilla ¹ , E. I. Lucini ¹ , C. Vázquez ¹ y M.V. Moreno ²	
MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS: BIOINDICADORES DE RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS EN LOS ANDES ORIENTALES COLOMBIANOS	1479
Baquero S. ¹ ; J. Caicedo ¹ ; O.F. González ¹ ; J. Polanía ^{1,*}	

RESPUESTA DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS A LA CONVERSIÓN DE ECOSISTEMAS PRÍSTINOS EN SISTEMAS AGRÍCOLAS INTENSIVOS	1480
Barbero, F.M. ^{1*} , R.A. Verdenelli ¹ , M.F. Dominchin ¹ , I. Frasier ² , E.C. Mlewski ¹ , S. Vargas Gil ³ , J.M. Meriles ¹	
POTENCIAL CITOTÓXICO DEL FUNGICIDA CAPTAN SOBRE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS DEL SUELO BAJO DISTINTOS NIVELES DE DEGRADACIÓN	1481
Barbero, F.M. ^{1*} , R.A. Verdenelli ¹ , M.F. Dominchin ¹ , S. Vargas Gil ² , J.M. Meriles ¹	
INFLUENCE OF DIAZOTROPHIC BACTERIA ON ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON LEGUMINOUS PLANTS IN THE CERRADO	1482
Barbosa, T.S. ^{1*} , Santos, M.E.F. ² , Dias, T.V. ¹	
EFFECTOS DE <i>B. SAFENSIS</i> S9 Y BRADYRHIZOBIUM EN PLÁNTULAS DE SOJA BAJO ESTRÉS SALINO	1483
Barengo, P.B. ^{1*} , L. Olivella ¹ , B. Trod ¹ , G. Céccoli ¹ , C. Bouzo ¹ , M. Espariz ² , L.D Daurelio ¹	
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA MICROBIOTA DEL SUELO DE CULTIVO DE HABAS (<i>VICIA FABA</i> L.)	1484
Barrios, MB ¹ , M.C. Sandoval ² , M.S. Gilardino ² ; A.C. Sokolowski ¹ , S.P. Debelis ¹ , J. De Grazia ¹ , H.A. Rodríguez ¹ , J.E. Wolski ¹ , B.P. Prack Mc Cormick ¹ , A.D. Blasón ³	
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA MICROBIOTA DEL SUELO EN UN CULTIVO DE REMOLACHA (<i>BETA VULGARIS</i> L.)	1489
Barrios. M.B. ¹ , M.C. Sandoval ² , A. Mollá Kraj ³ , M.S. Gilardino ² , A.C. Sokolowski ¹ , S.P. Debelis ¹ , J. De Grazia ¹ , H.A. Rodríguez ¹ , B.P. Prack Mc Cormick ¹ , J.E. Wolski ¹ , I.R. Paladino ¹ , E.P. Rodríguez Frers ¹	
RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL: EFECTOS SOBRE LA ACTIVIDAD Y DIVERSIDAD MICROBIANA EN LOS SUELOS	1493
Bigatton E. D. ^{1*} , I. Ayoub ¹ , R. Verdenelli ² , J. M. Meriles ² , R. Haro ³ , M. V. Archilla ¹ , C. Vázquez ¹ , L. E. Dubini ¹ , B. Lancioni ¹ , E. I. Lucini ¹	
CALIDAD DEL SUELO BAJO DIFERENTES MANEJOS EN EL CALDENAL I: BIOMASA MICROBIANA, ACTIVIDAD CELULASA Y CARBONO ORGÁNICO	1494
Blanco, I.B. ¹ , M.L. Ambrosino ^{1,2*} , C.T. Lucero ¹ , G.S. Lorda ¹ , Y.A. Torres ^{3,4} , F. Ballesi ⁴ , F.R., Blázquez ⁴ , L.S. Ithurrart ⁴ , L.V. Armando ⁴ , R.D. Ernst ¹	
EXPERIENCIA CON CULTIVOS DE COBERTURA EN UN SUELO FRANCO ARENOSO DEL SUDOESTE DE CÓRDOBA, ARGENTINA	1500
Boccolini, M.F. ^{1*} , M. Salustio ¹ , M. Toledo ¹ , J. Ossana ²	



DETERMINACIÓN DE NAN: SENSIBILIDAD EN DIFERENTES USOS DE UN HAPLUDOL TÍPICO DEL SUR DE CÓRDOBA	1501
Bruno, C. ¹ , M.L. Mattalia ^{1*} , M.D. Bongiovanni ^{1*} , R. Marzari R. ¹ , C. Cholaky ¹	
EFFECTO DE ARBUSTOS NODRIZA SOBRE BACTERIAS EDÁFICAS EN UN GRADIENTE DE ELEVACIÓN ALPINO TROPICAL	1502
Cáceres-Mago, K. ^{1,2*} , A. Cáceres ² , L.D. Llambí ³ , N. Malaver ⁴ , M. P. Rodríguez ⁴	
CALIDAD DEL SUELO: INDICADORA DE LA RECUPERACIÓN EN UNA RESERVA NATURAL EN SANTANDER, COLOMBIA	1503
Caicedo, J. P.; Gonzáles, O. F.; Baquero, S.; Loiza, J. C.; Polanía, J.	
ESTEQUIOMETRÍA ENZIMÁTICA Y EDAFICA EN RESPUESTA A LA INTENSIFICACION EN EL USO DEL SUELO	1504
Campilongo Mancilla E.J. ^{1,2*} , D.L. Serri ^{1,2} , L. Gabbarini ³ , M. Quiroga ² , J.M Meriles ⁴ , J. Paredes ^{1,2} , A. Rago ¹ , S. Vargas Gil ^{1,2} .	
POTENCIALIDAD BIOTECNOLÓGICA DE LA MULTIPLICACIÓN DE HONGOS MICORRIZICOS EN SISTEMA AUTOTRÒFICO DE BAJO COSTO	1505
Commatteo, J.G. ^{1,2,3} , P.A. Barbieri ^{1,3} , F. Covacevich ^{2,3*}	
PERSPECTIVA PARA EL CONTROL DE <i>BOTRYTIS CINEREA</i> A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE YUTE INOCULADO CON <i>BACILLUS SUBTILIS</i>	1506
Cristóbal-Miguez, A.E.J. ¹ , A. Paz-González ² , M. López-Vicente ² , G.C. Sarti ^{1,2}	
BIOINDICADORES DE CARBONO NO SOLO EM INTEGRAÇÃO SOJA-PECUÁRIA COM DIFERENTES ÉPOCAS DE REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES	1512
Daneluz Rintzel, R.D. ^{1*} , V.J.L.P. Simoes ² , E.G.T. Souza ³ , L.P. Brauwiers ⁴ , J.A.G.F. da Silva ⁵ , A.P. Martins ⁶	
ARBUSCULAR MICORRIZAL FUNGI IN BAMBOO UNDER BRAZILIAN SAVANNAS	1518
DIAS, T. V. ^{1*} , T.S. BARBOSA ² , L.B.M. SANTOS ³	
VALIDACIÓN DE MÉTODO DE RESPIRACIÓN POTENCIAL EN UN SUELO PATAGÓNICO: IRGA VS TRAMPAS DE NAOH	1519
Díaz Leviente, M ¹ , A.S. Enriquez ^{2,*} , M. Gonzalez Polo ^{3,*}	
EFFECTO DEL BIOCHAR INOCULADO CON PGPR SOBRE LA ABUNDANCIA DE BACTERIAS EN RIZÓSFERA DE TRIGO	1525
Dominchin, M.F. ^{1,2*} , E.D. Bigatton ³ , R.A. Verdenelli ^{1,2} , F.M. Barbero ^{1,2} , A., J.M Meriles ^{1,2}	



CAMBIOS DE PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS DEL SUELO POR LA INCLUSIÓN DE CULTIVOS DE SERVICIO	1526
Ducci, A. ^{1,2*} , C. Abán ¹ , J. Huidobro, ² M. Acreche, ^{1,2} y C. Pérez Brandan ^{1,2}	
ALTERNATIVA ECONÓMICA PARA MUESTREAR GASES DE EFECTO INVERNADERO DESDE EMISIONES DEL SUELO UTILIZANDO CÁMARAS ESTÁTICAS	1527
Enriquez, A.S. ^{1*} , D. Nassini ²	
RESPIRACIÓN ECOSISTÉMICA DEL SUELO EN PASTIZALES SEMIÁRIDOS PATAGÓNICOS BAJO CONDICIONES AMBIENTALES CONTRASTANTES	1531
Enriquez, A.S. ^{1*} , B.M. García Falabella ¹	
DIVERSIDAD FÚNGICA ASOCIADA DE LA RIZOSFERA DE TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> L.) EN AGROECOSISTEMAS DE LA SIERRA ECUATORIANA	1537
ERAZO, N.S. ¹ , MANZANO J. C. ¹ , ECHEVERRÍA M. M. ¹ , FREY C.G. ¹	
METODOLOGÍA DE BIOMASA MICROBIANA DEL SUELO: RESULTADOS DE ENSAYO COLABORATIVO NACIONAL	1538
Faggioli, V.S. ^{1*} , M. Maury ¹ , C. Lorenzon ¹	
ANÁLISIS DE HONGOS DEL SUELO Y SALUD DE AGROECOSISTEMAS	1539
Faggioli, V.S. ^{1*} , M. Maury ¹ , C. Lorenzon ¹ , V. Nishinakamasu ² , M. Muñoz ² , P. Vera ² , A. Puebla ² , M. Farber ² , N. Paniego ² , M. Rivarola ² , S. Bacigaluppo ³ , F. Salvagiotti ³	
DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA Y CULTIVOS DE SERVICIO	1540
Faggioli V.S. ^{1*} , M. Maury ¹ , J. Ortiz ¹ , F. Salvagiotti ² , S. Bacigaluppo ² , V. Gudelj ¹	
INOCULACIÓN DE LA SEMILLA CON <i>TRICHODERMA</i>, AFECTA LA DIVERSIDAD Y POTENCIALIDAD DE HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES EN MAIZ?	1541
Fernandez-Gnecco, Gabriela A. ^{1,2} ; Fernández, Macarena ³ ; Caló, Gonzalo ¹ ; Consolo, V. Fabiana ¹ ; Barbieri, Pablo A. ⁴ ; Covacevich, Fernanda ^{1*}	
CARACTERIZACION DE ROTACIONES MAIZ-SOJA EN SIEMBRA DIRECTA CON MANEJO TRADICIONAL E INTENSIFICADO MEDIANTE ANALISIS DE LIPIDOS	1547
Ferrari A. E.*; J. Covelli, L. A. Gabbarini, L. G. Wall	
SECUENCIAS DE CULTIVOS BASADAS EN SOJA: EFECTO SOBRE POBLACIONES NATURALIZADAS DE BRADYRHIZOBIOS NODULANTES DE SOJA	1552
Fontana, M.B. ^{1*} , M.A. Cazaux ² , M.A. Sterren ¹ , W.G. Uhrich ¹ , L.E. Novelli ^{1,3} , S.M. Benintende ¹	



IMPACTO DEL MANEJO SOBRE LA MICROBIOTA EDAFICA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	1553
Frasier I. ^{1*} , F.M. Barbero ² , G. Posse ³ , S. Vangeli ³ , C. Pérez Brandan ⁴ , M.F. Gómez ⁵ , R. Fernandez ^{5,6} , A. Quiroga ^{5,6} , S. Restovich ⁷ , J. Meriles ² , D.L. Serri ^{8,10} , E.M. Figuerola ⁹ , M. Rorig ¹ , C. Molina ¹ , E. Noellemeyer ⁴ , S. Vargas Gil ^{8,10}	
MINERALIZACIÓN POTENCIAL DE TRES ENMIENDAS ORGÁNICAS: CONTRIBUCIONES PARA SU APLICACIÓN EN SISTEMAS HORTÍCOLAS	1559
Gaona Flores M.A. ^{1,2*} , D. Serri ^{1,3} , V. Silbert ⁴ , A. Ringuélet ⁵	
DIVERSIDAD DE HONGOS MICORRÍDICOS EN ASOCIACIÓN CON <i>LOTUS TENUIS</i> EN LA CUENCA DEL RÍO SALADO	1560
García, I. ¹ , F. Covacevich ² , C. Fernandez-López ³ , M. Cabello ⁴	
IMPACTO DE NANOFERTILIZANTES EN LA MICORRIZACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE MEDICAGO TRUNCULATA	1566
Giachero, M. L. ^{1,2,4} ; Marquez, N. ^{1,2,4} ; Ranieri, V. ^{1,2,4} ; Ciacci, M. B. ^{1,3,5}	
RESPUESTA DEL MICROBIOMA DE SUELOS ÁRIDOS DE PATAGONIA AL CESE DE VERTIDOS DE EFLUENTES PESQUEROS	1567
Giudici, P. ¹ , M. Marcos ^{1,*} , N. Olivera ¹	
ESTUDIO DE LA COMUNIDAD MICROBIANA DEL SUELO EN PARCHES DEL ARBUSTO HALÓFILO <i>ATRIPLEX LAMPA</i>	1568
Giudici, P. ¹ , M. Marcos ^{1,*} , N. Olivera ¹	
EFFECTO DE LEGADO DE LAS PLANTACIONES DE PINO EN EL SUELO DE ESTEPA	1569
Gonzalez-Polo, M. ^{1*} , I.A. Garibotti ¹ , M.P. Crego ² , P.S. Satti ¹	
BACTERIAS DEL CICLO DEL NITRÓGENO Y HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES EN UN SUELO EN SUCESIÓN DE CULTIVOS ANDINOS DE LA PUNA	1574
Hernández Guijarro, K. ^{1,*} , F. Covacevich ² , G. Caruso ³ , D.C. Castro ⁴	
APLICACIÓN COMBINADA DE BIOCARBÓN Y DIGERIDO ANAERÓBICO COMO FERTILIZANTE: DINÁMICA DE C, N Y P	1575
Iocoli, G.A. ^{1*} , L. Orden ^{1,3} , M. Garay Schiebelbein ¹ , M. C. Zabaloy ^{1,2}	
DINÁMICA DEL N EN SUELOS DEL SO BONAERENSE CON ALTA HUMEDAD FERTILIZADOS CON DIGERIDO ANAERÓBICO	1576
Iocoli, G.A. ^{1*} , M. Alcetagaray ¹ , L. Orden ^{1,3} , M. C. Zabaloy ^{1,2}	
EFFECTO DE LOS CULTIVOS DE SERVICIO SOBRE LA RESPIRACIÓN EDÁFICA EN SUELOS AGRÍCOLAS	1577
JECKE, F. ^{1,2} , MOUSEGNE, F. ^{1,2} , ROMANIUK, R. ³ CARFAGNO, P. ³ , Zufiaurre, E. ^{3,4} & BELTRÁN, M. ^{1,3}	



COMPARACIÓN DE LA MICROFLORA PRESENTE EN 2 LOTES CULTIVADOS CON FRUTILLA	1578
Lovaisa, N.C. ¹ , P.A.G. Delaporte Quintana ¹ , J.A. Mariotti Martínez ² , R.O. Pedraza ¹ , S.M. Salazar ^{1,2,*}	
CAMBIOS EN LA COLONIZACIÓN MICORRÍCICA NATURAL DE GENOTIPOS DE TRIGO INOCULADOS CON AZOSPIRILLUM ARGENTINENSE AZ39	1579
Maccari Murray, F. ^{1,*} , L.P. Di Salvo ^{1,2} , G.E. Tranquilli ³ , I.E. García de Salamone ¹	
GLOMALINA, CBM Y FDA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Y BOSQUE NATIVO EN LA PROVINCIA DEL CHACO	1580
Mansilla, N. P. ¹ ; Sotelo, C. E. ² ; Pérez, G.L. ² ; Sirio, A. ² ; Rojas, J.M. ³	
EFFECTO DEL USO DE EXTRACTOS BOTANICOS SOBRE LA ACTIVIDAD MICROBIANA Y EL CRECIMIENTO VEGETAL	1581
Marino, L.C. ^{1,*} , D. Borzone ² , M. Richeri ¹ , A.L. Cardillo ¹ , L. González Paleo ¹ .	
MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO EN SUELOS DE UN AMBIENTE SEMIARIDO CON APLICACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIOTRANSFORMADOS	1582
Martínez J.M. ^{1,*} , J. Moisés ¹ , M.E. Duval ¹ ; R.J. García ² , J.A. Galantini ³	
CULTIVOS DE SERVICIOS Y SALUD DEL SUELO: USO DE BIOINDICADORES	1588
Martos GG ^{1,2} , Cuadra AF ² , Perato SM ³ , Díaz Ricci JC ³	
INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE: EFECTOS A LARGO PLAZO SOBRE PROPIEDADES QUÍMICAS, ACTIVIDAD ENZIMÁTICA Y COMUNIDAD MICROBIANA	1589
Maury, M.* ¹ ; L.A. Gabbarini ² ; M.B. Conde ¹ ; C.L. Aban ³ ; C. Lorenzon ¹ ; J. Ortiz ¹ ; V. R. Pegoraro ¹ ; L.Pereyra ¹ ; G. Velez ¹ ; R. Seravalle ¹ ; P. Marelli ¹ ; F. Salvagiotti; S. Bacigaluppo ⁴ ; V. S Faggioli ¹	
LA SUPRESIÓN DEL CULTIVO DE COBERTURA AFECTA LA COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA RIZOSFÉRICA	1595
Morales, M.E. ^{1,*} , G.A. Iocoli ^{1,2} , M. Allegrini ¹ , J. Basualdo ² , M.B. Villamil ³ , M.C. Zabaloy ^{1,2}	
LA SUPRESIÓN DEL CCI ANTECESOR NO AFECTA LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FÚNGICA DE GIRASOL	1596
Morales, M.E. ^{1,*} , M. Allegrini ¹ , G.A. Iocoli ^{1,2} , J. Basualdo ² , M.B. Villamil ³ , M.C. Zabaloy ^{1,2}	
BACTERIAS EDÁFICAS DE AMBIENTES ÁRIDOS CON PROPIEDADES PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN PLÁNTULAS DE TOMATE	1597
Navas M.D. ^{1,*} , J.G. Bueno ¹ , G.S. Vargas ¹ , E.M. Medina ¹ , F. Vazquez ¹ , Paroldi, H.E. ¹	





MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO EN SUELOS DE UN AMBIENTE SEMIARIDO CON APLICACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIOTRANSFORMADOS

Martínez J.M.^{1*}, J. Moisés¹, M.E. Duval¹; R.J. García², J.A. Galantini³

¹Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida-CONICET, Depto. Agronomía-UNS.

²Depto. Agronomía-UNS. ³Comisión de Investigaciones Científicas (CIC).

*San Andrés 800, Bahía Blanca Prov. De Buenos Aires. jmmartinez@criba.edu.ar

RESUMEN

Los residuos orgánicos provenientes de actividades agroindustriales pueden ser utilizados como una alternativa para mantener o aumentar fertilidad edáfica. La biotransformación es una opción para utilizarlos con el propósito de mejorar la calidad del suelo. El objetivo fue evaluar el potencial de mineralización de nitrógeno (N) de suelos contrastantes con el aporte de tres residuos agroindustriales biotransformados (RAB), para conocer su potencialidad como enmienda orgánica. Se realizaron incubaciones de largo plazo en laboratorio combinando suelos contrastantes (Franco, F- Arenoso franco, AF) y tres RAB con diferentes niveles de dosificación (D1: 200 y D2: 400 kg N ha⁻¹) calculados en base a N equivalente según su composición orgánica. Se utilizó cáscara de girasol (CG) tratada con hongo *Pleurotus* (CG_{ple}), CG compostada con estiércol ovino (CG_{cm}) y alperujo (AL) estabilizado en campo. Se llevaron a cabo cinco ciclos de humedecimiento y secado (261 días) y luego se estimó el N potencialmente mineralizable (N₀) y la tasa de mineralización (k) asumiendo que el N mineralizado se comporta en forma exponencial de primer orden. En suelo F, el aporte de los diferentes residuos y dosis no incrementó el potencial de mineralización. La tasa k evidenció efectos variables con el aporte de RAB, sin embargo, con AL (D1) y CG_{ple} (D1) el incremento fue de gran magnitud. En cambio, se produjeron efectos positivos sobre el N₀ con todos los RAB en el suelo AF, incrementando significativamente sólo con D1. la aplicación de los RAB no mostró una relación generalizada en el potencial de mineralización de N según las características del residuo y el tipo de suelo, aunque tuvo efectos variables sobre la tasa. El suelo con textura gruesa mostró incrementos en el potencial de mineralización de N con el aporte de RAB en bajas dosis.

Palabras clave: N potencialmente mineralizable, residuo agroindustrial, sudoeste bonaerense

INTRODUCCIÓN

En el sudoeste bonaerense (SOB), se fue abandonando la rotación agronómica hacia la agriculturización (Moisés et al., 2022), lo que implicó una mayor degradación del recurso suelo. Este efecto degradativo podría revertirse mediante la correcta reutilización de residuos agropecuarios dentro de los agrosistemas (Masunga et al., 2016). En esta región, se genera una gran cantidad de residuos provenientes de diferentes actividades agroindustriales, donde la cáscara de semilla de girasol (CG) de la industria aceitera, posee una producción de 54 mil toneladas anuales (Moisés et al., 2018). Este residuo presenta elevadas relaciones C:N, donde los compuestos estructurales representan más del 40% de su carbono orgánico (CO) (Moisés et al., 2022). Estas características pueden afectar la dinámica del N disponible para las plantas, debido a la inmovilización que ocurre bajo elevadas relaciones C:N (Iglesias Jiménez et al., 2008). Por su parte, el alperujo (AL) obtenido en la extracción del aceite de oliva, es un material de consistencia semisólida o viscosa, con escasa porosidad total y elevada humedad, que posee un alto contenido de materia orgánica (MO) y abundantes cantidades de lignina, celulosa, y hemicelulosa, además de niveles importantes de lípidos, glúcidos y fenoles (García de la Fuente, 2011). Una de las alternativas que surge para aprovechar estos materiales, es la biotransformación



(Rajkhowa et al., 2019). En la actualidad, existen diferentes procesos de transformación de los residuos orgánicos que pueden modificar sus propiedades, con el propósito de poder aplicarlas al suelo y mejorar la productividad de los cultivos. La aplicación de materiales orgánicos influye directamente sobre la calidad del suelo y el desarrollo vegetal, tanto en forma directa por acción per se de los nutrientes contenidos, como en forma indirecta mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Abassi & Khizar, 2012). En general, la mayor parte del contenido de N de los residuos se encuentra en forma orgánica (Thomas et al., 2015), por lo cual debe mineralizarse a formas inorgánicas para evaluar su condición como potencial enmienda orgánica. La mayoría de las estimaciones de la contribución N proveniente de la mineralización del suelo se basan en incubaciones aeróbicas de largo plazo (Stanford & Smith, 1972), que determinan la fracción de N del suelo que se puede convertir en formas inorgánicas. El objetivo fue evaluar el potencial de mineralización de N de suelos contrastantes con el aporte de diferentes RAB, para conocer su potencialidad como enmienda orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del ensayo

Se realizaron incubaciones de largo plazo durante 37 semanas consecutivas combinando suelos contrastantes y tres RAB con diferentes niveles de dosificación. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro replicas. Para esto, se tomaron muestras superficiales de dos suelos característicos de la región del SOB (profundidad de 0-20 cm) de un establecimiento localizado en Las Oscuras, Provincia de Buenos Aires. Los suelos muestreados pertenecen al orden Molisoles (Soil Survey Staff, 2010), caracterizados por bajos contenidos de CO, texturas gruesas y aportes variables de MO particulada por los residuos de los cultivos (Martínez et al., 2016). La muestra compuesta de cada suelo se secó al aire, se homogenizó y se tamizó (malla de 2 mm). Se determinaron las siguientes propiedades edáficas: CO que se estimó a partir de la determinación de MO por el método de calcinación, utilizando un factor de conversión de 2,2 (Martínez et al., 2017), P extraíble (Pe) (Bray & Kurtz, 1945); y pH en suspensión suelo: agua 1:2,5. Además, se determinaron las diferentes fracciones granulométricas por el método de la pipeta de Robinson y se clasificó la textura. Los resultados de los parámetros edáficos químicos y físicos evaluados en los suelos fueron: a) Suelo Franco (F): CO: 13,0 g kg⁻¹, pH: 6,6; Pe: 18 mg kg⁻¹; arena: 509 g kg⁻¹, limo: 320 g kg⁻¹; arcilla: 171 g kg⁻¹; b) Suelo arenoso franco (AF): COT: 7,7 g kg⁻¹, pH: 5,9; Pe 26 mg kg⁻¹; arena: 827 g kg⁻¹, limo: 107 g kg⁻¹; arcilla: 66 g kg⁻¹.

Residuos agroindustriales biotransformados

A cada suelo se le aportaron tres RAB bajo dos niveles de dosificación. Las dosis de RAB aplicadas se calcularon en base a N equivalente de su composición orgánica, a 200 y 400 kg N ha⁻¹. Los RAB utilizados fueron:

CG con *Pleurotus* (CGPie): transformación de la cáscara de girasol a través de hongo ligninolítico comestible *Pleurotus ostreatus*.

CG compostada (CGcm): corresponde a un compost realizado con CG y estiércol ovino durante 5 meses.

Alperujo (AL): estabilizado a campo, correspondiente al residuo de la obtención de aceite de oliva.

Para su caracterización química, todos los residuos fueron secados a estufa a 60°C por 48 horas y molidos con malla de 1 mm de diámetro. Se realizaron las siguientes determinaciones químicas: MO total a través del método calcinación en mufla a 550° por 4 h (Martínez et al., 2017), CO por analizador automático (Leco Corporation, St Joseph, MI), nitrógeno total (Nt) mediante el método de Kjeldahl (Bremner, 1996), pH y CE por método 1+5 v/v (Bárbaro, 2011). Las propiedades evaluadas se detallan en Tabla 1.



Tabla 1. Caracterización química de los RAB.

	pH	CE	MO	CO	Nt	C:N
Residuo		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)			
CGPle	7,61	2,75	775	569	9,0	63
CGcm	5,31	4,47	878	522	23,9	22
AL	5,4	8,7	947	756	10,6	71

CE: Conductividad eléctrica, MO: Materia orgánica, CO: Carbono orgánico total, Nt: Nitrógeno total.

Incubación aeróbica de largo plazo

Se realizó una incubación aeróbica de largo plazo siguiendo el protocolo de Honeycutt *et al.* (2005). Se pesaron 400 g de masa de suelo seco al aire, que fueron colocados en frascos de vidrio de 1 L. A cada frasco se le agregaron los RAB en cantidades equivalentes a 0 (suelo sin aplicación), 200 (D1) y 400 (D2) kg N ha⁻¹, con base en su composición de N orgánico (Tabla 1). Inicialmente, se estimó la porosidad total (PT) de los suelos muestreados secos al aire y por porcentaje en masa de suelo se determinó el 60% de PT, siendo un valor aproximado a la capacidad de campo. Se ajustó la humedad gravimétrica actual de los suelos en los frascos a 60% de la PT y se incubó durante cinco ciclos de humedecimiento y secado con una temperatura de 25°C. Diariamente, se realizaba el pesaje de las muestras hasta el momento en que la humedad actual llegaba al 30% de la PT, estimada por diferencias de masa. Luego se rehidrataban las muestras distribuyendo el riego en forma homogénea hasta el 60% calculado por masa de suelo, se dejaba estabilizar unas horas y luego se procedía a muestrear con un sacabocados para la determinación de N inorgánico (N-NO₃+N-NH₄) mediante destilación por arrastre de vapor (Mulvaney, 1996). Luego de transcurridos los cinco ciclos de humedecimiento y secado, se determinó el N₀ y *k* con un software informático asumiendo que el N mineralizado acumulado (N_{min}) se comportaba en forma exponencial de primer orden (Stanford & Smith, 1972).

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) comparando el N₀ y *k* para los suelos contrastantes y luego con el aporte de los RAB. La comparación de medias se realizó por el método de diferencias mínimas significativas de Fisher ($p < 0,05$). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software informático Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química de los RAB

En la Tabla 1 se detallan los resultados del análisis químico de los RAB utilizados. Los criterios estandarizados utilizados por la Unión Europea (UE) (Decisión 2001/688/EC), cuyos requisitos deben reunir los residuos o materiales orgánicos utilizados como enmiendas orgánicas, estipulan que estos RAB cumplen mayormente con los requisitos para que su aplicación no afecte la salud humana y ambiental. Para los tres RAB, la CE excede el umbral propuesto por Lasaridi *et al.* (2006), de acuerdo a la CE tolerada por plantas. Los valores de pH fueron levemente ácidos para CGcm y AL, y ligeramente alcalino para CGPle. Con respecto a CO, todos superan ampliamente el umbral de 200 g kg⁻¹ establecido por la UE. Los valores de Nt se encuentra en el rango de referencia sugerido por Alexander (1994). La relación C:N, relacionada con la tasa de descomposición de los residuos orgánicos mostró valores elevados en AL y CGPle, aunque CGcm posee una relación C:N adecuada para desencadenar procesos de mineralización.

Potencial de mineralización del N

El ANOVA entre suelos para ambos parámetros demostró diferencias significativas en N₀ ($p < 0,01$) y *k* ($p = 0,0317$), con mayores valores en F. En general, los valores de *k* hallados se aproximaron a 0,054 semana⁻¹ reportados por Stanford & Smith (1972). Según Martínez *et al.* (2018), las diferencias en las fracciones granulométricas de los suelos podrían desencadenar variabilidad en la tasa de mineralización por la menor protección física de la MO que ocurre en suelos de texturas gruesas, aunque en este estudio se halló la menor tasa en el suelo con mayor proporción de arena.



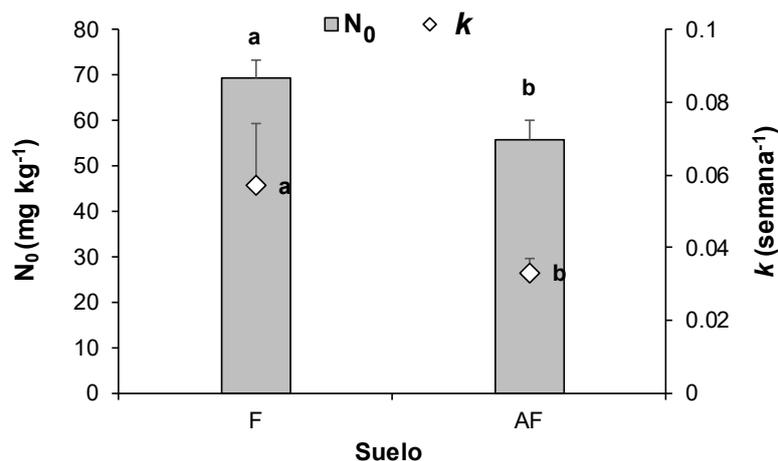


Figura 1. Nitrógeno potencialmente mineralizable (N_0) y tasa de mineralización (k) para cada suelo -sin agregado de RAB- al final de la incubación. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre suelos para N_0 y k , respectivamente. Barras verticales indican el desvío estándar.

Cuando se realizó el ANOVA comparando el aporte de RAB en los suelos se halló interacción significativa ($p < 0.001$) (suelo x aporte de RAB), por lo que se analizaron para cada suelo (Tabla 2). En F, el aporte de los diferentes residuos y dosis no incrementó el potencial de mineralización. La tasa k evidenció efectos variables del aporte de RAB, sin embargo, con AL (D1) y CGPle (D1) el incremento fue de gran magnitud.

Contrariamente, se produjeron efectos positivos sobre el N_0 en el suelo AF, incrementando significativamente especialmente con la menor dosis (D1) aplicada. Esto podría deberse al aporte de CO que hacen los RAB que contribuyen al bajo nivel de CO del suelo, pudiendo favorecer un efecto de cebado (Kuzyakov *et al.*, 2000). En este suelo, el aporte de RAB -exceptuando al CGPle con ambas dosis- independientemente de la dosis aplicada produjo aumentos de gran magnitud en k . Es importante remarcar que para ambos suelos la aplicación de AL en dosis altas, produjo una disminución del N_0 con respecto al testigo, posiblemente atribuido al efecto tóxico que posee sobre la microfauna edáfica lo cual afecta a los procesos de mineralización (González *et al.*, 2013).

Considerando la calidad de los RAB, a través de su relación C:N, no se observan respuestas diferenciales sobre el potencial de mineralización de N. Reddy *et al.* (2008) reportaron que la incorporación de residuos con elevada C:N favorece la inmovilización de N durante las etapas iniciales de descomposición, para luego de un tiempo de proceso, comenzar con la liberación de N inorgánico. Específicamente, CGPle y AL realizan un elevado aporte de C sin transformar, conteniendo altos valores de lignina lo que podrían generar inmovilización microbiana con menores niveles de N disponible (Iglesias Jiménez *et al.*, 2008). Esto permitiría inferir el escaso o nulo incremento del N_0 con la dosis alta de RAB, por esa mayor cantidad de C sin transformar que se incorporaría.

Tabla 2. Nitrógeno potencialmente mineralizable (N_0) y tasa de mineralización (k) (media \pm desvío estándar) con el aporte de RAB para cada suelo.

Suelo	Residuo	N_0	k
		(mg kg ⁻¹)	(semana ⁻¹)
Franco (F)	Testigo	69,3 \pm 4,1 a	0,057 \pm 0,017 c
	CG _{Ple} (D1)	45,7 \pm 1,8 b	0,362 \pm 0,011 b
	CG _{Ple} (D2)	69,1 \pm 5,0 a	0,044 \pm 0,011 c
	CG _{cm} (D1)	76,6 \pm 7,2 a	0,057 \pm 0,028 c
	CG _{cm} (D2)	69,1 \pm 12 a	0,041 \pm 0,024 c
	AL(D1)	71,6 \pm 5,1 a	0,449 \pm 0,107 a
	AL (D2)	65,1 \pm 10 a	0,032 \pm 0,017 c
	Testigo	55,6 \pm 4,6 c	0,033 \pm 0,002 d
Arenoso franco (AF)	CG _{Ple} (D1)	70,9 \pm 2,8 a	0,042 \pm 0,020 d
	CG _{Ple} (D2)	64,6 \pm 9,6 ab	0,051 \pm 0,038 d
	CG _{cm} (D1)	67,4 \pm 4,1 a	0,353 \pm 0,040 b
	CG _{cm} (D2)	54,8 \pm 6,4 c	0,484 \pm 0,092 a
	AL(D1)	69,3 \pm 4,1 a	0,168 \pm 0,109 c
	AL (D2)	51,1 \pm 2,9 c	0,523 \pm 0,072 a

Para cada suelo, letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

En general, la aplicación de los RAB no mostró una relación generalizada en el potencial de mineralización de N según las características del residuo y el tipo de suelo, aunque tuvo efectos variables sobre la tasa. El suelo con textura gruesa mostró incrementos en el potencial de mineralización de N con el aporte de RAB en bajas dosis. Es necesario contar con información complementaria sobre la calidad estructural de estos materiales, para profundizar el entendimiento sobre su potencial uso y efecto sobre la calidad del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de Unidades Ejecutoras CERZOS- *Bioconversión y valorización de residuos agroindustriales del sudoeste bonaerense*; y al Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica "Uso de residuos agroindustriales biotransformados en sistemas productivos del sudoeste bonaerense: efectos sobre la calidad edáfica y ambiental" (PICT 2017-1962).

BIBLIOGRAFÍA

- Abbasi, MK & A Khizar, A. 2012. Microbial biomass carbon and nitrogen transformations in a loam soil amended with organic-inorganic N sources and their effect on growth and N-uptake in maize. *Ecological Engineering*, 39, 123-132.
- Alexander, RA. 1994. Standards and guidelines for compost use. *Biocycle* 35(12):37-41.
- Barbaro, LA; MA Karlanian; S Imhoff; DE Morisigue. 2011. Caracterización de la turba subtropical del departamento Islas de Ibicuy (Entre Ríos, Argentina). *Agriscientia* 28(2): 137-145.
- Bray, RH & LT Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphate in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Bremner, JM. 1996. Nitrogen - Total. In: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods* (pp. 1085-1121). ASA, SSSA, CSSA, Madison WI.
- Di Rienzo, JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada; CW Robledo. 2018. InfoStat, versión 2018. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).
- García de la Fuente, R. (2011). Caracterización y uso de compost de alperujo como enmienda orgánica. Evaluación agronómica y medioambiental. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València. Valencia
- González, MM; O Sydorenko; P Monetta; E Parodi; F Vázquez; OS Correa. 2013. Aplicación de alperujo en suelos bajo producción de olivos en San Juan-Argentina: su efecto sobre las comunidades microbianas edáficas. Tercera jornada del instituto de investigaciones en biociencias agrícolas y ambientales. Aportes de la microbiología a la producción de cultivos.



- Honeycutt, CW; TS Griffin; BJ Weinhold; B Eghball; SL Albrecht; JM Powell; BL Woodbury; KR Sistani; RK Hubbard; HA Torbert; RA Eigenberg; RJ Wright; MD Jawson. 2005. Protocols form nationally coordinated laboratory and field research on manure nitrogen mineralization. *Commun. in Soil Sci. and Plant Anal.* 36: 2807-2822.
- Iglesias-Jiménez, E; MT Barral; FC Marhuenda. 2008. Indicadores de la estabilidad y madurez del compost. En: J. Moreno & R. Moral (Eds). *Compostaje*. (pp. 243-283). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Kuzyakov, Y; JK Friedel & K Stahr. 2000. Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biol. Biochem.* 32(11-12): 1485-1498.
- Lasaridi, K; I Protopapa; M Kotsou; G Pilidis; T Manios; A Kyriacou. 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: the need for standards and quality assurance. *J. Environ. Manage.* 80(1): 58-65.
- Martínez, JM; JA Galantini & ME Duval. 2018. Contribution of nitrogen mineralization indices, labile organic matter and soil properties in predicting nitrogen mineralization. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 18(1): 73-89.
- Martínez, JM; JA Galantini; ME Duval; FM López; JO Iglesias. 2017. Ajustes en la estimación de carbono orgánico por el método de calcinación en Molisoles del sudoeste bonaerense. *Ci. Suelo*, 35:181-187.
- Martínez, JM; JA Galantini; MR Landriscini; FM López; ME Duval. 2016. Fertilización nitrogenada en trigo de la región subhúmeda: eficiencia del uso del agua y nitrógeno. *Ci. Suelo* 34: 81-92.
- Masunga, RH; VN Uzokwe; PD Mlay; I Odeh; A Singh; D Buchan; S De Neve. 2016. Nitrogen mineralization dynamics of different valuable organic amendments commonly used in agriculture. *Appl. Soil Ecol.* 101: 185-193.
- Moisés, J; JM Martínez; ME Duval; GA Iocoli; JA Galantini. 2022. Cáscaras de girasol con diferentes transformaciones como enmiendas orgánicas en trigo. *Ci. Suelo: en prensa*.
- Moisés, J; JM Martínez; ME Duval; JO Iglesias; JA Galantini. 2018. Transformaciones de la cáscara de girasol y potencialidad de uso como enmiendas orgánicas. En *Actas: XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Tucumán, Argentina.
- Mulvaney, RL. 1996. Nitrogen-Inorganic forms. In: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods* (pp. 1123-1184). ASA, SSSA, CSSA, Madison WI.
- Rajkhowa, DJ; AK Sarma; PN Bhattacharyya; K Mahanta. 2019. Bioconversion of agricultural waste and its efficient utilization in the hilly ecosystem of Northeast India. *Inter. J. Recyc. Org. Waste Agric.* 8:11–20.
- Reddy, KC; SS Reddy; RK Malik; JL Lemunyon; DW Reeves. 2008. Effect off five-year continuous poultry litter use in cotton production on soil major nutrients. *Agron. J.* 100: 1047–1055.
- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, 11th ed. USDA-Natural Resources 22. Conservation Service, Washington, DC.
- Stanford, G & S Smith. 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36: 465-472.
- Thomas, BW; M Sharifi; JK Whalen; MH Chantigny. 2015. Mineralizable nitrogen responds differently to manure type in contrasting soil textures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 79: 1396-1405.

