



LIBRO DE RESÚMENES

RENS2019

32 Reunión Nacional de Suelos
Sevilla, 10-13 de septiembre de 2019



CONTENIDO

1 ESTUDIO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS	1
Short-term effect of addition organic amendments on the enzymatic activity of restored soils in a semi-arid Mediterranean region	3
Effect of organic amendments on CO ₂ emission in a limestone quarry degraded soils in semiarid climate.	4
Acolchado plástico en agricultura: acumulación de restos de polietileno de baja densidad y de residuos de pesticidas en el suelo y efectos en la comunidad microbiana	5
Effect of biochar on microbial communities of a trace element contaminated soil	7
Movilidad de elementos potencialmente contaminantes en suelos afectados por contaminación residual	8
Descontaminación de aguas con arsénico a través de residuos de turbera	10
Evaluación de la efectividad de diferentes nanopartículas de hierro para la degradación de clordecona en suelos de Martinica	11
Comparación de diferentes tipos de nanopartículas de hierro para la remediación de suelos con contaminación mixta	12
Fungal functional diversity in trace element contaminated soils from the Guadiamar Green Corridor	13
Parámetros edáficos relacionados con la colonización vegetal espontánea en depósitos mineros abandonados del Distrito Minero de La Unión-Cartagena, Murcia, SE de España	15
Strategic metals in mine-soils and accumulation in plants in an old mining area: an exploratory study for phytomining purposes	16
Effectiveness of surfactants on organic pollutants desorption in soil: effect of surfactant-contaminant-soil interactions	17
Guía de campo para la demostración de técnicas de remediación de suelos contaminados. El caso del Corredor Verde del Guadiamar	18
Utilización de biofertilizantes en la fitoestabilización de una escombrera de minería metálica	19
Efecto del tipo de cultivo cubierta en parámetros de micorrización del cultivo principal subsiguiente	20
Metagenomic study in restored soils with organic amendments in a calcareous quarry from a semiarid ecosystem	21
Diversity and richness of bacteria communities in restored soils with organic amendments in a calcareous quarry from semiarid ecosystems	22
Efectos a largo plazo de la adición de enmiendas orgánicas en un suelo mediterráneo degradado	23
2 QUÍMICA DEL SUELO	25
Técnicas analíticas avanzadas en la caracterización molecular de la materia orgánica de la turbera de Ribetehilo del P.N. de Doñana	27
Huella ambiental en la composición isotópica ($\delta^{13}C$ y δ^2H) en suelos volcánicos de alta montaña del P.N. del Teide	29

Efecto del fuego sobre la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^2\text{H}$) de la materia orgánica de un arenosol del P.N. de Doñana	31
Análisis de biomarcadores de la materia orgánica del suelo mediante pirólisis analítica acoplada a espectrometría de masas convencional (Py-GC/MS) y de razones isotópicas (Py-GC/IRMS)	32
Actividades deshidrogenasa y glucosidasa en suelos de cultivos subtropicales bajo restos de poda	34
Aproximación ómica al estudio de la repelencia al agua del suelo mediante espectrometría de masas de ultra-alta resolución (FT-ICR/MS) de la materia orgánica y quimiometría predictiva	35
Competencia entre tres tetraciclinas por los sitios de adsorción de suelos agrícolas con distintas características	37
Competencia entre flúor y cromo hexavalente por los sitios de adsorción de suelos y materiales residuales	38
Adsorción simultánea de plomo y cadmio por suelos y materiales residuales	39
Competencia entre tres tetraciclinas por los sitios de adsorción de distintos materiales residuales	40
Adsorción y desorción de tres tetraciclinas por diferentes suelos utilizando sistemas simples, binarios y ternarios	41
An appraisal of carbon sequestration capacity in soil of different habitats at La Pletera salt marsh, NE Spain	42
Chemometric prediction of soil organic matter quality and quantity from the pyrolytic patterns of N-bearing compounds	43
Relación entre la conductividad eléctrica de suelos calizos en extracto 1:5 y en pasta saturada con el contenido en Na, K, Ca y Mg asimilables	44
3 BILOGÍA Y ECOLOGÍA DEL SUELO	45
Influencia de la vegetación y el pH en la dinámica de la materia orgánica en suelos de alta montaña del P.N. de Sierra Nevada	47
Influencia a medio plazo de las tetraciclinas sobre la biomasa total y la de grupos específicos de microorganismos en diferentes suelos de Galicia	48
Impacto a medio plazo de las tetraciclinas sobre la estructura de la comunidad microbiana (PLFA) diferentes suelos de Galicia	49
Efecto a medio plazo de las tetraciclinas sobre las actividades enzimáticas del ciclo del C, N y P en diferentes suelos de Galicia	50
Cubiertas vegetales y su influencia sobre los microorganismos del suelo	51
4 CARTOGRAFÍA, EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE SUELOS	53
Cartografía oficial de suelos de Navarra	55
Los Reales Sitios y su importancia en la conservación del suelo	56
Comparativa de métodos de evaluación de la calidad del suelo en un ecosistema semiárido (norte de Salamanca) y evaluación de los efectos de las propiedades físico-químicas y de la erosionabilidad del suelo	58
Inventario y cartografía de las turberas de la Zona Especial de Conservación Serra do Xistral (NO Península Ibérica)	59

Clasificación agrológica del suelo arable del municipio de Vitoria-Gasteiz	60
Evaluación del potencial agronómico de diferentes residuos orgánicos procedentes de actividades agrarias	61
Suelos y geomorfología en pastos de puerto (La Estiva, Pirineo Central)	62
Edafogénesis de un Podzol del Sistema Ibérico: caracterización micromorfológica	63
Sensibilidad de los indicadores de la calidad edáfica en un suelo agrícola	64
Análisis y optimización de los parámetros de evaluación global de la capacidad general de uso del suelo a partir de la información del mapa de suelos	66
Estima de variables edáficas mediante el color del suelo: influencia de la pedregosidad superficial	68
Seguimiento de la conductividad eléctrica y de la composición iónica de un Haplic Calcisol dedicado al cultivo de hortícolas	69
Eficiencia de la fertilización orgánica en suelos bajo cultivo de olivar. Efectos en la calidad del suelo	70
Indicadores bioquímicos para evaluar la calidad del suelo bajo distintos sistemas de laboreo	71
5 USO Y MANEJO DEL SUELO	73
El sistema asociado de melón-judía de careta puede mejorar la fertilidad del suelo, el rendimiento del melón y la proporción de tierra equivalente	75
Plant–soil relationships along the snowmelt gradient in Pyrenean snowbeds: practical applications of thermogravimetry.	76
Efectos del decaimiento del alcornoque en la red trófica del suelo utilizando los nematodos como bioindicadores	77
Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla-México	78
Efecto del tipo de suelo en la composición aromática de las uvas del cultivar Tempranillo	79
Compost para la producción de lechuga. Una estrategia sostenible.	80
Efecto de la adición de restos de poda sobre la evolución de los nutrientes en piel, pulpa y hueso de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	81
La fase pedregosa como factor de diferenciación en suelos vitícolas	82
Could land management modify nutrient content in Spanish olives?	83
Fertilización orgánica: efecto de las aplicaciones a largo plazo sobre la densidad aparente del suelo en condiciones mediterráneas	84
Fertilidad de los suelos de huertos urbanos de Sevilla	85
Estudio en campo de la disipación de clortoluron y flufenacet en un suelo agrícola enmendado con sustrato postcultivo de hongos o compost vegetal	86
Desarrollo de técnicas de agricultura regenerativa en suelos de viñedo de La Rioja	87
Influencia de los posos de café como enmienda orgánica agrícola en las propiedades hídricas del suelo	88

Inventario de laboratorios de análisis de fertilidad de suelos en España y resultados de un ejercicio de intercomparación	89
Producción de biomasa de clones de chopo en relación a las propiedades del suelo	90
La aplicación de compost reduce las necesidades hídricas de <i>Arundo donax</i>	91
Mecanismos de movilización de fósforo en suelos tratados con estruvita	92
Effects of biochar addition to organo-mineral fertilisers on nutrient release and barley growth	93
Sistema de análisis vascular integrado en olivicultura (SAVIA)	94
Relación entre el pH en suelo y savia con la disponibilidad de Mn y Zn en olivar	95
6 EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS	97
Transferencia de un método de control de la erosión de suelos en olivar (TRAMCE)	99
Prácticas de conservación de suelos y agua en dos comunidades campesinas del poniente de Tlaxcala, México	100
El papel de los musgos en la recuperación de suelos degradados por tratamiento post-incendio en la Sierra de Mariola (Alicante, España)	101
Efecto de la aplicación de dos residuos vegetales sobre la densidad y porosidad de suelos sometidos a compactación	102
Efectos a corto plazo de la quema prescrita de matorral sobre las propiedades físicas del suelo (Yebra de Basa, Pirineo Central)	103
7 DOCENCIA Y DIVULGACIÓN	105
La utilización de las TICs en las actividades de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la SECS	107
Actividades de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS)	108
Actividades docentes del PYME. Diseño de materiales docentes para la mejora del aprendizaje y su evaluación en ciencias del suelo, sociales y jurídicas	109
El Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo como herramienta de divulgación y estudio de los suelos de montaña	110
8 CALENTAMIENTO GLOBAL	111
Will ecotoxicity risks of metal-contaminated soils change with global warming?	113
Chemometric prediction of soil organic matter quality and quantity from the pyrolytic patterns of N-bearing compounds	114
Climate change impact on agro-climatic sustainability in the olive crops of Mediterranean area. The use of MicroLEIS DSS in OPERA-JPI Water project.	115

1 Estudio y recuperación de suelos contaminados

Short-term effect of addition organic amendments on the enzymatic activity of restored soils in a semi-arid Mediterranean region

R. Soria, N. Rodríguez-Berbel, R. Ortega, I. Miralles

Department of Agronomy & CIAMBITAL, University of Almería, E-04120, Almería, Spain

Key words: organic amendments, semi-arid climate, enzymatic activity, soil quality.

In arid and semi-arid areas where climatic conditions are extreme, mining can cause severe soil degradation leading to desertification processes. Addition of organic amendments contribute to increase soil quality in degraded soils, improving their physico-chemical properties and stimulating the enzymatic activity of biogeochemical cycles. The aim of this study is to analyze the effect of different organic amendments in the activity of enzymes involved in the cycles of C, N and P in degraded arid soils by mining activities. Experimental plots were installed in degraded soils of a limestone quarry Gádor range (Almería, SE Spain), with a semi-arid climate. Five restoration treatments were applied (3 plots per treatments) consisting on the addition of stabilized sewage sludge (SS), vegetable compost garden waste (VCG), vegetable compost from horticulture crop residues (VCI) and mixtures amendments (VCG + SS and VCI + SS). In addition, three plots without treatments were set as controls. Natural soils were also sampled and used as an ecosystem reference. Soils samples were collected after 6 months of the organic amendments application and different enzymes were studied (ureasa, deshidrogenase, β -glucosidase and phosphatase). Results showed that the addition of organic amendments increased the activity of all enzymes studied in relationship to control plots, except for ureasa, which showed a lower enzymatic activity in plots treated with SS. Significantly higher values ($P < 0.05$) of ureasa were determined in natural soils. β -glucosidase and dehydrogenase activities were the highest in plots with SS, followed by plots with mixtures of organic amendments (VCG + SS and VCI + SS), whose values were similar to those observed in natural soils. Similarly, phosphatase activity in plots with SS was the highest, followed by the experimental plots with the VCG + SS and VCI + SS treatments. In contrast, VCG and VCI treatments showed similar phosphatase activity values to natural soils.

Acknowledgements

CGL2017-88734-R (BIORESOC) Research Project and RYC-2016-21191.

Effect of organic amendments on CO₂ emission in a limestone quarry degraded soils in semiarid climate.

R. Soria, N. Rodríguez-Berbel, R. Ortega, I. Miralles

Department of Agronomy & CIAMBITAL, University of Almería, E-04120, Almería, Spain.

Key words: organic amendment, organic carbón, priming, soil respiration

Growth CO₂ emissions atmosphere has increased the importance of studying soils as natural carbon (C) sinks. Soil restoration through organic amendments can be a good strategy to mitigate climate change as they improve soil's physical and chemical properties which help to C sequestration. The aim of this work is to study CO₂ emission and changes in the soil total organic carbon content (TOC) to determine the existence of the "priming effect" (short-term change in the turnover of soil organic matter caused by treatments) due to the addition of organic amendments in restored soils of a limestone quarry in semiarid climate. Experimental plots were installed in semiarid area affected by mining in Gádor range (Almería, SE Spain). Five different treatments were applied (3 plots per treatment) consisting on the addition of stabilized wastewater sludge (SS), compost derived from vegetable garden waste (VCG), compost derived from horticultural crop residues (VCI) and mixtures of them (VCG + SS and VCI + SS). Three plots without organic amendments were used as control and natural soils as reference. Monthly measurements of soil respiration (SR, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) were performed since amendments addition (July 2018 to March 2019) using pp-system EGM-4 gas analyzer and TOC was analyzed in soil samples (n=3). Data obtained after organic amendments addition showed that SS soils had the significant ($p < 0.05$) highest CO₂ emission values ($RS = 5.40 \pm 3.55$) and TOC content (6.51 ± 1.85), followed by soils with VCG + SS ($SR = 3.27 \pm 1.66$; $TOC = 5.56 \pm 0.54$). VCG soils showed lowest RS (0.57 ± 0.17) and TOC (3.43 ± 0.90) values by all treatments and were not significantly different in control plots SR (0.43 ± 0.09), however there were TOC (0.34 ± 0.20) differences. Natural soils presented the lowest values of SR ($SR = 0.12 \pm 0.17$; $TOC = 1.37 \pm 0.07$). Nine months later, RS and TOC values decreased significantly in all treatment plots compared to the initial measurement campaign. RS showed similar natural soil plots values, while TOC presented lower than in initial campaign but higher than natural soils. Results suggest a significant increase in CO₂ emission (priming effect) after organic amendment application, especially SS ($SR = 0.02 \pm 0.10$; $TOC = 2.55 \pm 0.59$), VCG + SS ($SR = 0.14 \pm 0.07$; $TOC = 3.62 \pm 0.85$) and VCI + SS ($RS = 0.07 \pm 0.05$; $TOC = 4.42 \pm 0.95$) treatments decreasing to soil natural levels after nine months.

Acknowledgements

CGL2017-88734-R (BIORESOC) Research Project and RYC-2016-21191.

Acolchado plástico en agricultura: acumulación de restos de polietileno de baja densidad y de residuos de pesticidas en el suelo y efectos en la comunidad microbiana

N. Beriot^{1,2}, R. Zornoza¹, P. Zomer³, O. Ozbolat¹, E. Huerta², V. Geissen²

1. Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, España
2. Soil Physics and Land Management Group, Wageningen University & Research, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen, The Netherlands
3. RIKILT–Wageningen University & Research, PO. Box 230, 6700 AE, Wageningen, The Netherlands

Palabras clave: acolchado plástico, comunidad microbiana, contaminación de suelo, residuos de pesticidas, restos de plástico

El acolchado plástico se usa ampliamente en la agricultura para disminuir la evaporación del agua, aumentar la temperatura del suelo o prevenir el crecimiento de malas hierbas. La mayoría de las coberturas de plástico están hechas de polietileno de baja densidad (LDPE) altamente resistente. La eliminación incompleta del acolchado de polietileno después de su uso puede causar la contaminación del suelo y aguas por plástico. En sistemas agrarios convencionales, pesticidas pueden quedar absorbidos en los coloides del suelo y en restos plásticos incorporados en el suelo. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar los efectos a largo plazo del uso del acolchado plástico y de la acumulación de restos plásticos en el suelo y su relación con los residuos de pesticidas y su efecto en las comunidades microbianas edáficas.

Tabla 1. Distribución de número de residuos de pesticidas por tipo de manejo y profundidad.

Residuos	Convencional		Ecológico	
	0 – 10 cm	10 – 30 cm	0 – 10 cm	10 – 30 cm
0	0%	0%	44%	70%
1	0%	0%	30%	19%
2 – 5	7%	19%	26%	11%
6 – 10	83%	81%	0%	0%
> 10	9%	0%	0%	0%

En este experimento se han estudiado 18 parcelas de fincas comerciales hortícolas del Campo de Cartagena, con manejo ecológico y convencional, donde se ha utilizado acolchado de plástico durante 5-20 años. Se llevó a cabo un muestreo de suelo a dos profundidades (0-10 cm y 10-30 cm) para evaluar el transporte vertical de residuos plásticos y residuos de pesticidas en función del tipo de manejo. Se ha determinado el contenido de restos de macro y micro plástico, los niveles de residuos de diferentes pesticidas (18 insecticidas, 17 fungicidas y 6 herbicidas) y propiedades fisicoquímicas del suelo. En la capa superficial del suelo se secuenciaron las regiones de ADN ribosomal 16S y ITS para estudiar los cambios en las comunidades bacterianas y fúngicas, respectivamente. Los resultados mostraron que existe acumulación de residuos plásticos en la profundidad del suelo de 10-30 cm, mientras que los residuos de pesticidas se encuentran principalmente en la profundidad de 0-10 cm (Tabla 1).

Todas las muestras de suelo en manejo convencional presentaron más de dos residuos de pesticida, mientras que más del 70% de las muestras de suelo en manejo ecológico tuvieron menos de 2 residuos (Figura 1). Se han caracterizado las interacciones entre el contenido de restos plásticos y el contenido de pesticidas, junto con la interacción de plásticos y pesticidas en el suelo con cambios en las comunidades microbianas del suelo. Los grupos más sensibles representaron bioindicadores de la contaminación de plásticos y pesticidas en el suelo.

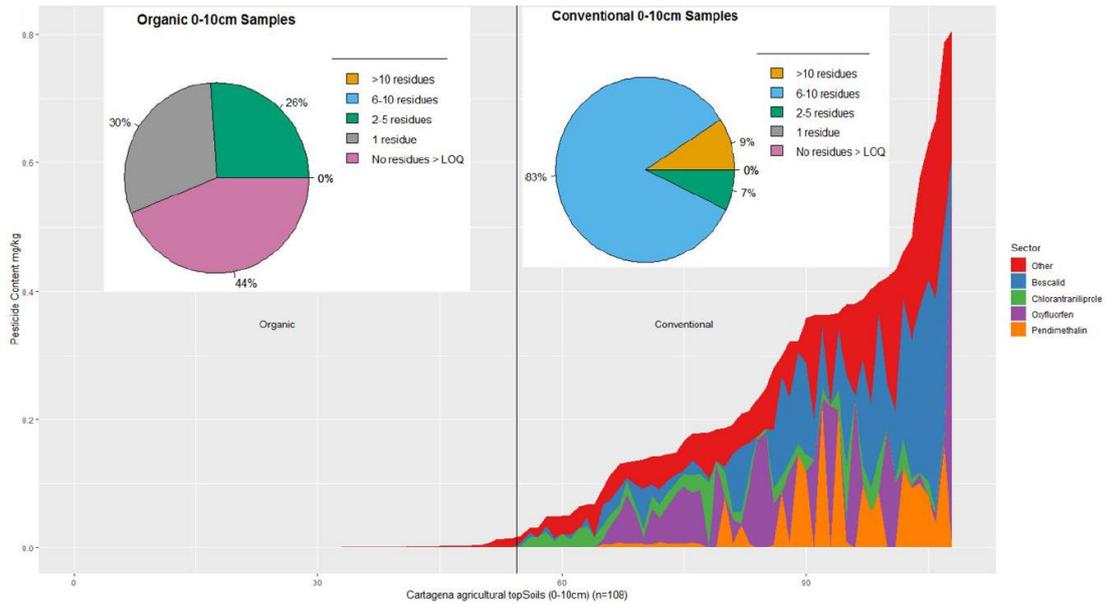


Figura 1. Distribución de pesticidas en las 108 muestras de suelo agrícola superficial (0-10cm) del campo de Cartagena. Muestras de suelo en agricultura ecológica (del 1 al 54) y convencional (del 55 al 108). Se organizaron según el manejo y aumentando el contenido total de pesticidas. Resultados preliminares.

Effect of biochar on microbial communities of a trace element contaminated soil

P. Campos¹, A. Z.Miller², R. López³, N. Hagemann⁴, H. Knicker¹, J.M. de la Rosa^{1*}

1. Departamento de Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Avenida de Reina Mercedes 10, 41012 Seville, Spain.
 2. HERCULES Laboratory, University of Évora, Évora, Portugal.
 3. Departamento de Protección del Sistema Suelo, Planta, Agua. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Avenida de Reina Mercedes 10, 41012 Seville, Spain.
 4. Ithaka Institute for Carbon Strategies, Ancienne Eglise 9, Arbaz, 1974, Switzerland.
- * jmrosa@irnase.csic.es

Palabras clave: 16S rRNA gene analysis, biochar, enzymatic activities, polluted soil, trace elements.

High concentrations of trace elements in soils can negatively affect soil microbiological communities and thus reduces their diversity and functionality (Gans et al., 2005). In addition, several recent studies have revealed that biochar can reduce bioavailability of trace elements in contaminated soils (Paz et al., 2014). The aim of this work was to evaluate the effects of biochar application on the soil microbial community for trace elements contaminated soils. For that purpose, Typic Xerofluvent soils (Soil Survey Staff, 1996) affected by the toxic spill occurred in Aznalcóllar (SW Spain) on 1998 with two levels of contamination (moderately and highly polluted) were used. Biochar of rice husk (RHB) and olive pit (OPB) were produced in a continuously feed reactor at 500 °C and 12 min residence time and applied into 1 m² plots on the contaminated soils at a rate of 8 ton ha⁻¹.

After determining the effects on soil properties (pH, water holding capacity, total carbon content), the effects on enzymatic activities (β -glucosidase and dehydrogenase), soil respiration (6400-09 Soil CO₂ Flux Chamber LI-COR) and microbial communities (next generation sequencing-based 16S rRNA gene analysis) were tested at 1, 6 and 12 months after biochar application. Finally, FE-SEM-EDS were performed on handpicked biochar particles.

The results showed that seasonal effects modified enzymatic activities. After 6 months, differences between control and biochar amended soils were found. However, these differences decreased drastically after 1 year. Soil respiration was greater in moderately than in highly polluted areas at the beginning of the experiment and was reduced with time. Microbial community was different both between the two levels of contamination as well as biochar amended and non-amended soils. FE-SEM images showed the presence of filamentous microbial structures on biochar surfaces, Ca-S particles (gypsum) in OPB and high content of Si in RHB.

Acknowledgements

The former Spanish Ministry of Economy, Industry and Competitiveness (MINEICO) and AEI/FEDER funds are thanked for supporting the projects CGL2016-76498-R and CGL2015-64811-P. P. Campos thanks the “*Fundación Tatiana Pérez de Guzmán el Bueno*” for funding her PhD.

References

- Gans, J.; Wolinsky, M.; Dunbar, J.; 2005. *Science*, 309 (5739), 1387-1390.
- Paz-Ferreiro, J.; Lu, H.; Fu, S.; Méndez, A.; Gascó, G.; 2014. *Solid Earth*, 5, 65-75.
- Soil Survey Staff (1996). US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington DC.

Movilidad de elementos potencialmente contaminantes en suelos afectados por contaminación residual

R. Pastor-Jáuregui¹, F. Martín-Peinado², M. Sierra-Aragón²

1. Departamento de Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú
2. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada.

Palabras clave: arsénico, Aznalcóllar, contaminación de suelos, Corredor Verde del Guadiamar, metales pesados

Veinte años después del vertido de la mina de Aznalcóllar (Sevilla, España) y tras la recuperación de la zona, se evalúan a lo largo de todo el Corredor Verde del Guadiamar los principales parámetros físicos y químicos del suelo, así como sus concentraciones totales de Cu, Zn, As y Pb a tres profundidades (0-10, 10-30 y 30-50 cm).

Los elementos menos móviles (Pb y As) alcanzan concentraciones más altas en el Sector 1 (suelos de neutros a ácidos), localizado más próximo a la mina, en las tres profundidades; mientras que, en la mayoría de los casos, el Zn y Cu (elementos más móviles) alcanzan concentraciones más altas en el Sector 2 (suelos básicos), que representan aproximadamente los dos tercios del Corredor más distantes a la mina. En el Sector 1 los cuatro elementos disminuyen con la profundidad y en el Sector 2 el Pb, As y Zn presentan la mayor concentración media en la profundidad de 10 a 30 cm y el Cu disminuye con la profundidad.

Conforme aumenta la profundidad, las concentraciones medidas en el año 2018 con respecto a las del año 2004 (año siguiente a la finalización de la restauración) expresadas por la ratio ($C_{(18/04)}$) aumentan para los cuatro elementos potencialmente contaminantes, lo que indica que podrían estar ocurriendo procesos de lixiviación que incrementan la concentración de 30 a 50 cm, respecto a los valores de 2004.

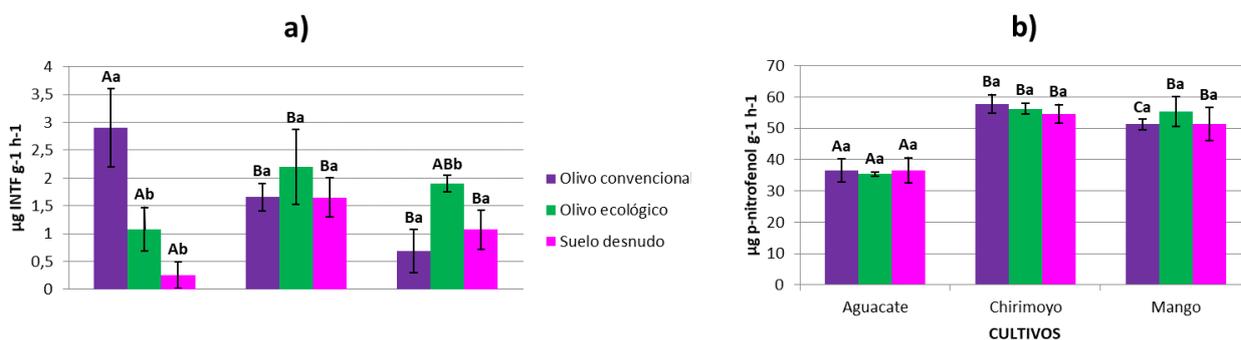


Figura 1. Actividades enzimáticas deshidrogenasa (a) y glucosidasa (b) para los restos de poda aplicados en cada uno de los cultivos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre cultivos (para un mismo tratamiento), y letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (para un mismo cultivo).

De acuerdo con los NGR establecidos por la Junta de Andalucía (Decreto 18/2015), las concentraciones totales obtenidas para el Zn y Cu no superan estos valores límite. Sin embargo, las concentraciones totales de Pb superan el límite de 275 mg/kg en el 13.1% de los suelos muestreados para las primeras profundidades (0-10 cm y 10-30 cm) y en el 10.7% para la última profundidad (30-50 cm). En el caso del As, en los primeros 10 cm de suelo el 69% de las muestras superan el valor de 36 mg/kg, entre 10 a 30 cm se supera en el 82.1% y en la última profundidad (30-50 cm) en el 70.2% de los suelos estudiados. Los resultados nos indican que se deben realizar labores de seguimiento y ensayos de toxicidad para evaluar el riesgo potencial de contaminación en la zona.

Descontaminación de aguas con arsénico a través de residuos de turbera

A. Aguilar-Garrido¹, F.J. Martín-Peinado¹, M. Sierra-Aragón¹, M. García-Carmona², F.J. Martínez-Garzón¹

1. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada, Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España.
2. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. Universidad s/n, Edificio Alcudia, 03202, Elche, Alicante, España.

Palabras clave: agua, arsénico., bioensayos, descontaminación, residuos mineros.

Las aguas contaminadas por arsénico (As) suponen una gran preocupación a nivel mundial debido a los posibles efectos adversos para la salud humana y la integridad de los ecosistemas. En este trabajo se comprueba la eficacia inmovilizadora de As por residuos de una explotación de turba. En laboratorio se ensaya con el residuo carbonatado (RC), el residuo orgánico (RO) y las mezclas de estos con las siguientes proporciones: 10 % RC - 90 % RO (M1), 25 % RC - 75 % RO (M2), 50 % RC - 50 % RO (M3) y 75 % RC - 25 % RO (M4). Realizar mezclas a distintas proporciones de RC y RO se debe a la gran heterogeneidad en la composición del residuo. Se mide la concentración de As soluble, el pH y la CE en el agua tratada, y se realizan bioensayos de toxicidad con *Lactuca sativa* L. y respiración de la actividad biológica del residuo para comprobar la eficacia en la descontaminación de aguas enriquecidas en As a diferentes concentraciones (0, 50, 100 y 200 $\mu\text{g As L}^{-1}$). La concentración de As soluble en el agua se reduce en más de un 95 % tras ser tratada por estos residuos, excepto en el tratamiento con RO puro donde la reducción es menor. Los bioensayos de toxicidad indican que la concentración de As soluble en los lixiviados es lo suficientemente baja como para que no exista toxicidad por As. Por consiguiente, el residuo generado en la turbera se considera apto en cuanto a la adsorción de As y, por tanto, adecuado para la descontaminación de aguas enriquecidas en As, siendo los más efectivos M1 y RC. No obstante, hay que ser precavidos en su utilización, principalmente en aquellos donde domina el RO, por su alto contenido en sulfatos y polifenoles.

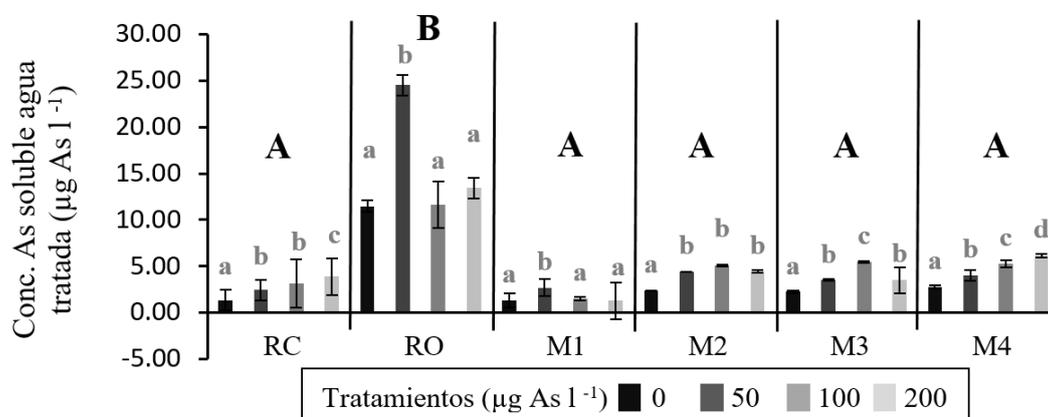


Figura 1. Concentración de As soluble en aguas enriquecidas en As tras ser tratadas por los residuos, expresada en $\mu\text{g As l}^{-1}$.

Evaluación de la efectividad de diferentes nanopartículas de hierro para la degradación de clordecona en suelos de Martinica

M. Gil-Díaz¹, S. Díez-Pascual¹, H. Macarie², S. Bristeau³, M.C. Lobo¹

1. IMIDRA, Finca El Encín, Alcalá de Henares (Madrid, Spain).
2. IRD, Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IMBE, Marseille (France)
3. BRGM, Laboratories Division, Orleans (France)

Palabras clave: insecticida, nanorremediación, nZVI, nZVI-Pd, nFeS

La clordecona es un insecticida órgano-clorado sintético que se utilizó ampliamente en las Antillas francesas contra el gorgojo de la banana entre 1972 y 1993. Es altamente tóxico y persistente. A pesar de estar prohibida su producción y uso, actualmente se sigue detectando su presencia en suelos y su transferencia a la cadena trófica. En los últimos años se ha comprobado la efectividad de las nanopartículas (NP) de hierro para la degradación de compuestos órgano-clorados en muestras acuosas. Sin embargo, no se dispone de datos sobre su efectividad en muestras de suelo. En este trabajo se evaluó la efectividad de tres tipos de NP de hierro comerciales para la degradación de clordecona en dos muestras de suelo procedentes de Martinica.

Se estudiaron dos suelos (A y B) con distintas propiedades físico-químicas. El suelo A era un andosol con pH ácido (5,3), elevado contenido en materia orgánica (13,4%) y una concentración media de clordecona de 14 mg/kg. El suelo B era un nitisol, con un pH ligeramente ácido (6,1), 3,7% de materia orgánica y un contenido de clordecona de 1,1 mg/kg. Las muestras de suelo se trataron con tres tipos de NP de hierro: i) nFeS al 5%; y dos tipos de NP de hierro cero valente (nZVI) en suspensión ii) nZVI al 10%; iii) NP bimetalicas con catalizador de Pd (nZVI-Pd) al 10%. Las muestras se incubaron a 28°C durante 30 días. A continuación, se cuantificó la concentración de clordecona mediante cromatografía de gases con detector MS/MS.

Las muestras de suelo tratadas con nZVI y nFeS mostraron una ligera disminución de la concentración de clordecona aunque no resultó significativa ($p > 0,05$). Por el contrario, los suelos tratados con las NP bimetalicas nZVI-Pd presentaron una reducción significativa, alcanzando porcentajes del 74 y 96% para el suelo A y B, respectivamente. La menor efectividad de las nFeS puede ser debida a que estas NP no estaban estabilizadas, por lo que se pueden producir fenómenos de agregación entre ellas disminuyendo su reactividad. Respecto a las nZVI, las bimetalicas son más reactivas que las que sólo tienen Fe, ya que la transferencia de electrones de la reacción de reducción está catalizada por el Pd. En conclusión, el uso de NP bimetalicas nZVI-Pd resulta una estrategia prometedora para la remediación de suelos contaminados con clordecona, si bien se necesitan estudios posteriores que determinen el mecanismo de degradación.

Agradecimientos

Proyecto REHABILITA CTM2016-78222-C2-1-R (AEI/FEDER, UE), PDR-18 NANOFERTLIZA (IMIDRA).

Comparación de diferentes tipos de nanopartículas de hierro para la remediación de suelos con contaminación mixta

M. Gil-Díaz¹, R.A. Pérez², S. Diez-Pascual¹, M.C. Lobo¹

1. IMIDRA, Finca El Encín, 28800, Alcalá de Henares (Madrid)
2. INIA, Ctra. de la Coruña, Km 7 Madrid

Palabras clave: Cr, nanorremediación, nFe₃O₄, nZVI, nZVI-Pd, PCBs,

La contaminación del suelo representa una problemática a nivel mundial dada la importancia del suelo para la producción de alimentos y su estrecha relación con la salud humana y de los ecosistemas. En los últimos años se ha comprobado la efectividad de diferentes nanopartículas (NPs) de hierro en procesos de remediación, fundamentalmente en aguas. Sin embargo, no hay muchos datos sobre su eficacia en suelos con contaminación mixta (compuestos orgánicos y metales). En este trabajo se ha comparado la eficacia de tres tipos de NPs de hierro comerciales para la remediación de un suelo industrial contaminado con PCBs y Cr.

El suelo presentaba una concentración media de PCBs de 2,3 mg/kg (para la suma de los congéneres PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB153, PCB138 y PCB180), y un contenido medio de Cr total de 340 mg/kg. Las NP ensayadas fueron: i) magnetita (nFe₃O₄) al 5%; ii) suspensión de NP de Fe cero valente (nZVI) al 10%; iii) suspensión de NP bimetálicas de Fe cero valente con catalizador de Pd (nZVI-Pd) al 10%. Las muestras de suelo se mezclaron con las NP y agua, se mantuvieron en cámara de incubación a 25 °C realizándose muestreos a 15, 45 y 70 días. Se determinó la concentración de Cr y PCBs en las muestras acuosas. En los suelos se analizó el contenido de PCBs y la potencial lixiviación de Cr mediante el test TCLP. El Cr se cuantificó por espectrometría de absorción atómica y los PCBs mediante cromatografía de gases con detector de espectrometría de masas previa extracción asistida con ultrasonidos.

En las condiciones ensayadas los tres tipos de NP de Fe fueron efectivas para la inmovilización de Cr tanto en el extracto acuoso como en las muestras de suelo, no observándose diferencias significativas entre ellas. Debido a la baja solubilidad de los PCBs en agua, no se detectó su presencia en los extractos acuosos. En el suelo, la degradación de PCBs con NP presentó gran variabilidad (20-57%), correspondiendo la tasa más elevada de degradación a las nZVI-Pd aunque serían necesarios nuevos estudios con diferentes tipos de suelo, optimizando las condiciones para incrementar su capacidad de degradación de PCBs.

Agradecimientos

Proyecto REHABILITA CTM2016-78222-C2-1-R AEI/FEDER, UE).

Fungal functional diversity in trace element contaminated soils from the Guadiamar Green Corridor

M. Gil-Martínez¹, A. López-García², C.M. Navarro-Fernández¹, M.T. Domínguez³, T. Marañón¹

1. Departamento de Protección del Sistema Suelo-Planta-Agua, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Avda. Reina Mercedes 10, 41012, Sevilla
2. Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín, C/ Profesor Albareda 1, 18008, Granada
3. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, C/ Profesor García González, s/n, 41012, Sevilla.

Palabras clave: aznalcóllar, fungal community, fungal guild, microbiome, next generation sequencing

Fungi play a key role in terrestrial ecosystems as organic matter decomposers and by interacting with plants as symbionts or pathogens. In trace element (e.g. heavy metal) contaminated soils, the effect of restoration measures, such as tree afforestation, in enhancing ecosystem services is of interest. In this study, we hypothesised that vegetation, through soil biotic and abiotic changes, is key in the establishment of soil fungal communities in terms of structure, diversity and function.

Table 1. The effects of site and plant cover factors on soil abiotic and biotic properties. Mean (SD) and two-way ANOVA. N = 50. Significant main and interaction effects in ANOVA are indicated by: * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Sites: N = North, S = South. Plant cover: BS = Bare soil, G = Grassland, OE = wild olive, PA = white poplar, PP = stone pine. Variables: DH = dehydrogenase activity, S = species richness, H = Shannon index, D = Simpson index.

Variable	Plant cover						Main effects		Interaction
	Site	BS	G	OE	PA	PP	Site	Plant cover	
C:N	N	9.92 (2.36)	11.4 (0.7)	13.0 (0.6)	12.9 (0.6)	16.7 (2.5)	F=0.78	F=20.2***	F=3.44*
	S	5.85 (0.59)	14.6 (5.5)	13.5 (1.7)	14.9 (1.0)	18.0 (3.1)			
P	N	6.04 (2.50)	5.32 (1.90)	6.56 (1.90)	10.4 (3.08)	10.2 (5.76)	F=33.3***	F=4.46**	F=4.66**
	S	2.00 (1.13)	13.2 (5.29)	24.6 (10.5)	18.8 (6.24)	14.6 (3.25)			
DH	N	0.87 (0.28)	3.95 (1)	5.03 (0.66)	5.36 (1.48)	4.01 (1.46)	F=12.4**	F=27.4***	F=0.44
	S	0.20 (0.10)	2.90 (0.32)	3.48 (0.95)	3.96 (0.84)	3.35 (0.76)			
S	N	303 (162)	835 (444)	706 (156)	1076 (252)	995 (253)	F=0.03	F=15.9***	F=1.04
	S	51.2 (20.2)	1095 (225)	599 (522)	1168 (222)	1069 (431)			
H	N	2.97 (0.48)	4.75 (0.45)	4.53 (0.23)	4.70 (0.26)	3.87 (0.68)	F=0.49	F=30.8***	F=1.03
	S	2.95 (0.11)	4.83 (0.27)	4.69 (0.30)	4.16 (0.56)	3.78 (0.56)			
D	N	0.87 (0.06)	0.97 (0.02)	0.97 (0.02)	0.96 (0.01)	0.89 (0.08)	F=1.10	F=9.11***	F=0.96
	S	0.92 (0.01)	0.97 (0.01)	0.97 (0.01)	0.94 (0.03)	0.91 (0.03)			

Twenty years after the accidental spill of the Aznalcóllar mine (April 1998), where acidic waters and pyrite sludge with high concentration of trace elements were released into the Guadiamar River basin, in SW Spain, we have evaluated the recovery of the soil fungal communities. Restoration measures included sludge removal followed by amendments addition and afforestation with native tree species. We selected restored soils within a plant cover gradient consisting of bare soil, grassland to tree (the latter with a comparison between three native species: white poplar, stone pine and wild olive). We also selected two sites, North and South, located at 15 and 30 km from the mine tailing, respectively. A total of 50 soil samples were analysed.

We massive sequenced the fungal community in the above-mentioned soils (ITS1F-ITS2 region using the Illumina MiSeq platform). The fungal taxonomy was inferred and the taxa classified by their ecological guild.

Interaction of site and plant cover fixed factors were found significant for soil abiotic C:N and P, but not to biotic variables (Table 1). Fungal diversity indices were lower in bare and stone pine soils. Species richness was significantly lower in bare soils. The composition and structure of fungal communities were significantly explained by the interaction of site and plant cover factors ($R_2 = 0.405$). Fungal functionality was assessed by ecological guild ordination (Figure 1). Bare soils were dominated by plant pathogen fungi, while grassland and wild olive soils presented a diversity of fungi dominated by saprotrophs. White poplar and stone pine in the South soils were dominated by ectomycorrhizal fungi, while the North presented diverse guilds such as epiphytes, ericoid mycorrhizal and ectomycorrhizal.

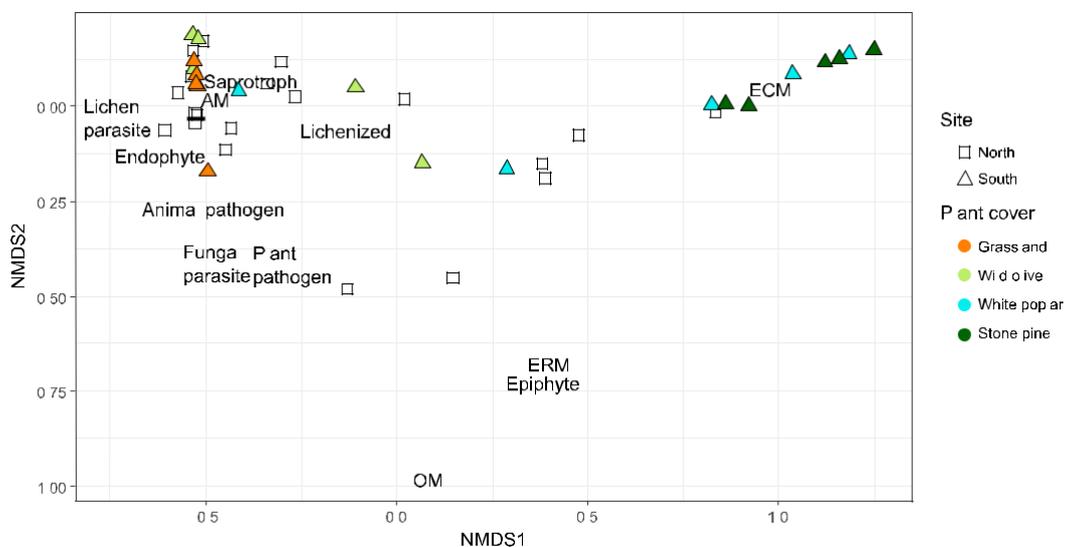


Figure 1. Nonmetric multidimensional scaling (NMDS) ordination of fungal communities from soil samples grouped by site and plant cover factors and relationship to functional guilds. AM: Arbuscular mycorrhizal, ECM: Ectomycorrhizal, ERM: Ericoid mycorrhizal, OM: Orchid mycorrhizal.

Parámetros edáficos relacionados con la colonización vegetal espontánea en depósitos mineros abandonados del Distrito Minero de La Unión-Cartagena, Murcia, SE de España

A. Peñalver-Alcalá¹, J. Álvarez-Rogel¹, M.N. González-Alcaraz²

1. Departamento de Ingeniería Agronómica. Área de Edafología y Química Agrícola. ETSIA-UPCT. Paseo Alfonso XIII, 48, Cartagena, 30203 Murcia, España. antonio.penalver@upct.es; jose.alvarez@upct.es.
2. Department of Biology & CESAM, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal. nazaret.gonzalez@ua.pt.

Palabras clave: desarrollo edáfico, fitomanejo, metales pesados, residuos mineros

Los depósitos de residuos de lavaderos de mineral que fueron abandonados una vez que cesó la actividad minera representan un foco de contaminación, ya que contienen elevadas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos. Los suelos de dichos depósitos abandonados constituyen un ambiente hostil para la biota, debido a factores como la ausencia de estructura edáfica, el escaso contenido en nutrientes, y la elevada salinidad y altas concentraciones de metales y metaloides. Esto lleva a que muchos permanezcan desprovistos de cubierta vegetal, lo que favorece la dispersión de las partículas contaminantes por el agua y el viento. Sin embargo, en otros la vegetación se ha desarrollado por sí misma a lo largo de los años, sin actuación alguna de restauración. Esto ha despertado el interés por estudiar en qué medida los procesos de colonización vegetal espontánea son eficientes en promover el desarrollo edáfico en los depósitos y disminuir los riesgos asociados a la contaminación, contribuyendo a restaurar el ecosistema. Este conocimiento puede ayudar a implementar prácticas de manejo que favorezcan la evolución del sistema suelo-planta (fitomanejo) directamente sobre los residuos mineros, cuya implantación puede ser económicamente menos costosa y técnicamente más sencilla que otras opciones de restauración que impliquen, por ejemplo, la eliminación completa de los depósitos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo edáfico asociado a distintas etapas de colonización vegetal espontánea, relacionados con la regeneración del ecosistema, en depósitos mineros abandonados del Distrito Minero de La Unión-Cartagena, Murcia, SE de España. Se evaluaron diversos parámetros físicos y físico-químicos (estructura; pH; salinidad; carbono orgánico total; nitrógeno total; metales) y microbiológicos (carbono de la biomasa microbiana; la actividad β -glucosidasa; grupos funcionales de microorganismos) del suelo de cuatro ambientes dentro de depósitos de residuos mineros con diferente grado de colonización vegetal, además de una zona de bosque afectado por residuos mineros y un bosque control no afectado. Los resultados apuntan a que la colonización vegetal espontánea puede contribuir de forma efectiva a restaurar la diversidad vegetal y la funcionalidad del suelo, así como a disminuir los riesgos por la presencia de metal(oid)es.

Strategic metals in mine-soils and accumulation in plants in an old mining area: an exploratory study for phytomining purposes

A. Cerdeira-Pérez¹, P.S. Kidd¹, A. Prieto-Fernández¹, B. Rodríguez-Garrido¹, C. Monterroso²

1. Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia (IIAG), CSIC, Spain
2. Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola, Universidade de Santiago de Compostela (USC), Spain

Keywords: critic strategic metals, metal mining, tungsten Phytomining

In the last decades many studies have focused on low-impact mining methodologies, like phytomining, a non-destructive plant-based technology for metal recovery. Very promising results have been reported in nickel phytomining experiences, which has generated expectations for its application to other critic strategic metals. In this context, we main to identify areas with high contents of strategic metals and plant species with the capacity to accumulate them in their aboveground biomass. For this purpose, we carried out a prospecting work in an old mine dedicated to the extraction of tungsten (W) and tin (Sn) in NW Spain. Mine-soil and plant shoots were sampled from three different areas. Total content of 16 strategic metals (Ag, Be, Cd, Ce, Cu, La, Mo, Ni, Sb, Sc, Sn, Ta, Ti, W, Y, Zn) were analyzed in soil samples (< 2mm) and plant tissues by ICP-SM after its acid digestion in a microwave oven. Plant bioaccumulation factors (BCF) were calculated as the ratio "shoot metal concentration to soil metal concentration". In soil samples, we also carried out an operationally defined fractionation of selected metals. Mine-soils from each of the surveyed areas was characterized by a specific association of several metals. So, site 1 had high contents of Cu, Cd and Zn, site 3 had the highest contents of W and Sn and other associated metals (Ag, Ce, La, Mo and Y), while site 2 had the lowest concentrations of almost all metals except Ti and Sc. Of the plants analyzed, Gramineae showed the highest concentrations of almost all metals and had bioaccumulative behavior (FBA > 1) for Zn, Ni and Mo, Salix sp. bioaccumulated Zn and Cd, while the Juncus sp. behaved as an excluding species (FBA < 1) of most of the metals analyzed. These results contribute to the identification of plant species with potential for application to phytomining techniques.

Acknowledgments

MINECO and FEDER financial support (CTM2015-66439-R).

Effectiveness of surfactants on organic pollutants desorption in soil: effect of surfactant-contaminant-soil interactions

B. Calviño-Vázquez, M. Balseiro-Romero, C. Monterroso

Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola, Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, España.

Key words: contaminated soils, critical micelle concentration, organic pollutants, surfactant

Low bioavailability of organic pollutants limits bioremediation processes and surfactants are frequently applied to enhance desorption. However, contradictory desorption results are often reported, which could be related to the nature of the surfactant, the interaction of the surfactant with soil compounds and the surfactant-contaminant-soil interaction. In this context, the objective of this work was to evaluate both the behavior of three surfactants in soils with different colloidal properties and their capacity to enhance diesel desorption in contaminated soils. To this end, first of all, the critical micelle concentration (CMC) in a water-surfactant system and the effective CMC (eCMC) in a water-surfactant-soil system were determined. Tested surfactants were sodium dodecyl sulfate (SDS, anionic) and Triton X-100 and Tween 80 (non-ionic). CMC was calculated using pyrene as the reference compound. After that, a batch desorption test was carried out on soils contaminated with diesel, using surfactant concentrations both above and below eCMC and at different contact times. Samples of the A (43 g C / kg) and B horizons from a Cambic Umbrisol profile (Galicia, NW Spain) were used for both experiments. In all cases, eCMC was higher than CMC, which reflected adsorption processes of the three surfactants in the two horizons samples. The eCMC of the SDS in the B horizon become twice that CMC in aqueous system. The effect of surfactants on the desorption of diesel compounds varied according to all the factors tested (surfactant, concentration, soil and time). Triton X-100 was the most effective on contaminant desorption, especially in the B horizon, with maximum value at 24 hours. On the other hand, the efficiency of SDS was higher in A horizon than in the B horizon samples and longer contact times (up to 140 hours) were needed. These results contributed to understand key processes for the development of surfactant-based technologies.

Acknowledgments

Xunta de Galicia and FEDER financial support (ED481B 2017/073, Ambiosol-GRC-ED431C 2018/12, CRETUS-ED431E 2018/01)

Guía de campo para la demostración de técnicas de remediación de suelos contaminados. El caso del Corredor Verde del Guadiamar

F.J. Blanco-Velázquez¹, M. Anaya-Romero¹

Evenor-Tech, SLU, C/ Isaac Newton N°4, 5ª Planta.

Palabras clave: elemento traza, RECARE, remediación, suelo

Un suelo contaminado es aquel que contiene una o varias sustancias contaminantes por encima de un nivel de referencia en el que causan el deterioro o la pérdida de uno o más servicios ecosistémicos. Es por ello de interés el conocer las técnicas de remediación eficaces con el objetivo de restaurar los suelos contaminados. En este documento, a modo de guía, se describe el uso de dos tipos de medidas de remediación llevadas a cabo en el Corredor Verde del Guadiamar (enmiendas y fitorremediación). En el complejo minero de Aznalcollar, situado a 50 km del Parque Nacional de Doñana, el 25 de abril de 1998 la balsa de estériles cedió y vertió 3,62 Hm³ de agua contaminada y 0,88 Hm³ de lodos con alto contenido en elementos traza (Cd, Pb, Zn, Tl, etc), extendiéndose unos 40 km y afectando a 5500 hectáreas. Las muestras de suelo recogidas en esta área muestran que los elementos traza se concentraban en los primeros 20 cm salvo en aquellos suelos con un porcentaje menor del 25% en arcilla, pudiendo llegar a los 50-80 cm de profundidad. En la parcela experimental el Vicario, se llevó a cabo un estudio de la aplicación de enmiendas (compost biosólido, espuma azucarera y leonardita) en diferentes concentraciones y aplicaciones. Los resultados obtenidos mostraron una lenta recuperación natural de los suelos y que la espuma azucarera fue la más eficiente en cuanto aumento del pH y reducción de los niveles de Cd, Zn y Cu. Para ver la evolución de las reforestaciones tras el vertido, se realizó un estudio de los elementos trazas en las distintas plantas y del suelo para ver las condiciones de pH, carbonatos y materia orgánica. Para ello 19 puntos fueron muestreados en 2005 a lo largo del Corredor Verde del Guadiamar (hojas y suelo). Los resultados obtenidos muestran las diferencias significativas entre los suelos afectados y no afectados a las dos profundidades y como las distintas especies acumulan en distintas cantidades los elementos trazas que se encuentran en el suelo. Salvo en el caso de *Populus alba*, las partes aéreas no presentaron altas concentraciones de elementos traza. Este tipo de trabajo permite a un usuario no especializado el conocer de primera mano diferentes estrategias para el manejo de un área contaminada y los trabajos de investigación realizados.

Utilización de biofertilizantes en la fitoestabilización de una escombrera de minería metálica

M. Morientes-Lavin, K. Ulcuango-Ulcuango, M. Revilla, M. Navas, I. Mariscal, Ch. Hontoria, A. Moliner

Departamento de Producción Agraria (Unidad de Edafología), Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingeniería Agronómica Alimentaria y de Biosistemas, Avda. Puerta de Hierro 2, 28040 Madrid.

Palabras clave: arsénico, bacterias, biofertilizantes, fitorremediación, hongo micorrícico, metales

La actividad minera del pasado ha dejado gran cantidad de escombreras expuestas a los agentes climatológicos, lo que supone un grave riesgo para los ecosistemas debido a la falta de vegetación. Está demostrado que la fitoestabilización es una técnica que evita los riesgos asociados a la erosión y lixiviación de metales y metaloides. Sin embargo, el establecimiento de vegetación en estos ambientes tan inhóspitos, con concentraciones elevadas de elementos tóxicos, falta de nutrientes y bajo pH puede ser compleja. La inoculación con microorganismos adecuados podría aliviar el estrés en la planta y mejorar su nutrición, lo que redundaría en un mejor establecimiento de la vegetación y su perduración en el tiempo. En este ensayo en microcosmos se utilizó un suelo de mina de la Comunidad de Madrid con elevado contenido en As y Cu enmendado con un 5% de vermicompost. Se han estudiado dos factores: tipo de bioestimulante y tipo de planta, con 4 y 2 niveles respectivamente (8 tratamientos). Como bioestimulantes se utilizaron los siguientes tratamientos: el uso de un tipo de hongo micorrícico arbuscular (*Rhizofagus irregularis*), un consorcio de bacterias (*Rhizobium*+ *Azotobacter vinelandii* + *Bacillus megaterium*), una mezcla de ambos, y el control sin bioestimulantes. Los efectos de la inoculación se evaluaron en dos tipos de planta: una gramínea (*Dactylis glomerata*) y una leguminosa (*Trifolium subterraneum*). Los resultados al cabo de 8 semanas revelan que la enmienda eleva el pH a niveles adecuados, elevando simultáneamente la Conductividad eléctrica. La inoculación con el hongo micorrícico tuvo un efecto positivo en la supervivencia tanto de gramíneas como de leguminosas. El tratamiento con bacterias aumentó significativamente la biomasa aérea tanto en leguminosas como en gramíneas

Efecto del tipo de cultivo cubierta en parámetros de micorrización del cultivo principal subsiguiente

K. Ulcuango, N. Centurión, M. Morientes, M. Revilla, M., Navas, I. Mariscal, C. Hontoria

Departamento de Producción Agraria (Unidad de Edafología), Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingeniería Agronómica Alimentaria y de Biosistemas, Avda. Puerta de Hierro 2, 28040 Madrid.

Palabras clave: cultivos cubierta de invierno, hongos micorrícicos arbusculares, maíz, trigo

En rotaciones anuales, el uso de cultivos cubierta (CC) contribuye a la diversificación de los agrosistemas y proporciona un importante número de servicios ecosistémicos. Así, protegen frente a la erosión, refuerzan la calidad del suelo, reducen el lavado de nitratos, facilitan el control de malas hierbas y enfermedades, y contribuyen a la adaptación y mitigación al cambio climático. Además, favorecen la actividad biológica del suelo y específicamente estimulan la micorrización del siguiente cultivo con los consiguientes beneficios. Sin embargo, el efecto puede variar según el tipo de CC empleado y el cultivo principal subsiguiente. En este estudio hemos comparado en condiciones controladas el efecto sobre parámetros micorrícicos de seis tipos de CC en dos cultivos principales (maíz y trigo). Como CC se ha evaluado cebada (*Hordeum vulgare* L.), veza (*Vicia sativa* L.) y melilotus (*Melilotus officinalis* L.) además de las mezclas de cebada con veza, cebada con melilotus y un control sin CC. Como medio de cultivo se ha usado una mezcla de arena con un suelo franco, de pH básico y materia orgánica del 1,1%. Los tratamientos se han distribuido al azar en 5 bloques. Los resultados preliminares indican diferencias tanto a nivel de CC como de cultivo principal. El micelio se ve favorecido por el uso de cebada tanto en la fase de CC como posteriormente tras la siembra del cultivo principal. La longitud de micelio es más elevada en maíz que en trigo. En el trigo, se genera más micelio tras la cebada y menos tras las leguminosas. En cuanto a la colonización, no hay diferencias en fase de CC, pero dos meses tras la siembra, la colonización es mayor en maíz que en trigo y en ambos casos es menor tras el control y, en contra de lo esperado, mayor tras las dos leguminosas en monocultivo. Debido a su impacto en parámetros micorrícicos y de otra índole, la elección de la especie de CC es una decisión importante de manejo que ha de tomarse en función de los beneficios perseguidos.

Metagenomic study in restored soils with organic amendments in a calcareous quarry from a semiarid ecosystem

N. Rodríguez, R. Soria, R. Ortega, I. Miralles

Department of Agronomy & CIAMBITAL, University of Almería, E-04120, Almería, Spain.

Keywords: bacterial consortia, metagenomic, quarry, restoration, semiarid climate.

Microorganisms and soil nutrients are key to revegetate drylands. Quarries are highly degraded ecosystems, so restoration with organic amendments is necessary to accelerate soil recovery and the development of a stable vegetation cover. The aim of this work is to study the differences in bacterial communities after 10 years of soil restoration. Different plots were located in a limestone quarry in the Gádor range, Almería (SE Spain), with a semiarid climate. On several of them organic amendments were added (dried sewage sludge from urban waste and compost from domestic organic waste), meanwhile others without treatment were set as control plots. Finally, natural adjacent soils were also sampled as ecological reference. Soil samples were taken up to a depth of 10 cm, dried at room temperature and physico-chemical parameters were measured (pH, electrical conductivity "EC", Soil Organic Matter "SOM" and total nitrogen content "TN"). Microbial DNA extraction was done using a commercial kit. *In vitro* amplification (PCR) of the V4-V5 regions (400-500 pb) of rRNA 16S was done and amplicons were sequenced using MiSeq platform (Illumina). Finally, sequences were compared with the SILVA database up to genus level using QIIME software. Results showed that there were significant differences between soil microbial communities in plots under different treatments, control and natural soils. Pearson's correlations coefficients ($p < 0.05$) between bacteria and chemical parameters revealed two bacterial consortia, one showing greater affinity for pH ($r > 0.58$) represented by the extremophilic genera *Sphingomonas*, *Rubellimicrobium*, *Noviherbaspirillum*, *Psychroglaciecola* and *Caenimonas* that abound in control soils, and, another consortia related to SOM, TN and EC ($r > 0.52$), represented by the genera *Craurococcus*, *Phaselicystis* and *Crossiella*, being more abundant in natural soils and soils amended with compost. Principal components analysis also differentiated two groups of soils samples. The first group in degraded soils without organic amendments directly related to pH and the second cluster in soils treated with compost and natural soils, mainly related to EC, SOM and TN. However, soil samples treated with sewage sludge were placed in an intermediate position respect to the previous ones.

Acknowledgements

CGL2017-88734-R (BIORESOC) Research Project and RYC-2016-21191.

Diversity and richness of bacteria communities in restored soils with organic amendments in a calcareous quarry from semiarid ecosystems

N. Rodríguez, R. Soria, R. Ortega, I. Miralles

Department of Agronomy & CIAMBITAL, University of Almería, E-04120, Almería, Spain.

Keywords: metagenomic, *Phyllum*, restoration, arid-semiarid climate.

Open-cast mining produce a great impact both in landscape and ecosystems. Therefore, it is important, after ceasing the activity, to restore soils, especially with the help of organic amendments, as they provide new microbial communities capable of accelerating the naturalisation process of soils and favours the growth of already existing communities in the soils. In this work we focus on the metagenomic study of microbial communities, at *phyllum* level, in 10 years soils restored of a limestone quarry in the Gádor range (Almería, SE Spain), located in an arid-semiarid climate. In soil plots were applied organic amendments such as sewage sludge (SS) and compost from domestic organic waste (CD). Plots without any type of treatment were selected as controls (CA) and adjacent non disturbed soils (NS) as reference. Soils were sampled up to a depth of 10 cm (3 replicates) and DNA was extracted from 2 mm sieved soil samples with a commercial kit. The obtained DNA was amplified *in vitro* (PCR) in the V4-V5 regions (400-500 pb) of rRNA 16S and the amplicons were sequenced with the MiSeq platform (Illumina). Subsequently sequences were processed with QIIME software and contrasted with the SILVA database. Finally, diversity and richness of the microbial communities of samples from each treatment were analyzed. The one with the greatest specific richness was CD (21.33 ± 0.51), which showed significant differences (Peranova, $p < 0.05$) with SS and CA. Both Shannon and Simpson indices showed no significant differences between SS and CA, and between CD and NS. About differences between microbial communities of different treatments (Permanova, $p < 0.05$) revealed significant differences between CA, SS, NS and CD, but there were not differences between SS and NS. It was observed that the most abundant *phyllum* was *Proteobacteria* in both treatments, as well as in CA and NS. In the experimental plot with SS the second most abundant *phyllum* were *Acidobacteria*, *Bacteroidetes* and *Planctomycetes*. In the sample with CD, the *phyllum* *Actinobacteria*, *Acidobacteria* and *Bacteroidetes* had the highest abundances; in CA, the *phyllum* *Actinobacteria*, *Planctomycetes* and *Acidobacteria*; and in NS, *Acidobacteria*, *Planctomycetes* and *Actinobacteria* were the most abundant.

Acknowledgements

CGL2017-88734-R (BIORESOC) Research Project and RYC-2016-21191.

Efectos a largo plazo de la adición de enmiendas orgánicas en un suelo mediterráneo degradado

M.T. Domínguez¹, M.M. Montiel-Rozas², P. Madejón², E. Madejón²

1. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla
2. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, IRNAS-CSIC

Palabras clave: hongo:bacteria, multifuncionalidad, PLFA, recuperación de suelos

La adición de enmiendas orgánicas es una práctica habitual en la recuperación de suelos degradados. La durabilidad de los efectos positivos de esta práctica en la actividad microbiana, así como el impacto que producen las enmiendas en la estructura de esta comunidad, pueden ser muy variables en función del tipo de material añadido. En este trabajo se evalúan los efectos a largo plazo de la adición de diferentes enmiendas orgánicas (leonardita y compost de biosólidos) en el funcionamiento y la diversidad de la comunidad microbiana de un suelo contaminado por elementos traza en el SO de la Península Ibérica. Trece años después de la adición de estas enmiendas la estructura y composición de las comunidades de hongos y bacterias del suelo estuvo influenciada significativamente por este factor de manejo. La adición de ambas enmiendas favoreció un incremento de la razón hongo:bacteria en la comunidad, evaluada mediante el análisis de perfil de PLFA. En general, las diferencias en las propiedades químicas y bioquímicas entre los suelos no tratados y los suelos enmendados fueron todavía patentes 17 años después de la primera adición de enmiendas. Ambos materiales incrementaron la multifuncionalidad del suelo, evaluada mediante un conjunto de ensayos enzimáticos y de respiración inducida por sustrato. Estudios en marcha están analizando si la adición de estos materiales orgánicos promueve una mayor resistencia del funcionamiento del suelo a la sequía en este ecosistema mediterráneo.

2 Química del suelo

Técnicas analíticas avanzadas en la caracterización molecular de la materia orgánica de la turbera de Ribetehilo del P.N. de Doñana

J.A. González-Pérez¹, N.T. Jiménez-Morillo^{2,3}, L.M. San-Emeterio¹, G. Almendros⁴, F.J. González-Vila, G.¹, Knicker

1. IRNAS-CSIC, Grupo MOSS. Avda. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla (España)
2. ICAAM, Universidade de Évora. Núcleo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora (Portugal)
3. HERCULES Laboratory, Universidade de Évora, Palácio do Vimioso, 7000-089 Évora (Portugal)
4. MNCN-CSIC, Grupo MOSS. C/José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid (España)

Palabras clave: biomarcadores, espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear, turberas.

Aparte de su conocido alto valor ecológico, las turberas son lugares que mantienen información sobre aspectos de interés medioambiental. A lo largo del perfil de una turbera la materia orgánica retiene información sobre aspectos diversos, como cambios climáticos, inundaciones o incendios ocurridos en el pasado, o sobre las condiciones de deposición y la dinámica del carbono orgánico. Sin embargo, en menos de 50 años, el área ocupada por las turberas más meridionales del hemisferio norte (el Golfo de Cádiz, SO-España) se ha reducido drásticamente (> 90 %).

En este trabajo se aplican técnicas de pirolisis analítica (Py-GC/MS), resonancia magnética nuclear en estado sólido (CP-MAS ¹³C NMR) y espectrometría de masas de ultra-alta resolución (FT-ICR/MS) para estudiar la composición molecular de la turbera de la Laguna de Ribetehilo (Parque Nacional de Doñana; SO-España, 37°7'30.81"N; 6°37'50.19"O), con una potencia de 85 cm de profundidad.

Los resultados mostraron claras diferencias en la composición molecular de la materia orgánica (MO) de la turbera a diferentes profundidades. En la capa superficial (0–10 cm), la MO está dominada por carbohidratos y compuestos polifenólicos (≈ 40% y 20%, respectivamente). Sin embargo, a mayor profundidad (40–85 cm), la composición de la MO fue gradualmente dominada por compuestos más refractarios a la degradación como son lípidos (ácidos grasos, alcanos/alquenos y esteroides) y compuestos aromáticos no específicos. Estos resultados sugieren que mientras en las capas superficiales hay una clara influencia de material fresco, en las más profundas, la MO sufre una severa alteración química que resulta en la preservación selectiva de las moléculas más recalcitrantes que llegan a representar > 80% de la abundancia relativa de los compuestos de la MO. Esta circunstancia puede deberse probablemente a la existencia de una alta actividad microbiana en un entorno anóxico, lo que viene respaldado por la existencia de un ambiente básico (pH ~ 8), baja conductividad eléctrica (~ 10 μS cm⁻¹), así como una composición isotópica de ¹³C muy baja (δ¹³C < -29 ‰, VPDB) que indica la posible ocurrencia de fenómenos de metanogénesis. Además, desde la mitad de la turbera hasta las capas más profundas se detectaron compuestos condensados (PAHs), algunos de origen pirogénico, que indican la ocurrencia de incendios forestales pasados y/o se han acumulado en las capas más profundas por lixiviación desde capas superiores de turba.

Nuestros resultados muestran la existencia de i) una alta actividad microbiana combinada con grandes fluctuaciones del nivel freático y ii) procesos anaeróbicos. La falta de conservación de la turbera en profundidad se interpreta como una señal de procesos de degradación, probablemente relacionados con los cambios climáticos a los que los humedales mediterráneos son especialmente sensibles.

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. N.T.J.M.orillo y L.M.S.E. agradecen sus contratos FPI (BES-2013-062573 y BES-2017-07968). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Huella ambiental en la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^2\text{H}$) en suelos volcánicos de alta montaña del P.N. del Teide

J.A. González-Pérez¹, N. Rodríguez-Eugenio², L.M. San Emeterio¹, C.D. Arbelo³, A. Rodríguez-Rodríguez³

1. Grupo MOSS, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Av. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla.
2. Global Soil Partnership (GSP), F.A.O., Viale delle Terme di Carcalla, 00153 Roma.
3. Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez s/n, La Laguna, 38204 S/C de Tenerife.

Palabras clave: andosoles, carbono, hidrógeno, IRMS, Isotopos estables, materia orgánica del suelo.

Actualmente existe una preocupación real por predecir y controlar los efectos del cambio climático. Los suelos son el mayor reservorio de carbono en la superficie de la Tierra y su estructura y composición responde a los cambios ambientales. Además, el suelo, también mantiene un registro que nos informa sobre características ambientales de interés y que están relacionadas con los principales ciclos biogeoquímicos (C, N, H, O). Una de las herramientas analíticas que puede ayudarnos a descifrar esa información contenida en los suelos es el estudio de su composición isotópica.

En este trabajo se estudia la composición isotópica de C ($\delta^{13}\text{C}$) e H ($\delta^2\text{H}$) en 19 muestras de suelos recogidos en un transecto altitudinal entre 1900 y 3500 m.s.n.m. del P.N. de las Cañadas del Teide. Se estudia el suelo completo (TF tierra fina >2mm) y dos fracciones separadas con una solución de wolframato sódico ($3\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 9\text{WO}_3$) y ultrasonidos; una fracción ligera (LF $\delta < 1.9 \text{ g cm}^{-3}$) que contiene la materia orgánica libre y una pesada (HF $\delta > 1.9 \text{ g cm}^{-3}$) con los complejos organominerales del suelo volcánico. La composición isotópica del suelo (TF) y de sus fracciones (LF y HF) se determinó mediante combustión seca (C) y pirolisis (H) con el análisis de los gases resultantes mediante espectrometría de masas de razones isotópicas (AE/HT-IRMS).

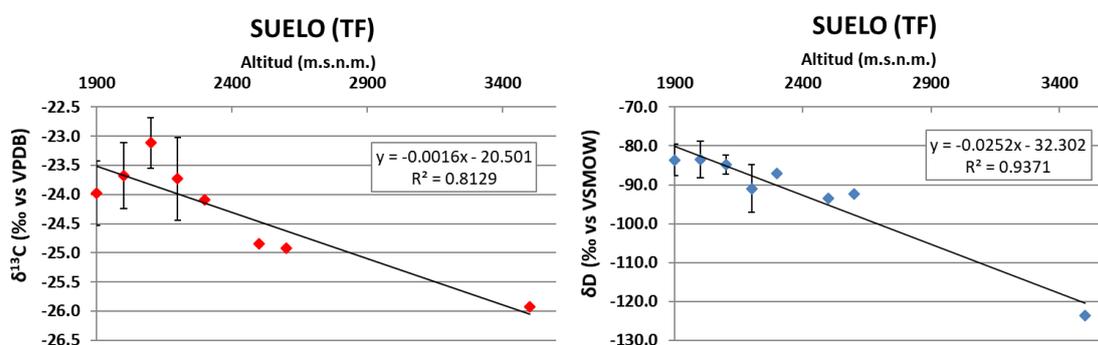


Figura 1.

La composición isotópica de H de los suelos y sus fracciones se encontró dentro del rango normal del H del agua de lluvia para la zona de montaña ($\delta^2\text{H}$ entre -80 y -124 ‰), y para C en el de biomasa de plantas de clima templado (C3) ($\delta^{13}\text{C}$ entre -23 y -26 ‰). Se encontraron correlaciones negativas entre la altitud de los suelos (m.s.n.m.) y los valores de $\delta^2\text{H}$ para TF, LF y HF ($R^2 < 0.850$) y de $\delta^{13}\text{C}$ para las fracciones TF y HF ($R^2 < 0.720$) pero no para la fracción LF ($R^2 < 0.230$). Los datos obtenidos se discuten en relación con su valor predictivo de variables ambientales y en relación a la evolución de la materia orgánica a lo largo del transecto estudiado (Figura 1).

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. L.M.S.E. agradece su contrato FPI (BES-2013-062573 y BES-2017-07968). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Efecto del fuego sobre la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^2\text{H}$) de la materia orgánica de un arenosol del P.N. de Doñana

N.T. Jiménez-Morillo^{1,2}, J.M. De la Rosa³, A. Jordán⁴, L.M. Zavala⁴, F.J. González-Vila³, J.A. González-Pérez³

1. ICAAM, Universidade de Évora. Núcleo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora (Portugal).
2. HERCULES Laboratory, Universidade de Évora, Palácio do Vimioso, 7000-089 Évora (Portugal).
3. IRNAS-CSIC, Grupo MOSS. Avda. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla (España).
4. MED_SOIL Research group. Universidad de Sevilla. C/Profesor García González, 1, 41012 Sevilla (España).

Palabras clave: biomasa quemada, incendios, isótopos estables, materia orgánica del suelo, Regosol.

Los incendios forestales son un factor de perturbación en muchos ecosistemas terrestres incluidas las zonas mediterráneas. El fuego produce cambios cualitativo y cuantitativo en la materia orgánica del suelo (MOS) que afectan a sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En este trabajo empleamos la espectroscopía de masas de relaciones isotópicas (IRMS), para estudiar la composición isotópica de carbono (C) e hidrógeno (H) de biomasa y de MOS en diferentes fracciones físicas del suelo, con el fin de evaluar las alteraciones producidas por el fuego en la estructura de la MO, así como posibles aportes de biomasa al suelo tras el incendio.

Se analizaron muestras del suelo completo (arenosol), así como de 3 fracciones de tamaño arena (gruesa, media y fina) y de biomasa de la vegetación predominante alcornoque (*Quercus suber*) procedentes del Parque Nacional de Doñana. Para los análisis se utilizó un micro-analizador elemental Flash HT 2000 acoplado mediante una interfaz ConFlo IV a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas de flujo continuo Delta V Advantage (Thermo Scientific, Bremen, Alemania).

Los resultados de la composición isotópica de C confirman la existencia de dos compartimentos de MOS con diferentes grados de evolución. La fracción gruesa contienen MO poco evolucionada, empobrecida en ^{13}C y con valores de $\delta^{13}\text{C}$ similares a la biomasa foliar, mientras que las fracciones finas mostraron una MO más evolucionada, probablemente sometida a una mayor actividad microbiana y enriquecida en ^{13}C . El fuego no produjo cambios significativos en dicha tendencia, aunque sí se observó un aumento del contenido de ^{13}C en todas las fracciones afectadas. Esto puede atribuirse a una eliminación selectiva de compuestos isotópicamente ligeros (menor contenido de ^{13}C) o a la incorporación de material parcialmente quemado. Con respecto a la composición isotópica de H, se observó que la fracción gruesa mantiene valores bajos de $\delta^2\text{H}$, similar al de la biomasa foliar, mientras que la fracción media-fina muestra un valor $\delta^2\text{H}$ más enriquecido y que puede relacionarse con procesos de evaporación que produce un enriquecimiento en deuterio en el agua. Estos resultados revelan también la existencia de dos compartimentos diferentes relacionados con el agua del suelo y dependientes del tamaño de partículas.

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. N.T. Jiménez-Morillo agradece su contrato FPI (BES-2013-062573). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Análisis de biomarcadores de la materia orgánica del suelo mediante pirólisis analítica acoplada a espectrometría de masas convencional (Py-GC/MS) y de razones isotópicas (Py-GC/IRMS)

L.M. San-Emeterio¹, N.T. Jiménez-Morillo^{2,3}, J.M. De la Rosa¹, F.J. González-Vila¹, J.A. González-Pérez¹

1. IRNAS-CSIC, Grupo MOSS. Avda. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla (España)
2. ICAAM, Universidade de Évora. Núcleo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora (Portugal)
3. HERCULES Laboratory, Universidade de Évora, Palácio do Vimioso, 7000-089 Évora (Portugal)

Palabras clave: biomarcadores, cromatografía de gases, espectrometría de masas, isótopos estables, materia orgánica del suelo.

Los biomarcadores de suelos son compuestos extraíbles, cuantificables y estables con un precursor biosintético específico conocido. La estructura química de estos compuestos proporciona valiosa información sobre aspectos diversos de la materia orgánica del suelo (MOS), como son su origen, estado de evolución, dinámica y otros procesos ambientales. Sin embargo, los métodos para extraer e identificar los biomarcadores suponen un reto analítico debido a la baja solubilidad y alta complejidad estructural de la MOS y de los biopolímeros que la componen. Esto se hace particularmente patente al tratar de analizar suelos muy pobres en carbono/materia orgánica, como es el caso de la mayoría de los suelos mediterráneos. Por otra parte, la manera convencional de extracción de biomarcadores de la MOS normalmente requiere 1) mucha cantidad de muestra, 2) varios días de análisis, 3) uso de reactivos y disolventes dañinos para el medio ambiente en procesos tales como la extracción y derivatización de lípidos) y 4) el uso de procesos agresivos y destructivos como son oxidaciones fuertes, con HF (desmirelaización) o HCl (descarbonatación) o con óxido de cobre (extracción de lignina), etc., que pueden alterar la estructura química original de la MOS y de sus componentes.

En este trabajo presentamos ejemplos sobre el empleo de pirólisis analítica (400°C) acoplada a cromatografía de gases y espectrometría de masas (Py-GC/MS), en combinación con análisis isotópico de compuestos específicos (Py-GC/IRMS, CSIA), como método de identificación de biomarcadores. Las muestras empleadas para probar estas técnicas fueron madera y suelos pobres en materia orgánica, además de extractos de lignina y ácidos grasos metilados (FAMES) de estas mismas muestras. Describiremos los métodos de extracción de estos biomarcadores y se discutirán las ventajas, inconvenientes y los retos analíticos aún por dilucidar respecto a la técnica.

Mediante Py-GC/MS podemos extraer, identificar y caracterizar de manera rápida, limpia, directa y con una alta precisión los productos biogénicos derivados de los principales biopolímeros que componen la MOS (polisacáridos, lignina, y ácidos grasos y ceras, péptidos y proteínas). El análisis de estos biomarcadores nos desvela información valiosa respecto a su estado de evolución y principales mecanismos de estabilización. Sin embargo, los pirogramas de biomasa de diferentes orígenes pueden producir patrones de Py-GC/MS muy similares, en estos casos, el estudio de la composición isotópica de esos biomarcadores mediante la técnica de Py-CSIA puede marcar la diferencia proporcionando valiosa información adicional sobre la MOS, principalmente relacionada con su estado de evolución, velocidad de intercambio con la atmósfera "turn-over" y, sobre todo, con su origen biogénico o incluso su localización geográfica.

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. Contrato FPI (BES-2017-079811). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Actividades deshidrogenasa y glucosidasa en suelos de cultivos subtropicales bajo restos de poda

M.P. Reyes-Martín, R. Lizcano Toledo, I. Ortiz-Bernad, E. Fernández-Ondoño

Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada, Av. de Fuente Nueva s/n, 18071 Granada.

Palabras clave: deshidrogenasa, enzimas, glucosidasa, suelo.

Los restos de poda pueden ser empleados para mejorar la calidad del suelo, restituir nutrientes al mismo e incrementar la biomasa microbiana del suelo. Para evaluar los cambios en la calidad del suelo se puede utilizar la actividad enzimática. La actividad enzimática deshidrogenasa resulta crucial en las primeras etapas de oxidación de la materia orgánica y ha sido empleada para evaluar la aplicación de residuos frescos al suelo. Por su parte, la β -glucosidasa interviene en la degradación de la celulosa y está muy correlacionada con el contenido en carbono orgánico del suelo. El objetivo de este trabajo es estudiar cómo afecta la aplicación al suelo de dos tipos de restos de poda a estas actividades enzimáticas en diferentes cultivos. La zona de estudio se encuentra en la finca experimental “El Zahorí”, situada en Almuñécar, costa subtropical de Granada (SE España). En junio de 2016 se colocaron bolsas de malla con restos de poda triturados de olivo de cultivos convencional y ecológico en la superficie del suelo bajo árboles de aguacate, chirimoyo y mango. Pasados 2 años se tomaron muestras de suelo bajo estas bolsas de malla y muestras sin aplicación de restos de poda de los 3 cultivos. Los restos de poda de olivo convencional mostraron valores de deshidrogenasa significativamente mayores bajo cultivo de aguacate. En cambio, los de olivo ecológico bajo aguacate fueron significativamente menores que bajo chirimoyo. El suelo desnudo tiene también valores más bajos bajo aguacate. La actividad glucosidasa no presentó diferencias significativas entre restos dentro de un mismo cultivo, pero esta actividad bajo todos los tipos de restos en aguacate fue significativamente menor que en los demás cultivos. Esto podría deberse a que el cultivo del aguacate es el único que tiene orientación norte, y además los árboles son de un porte mucho mayor, lo que limita el desarrollo de vegetación adventicia, al contrario de lo que sucede en chirimoyo y mango. Otros trabajos han señalado que la coexistencia de diferentes especies de plantas induce el desarrollo de una comunidad microbiana compleja y de grupos funcionales microbianos más diversos. El microclima y la vegetación bajo aguacate modifica las actividades glucosidasa y deshidrogenasa en suelos con o sin restos de poda añadidos respecto a lo observado en los cultivos de chirimoyo y mango.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por Ministerio Economía y Competitividad de España (Proyecto Nacional CGL2013-46655-R) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Aproximación ómica al estudio de la repelencia al agua del suelo mediante espectrometría de masas de ultra-alta resolución (FT-ICR/MS) de la materia orgánica y quimiometría predictiva

N.T. Jiménez-Morillo^{1,2}, J.A. González-Pérez³, J.M. De la Rosa³, A. Jordán⁴, G. Almendros⁵

1. ICAAM, Universidade de Évora. Núcleo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora (Portugal).
2. HERCULES Laboratory, Universidade de Évora, Palácio do Vimioso, 7000-089 Évora (Portugal).
3. IRNAS-CSIC, Grupo MOSS. Avda. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla (España).
4. MED_SOIL Research group. Universidad de Sevilla. C/Profesor García González, 1, 41012 Sevilla (España).
5. MNCN-CSIC, Grupo MOSS. C/José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid (España)

Palabras clave: espectrometría de masas, hidrofobicidad, humeómica, incendios forestales, regresión de mínimos cuadrados parciales.

La repelencia al agua del suelo (RAS) es una propiedad física de origen complejo que limita la infiltración del agua. Tradicionalmente, la RAS se atribuyó a la acumulación y translocación de compuestos lipídicos (hidrofóbicos) a través del perfil del suelo. Sin embargo, se observó que una extracción exhaustiva de estos no conlleva la eliminación completa de la RAS, lo que sugiere que el carácter hidrofóbico del suelo puede depender en parte además de la composición de la fracción orgánica no extraíble.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de los constituyentes orgánicos del suelo que pueden estar asociados con la RAS, se realizaron análisis de las fracciones gruesa (1–2 mm) y fina (<0.05 mm) de suelos arenosos control y quemado bajo vegetación de alcornoque y jara (Parque Nacional de Doñana, España). El test del tiempo de penetración de una gota de agua (WDPT) se utilizó para evaluar la RAS. La composición molecular de la materia orgánica del suelo (MOS) se caracterizó mediante espectrometría de masas de resonancia ciclométrica de ión de transformada de Fourier (FT-ICR/MS). Utilizamos un modelo estadístico predictivo de regresión parcial por mínimos cuadrados (PLS) para comprobar si es posible predecir la RAS a partir de la composición molecular de la MOS.

La PLS permitió obtener un modelo significativo ($P = 0.006$) de predicción para la RAS usando como descriptores los 1221 compuestos comunes en la MOS de todas las muestras detectados por FT-ICR/MS. Ello sugiere que existe una correlación significativa entre la composición molecular de la MOS y RAS. La comparación entre muestras de suelos control y quemados reveló que la RAS en las muestras quemadas está significativamente ($P < 0.05$) relacionada con la proporción de compuestos aromáticos y condensados, mientras que en las muestras sin quemar hay una contribución significativa de hidrocarburos aromáticos y de compuestos derivados de lignina. Con respecto a las fracciones de diferente tamaño de partícula, se observó que la presencia de compuestos lipídicos estaba asociada ($P < 0.05$) con la RAS en la fracción fina, mientras que para la fracción gruesa no se encontró correlación con ninguna familia de compuestos.

La combinación de FT-ICR/MS y tratamientos quimiométricos apropiados de los datos, es una aproximación ómica al estudio de la MOS (humeómica). La técnica tiene un gran potencial para el análisis exploratorio de factores diversos y complejos responsables de las propiedades de los suelos y que permiten, en algunos casos como la RAS, predecirlas.

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. N.T. Jiménez-Morillo agradece su contrato FPI (BES-2013-062573). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Competencia entre tres tetraciclinas por los sitios de adsorción de suelos agrícolas con distintas características

E. Álvarez-Rodríguez¹, M. Conde-Cid¹, G. Ferreira-Coelho¹, M. Arias-Estévez², D. Fernández-Calviño², M. Díaz-Raviña³, A. Núñez-Delgado¹, M.J. Fernández-Sanjurjo¹

1. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain
2. Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain
3. Departamento de Bioquímica do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 111, Avda Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain

Palabras clave: adsorción, antibióticos veterinarios, clorotetraciclina, desorción, oxitetraciclina, suelos agrícolas, tetraciclina

Las tetraciclinas (TCs) son los antibióticos más utilizados en veterinaria a nivel mundial, no solo con fines curativos, también como profilácticos y promotores del crecimiento. Entre el 80 y 90% de la dosis administrada se excreta como compuesto original a través de heces y orinas, llegando a la fosa de purín y posteriormente al suelo a través del uso de estos purines como fertilizantes. La presencia constatada de varias TCs en purines y suelos hace necesario un estudio de adsorción simultánea de las mismas, ya que se incorporan conjuntamente a suelos agrícolas. En este trabajo se estudió la competencia por los sitios de adsorción de suelos entre tres TCs (tetraciclina: TC; oxitetraciclina: OTC; clorotetraciclina: CTC), encontradas en purines y suelos de Galicia. El estudio se realizó en 6 suelos seleccionados en función del pH (4.49-7.06) y del contenido en materia orgánica (1.07-10.92%). La competencia entre las tres tetraciclinas se ha estudiado en sistemas ternarios (5 concentraciones iguales y crecientes de las tres TCs, de 17 a 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$) y se comparan además los resultados con los obtenidos en sistemas simples para una misma concentración final (200 $\mu\text{mol L}^{-1}$) y para distinta concentración (200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en el simple frente a 600 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en el ternario: 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cada TC). En todos los casos se realizan ensayos de adsorción/desorción de tipo batch, con un tiempo de contacto adsorbente/sorbato de 24 h. Los suelos de mayor contenido en materia orgánica (50AL y 71S) adsorben el 100% de las tres TCs, con desorciones inferiores al 3%, en cualquiera de las situaciones estudiadas. En los suelos con menos materia orgánica la adsorción desciende a medida que aumenta la dosis añadida, observándose competencia entre las TCs por los sitios de adsorción, siendo la CTC la que más se retiene (hasta un 20% más que el resto, cuando se añaden dosis altas de antibiótico en suelos con baja materia orgánica). Las tres TCs se adsorben más en el sistema simple (>85%) en relación al ternario (65% y 40% para igual y distinta fuerza iónica, respectivamente). Los resultados ponen en evidencia que el mayor riesgo de paso a la cadena trófica de estos antibióticos aparece cuando se incorporan simultáneamente en suelos ácidos y con bajo contenido en materia orgánica, especialmente TC y OTC, que son las que menos se adsorben y más se desorben.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Competencia entre flúor y cromo hexavalente por los sitios de adsorción de suelos y materiales residuales

C. Eimil-Fraga¹, G. Ferreira-Coelho¹, M. Arias-Estévez², D. Fernández-Calviño², J.C. Novoa-Muñoz², A. Núñez-Delgado¹, M.J. Fernández-Sanjurjo¹, E. Álvarez-Rodríguez¹

1. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain
2. Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain

Palabras clave: adsorción F, adsorción Cr(VI), competencia F/Cr(VI), residuos, sistema binario, sistema simple, suelos

La presencia simultánea de F y Cr(VI) es frecuente en los efluentes de distintos tipos de actividades industriales. El suelo puede retenerlos, pero es posible que compitan entre sí por los sitios de adsorción, por lo que es necesario conocer la capacidad que tienen para adsorberlos de forma conjunta; también es importante estudiar la posibilidad de utilizar materiales residuales como bioadsorbentes de estos elementos, para descontaminar aguas o potenciar el papel del suelo. En este trabajo se estudió la adsorción de F y Cr(VI) en un sistema binario competitivo en dos suelos (forestal: SF; de viñedo: SV) y varios residuos procedentes de actividades forestales (cenizas de roble: CZ; corteza de pino: CT; serrín de pino: SP), agrícolas (cáñamo: CÑ), mineras (escombrera pirítica: EP) y alimentarias (concha de mejillón: CM). El estudio se realizó mediante ensayos tipo batch añadiendo conjuntamente distintas dosis de ambos elementos (0,5, 1,5, 3,0 y 6.0 mmol L⁻¹). Las adsorciones del sistema binario se compararon con las obtenidas para cada elemento en el correspondiente sistema simple. En el sistema binario F/Cr(VI) los dos suelos y algunos residuos (CM, CZ y CÑ) presentan una mayor adsorción de F que de Cr(VI) (15-42 mmol kg⁻¹ y 8-19 mmol kg⁻¹, respectivamente, para las concentraciones más altas añadidas, que en porcentaje representan 25-70% y 1-30%). Por el contrario, la EP, CT y SP presentan una mayor afinidad por el Cr(VI) que por el F (39-60 mmol kg⁻¹ y 1,5-11 mmol kg⁻¹, respectivamente, entre 22-99% y entre 1-67% de la mayor concentración añadida). Comparando para cada elemento los sistemas simple y binario, se deduce que, con la excepción del SF y EP, hay competencia entre ambos elementos, de modo que el F interfiere en la adsorción de Cr(VI) en el SP, CÑ y CM, con disminuciones del porcentaje de adsorción de Cr(VI) de hasta el 90, 20 y 12%, respectivamente; a su vez el Cr(VI) interfiere en la adsorción de F, con disminuciones de hasta el 40% en la CT y CM, y de hasta el 12% en el CÑ y SV. Los suelos y materiales residuales estudiados, no pueden adsorber conjuntamente F y Cr(VI) en altos porcentajes, por lo que sería necesaria la incorporación de CT para aumentar la adsorción de Cr(VI) en los dos suelos y evitar su paso a la cadena trófica, y para eliminar los dos elementos de las aguas sería necesario utilizar CT (para el Cr) y CM (para el F).

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Adsorción simultánea de plomo y cadmio por suelos y materiales residuales

G. Ferreira-Coelho¹, M. Arias-Estévez², D. Fernández-Calviño, J.C. Novoa-Muñoz², A. Núñez-Delgado¹, E. Álvarez-Rodríguez¹, M.J. Fernández-Sanjurjo¹

1. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain
2. Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain

Palabras clave: adsorción Cd), competencia Pb/Cd, adsorción Pb, residuos, sistema binario, sistema simple, suelos,

Cadmio y plomo son dos metales pesados que pueden resultar muy tóxicos cuando se introducen en la cadena trófica. Su disponibilidad se reduce debido a su retención sobre la superficie del suelo, pero pueden competir entre ellos por los sitios de adsorción. En este trabajo se estudia la capacidad de adsorción y desorción de cadmio y plomo en ensayos binarios competitivos, sobre dos suelos (forestal: SF; de viñedo: SV) y materiales residuales abundantes en Galicia que podrían ser utilizados como adsorbentes de estos contaminantes: residuos de actividades mineras (escombrera pirítica: EP), forestales (cenizas de roble: CZ; corteza: CT; serrín de pino: SP), agrícolas (cáñamo: CÑ; paja de trigo: PT) y alimentarias (concha de mejillón: CM). Se realizaron ensayos tipo batch, binarios y competitivos entre Cd y Pb, añadiendo de forma conjunta concentraciones crecientes de ambos elementos (0,5; 1,5; 3 y 6 mmol L⁻¹). El Pb tiene una mayor afinidad que el Cd por los sitios de adsorción de los suelos y algunos residuos (EP y CT), con porcentajes de adsorción entre 50-100% para Pb y entre 10-80% para Cd. La CZ es el mejor adsorbente para ambos metales, ya que la adsorción es del 100% en los dos casos, independientemente de la dosis añadida. También el CÑ y la CM son buenos adsorbentes de ambos metales, con porcentajes de adsorción entre el 90% y el 100% de la concentración añadida, siendo ligeramente superior la adsorción del Pb que la del Cd en todas las dosis estudiadas. La adsorción de Cd se ve negativamente afectada por la presencia de Pb en los dos suelos y en algunos bioadsorbentes (CT, CM y PT, a dosis altas), con descensos en la adsorción de hasta 12 mmol kg⁻¹ cuando se añade la dosis más alta; esto indica que el Pb compite con el Cd por los sitios de adsorción y aumenta su movilidad. Sin embargo, la retención de Pb no se ve afectada en ningún caso por la presencia de Cd. CZ, CÑ y CM son los mejores adsorbentes para ambos metales en el sistema binario y en estos materiales no hay competencia entre los dos elementos por los sitios de adsorción, pues la retención en los sistemas simple y binario son prácticamente iguales, lo que los convierte en residuos muy adecuados para adsorber estos contaminantes cuando se incorporan conjuntamente.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Competencia entre tres tetraciclinas por los sitios de adsorción de distintos materiales residuales

M.J. Fernández-Sanjurjo¹, E. Álvarez-Rodríguez¹, G. Ferreira-Coelho¹, M. Conde-Cid², M. Arias-Estévez², D. Fernández-Calviño², M. Díaz-Raviña³, A. Núñez-Delgado¹

1. Departamento de Edafología e Química Agrícola. Universidade de/Santiago de Compostela. EPSE-Campus Universitario, E-27002 Lugo.
2. Área de Edafología e Química Agrícola, Dept. Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Fac. Ciencias, Univ. Vigo, Campus de Ourense, As Lagoas s/n, E-32004 Ourense, Spain
3. Departamento de Bioquímica do Solo, Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia (IIAG-CSIC), Área de Edafología e Química Agrícola. Apartado 111, Avda Vigo s/n, E-15780 Santiago de Compostela,

Palabras clave: adsorción, bioadsorbentes, coadsorción desorción, tetraciclinas

Se estudió la competencia entre tres antibióticos del grupo de las tetraciclinas (tetraciclina: TC; oxitetraciclina: OTC; clorotetraciclina: CTC) por los sitios de adsorción de tres bioadsorbentes (concha de mejillón, ceniza de biomasa y corteza de pino), comparando un sistema simple con uno ternario. En el sistema simple se utilizó una concentración única de 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cada tetraciclina. En el sistema ternario se han añadido los tres antibióticos simultáneamente, utilizando 5 concentraciones iguales y crecientes de las TC's (concentración total 50, 100, 200, 400, 600 $\mu\text{mol L}^{-1}$, siendo cada antibiótico 1/3 del total). Con estos dos ensayos se compararán para cada antibiótico, los dos sistemas a igualdad de fuerza iónica (concentración total de 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en ambos) y con distinta fuerza iónica (200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en el sistema simple y 600 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en el ternario, correspondiendo 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a cada antibiótico). En todos los casos se realizan ensayos de adsorción/desorción de tipo batch, con un tiempo de contacto adsorbente/sorbato de 24 h. La adsorción/desorción de TCs en todos los ensayos realizados, está muy relacionada con el valor de pH y con la riqueza en carbono y en minerales no cristalinos de los bioadsorbentes. Los dos residuos forestales, la corteza (con un alto porcentaje de C y bajo pH) junto con la ceniza (con alto contenido en minerales no cristalinos y alto pH), son unos excelentes bioadsorbentes, adsorbiendo cerca del 100% de los antibióticos añadidos, tanto en el sistema simple como en el ternario, especialmente para la CTC, presentando, además, una baja desorción de las tres TCs (< 4% para la ceniza y < 12% para la corteza). La alta adsorción de la corteza se atribuye a atracciones electrostáticas entre el antibiótico y componentes de carga variable cargados positivamente, en esas condiciones de acidez. En cuanto a la ceniza, teniendo en cuenta sus características, los enlaces por puente catiónico entre antibiótico y minerales no cristalinos del adsorbente, serían los más probables. La concha de mejillón solo presenta resultados relativamente aceptables para CTC, ya que, en los otros casos, los porcentajes de adsorción son siempre menores del 56% y la desorción puede superar el 30%, especialmente a dosis medias-altas de antibiótico añadido.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Adsorción y desorción de tres tetraciclinas por diferentes suelos utilizando sistemas simples, binarios y ternarios

A. Nuñez-Delgado¹, M.J. Fernández-Sanjurjo¹, G. Ferreira-Coelho¹, M. Conde-Cid², M. Arias-Estévez², J.C. Nóvoa-Muñoz², M. Díaz-Raviña³, E. Alvarez-Rodríguez¹

1. Departamento de Edafología e Química Agrícola. Universidade de/Santiago de Compostela. EPSE-Campus Universitario, E-27002 Lugo.
2. Dept. Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo. Área de Edafología e Química Agrícola, Fac. Ciencias, Univ. Vigo, Campus de Ourense, As Lagoas s/n, E-32004 Ourense
3. Departamento de Bioquímica do Solo, Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia (IIAG-CSIC), Área de Edafología e Química Agrícola. Apartado 111, Avda. Vigo s/n, E-15780 Santiago de Compostela

Palabras clave: adsorción/desorción, materia orgánica, suelos, tetraciclinas

Se estudió la competencia de tres antibióticos por los sitios de adsorción de 6 suelos diferentes. Se eligieron tres antibióticos del grupo de las Tetraciclinas, muy usados en el campo veterinario y que pueden llegar al suelo a través de los purines: tetraciclina (TC), oxitetraciclina (OTC) y clorotetraciclina (CTC). Los suelos se seleccionaron en función del pH y del contenido en C orgánico, en dos zonas de alta actividad ganadera de Galicia. Se realizan ensayos de adsorción/desorción tipo *batch* en sistemas simples, binarios y ternarios, añadiendo 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cada antibiótico, con un tiempo de contacto suelo/antibiótico de 24 h. Los suelos con mayor cantidad de C orgánico (51AL y 70S, 10 y 6% respectivamente) presentan una adsorción cercana al 100%. En estos suelos, la adsorción en los sistemas simples y binarios es muy similar, observándose en los sistemas ternarios una ligera disminución respecto al simple. En el resto de los suelos, la adsorción disminuye gradualmente desde el sistema simple al ternario, alcanzando un 50% en el suelo 19AL, el cual presenta el menor contenido de C orgánico (1,7%) y la menor adsorción. Esto evidencia la importancia de la materia orgánica en este proceso; así, en suelos con bajo C orgánico, los lugares de adsorción son escasos y se observa una competencia entre estos antibióticos, fomentada por la similitud de los valores de pK_{a1} , pK_{a2} y pK_{a3} de las tres TC's. También el aumento de fuerza iónica desde un sistema simple a uno binario y posteriormente a uno ternario, puede favorecer la competencia entre las TC's, al provocar saturación de los lugares de adsorción. La desorción de las tres TCs es baja (<5%), lo que indica la estabilidad del proceso. Una excepción son los suelos con alto pH y además bajo C orgánico (51s, 6S), donde aumenta ligeramente la desorción en el sistema ternario y puede sobrepasar el 10%. En los sistemas binarios, el efecto de la CTC sobre la adsorción de OTC y de TC es mayor que el que provocan éstas sobre la primera; además, en el sistema ternario, la secuencia de adsorción es $CTC > OTC \geq TC$. Todo ello parece indicar una mayor afinidad de la CTC por los sitios de adsorción. Estas distintas afinidades por los adsorbentes pueden deberse a la mayor o menor presencia de especies catiónicas o zwitteriónicas (o anfóteras), que depende del pH y de la estructura de cada antibiótico.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

An appraisal of carbon sequestration capacity in soil of different habitats at La Pletera salt marsh, NE Spain

M. Gisbert¹, M. Amorós-Benet¹, L. Carrasco-Barea².

1. Department of EQATA, University of Girona, C/ Maria Aurèlia Capmany 61, 17003 Girona, Spain
2. Department of Environmental Sciences, University of Girona. Campus Montilivi, 17003 Girona, Spain

Keywords: carbon dioxide, ecosystem service, glomalin, organic carbon, salt marsh soil,

Salt marshes occupy a small percentage of Earth's land surface but they have a relevant role in contributing to a wide range of ecosystem services, which have significant global environmental, economic and social value. Salt marshes are important ecosystems for climate regulation and carbon sequestration, able to capture large amounts of carbon from the atmosphere and store it in vegetation and especially in the soil. Nonetheless, these areas have been often dismantled for other land uses, especially urbanization, causing noticeable alteration of the whole ecosystem. The present study was performed at La Pletera salt marsh, located in the L'Estartit city, NE of the Iberian Peninsula. This area was partially urbanized in the late 80s and recently restored by the EU Life Pletera Project "Deurbanization and restoration of La Pletera salt marsh (2014-2018)" in order to recover its ecological functionality. One of the prior actions of the project was the evaluation of the carbon sequestration capacity of La Pletera salt marsh, considering the areas that were not affected by the urbanization. Hence, the objective of this work was to provide information about the carbon sequestration capacity of the soil of this ecosystem at 0-5 and 5-20 cm soil depth, considering the three habitats occupying this area, which have been differentiated according to the dominant plant species: *Sarcocornia fruticosa* (SAAR), *Elymus pycnanthus* (ELY) and *Salicornia patula* (SAER). Regardless of the plant cover all soils were classified as Typic Fluvaquent. Soil properties improved in this order SAAR>ELY>SAER and SAER habitat showed always the lowest organic carbon content as well as total and easily extractable glomalin. Besides that, the greatest mineralization coefficient was recorded in this soil (Figure 1). Consequently, SAAR and ELY soils demonstrated higher capacity to act as carbon sinks.

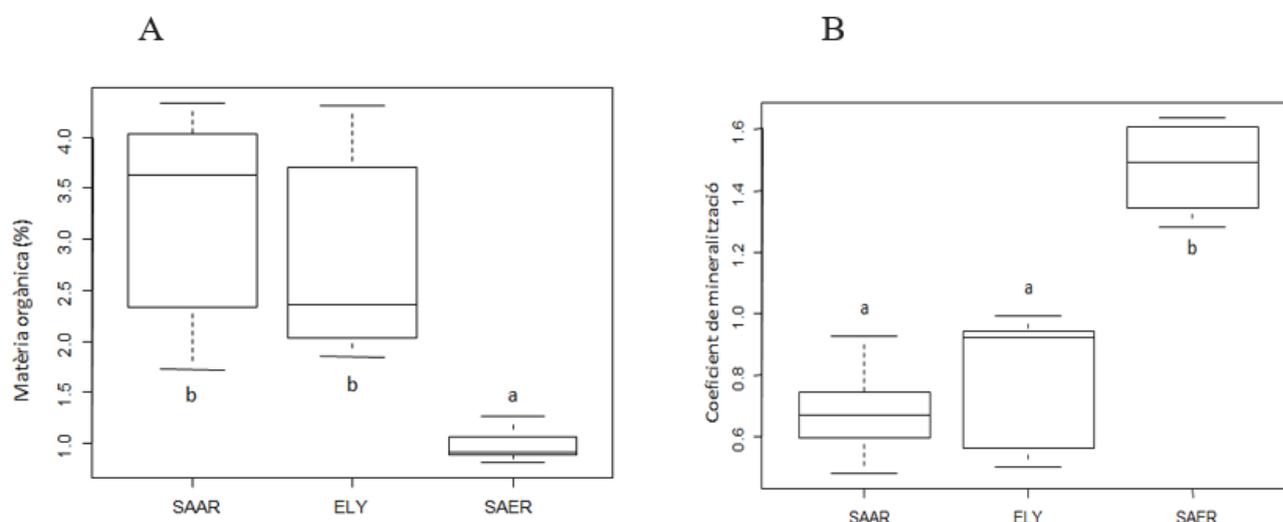


Figure 1. Box plots data of soil organic matter (A) and mineralization coefficient (B) in the soil of the three habitats.

Chemometric prediction of soil organic matter quality and quantity from the pyrolytic patterns of N-bearing compounds

M.A. Jiménez-González^{1,2}, A.M. Álvarez², P. Carral², J.A. González-Pérez³, H. Knicker³, G. Almendros¹

1. Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana, Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), c/Serrano 115b, Madrid.
2. Departamento de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), c/ Francisco Tomás y Valiente 7, Madrid.
3. MOSS Group, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Av. Reina Mercedes 10, Sevilla.

Keywords: analytical pyrolysis, carbon sequestration, N-compounds, partial least squares regression, soil organic matter.

There is a worldwide concern to predict and control the effects of climatic change on the soils. In fact, soil organic matter (SOM) is the largest reservoir of C in Earth's surface and one of the most dynamic pool. Apart from this, the structure and composition of the SOM are largely responsive to environmental changes. For this reason, the most current research focuses on the study of the mechanism of C stabilization in soils that generally depends on both natural and anthropogenic factors, including soil use and management practices. In particular, a controversial aspect about SOM formation processes is to understand how the C from the biomass is stabilized in the soil by either physical protection based on organo-mineral interactions or after a structural rearrangement the SOM macromolecular structure. Organic N-compounds in soil are of particular interest, to the extent that its chemical structure and speciation status in the SOM can play an important role in its N bioavailability. In fact, the accumulation of recalcitrant N-compounds can be an indicator of soil quality and could be related with the potential of C sequestration in certain soils.

In this study, 35 soils from different areas of Spain with a wide range of SOM content were selected. Analytical pyrolysis (Py-GC/MS) was used to identify N moieties and pattern in the SOM of whole soil samples. A general characterization of SOM quality was performed using solid state ¹³C NMR and UV-vis spectroscopy. The N-compounds identified by Py-GC/MS corresponded to seven principal chemical structures: indoles, pyridines, pyrazoles, benzonitriles, imidazoles, pyrroles and quinolones. These compounds are considered as pyrolytic markers of well-defined classes of biomass constituents, viz., protein derivatives, amino sugars and chlorophylls. Partial least squares (PLS) regression was used to explore the possible prediction of SOM quality and content using the percentages of pyrolytic N-compounds as descriptors. This approach lead to a significant forecasting model for the soil C content, and suggests that soils with different C levels also have SOM with characteristic molecular composition as regards the pattern of nitrogen compounds. Multidimensional scaling (MDS) and principal components analysis (PCA) showed the extent to which these N-compounds are correlated with different indices informative of SOM status and quality.

The above results suggest that soil N-compounds pattern as seen by analytical pyrolysis encompasses relevant information as regards to SOM stabilization processes and quality.

Relación entre la conductividad eléctrica de suelos calizos en extracto 1:5 y en pasta saturada con el contenido en Na, K, Ca y Mg asimilables

J. Navarro-Pedreño, M.V. Bas, M.B. Almendro-Candel, I. Meléndez Pastor, I. Gómez

Departamento Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández. Av. de la Universidad s/n, 03202 Elche (Alicante)

Palabras clave: cationes asimilables, conductividad eléctrica, salinidad, suelos calizos.

La salinidad es uno de los problemas más graves que afecta a los suelos cultivados y que provoca en muchas ocasiones su degradación y consecuentemente, una reducción de la productividad. Para conocer la salinidad de los suelos, se utiliza como medida habitual la determinación de la conductividad eléctrica bien en el extracto de pasta saturada o en una extracción 1:5 (peso/volumen) con agua desionizada.

Las sales asociadas a la salinidad de los suelos son principalmente las sódicas. Sin embargo, en suelos calizos puede ser muy relevante la contribución a la conductividad eléctrica del calcio y el magnesio. Todos ellos junto con el potasio, son elementos importantes en la nutrición mineral de las plantas.

Por ello, el objetivo de este estudio fue el de tratar de establecer la relación entre la conductividad eléctrica medida en extracto 1:5 ($CE_{1:5}$) y en pasta saturada (CEs), con el contenido de cationes potencialmente asimilables (Ca, Mg, Na y K) obtenidos mediante extracción con acetato amónico 1N. En la siguiente tabla se muestran, de forma resumida los datos estadísticos descriptivos de 90 suelos agrícolas del sureste español estudiados.

Comprobada la distribución normal de los resultados, se utilizaron regresiones lineales y el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson entre las variables. Se obtuvieron las mejores relaciones entre la CE 1:5 y la CEs, con el Na asimilable. En ambos casos, los peores resultados se obtuvieron con el K y una gran dispersión de los valores, situándose para Ca y Mg en valores intermedios. En general, la salinidad de estos suelos se encuentra asociada al Na, a pesar de su naturaleza caliza. En el caso de la CEs con el Na, el valor del coeficiente de correlación (R^2) fue de 0.9064, mejor que el obtenido para CE1:5 que fue de 0.8485.

Tabla 1. Valores medios de las propiedades edáficas estudiadas (CE en dS/m; $CaCO_3$ en %, cationes en mg/kg de suelo seco)

	$CE_{1:5}$	CEs	$CaCO_3$	Na	K	Ca	Mg
Promedio	2427	11978	45	1811	533	5665	1150
Desviación estándar	2183	12434	6	1719	224	3196	410
Máximo	8640	55100	70	8205	1774	12607	2628
Mínimo	110	751	25	77	149	1653	207

3 Biología y ecología del suelo

Influencia de la vegetación y el pH en la dinámica de la materia orgánica en suelos de alta montaña del P.N. de Sierra Nevada

G. Bárcenas-Moreno¹, M. Colchero-Asencio¹, L.M. San Emeterio², J.A. González-Pérez²

1. Grupo MED_Soil, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla. C/Prof Garcia Gonzalez 1, 41012 Sevilla.
2. Grupo MOSS, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Av. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla.

Palabras clave: estabilización de carbono, ligninas, pirólisis analítica, respiración del suelo.

Durante la última década, los factores relacionados con la dinámica de la materia orgánica del suelo han recibido gran atención debido, principalmente, a su implicación en la evolución del cambio climático, la predicción de sus efectos y posibles alternativas de gestión.

Los suelos de alta montaña pueden considerarse puntos críticos ya que mantienen altas tasas de acumulación de carbono y bajas de degradación de materia orgánica, balance que podría alterarse por leves cambios en los regímenes de temperatura y precipitación asociados con el cambio climático. En el caso particular del Parque Nacional de Sierra Nevada, esta amenaza podría ser aún más marcada debido a su localización en el sur de Europa justo en el ecotono mediterráneo, donde se refleja cualquier cambio ambiental de forma más temprana, aunque su elevada biodiversidad podría tener efectos regulatorios y arrojar alguna luz sobre cómo podríamos predecir y gestionar en el futuro los efectos del cambio climático.

Para evaluar la implicación del pH y la vegetación sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo, se seleccionaron dos áreas cercanas sobre diferente sustrato que condicionaban diferentes valores de pH: área A, sobre materiales ácidos y con pH <7 y área B sobre margas y pH > 7. Para cada área se muestrearon suelos bajo una vegetación equivalente de arbustos de alta montaña y área reforestada de pino albar. Finalmente se obtuvieron seis tipos diferentes de muestras con cinco repeticiones cada una; tres fueron recolectados en el área A bajo *Juniperus communis* ssp. *nana* (ENE), *Genista versicolor* (PIO) y *Pinus sylvestris* (PSI) y otros tres se recolectaron en el área B bajo *Juniperus sabina* (SAB), *Astragalus nevadensis* (AST) y *Pinus sylvestris* (PCA). Se realizó una caracterización cuantitativa y cualitativa de la materia orgánica del suelo y se estudió su actividad microbiana. El estudio incluyó el análisis detallado de la estructura molecular mediante pirólisis analítica (Py-GC/MS).

Los resultados se discutirán en relación con la influencia del sustrato y la vegetación sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo y particularmente de la degradación de ligninas, en este entorno particular de alta montaña del Parque Nacional Sierra Nevada.

Agradecimientos

Proyecto INTERCARBON (CGL2016-78937-R) cofinanciado con fondos de cohesión EU-FEDER. L.M.S.E. agradece su contrato FPI (BES-2017-07968). Desiré Monis por su asistencia técnica.

Influencia a medio plazo de las tetraciclinas sobre la biomasa total y la de grupos específicos de microorganismos en diferentes suelos de Galicia

V. Santás-Miguel¹, A. Martín², M. Díaz-Raviña², T. Carballas², M. Arias-Estévez¹, D. Fernández-Calviño¹, M.J. Fernández-Sanjurjo, M.J.³, E. Álvarez-Rodríguez³, A. Núñez-Delgado³

1. Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Biología Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain.
2. Departamento de Bioquímica del Suelo, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 111, Avda Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain.
3. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain

Palabras clave: biomasa microbiana (PLFA), clorotetraciclina, oxitetraciclina, suelos de cultivo, tetraciclina

En este trabajo se examinan los resultados de una experiencia de incubación de suelos en el laboratorio, bajo condiciones controladas de humedad y temperatura (75% humedad de campo, 22°C), cuya finalidad era determinar la influencia a medio plazo de la presencia de antibióticos sobre la biomasa total y de grupos específicos de microorganismos, determinada a partir de los ácidos grasos de los fosfolípidos (biomasa microbiana total, biomasa fúngica, biomasa bacteriana, biomasa de actinobacterias, biomasa de bacterias Gram-negativas, biomasa de bacterias Gram-positivas) así como la relación entre algunos de estos grupos (biomasa fúngica/biomasa bacteriana, biomasa de bacterias Gram-negativas/biomasa de bacterias G-positivas). La experiencia se realizó con 4 suelos de cultivo diferentes con un pH similar (4,74-4,96) y con un diferente contenido de materia orgánica (1,07-3,39 %C) adicionados con 8 dosis de tres antibióticos del grupo de las tetraciclinas (tetraciclina, oxitetraciclina y clorotetraciclina). Las medidas de biomasa microbiana (total y grupos específicos) se realizaron después de 42 días de incubación. Tal como era de esperar, los valores de biomasa microbiana total y de los grupos específicos de microorganismos eran diferentes en los 4 suelos estudiados. Tanto la biomasa total como la de los grupos específicos de microorganismos mostraron una respuesta similar frente a la presencia de los antibióticos, aunque en varios casos los datos eran inconsistentes y difíciles de interpretar. En general, en todos los suelos la adición de la clorotetraciclina y la tetraciclina tendía a no modificar o a incrementar, en mayor o menor medida, los valores tanto de la biomasa microbiana total como la de los grupos específicos de los microorganismos, particularmente a las dosis más altas. Sin embargo, en determinados casos, como consecuencia de la adición de la dosis más alta de oxitetraciclina, los valores de biomasa disminuyeron. En lo que respecta a las relaciones biomasa fúngica/biomasa bacteriana y biomasa bacterias Gram-positivas/biomasa bacterias Gram-negativas, los valores apenas variaron tras la adición de cualquiera de los antibióticos.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Impacto a medio plazo de las tetraciclinas sobre la estructura de la comunidad microbiana (PLFA) diferentes suelos de Galicia

V. Santás-Miguel¹, A. Martín², M. Díaz-Raviña², C. Pérez-Novo¹, M. Arias-Estévez¹, D. Fernández-Calviño¹, M.J. Fernández-Sanjurjo³, E. Álvarez-Rodríguez³, A. Núñez-Delgado³

1. Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain.
2. Departamento de Bioquímica del Suelo, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 111, Avda Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain.
3. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain

Palabras clave: clorotetraciclina, oxitetraciclina, PLFA pattern, suelos de cultivo, tetraciclina

Se examinó, en una experiencia de incubación de suelos en el laboratorio (75% humedad de campo, 22°C), el impacto a medio plazo (42 días de incubación) de la presencia de antibióticos de origen veterinario sobre la estructura de la comunidad microbiana del suelo mediante el análisis de biomarcadores moleculares tales como del patrón de ácidos grasos de los fosfolípidos (PLFA pattern). Este análisis, combinado con el análisis de componentes principales (PCA), es de gran utilidad en ecología microbiana al diferenciar las comunidades microbianas de diferentes suelos y relacionarlos con su entorno (ver los ácidos grasos responsables de esas variaciones en la estructura de la comunidad e identificar las propiedades del suelo asociadas a los mismos). Se utilizaron 4 suelos de cultivo con un pH similar (4,74-4,96) y diferente contenido de materia orgánica (1,07-3,39 %C) adicionados con 8 dosis. Los resultados del PCA, realizados con los datos de PLFAs de todos los suelos, mostraron que los factores que determinaron la estructura de la comunidad eran, por orden de importancia, el tipo de suelo, la adición del antibiótico y, en menor medida, la dosis de aplicación del mismo. Así, la representación de las muestras en los factores 1 y 2 del PCA nos permitía diferenciar a las comunidades microbianas de los 4 suelos y evaluar incluso el grado de diferenciación entre ellas. En lo que respecta a los antibióticos, los datos indicaron que las comunidades de los suelos adicionados con los 3 antibióticos eran diferentes, siendo el impacto de la tetraciclina muy diferente al observado para la clorotetraciclina y oxitetraciclina y, en menor medida, también se observó el efecto de la dosis del antibiótico. Cuando se repetía el análisis con cada suelo por separado, la mayor fuente de variación era el tipo de antibiótico seguido, en menor medida, por la dosis del mismo, separándose claramente las comunidades con las dosis más altas de las restantes.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Efecto a medio plazo de las tetraciclinas sobre las actividades enzimáticas del ciclo del C, N y P en diferentes suelos de Galicia

V. Santás-Miguel¹, A. Martín², M. Díaz-Raviña², M. Arias-Estévez¹, D. Fernández-Calviño¹, M.J. Fernández-Sanjurjo³, E. Álvarez-Rodríguez³, A. Núñez-Delgado³

1. Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n 3204 Ourense, Spain.
2. Departamento de Bioquímica del Suelo, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 111, Avda Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain.
3. Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, Spain

Palabras clave: actividad enzimática, clorotetraciclina, oxitetraciclina, suelos de cultivo, tetraciclina

Se examina, en una experiencia de laboratorio bajo condiciones controladas de humedad y temperatura (75% de la capacidad de campo, 22°C), el efecto de diferentes dosis de antibióticos del grupo de las tetraciclinas (tetraciclina y oxitetraciclina y clorotetraciclina) sobre las actividades enzimáticas del grupo del C (β -glucosidasa), N (ureasa) y fósforo (fosfatasa) 42 días después de su adición al suelo. El experimento se realizó con dos suelos de pH similar (4.80-4.96) y un diferente contenido de materia (1.07% C, 2.14%). Los resultados mostraron que los valores de las tres actividades enzimáticas analizadas variaron en función del tipo de suelo; el suelo con un mayor contenido de materia orgánica fue el que mostró los valores más altos de las actividades enzimáticas. En lo que respecta a la influencia de los antibióticos, no se detectó ningún efecto sobre la actividad β -glucosidasa, independientemente del suelo y de la dosis considerada, excepto para la oxitetraciclina, que en el suelo de mayor contenido de materia orgánica mostró un efecto positivo a la dosis más alta. En cuanto a la ureasa, se observó un efecto negativo en los dos suelos, particularmente en el suelo con menor contenido en materia orgánica adicionado con las dosis más altas de tetraciclina y oxitetraciclina. Un comportamiento similar fue detectado para la fosfatasa en los dos suelos adicionados con las tetraciclinas; en este caso el efecto negativo era más acusado en el suelo de mayor contenido de materia orgánica adicionado con la dosis más alta de clorotetraciclina.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-67333-C2-1-R y -2-R (Fund. FEDER) del Ministerio de Economía y Competitividad.

Cubiertas vegetales y su influencia sobre los microorganismos del suelo

B. Sastre, P. Andrés, R. Bienes, A. García-Díaz, I. Esparza, B. Álvarez

Departamento de Investigación Aplicada y Extensión Agraria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca El Encín, Autovía A2, km 38,2 (28.800-Alcalá de Henares, Madrid)

Palabras clave: bacterias, cubierta permanente, hongos, nematodos

El laboreo constante del que tradicionalmente han sido objeto los olivares ha conducido a pérdidas de suelo por erosión, reducción del carbono orgánico y empobrecimiento de las comunidades microbianas del suelo. Las cubiertas vegetales son una alternativa a este manejo.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de cuantificación de poblaciones microbiológicas (hongos, bacterias y nematodos) de suelo y rizosfera de un olivar de secano sobre suelo yesífero y clima semiárido del sur de Madrid tras 4 años de manejo con 3 cubiertas frente al laboreo tradicional. Las cubiertas fueron: anual de yeros (*Vicia ervilia*), permanente de vegetación espontánea (VE) y permanente de *Brachypodium distachyon*.

Se tomó una muestra compuesta de suelo a 0-10 cm de profundidad (4 bloques con 4 tratamientos). Los hongos y bacterias se aislaron en sus respectivos medios generales, mientras que los nematodos se extrajeron con la técnica del embudo de Baermann.

En suelo, hongos y bacterias presentaron mayores tamaños poblacionales en yeros que en el resto (Tabla 1). Sin embargo, los valores de nematodos fueron mayores en laboreo, aunque con una gran variabilidad.

En rizosfera, los tamaños poblacionales de hongos y bacterias epífitas fueron superiores en yeros, destacando las cubiertas con respecto al laboreo en el caso de los hongos. También los números de nematodos epífitos fueron mayores con cubierta respecto al laboreo, especialmente en VE y *Brachypodium*, aunque con una alta variabilidad de los datos.

Comparando las condiciones de suelo y rizosfera, se observaron valores de aproximadamente un orden de magnitud mayor en estas últimas, lo que permite relacionar su presencia con incrementos de la biomasa microbiológica.

Los resultados obtenidos confirman que son necesarios ensayos de larga duración manteniendo diferentes estrategias de manejo del suelo para permitir un desarrollo adecuado de los microorganismos y establecer diferencias entre condiciones de cultivo.

Tabla 1. Cuantificación de las poblaciones de hongos, bacterias y nematodos en suelo y rizosfera en 2018.

Zona	Tratamiento	Hongos (Log UFC/g)	Bacterias (Log UFC/g)	Nematodos (nº/g)
Suelo	Laboreo	4.37 ± 0.36	6.68 ± 0.24	0.75 ± 0.69
	Yeros	4.76 ± 0.12	7.08 ± 0.07	0.62 ± 0.27
	Vegetación espontánea	4.05 ± 0.10	6.31 ± 0.20	0.55 ± 0.36
	<i>Brachypodium</i>	4.29 ± 0.24	6.57 ± 0.17	0.41 ± 0.21
Rizosfera	Laboreo	4.43 ± 0.29	7.18 ± 0.63	17.84 ± 25.13
	Yeros	5.38 ± 0.54	7.74 ± 0.19	30.73 ± 52.45
	Vegetación espontánea	5.08 ± 0.71	6.98 ± 0.48	85.87 ± 98.41
	<i>Brachypodium</i>	5.14 ± 0.37	7.30 ± 0.24	83.44 ± 82.39

4 Cartografía, evaluación y planificación de suelos

Cartografía oficial de suelos de Navarra

A. Senar¹, A. Larrañaga¹, E. Amezketa¹, J. Eslava², M. Lasarte², J. Del Valle de Lersundi²

1. Tracasa Instrumental, C/Cabárceno, 6, 31621 Sarriguren (Navarra). www.tracasa.es
2. Gobierno de Navarra, Servicio de Innovación y Conocimiento en Sostenibilidad Territorial y Ambiental, Dirección General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, C/ González Tablas Nº 9, 31005 Pamplona (Navarra)

Palabras clave: aplicaciones informáticas, banco suelos, cartografía, SIG, suelos.

La protección y manejo sostenible de los suelos demanda un conocimiento de los mismos, que es recogido en la cartografía edáfica. La planificación del territorio requiere de escalas inferiores a 1:50.000.

La cartografía de suelos de Navarra, a 1:25.000, cubre 378.392 ha, un 36% de la superficie total y un 58% del área cultivada. El 69% está en formato digital con leyenda única y continua para toda Navarra y sigue completándose por términos municipales. El recinto mínimo representable es 2,5 ha y la densidad de observaciones es 1/12,5 ha para terrenos cultivados y 1/100 ha para terrenos forestales (en ambos casos 50% calicatas/sondeos muestreados y 50% sondeos/observaciones). El sistema de clasificación es *Soil Taxonomy* (NRCS-USDA).

El antiguo Instituto Navarro del Suelo comenzó en 1981 la elaboración de mapas de suelo, tarea que continúa el Negociado de Suelos y Climatología del Gobierno de Navarra. Desde 1998 sólo se realiza cartografía digital y Tracasa es la empresa que la elabora, por encargo y en colaboración con Gobierno de Navarra. Los trabajos anteriores en formato papel con leyendas y escalas diferentes se van incorporando al formato digital.

Tracasa cuenta para la elaboración de dicha cartografía con aplicaciones informáticas destacadas como un “Banco de Suelos” desarrollado por la misma empresa, con visor geográfico, que permite la toma de datos en campo, la gestión de observaciones, datos analíticos y fotos, y la realización de cálculos estadísticos e informes; y una aplicación para fotointerpretación digital que proporciona visión estéreo-sintética en 3D de amplias zonas del territorio.

Mapa de suelos en cifras (abril 2019): 115 municipios cartografiados, 17.809 fichas de campo levantadas, 37.454 muestras analizadas y 719.586 análisis realizados.

Navarra cuenta, así mismo, con mapas derivados de suelos, como el mapa de clases agrológicas y el de clases de aptitud para regadío, elaborados mediante SIG.

Esta cartografía edáfica se publicará en la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA), así como en un visor específico de suelos, en desarrollo.

El Gobierno de Navarra está elaborando un *Plan Director de Suelos* que pretende ser el instrumento básico de planificación, promoción y ordenación de la información cartográfica de suelos producida y gestionada por la Administración de la Comunidad Foral.

Los Reales Sitios y su importancia en la conservación del suelo

M.P. García-Rodríguez^{1*}, B. Álvarez-García²

1. Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid. C/Prof. Aranguren s/n 28040 Madrid.
 2. Departamento de Historia Moderna y Contemporánea. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid. C/Prof. Aranguren s/n 28040 Madrid.
- * mpgarcia@ucm.es

Palabras clave: conservación, corredores ecológicos, suelos, Reales Sitios.

Los Reales Sitios han sido estudiados y analizados desde muchos puntos de vista y existe una amplísima bibliografía en cuanto a su patrimonio histórico, artístico y turístico, pero apenas ha sido estudiada su importancia en la preservación del medio natural: conservación de suelos y mantenimiento de corredores ecológicos que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y el movimiento de la fauna. Su alto grado de protección, tanto por Patrimonio Nacional, como por las redes de espacios naturales en su entorno, han facilitado la conservación de espacios naturales, aún en las proximidades de grandes ciudades. En este trabajo analizamos la importancia ecológica de los Reales Sitios localizados en el noroeste de la Comunidad de Madrid y en áreas próximas de la provincia de Segovia.

La mayoría de los Reales Sitios de la Comunidad de Madrid y sus proximidades han tenido una importante extensión de territorios naturales que, en conjunto, abarcan más de 22.000 hectáreas (Figura 1). En la Edad Moderna los entornos naturales de los Reales Sitios de El Escorial, La Granja de San Ildefonso, Rofrío, El Pardo y El Soto de Viñuelas estaban conectados, por lo que ejercían de corredores naturales para la fauna. A ellos se unía la Casa de Campo y El Real Sitio de la Florida.

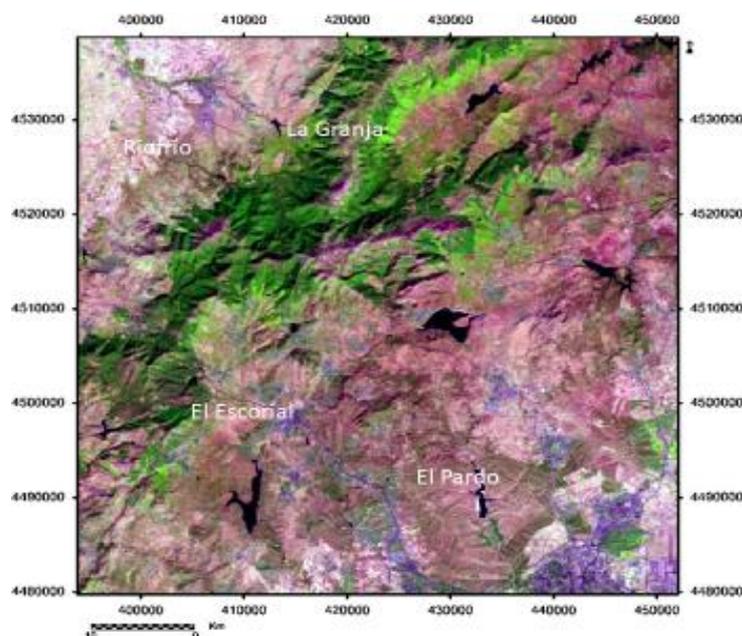


Figura 1. Localización Reales Sitios (imagen Landsat 8, 3-10-2018).

En la actualidad estos sitios están fragmentados y algunos de ellos han desaparecido debido a la presión urbanística de la ciudad de Madrid. Aun así, a través del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama y del Parque Regional del Manzanares hay conexiones entre ellos ya que se ha impedido el sellado de los suelos. Su protección permite tener amplios espacios arbolados en las proximidades de la ciudad de Madrid por lo que han preservado importantes masas forestales y los suelos asociados. El urbanismo es el mayor problema que afecta a los suelos de Madrid y sus proximidades, pero la existencia de estos Reales Sitios ha mitigado considerablemente su efecto.

Comparativa de métodos de evaluación de la calidad del suelo en un ecosistema semiárido (norte de Salamanca) y evaluación de los efectos de las propiedades físico-químicas y de la erosionabilidad del suelo

F. Santos-Francés¹, A. Martínez-Graña², C. Ávila-Zarza³, M. Criado¹, Y. Sánchez-Sánchez²

1. Departamento de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca, Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca.
2. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Pz. de los Caídos s/n, 37008, Salamanca.
3. Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca, Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca.

Palabras clave: análisis factorial, geoestadística, ecosistema agrícola semiárido, índice de calidad del suelo.

Se comparan dos métodos de estimación del índice de calidad del suelo en tierras agrícolas de un ecosistema semiárido (comarca de La Armuña, Salamanca): Índice de calidad integrado (IQI) e Índice de calidad de Nemoro (NQI), que se aplicaron utilizando los métodos de selección de indicadores: conjunto de datos total (TDS) y conjunto de datos mínimo (MDS). Se utilizan 16 parámetros en el método TDS: pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, contenido de arcilla, contenido de arena, contenido de CaCO₃, densidad aparente, capacidad de retención de agua a 33 y 1500 kPa, COLE, bases extraíbles de cambio (Na, K, Ca y Mg), capacidad extraíble de cambio y erosionabilidad del suelo. Para seleccionar los parámetros del método MDS se emplea el análisis factorial (FA). Se calcularon los índices de calidad de 75 perfiles, teniendo en cuenta las propiedades de la superficie del suelo (0-25 cm de profundidad) y las propiedades de la sección de control (0-100 cm).

Los resultados muestran que la evaluación del índice de calidad empleando solo las propiedades superficiales proporciona una información incompleta, ya que el rendimiento del cultivo se ve influido tanto por las propiedades de la superficie como del subsuelo (presencia de un contacto lítico, aparición de horizontes cálcicos o arcillosos...). Mediante la realización de una gráfica de distribución en profundidad de las propiedades de un suelo se demuestra que es posible conocer su calidad. Por tanto, considerar las propiedades superficiales y subsuperficiales del suelo es de gran ayuda para establecer una buena relación entre la calidad de un suelo, sus funciones y la gestión agrícola.

Se observó una mejor estimación de la calidad del suelo aplicando el índice IQI en comparación con el índice NQI y valores más altos de acuerdo con el método TSD que MSD. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir del método IQI_{MSD} han proporcionado una evaluación adecuada de la calidad del suelo y se recomienda para realizar evaluaciones de calidad a gran escala. Este último resultado fue particularmente relevante en el área estudiada porque el uso de un número limitado de indicadores podría permitir reducir el costo del análisis y aumentar la densidad de muestreo para obtener una evaluación más detallada de la calidad del suelo a través de un enfoque geoestadístico.

Inventario y cartografía de las turberas de la Zona Especial de Conservación Serra do Xistral (NO Península Ibérica)

X. Pontevedra-Pombal¹, S. Andrés¹, R. Blanco¹, J.C. Nóvoa¹, M. Valcárcel¹, E. García-Rodeja¹

1. Dpto. Edafología e Química Agrícola, Universidade de Santiago de Compostela
2. Dpto. Xeografía, Universidade de Santiago de Compostela.
3. Dpto. Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo, Universidade de Vigo.

* xabier.pombal@usc.es

Palabras clave: cartografía, gestión, Hitosol, Red Natura

La Red Natura 2000, vertebrada la política de conservación de la naturaleza de la Unión Europea. La principal unidad de gestión son las Zonas Especiales de Conservación (ZEC), ligadas a la existencia de especies y hábitat de especial relevancia. El grupo 71 incluye las turberas ácidas, que se definen por la presencia de un tipo de suelo, el Histosol.

Con el objeto de facilitar la gestión y conservación de estos hábitat, se realizó el primer inventario cartográfico, con base edafogenética, de un complejo de turberas ibérico.

El estudio se realizó en la ZEC Serra do Xistral (Galicia, NO Península Ibérica), donde está el área con mayor y más variado desarrollo de turberas de toda España.

Se ha realizado la tipificación y clasificación de las turberas siguiendo los criterios de las Bases Ecológicas de los tipos de hábitat de interés comunitario. Todos los tipos fueron subdivididos en clases de espesor de turba (>1m; 1-0,5m; 0,5-0,3m). Las formaciones con turba de menos de 30 cm de espesor se cartografiaron como sistemas paraturbosos. Entre 1996 y 2007, se recogieron datos de profundidad, morfología y físico-química del manto de turba, geomorfología asociada, superficie ocupada, y se elaboró la cartografía digital mediante el software ArcGis 10.3 de Esri®, incorporando información hidrológica, topográfica, litológica, de espacios naturales, administrativa, etc.

En total se identificaron y cartografiaron 7500 ha de hábitat de turbera, de las que 3800 ha son de conservación prioritaria. En esta superficie se acumulan 5x10⁶ t de C, con 3300 t C ha⁻¹.

Los hitos de esta investigación fueron:

- 1) Localización y tipificación de los hábitats de turbera existentes en la Serra do Xistral;
- 2) Construcción de una cartografía con base GIS de las turberas y sus condicionantes ambientales.
- 3) Elaboración de una cartografía en papel a escala 1:25000 y su memoria explicativa.

Clasificación agrológica del suelo arable del municipio de Vitoria-Gasteiz

O. Unamunzaga¹, A. Artetxe¹, G. Besga¹, M. de Santiago², A. Aizpurua¹

1. Departamento de Producción y Protección Vegetal. Neiker, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Berreaga kalea, 1. 48160, Derio (Bizkaia).
2. CEA-Centro de Estudios Ambientales, Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Calle Pintor Teodoro Dublang 25. 01008, Vitoria-Gasteiz (Álava).

Palabras clave: carbonatos y caliza activa, erosión, inundabilidad.

En la Comunidad Autónoma del País Vasco por su pequeña superficie y alta densidad de población uno de los procesos de degradación del suelo más relevante es el sellado. El objetivo de este trabajo ha sido clasificar los suelos agrícolas según su capacidad agrológica para considerar esta clasificación en el Plan General de Ordenación Urbana de Vitoria-Gasteiz. La escala de trabajo ha sido de 1:100.000 con un total de 169 observaciones de las cuales 22 han sido perfiles de suelo. La clasificación agrológica se ha basado en un método paramétrico adaptado para la clasificación de los suelos de Vitoria-Gasteiz que ha considerado factores como la profundidad útil, la inundabilidad, la pedregosidad, la textura, la capacidad de retención de agua (CRA) y los contenidos de materia orgánica, carbonatos y caliza activa en el suelo. Se han definido como factores limitantes el riesgo de erosión (e) en pendientes superiores al 10%, el riesgo de inundabilidad de 10 años de periodo de retorno (w) y el contenido de carbonatos y caliza activa (ca) igual o superior al 50% y/o igual o superior al 15%, respectivamente. Todos los suelos del municipio de Vitoria-Gasteiz se clasifican en las categorías II y III, y en función de las limitaciones se subclasifican en las clases agrológicas II, II w, II e, III, III e, III ca y III eca. La principal diferencia entre las categorías II y III es la profundidad y la CRA. Dentro de la clase II se sitúan todos los suelos desarrollados sobre materiales del cuaternario con profundidades y CRA por lo general superiores a 100 cm y 100 mm respectivamente. En esta categoría también se incluyen suelos localizados sobre litologías del cretácico de la zona sureste de Vitoria-Gasteiz que tienen propiedades vérticas. Los suelos de esta categoría presentan un contenido de materia orgánica superior al 1% a 30-60 cm de profundidad. En esta categoría solo se encuentran dos limitaciones: la erosión (cuando la pendiente es superior al 10%) y el riesgo de inundabilidad. Esta mayor profundidad y capacidad de almacenar agua es positiva para los cultivos herbáceos y más aún para los cultivos perennes. Por otra parte, el menor contenido de carbonatos les confiere una mayor fertilidad y evita posibles problemas de clorosis férricas que aparecen, sobre todo, en el caso de cultivos perennes. A diferencia de la clase II, los suelos clasificados como clase III son menos profundos y de menor CRA: una profundidad media útil de 60 cm y una CRA inferior a 100 mm. En esta clase III todas las litologías corresponden al cretácico y los suelos, en general, presentan contenidos de carbonatos y caliza activa superiores al 50% y 15% respectivamente; esto hace que sean los suelos que más limitaciones presentan. Para poder cumplir con el objetivo de utilizar esta clasificación en el Plan General de Ordenación Urbana de Vitoria-Gasteiz es necesaria una escala de trabajo más detallada, siendo la escala 1:25.000 la más adecuada.

Evaluación del potencial agronómico de diferentes residuos orgánicos procedentes de actividades agrarias

M.R. Yagüe*, C. Lobo

Departamento de Investigación Agroambiental. IMIDRA. Finca El Encín, Autovía A-2. Km. 38,2 E-28800 Alcalá de Henares (Madrid).

* mariarosa.yague@madrid.org.

Palabras clave: digestatos anaeróbicos, fertilizantes orgánicos, gallinaza, sustratos post-cosecha de hongos.

Las actividades agrarias (explotaciones ganaderas e industrias agroalimentarias) generan diferentes tipos de residuos orgánicos, susceptibles de ser reciclados en la agricultura de acuerdo con la estrategia europea de economía circular. La utilización agronómica de los residuos orgánicos precisa de una previa caracterización físico-química y microbiológica para valorar su aptitud como fertilizante y/o enmienda. En el estudio se caracterizaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de 12 residuos orgánicos: 3 sustratos de post-cosecha de hongos (SPCH-: seta (-St), champiñón (-Ch) y compostado (-Re)), 3 digestatos anaeróbicos (DIG-) con co-sustrato: fracción líquida (-L), fracción sólida (-S), bruto (-B), 2 digestatos anaeróbicos: de residuos de alcachofa (-Al) y de naranja (-Na), bagazo de cerveza (BAG), harinilla de trigo (HAR), cascarilla de girasol (CAS) y gallinaza (GAL). Desde el punto de vista de fertilización y descomposición del material orgánico en el suelo, en base a su concentración de nutrientes NPK y relación C/N, los residuos que mejor aptitud presentan son: SPCH-Ch y SPCH-Re, presentando relaciones C/N entre 12 y 13. Los residuos DIG-L, DIG-S, DIG-B y GAL presentaron un elevado contenido en NPK y una baja relación C/N, entre 1-9, lo que implica una rápida mineralización del nitrógeno (3-11 kg N-NH₄⁺/t materia-fresca). Los residuos orgánicos GAL, SPCH-Ch y SPCH-Re presentaron una conductividad eléctrica alta (16-20 dS/m), por lo que habría que considerar la dosis de aplicación en cultivos sensibles a la salinidad. Desde el punto de vista de enmienda por aporte de materia orgánica al suelo (>80% expresado sobre materia seca) y porosidad total (>60%) la mejor aptitud la presentaron los residuos SPCH-St, DIG-S, BAG, HAR y CAS. Los digestatos DIG-Al y DIG-Na (C/N <2,5) presentaron bajos contenidos en materia seca (<1%) y nutrientes además de un elevado contenido en agua, ello supone un alto coste en transporte. Todos los residuos orgánicos presentaron ausencia de *Salmonella*; respecto a *E. Coli* los residuos orgánicos SPCH-Ch, SPCH-St, GAL y HAR mostraron la presencia de esta bacteria, asociada a la presencia de estiércol en su composición o por posible contaminación cruzada.

Agradecimientos

Contrato de colaboración IMIDRA-NEIKER en el marco del Proyecto INIA RTA-2015-00060-C04-04 (FEDER). Dra. M.R. Yagüe es beneficiaria de un contrato del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria (INIA-DOC-CCAA2015) IMIDRA-Madrid (BOE 25/07/2015). Personal de laboratorio del Departamento Agroambiental del IMIDRA.

Suelos y geomorfología en pastos de puerto (La Estiva, Pirineo Central)

L. Buendía¹, L.A. Longares², J.L. Peña², C. Martí¹, D. Badía-Villas¹

1. Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza), Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Ctra. Cuarte s/n Huesca.
2. Departamento de Geografía física y Ordenación Territorial, Universidad de Zaragoza.

Palabras clave: cartografía, erosión, piso subalpino, propiedades edáficas, niveles acumulativos, WRB

En el piso subalpino del Pirineo Central se encuentran dos tipos principales de pastos de verano, de contrastada composición florística y valor pastoral: cervunales (pastos de *Nardus stricta*) y pastos mesófilos. Su distribución se relaciona con propiedades edáficas que, a su vez, se ven condicionadas por perturbaciones de menor (bioturbación) o mayor magnitud (erosión). Ambos pastos colonizan diferentes niveles de acumulación, los cervunales se encuentran en niveles más estables y antiguos (L1), dejados en resalte por la erosión hídrica, mientras que los pastos mesófilos ocupan los más recientes (L2). Tienen una amplia representación espacial en la Estiva, zona periférica del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca), entre los 1700 y los 1900 msnm, sobre calizas del Ilerdiense Medio (Eoceno).

Este estudio persigue: (1) cartografiar las principales formas de relieve (2) caracterizar los suelos en los niveles acumulativos observados, y (3) clasificar los suelos (WRB), para lo cual se han descrito, muestreado y analizado 5 perfiles edáficos por ladera.

Los suelos tienen una serie de propiedades en común como son: las texturas finas, especialmente en L1 donde predomina la clase arcillo-limosa (con ausencia de piedras) frente a la franco-arcillo-limosa en L2; carecen de carbonatos (salvo excepciones en la base del perfil); y presentan una muy elevada estabilidad de los agregados. Por el contrario, se diferencian en (1) su espesor, siendo los suelos profundos o muy profundos en L1, pero someros en L2; (2) su reacción, siendo ácidos en L1 y neutros en L2, y (3) su saturación de bases de cambio: mesosaturados en L1 y (sub)saturados en L2. El pH actual aumenta en profundidad dentro de cada perfil, tanto en L1 como en L2. La MOS tiene un máximo en superficie, en la zona de enraizamiento radicular de los pastos, disminuyendo progresivamente con la profundidad (salvo ocasionales horizontes A enterrados en L2). La MOS se correlaciona significativa ($p < 0,01$) y positivamente con el potasio de cambio ($r = +0,90$) y la CIC ($r = +0,84$) y negativamente con el DMA ($r = -0,60$). A partir de la CIC, se deduce que predominan las arcillas micáceas (ilitas), de moderada calidad.

Los suelos en L1, con cervunales, se han clasificado como Oligoetric Cambisols (Clayic, Humic) mientras que en L2, con pastos mesófitos, se corresponden fundamentalmente a Hypereutric Leptosols (Loamic, Humic).

Edafogénesis de un Podzol del Sistema Ibérico: caracterización micromorfológica

R. Poch¹, L. Buendía², N. Fibla², D. Badía²

1. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl (Universitat de Lleida) Av. Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida
2. Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza), Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Crtra Cuarte s/n Huesca.

Palabras clave: argiluviación, crioturbación, edafogénesis, edaforrasgo , micromorfología, óxido-reducción, paleoproceso, podzol, podzolización

Los Podzols ocupan el 20% del continente europeo, pero tienen poca presencia en España, con el 0,1% de su superficie. Una de las zonas en las que se han descrito Podzols es el Sistema Ibérico, al coincidir un sustrato ácido, alta pluviometría y cierta estabilidad geomorfológica. Sin embargo, en la descripción y estudio de alguno de esos perfiles se observaron procesos aparentemente incompatibles con la podzolización. Por ello, en este trabajo se han aplicado técnicas de micromorfología para estudiar la edafogénesis de uno de estos Podzols. Se muestrearon un total de 5 bloques inalterados de los horizontes O, Ah, E, Bhs1 y Bhs2, de los que se prepararon láminas delgadas para su posterior interpretación mediante un microscopio petrográfico.

Se han observado: (1) revestimientos y rellenos de arcilla microlaminada en el Bhs2, lo que confirma la existencia de un proceso de argiluviación, y que conduciría a su denominación como Bt. El hecho de que dichos revestimientos estén fragmentados y mezclados con la masa basal del suelo sugiere que se trata de un paleoproceso; (2) casquetes de limo sobre elementos gruesos, con huecos en su base, lo que evidencia un proceso de crioturbación actual o al menos reciente, ya que los huecos se encuentran sin rellenar (en horizontes E y Bhs) y, (3) óxidos de hierro en el horizonte Bt confirmando un proceso de óxido-reducción. Aunque analíticamente el Bhs presenta una acumulación de materia orgánica, de Fe y de Al, procedentes del horizonte E, mediante microscopía óptica no se detectan edaforrasgos inequívocos de podzolización.

La hipótesis de formación de este perfil consistiría en un primer proceso de argiluviación, simultáneo o no con crioturbación, que sería parcialmente responsable de la fragmentación y deformación de los revestimientos de arcilla; y finalmente el proceso de podzolización que se manifiesta de forma incipiente.

Sensibilidad de los indicadores de la calidad edáfica en un suelo agrícola

S. Baizán, F. Vicente, A. Martínez-Fernández

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo.13. 33300 Villaviciosa (España).

Palabras clave: fertilización, leguminosas, manejo agrícola, sostenibilidad

Preservar la calidad y la salud del suelo es uno de los pilares fundamentales de la agricultura sostenible. Para evaluar la sostenibilidad de un agroecosistema es necesario disponer de indicadores edáficos como herramienta en la toma de decisiones que permitan responder de forma sencilla, rápida y fiable a las perturbaciones derivadas de las actividades agrícolas. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios producidos por diferentes prácticas de manejo sobre parámetros químicos y biológicos, con el fin de determinar su capacidad como indicadores sensibles de calidad del suelo.

Para ello se utilizaron tres parcelas semejantes y colindantes. En una de ellas se realizó el manejo convencional típico de las explotaciones del norte de España consistente en una fertilización química y cultivo invernol de raigrás italiano (RI-FQ). A las otras dos se les aplicó un manejo alternativo basado en criterios de sostenibilidad medioambiental utilizando abonado orgánico y un cultivo de haba forrajera (HB-FO) en una de ellas y un intercultivo de haba-raigrás (HBRI-FO) en la otra. En todas ellas se utilizó maíz forrajero para completar la rotación. Se tomaron muestras de la capa superior del suelo (10-20 cm), en nueve puntos de cada parcela distribuidos al azar, tras cada cosecha de invierno y de verano durante dos años consecutivos en el caso de los indicadores químicos y al inicio y al final del ensayo en los indicadores biológicos.

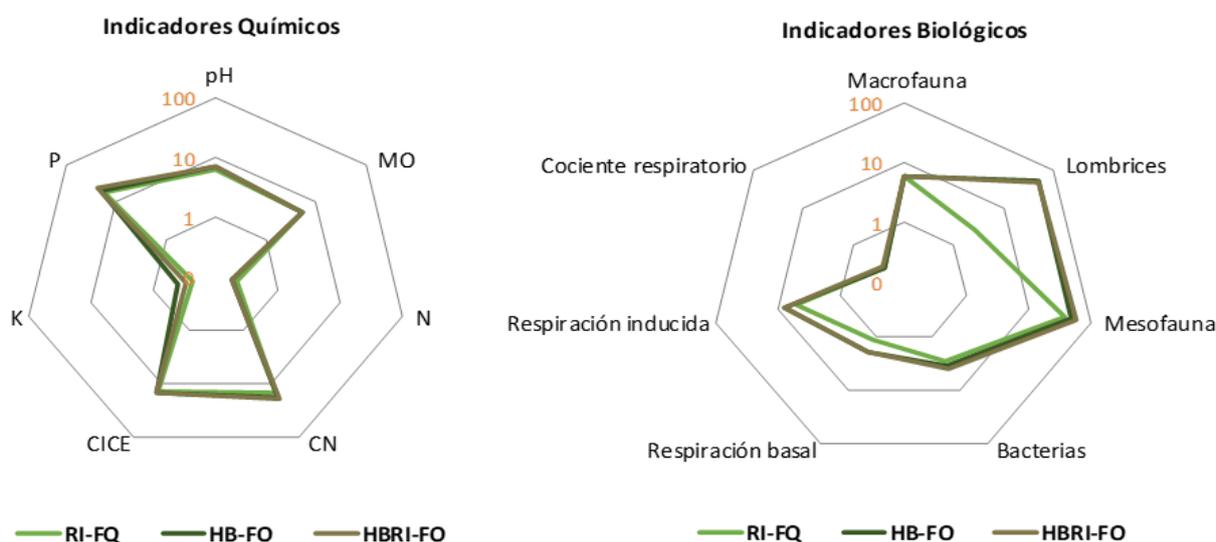


Figura 1. Indicadores químicos e indicadores biológicos del suelo de las subparcelas objeto de estudio. RI-FQ: manejo convencional con cultivo de raigrás italiano y fertilización química; HB-FO: manejo alternativo con cultivo de haba forrajera (HB) y fertilización orgánica; HBRI-FO: manejo alternativo con intercultivo de haba-raigrás (HBRI) y fertilización orgánica; MO: materia orgánica; CN: relación carbono/nitrógeno; CICE: capacidad de intercambio catiónico.

De los parámetros analizados, se seleccionaron los principales indicadores químicos y biológicos y se representaron en gráficos radiales (Figura 1). En los indicadores químicos se observó que el K y N fueron los parámetros que presentaron menos equilibrio, aunque en el caso del K hubo una ligera tendencia de separación entre tratamientos. En los indicadores biológicos, la abundancia de lombrices y de mesofauna fueron los parámetros principales y el cociente respiratorio el parámetro que presentó un equilibrio menor. Además, los gráficos mostraron cómo los indicadores biológicos son capaces de diferenciar los tratamientos (convencional vs. alternativo) gracias a su mayor rapidez de respuesta y sensibilidad, mientras que en los indicadores químicos tradicionales los tratamientos se solapan, lo cual indica que necesitan un mayor tiempo de respuesta.

Análisis y optimización de los parámetros de evaluación global de la capacidad general de uso del suelo a partir de la información del mapa de suelos

A. González-García¹, S. Alcalde-Aparicio²

1. Área de Edafología y Química agrícola. Departamento Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad de León, Escuela de Ingeniería Agraria y Forestal, Campus de Ponferrada Avda. Astorga, s/n Ponferrada, España 24401 agonzg31@estudiantes.unileon.es
2. Área de Edafología y Química agrícola. Departamento Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad de León, Escuela Ingeniería Agraria y Forestal (EIAF) Avda. Portugal, 41 León, España 24071

Palabras clave: análisis geoestadístico, aprovechamiento, capacidad de uso del suelo, factores físicos y químicos, evaluación global

El objetivo del trabajo es aplicar a 20 perfiles seleccionados de la cartografía provincial- Hoja 128 1:50k del MTN Riello (León)- un índice basado en el método paramétrico del sistema Riquier, Bramao & Cornet adaptado por FAO (1970), determinando la evaluación global y la capacidad general para tres usos: agrícola (cultivos), pastos o forestal. Se aplica a 8 parámetros edáficos: H, P, D, T, A, N, O, M (Figura 1). Se propone una mejora de los factores de estructura: estabilidad de los agregados y de la estimación de los minerales como optimización del método.

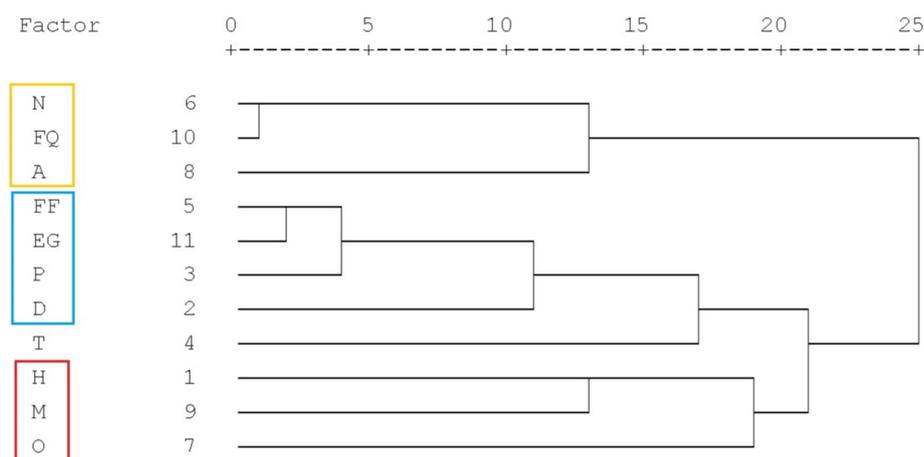


Figura 1. Dendrograma del análisis de conglomerados jerárquicos inter-grupos (distancia unión media) para los 8 parámetros edáficos (variables tipificadas): H=régimen de humedad, P=profundidad, D=drenaje, T=textura, A=capacidad de intercambio catiónico, N=saturación de bases, O=materia orgánica, M=reservas minerales

Los factores físicos (FF) y químicos (FQ) calculados inicialmente para presentan una correlación lineal positiva (FF $R^2=0.755$ y FQ $R^2=0.013$), el ajuste lineal es mejor para los FF respecto a la Evaluación Global (EG). El índice medio obtenido es de $EG=0.110$, siendo la contribución media de los FF de 0.579 y de los FQ de 0.354 (Figura 2), limitando siempre los factores físicos, con valores más restrictivos para los tres usos, especialmente en el uso forestal (0.113), seguido de cultivos (0.375) y finalmente pastos (0.574). Sin embargo, los factores químicos alcanzan valores medios más óptimos para el uso forestal (0.704), pastos (0.595) y cultivos (0.440). Según la estimación global final los aprovechamientos más favorables son los de práticamente (18.74%), siendo por el contrario los forestales (3.10%) los menos adecuados y para los cultivos (10.78%), al igual que muestra el ajuste

del análisis espacial geoestadístico. La Evaluación global (EG) obtenida se ajusta al análisis de conglomerados (Figura 1). Hay 2 grandes grupos clúster de clasificación, el primero correspondiente a FQ junto con A y luego N, mayor dependencia con la saturación de bases y la CIC; y otro segundo grupo con factores físicos FF y EG, al que se unen P y, en otra etapa, D. Este segundo grupo se une con el parámetro textura T, casi independiente, y este junto con minerales, por su íntima relación con la naturaleza de las arcillas (parámetro M) y finalmente, con materia orgánica. Hay un tercer grupo (Figura 1), correspondencia con los procesos edáficos de disponibilidad de nutrientes y la mineralización. En este grupo el parámetro humedad (H), se une junto con reservas minerales (M) y contenido en MO (O). Finalmente, este se une a mayor distancia al bloque de FF+EG (Figura 1) y al grupo de FQ. Por tanto, en la mayor parte de casos analizadas pese a presentar óptimas condiciones químicas tales como la reserva mineralógica, materia orgánica o CIC, el peso del factor limitante recae en las variables edáficas físicas de profundidad y drenaje que determinan la evaluación final de la capacidad de uso en esta zona.

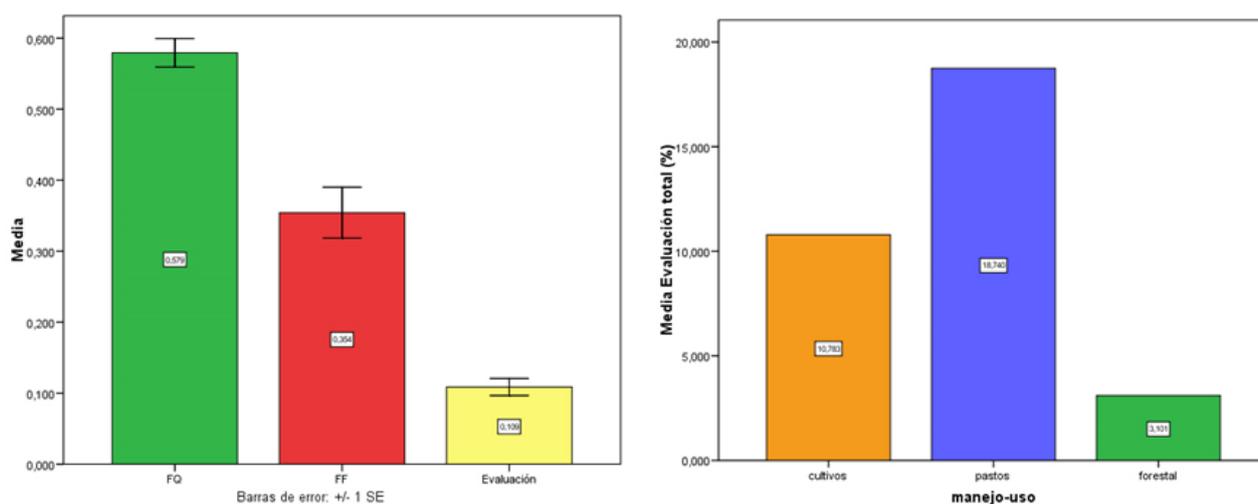


Figura 2.- Resultados estadísticos descriptivos del análisis de Factores físicos (FF), Factores químicos (FQ) y Evaluación global (EG) obtenidos para N=20 casos de estudio (izquierda) y Evaluación total (%) para los 3 usos: cultivos (C), pastos (P) y forestal (F) (derecha).

Estima de variables edáficas mediante el color del suelo: influencia de la pedregosidad superficial

D. Saez-Fabra¹, H. Moreno-Ramón¹, A. Marqués-Mateu², S. Ibáñez-Asensio¹

1. Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n 46022 València, España
2. Departamento Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n 46022 València, España

Palabras clave: agricultura de precisión, color del suelo, colorímetro, colorimetría, pedregosidad, suelo

En la agricultura de precisión los parámetros edáficos involucrados en el manejo de la explotación se determinan de forma indirecta, siendo el color del suelo una de las variables fáciles de medir que se puede correlacionar con otros parámetros. Aunque tradicionalmente se ha designado mediante notaciones Munsell, el uso de colorímetros consigue eliminar el sesgo del observador. No obstante, cuando se usa el colorímetro en campo los elementos gruesos pueden introducir errores en la lectura del color del suelo. Por ello, el objetivo de este estudio es estimar y cuantificar la influencia de la pedregosidad superficial en la medida del color del suelo ya que muchos dispositivos que albergan colorímetros no distinguen zonas de suelo desnudo, de suelos con pedregosidad. También se pretende estimar el error sobre la determinación de variables edáficas obtenidas por regresiones entre dichas variables y los componentes del color. Para llevar a cabo este trabajo se establecieron 60 puntos de muestreo en la zona agrícola del municipio de Sax (Alicante). De cada punto se midieron las coordenadas cromáticas con un colorímetro CSA 100 Konica Minolta por triplicado en tres situaciones diferentes: suelo desnudo (S), piedra (P) y la combinación de suelo y piedra (S/P) y se tomaron muestras superficiales alteradas e inalteradas. En el laboratorio se determinó el color del suelo tamizado a 2 mm en una cabina de color con iluminante D65 en las tres situaciones (S, S/P y P), mientras que en las inalteradas se midieron únicamente dos (S y S/P). De todas las muestras se analizaron carbonatos, hierro, materia orgánica, textura, conductividad eléctrica y pH. Tratamientos (S, S/P y P), situación (campo/laboratorio), cultivos y material parental fueron los factores utilizados para el estudio estadístico de la varianza, utilizándose regresiones para determinar el valor estimado de las variables edáficas y así calcular su error respecto al valor medido. Como resultado principal destacar que para la luminancia hay diferencias significativas entre las tres situaciones. Los elementos gruesos aumentan el valor de la luminancia un 15.55%, frente a la combinación S/P cuyo aumento es del 3.43% respecto al valor real. Para el caso del croma y del tono, no se registraron diferencias significativas entre S y S/P.

Seguimiento de la conductividad eléctrica y de la composición iónica de un Haplic Calcisol dedicado al cultivo de hortícolas

A. Sánchez Navarro, A. Girona Ruiz, M.J. Delgado Iniesta

Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100 Murcia.

Palabras clave: agricultura sostenible, conductividad eléctrica del suelo, indicadores edáficos, salinidad

El estudio se ha llevado a cabo en un Haplic Calcisol (WRB, 2014) dedicado al cultivo de hortícolas al aire libre en el Campo de Cartagena (Murcia). Para ello se ha seleccionado una parcela aproximadamente de 0.5 ha en la que se han cultivado diferentes especies hortícolas (lechuga, melones, espinacas y cilantro), alternando las mismas con periodos de barbecho y/o cultivo de cereales y leguminosas, que se han incorporado al suelo como abonado en verde.

El seguimiento de la conductividad eléctrica (CE) del suelo se ha llevado a cabo a partir de muestras tomadas a diferentes profundidades a lo largo de cada uno de los ciclos de cultivo evaluados. En todas ellas se ha determinado la CE así como la caracterización iónica del extracto de saturación de la pasta saturada.

El objetivo de este estudio es el seguimiento o monitorización de la CE y de la composición iónica del suelo con vistas a poder utilizarlo como un indicador de respuesta rápida a la gestión que se hace del mismo y de la degradación que puede sufrir como consecuencia de ésta.

Como se muestra en la Figura 1, los valores de CE presentan cambios muy notables durante el periodo de estudio, oscilando entre un mínimo próximo a 2 dSm^{-1} en febrero de 2017 y un máximo de 10 dSm^{-1} en mayo de 2018. En cuanto a la caracterización iónica, los iones que se presentan en mayores concentraciones han sido: Cl^- , SO_4^{2-} y Na^+ .

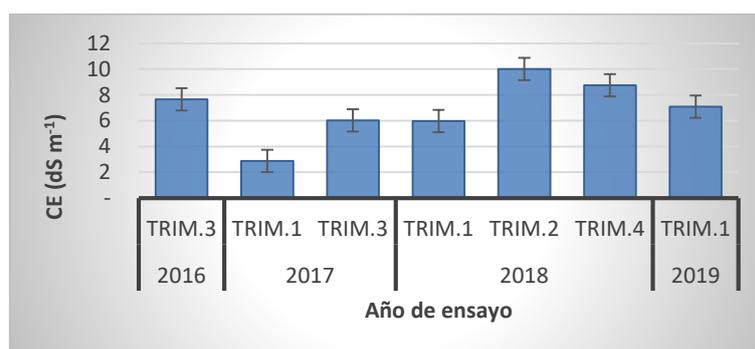


Figura 1: Valores de C E. en el periodo de estudio.

Como conclusión, puede decirse que el grado salino a lo largo del periodo de estudio ha variado entre niveles que escasamente afectan al desarrollo del cultivo a otros que pueden limitar tanto a la viabilidad como a la producción de los mismos; por ello, en una agricultura moderna y sostenible, que es el modelo que debe promocionarse especialmente en lugares vulnerables sometidos a una fuerte presión agrícola, como éste, es fundamental el seguimiento de aquellas propiedades del suelo que puedan utilizarse como indicadores sensibles de degradación edáfica.

Eficiencia de la fertilización orgánica en suelos bajo cultivo de olivar. Efectos en la calidad del suelo

I. Girón¹, M. Panettieri², E. Benítez³, E. Madejón¹

1. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IRNAS-CSIC), Avenida de la Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, España
2. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC), Serrano, 115b, 28006, Madrid, España.
3. Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEZ-CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada, España

Palabras clave: actividad microbiana, compost, olivar, RMN

La agricultura en la cuenca mediterránea ha sido durante milenios crucial para el desarrollo económico de los países que la conforman, los cuales comparten condiciones agroecológicas y dos grandes limitantes: déficit de recursos hídricos y el bajo nivel de materia orgánica de los suelos, lo que los hace muy vulnerables a la degradación y al avance de la desertificación. Algunas prácticas de cultivo ofrecen oportunidades para mantener las funciones asociadas a la producción agrícola y aumentar la resiliencia frente a futuras perturbaciones. Este trabajo aborda un estudio en un cultivo de olivar de mesa en secano y como prácticas sostenibles se propone el uso de enmiendas orgánicas como alternativa a la fertilización tradicional. Se han utilizado dos tipos de compost uno de una mezcla de alperujo, residuos de leguminosas y abono de agricultura ecológica (Compost A ≈ C orgánico 29,1%, N total 1,56%, P 2,56%, K 2,6%) suministrado por la empresa Fertiormon y el otro de restos de poda y lodos de EDAR (Compost B ≈ C orgánico 22,6%, N total 2,27%, P 3,43%, K₂O 0.90%). Los compost se añadieron a dos dosis en la base del árbol, la baja (17 kg de producto añadido) y la alta (27 kg de producto añadido). La aplicación de las enmiendas causó un aumento de contenido de C orgánico en el suelo, especialmente en las dosis altas. Del mismo modo, hubo una respuesta positiva de las actividades enzimáticas medidas en el suelo (deshidrogenasa, b-glucosidasa y ureasa) en los suelos tratados con los composts. Además, las enmiendas modificaron la composición química del suelo, como demostrado por los análisis de resonancia magnética nuclear de ¹³C en estado sólido. Después de 18 meses, la aplicación de los composts, una fuente de materia orgánica rica en carbohidratos y compuestos alquílicos, ha producido cambios en la huella molecular del suelo relacionada con la actividad microbiana del mismo.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto: Fertilización orgánica en suelos bajo cultivo de olivar. Evaluación del flujo sostenido de servicios ecosistémicos AGL 217-84745-R.

Indicadores bioquímicos para evaluar la calidad del suelo bajo distintos sistemas de laboreo

M. Panettieri¹, A. Fernández², L. Lozano², I. Girón¹, E. Madejón²

1. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC), Serrano, 115b, 28006, Madrid, España.
2. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IRNAS-CSIC), Avenida de la Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, España

Palabras clave: actividad enzimática, leguminosa, Materia Orgánica, PLFA

En un suelo agrícola, se define “laboreo” como el conjunto de operaciones realizadas para la modificación de la capa superficial con el fin de mejorar las condiciones de la misma y conseguir una adecuada cama de siembra y/o raíces. Las modernas tendencias de laboreo no sólo tienden a reducir la profundidad de las labores, sino también su número. A pesar de esta tendencia, todavía se distinguen tipos de laboreo muy diferentes, desde el tradicional, que consta de muchas operaciones de manejo y una mayor profundidad, hasta la siembra directa, definida “laboreo cero” o “no laboreo”. En este trabajo se estudian varios parámetros bioquímicos como las actividades enzimáticas (β -glucosidasa, deshidrogenasa) y los fosfolípidos de membrana (PLFA), junto con parámetros químicos como el carbono hidrosoluble, y el Carbono y Nitrógeno total como indicadores de la calidad de un suelo bajo no laboreo (NL), laboreo reducido (LR) y laboreo tradicional (LT) analizados antes de la siembra y después de la cosecha de una leguminosa (*Vicia faba* L.). El estudio se ha llevado a cabo en la finca La Hampa, en el experimento de comparación de laboreo a largo plazo que se estableció hace 10 años. Los resultados han permitido por un lado cuantificar el efecto del laboreo y de una planta fijadora de nitrógeno sobre la distribución de las comunidades bacterianas en el suelo (PLFA) y sobre su funcionalidad (actividades enzimáticas), y por otro establecer la validez de esos parámetros como indicadores de calidad del suelo en experimentos de comparación de laboreos.

5 Uso y manejo del suelo

El sistema asociado de melón-judía de careta puede mejorar la fertilidad del suelo, el rendimiento del melón y la proporción de tierra equivalente

V. Sánchez-Navarro, O. Ozbolat, A. Faz, R. Zornoza

Grupo de investigación Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas, Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena

Palabras clave: cultivos asociados; *Cucumis melo*; manejo ecológico; productividad de la tierra; rendimiento; *Vigna unguiculata*.

La inclusión de leguminosas en sistemas de cultivos asociados puede ser una buena alternativa para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, aumento de la biodiversidad y la materia orgánica del suelo, y la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementando la producción y la productividad de la tierra. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes combinaciones de melón intercalado (*Cucumis melo*) con judía de careta (*Vigna unguiculata*), con incorporación de los residuos de las leguminosas como abono verde y la disminución de los insumos externos en la fertilidad del suelo, los rendimientos de los cultivos y la relación de equivalencia de la tierra (RET). Por lo tanto, bajo práctica de manejo ecológico, comparamos un monocultivo de melón con diferentes sistemas de cultivo asociado de melón y judía de careta (intercalado de filas 1: 1 y 2:1, y cultivo asociado mixto, donde en una misma fila se alterna melón y judía). En los sistemas asociados, se redujo la tasa de fertilizantes en un 30% en comparación con el monocultivo de melón. Los resultados mostraron, en cuanto a la fertilidad del suelo, valores significativamente más altos de carbono orgánico total, macronutrientes (N, P, Ca, Mg, K) y micronutrientes (P, Cu, Zn, Fe, Mn, B) en el suelo con sistemas asociados de melón y judía frente al monocultivo de melón. Todas las combinaciones de cultivos asociados aumentaron el rendimiento de melón, entre 34-70%, en comparación con el monocultivo de melón, y el rendimiento comercial entre 40-80%. Estos incrementos se justifican por mayor número de melones por planta, al mejorar la polinización por la presencia de las flores de la leguminosa, y por una comunidad microbiana más activa estimulada por la leguminosa, que incrementa la disponibilidad de nutrientes. La RET fue de 1.82, 1.91 y 1.89 para los sistemas combinados 1: 1, 2: 1 y mixto, respectivamente, destacando el aumento significativo en la productividad de la tierra cuando se intercala el melón con la judía de careta. Por lo tanto, la introducción de judía de careta en cultivos asociados con melón dio como resultado un sistema sostenible, con disminuciones en el uso de insumos externos al tiempo que mejora la fertilidad del suelo, y aumenta el rendimiento del melón y la productividad global de la tierra, sin efectos negativos en la calidad del melón.

Plant–soil relationships along the snowmelt gradient in Pyrenean snowbeds: practical applications of thermogravimetry.

N. Roca¹, E. Illa², M. García-Valles³

1. Soil Science Laboratory, Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences University of Barcelona, Av. Diagonal 643, 08028 Barcelona, Catalonia, Spain
2. Institute for Research on Biodiversity (IRBio), Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences, University of Barcelona, Av. Diagonal 643, 08028 Barcelona, Catalonia, Spain
3. Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, Carrer Martí i Franquès, s/n, 08028 Barcelona, Spain.

Keywords: snowbed soils, soil carbon, thermogravimetric analysis

Accrual of carbon (C) and nitrogen (N) in soil is a significant and realizable management option to mitigate climate change; thus, a clear understanding of the mechanisms controlling the persistence of C and N in soil organic matter (SOM) across different ecosystems has never been more needed. In this study soil profiles were sampled along the snowmelt gradient under different vegetation types and species in three non-calcareous localities at the Pyrenees. Several soil parameters were measured, among them pH, organic C (SOC), N, bulk density. Thermogravimetry (TG) was also applied to estimate SOM contents. Snowbed soils are characterized by a low pH and a high SOC. Organic C and N are more abundant at the early snowmelting profiles and at the topsoil. The bulk density at the topsoil is always lower than 1.2 g·cm⁻³. The principal mass loss regions by TG were obtained in two temperature bands corresponding to organic and predominantly inorganic events contained in the 200-430 and 430-590°C respectively. The OC obtained for these soils (n=60) was most closely correlated ($r=0.986^{**}$) with mass changes occurring over the 200-430°C, thus indicating this is the most significant thermal region for SOM release. A slope of 0.54 ($R^2 = 0.97$) provides an approximate conversion factor for these soils that is a little lower than the traditional factor of 0.58, and could be suggesting that almost all the C is accounted for this region alone, in those soils. This region probably encapsulates the most labile SOM and not thermally recalcitrant C tied up with the expected clay mineral event which follows over the 430-590°C. The vertical distribution of SOC in the profiles is regular in soil with fine texture, and is related with the SOC protection by the interaction with clay and oxide surfaces and metal ions and physical entrapment in aggregates.

Efectos del decaimiento del alcornoque en la red trófica del suelo utilizando los nematodos como bioindicadores

J. Domínguez-Begines¹, G.B. de Deyn², L.V. García¹, L. Gómez-Aparicio¹

1. Departamento Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Av. Reina Mercedes, 10. Sevilla.
2. Soil Biology Department. Universidad de Wageningen, Droevendaalsesteeg 3, Wageningen. Países Bajos.

Palabras clave: alcornoque, bioindicadores, decaimiento, interacción planta-suelo, nematodos, *P. cinnamomi*, red trófica del suelo, seca.

Los microorganismos del suelo juegan un papel esencial en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, el flujo de la energía y el ciclo de nutrientes. En concreto, los nematodos son los animales más abundantes en el suelo, ubicuos en todos los ecosistemas, comprenden todos los grupos tróficos y son muy sensibles a cambios ambientales. Por tanto, son muy utilizados como bioindicadores en estudios de agricultura y ecología, y multitud de índices se han desarrollado para analizar el grado de madurez, la complejidad de la red trófica y la disponibilidad de recursos en el suelo. Este trabajo evalúa los efectos del decaimiento y muerte de *Quercus suber* (alcornoque) en los organismos del suelo utilizando los nematodos como bioindicadores. Los *Quercus* perennes (alcornoque y encina) de la Península Ibérica están sufriendo un severo decaimiento y muerte debido al efecto interactivo de distintos factores de cambio global como los patógenos exóticos (principalmente *Phytophthora cinnamomi*) y el cambio climático. Usamos modelos espacialmente explícitos para predecir las características de la comunidad de nematodos en función de las características (especie, tamaño y salud) de la comunidad vegetal. Los resultados indican que el proceso de defoliación y muerte de *Q. suber* altera la estructura trófica del suelo aumentando la abundancia de nematodos pertenecientes a los niveles tróficos basales (bacterívoros, fungívoros y herbívoros) y disminuyendo la abundancia en los niveles tróficos superiores (depredadores y omnívoros). Además, el decaimiento de *Q. suber* produce un retroceso en el estadio ecológico sucesional (disminución del índice de madurez), redes tróficas más simples y susceptibles a perturbaciones (disminución del índice de estructura) y cambios en el canal de descomposición predominante (incremento en el ratio fungívoros/bacterívoros). Nuestro estudio demuestra que el deterioro de la salud de una especie vegetal dominante puede alterar la estructura y composición de la red trófica del suelo con importantes consecuencias en los procesos biogeoquímicos a corto y largo plazo.

Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla-México

O. Romero Arenas¹, A. Contreras Cruz¹, P. Sánchez Morales¹, A. Rivera Tapia², I. Ocampo Fletes³, C. Parraguirre Lezama¹

1. Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP); Edificio VAL 1, Km 1,7 carretera a San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, 72960, Puebla, México.
2. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias (ICUAP), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).
3. Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Campus Puebla, Colegio de Postgraduados.

Palabras clave: agroecosistema café; café; conservación; fertilidad del suelo; prácticas agroecológicas

El café (*Coffea arabica* L.) es el segundo cultivo de importancia económica mundial para el desarrollo económico, político, social y cultural de los países productores de este grano, donde Brasil ocupa el primer lugar con 30.5% de la producción total, seguido de Vietnam, Indonesia y Colombia con aportes de 12.4%, 8.1% y 7.8%, respectivamente. La India y México ocupan el quinto lugar al aportar 3.5% de la oferta mundial de café.

En México es un cultivo muy importante para el desarrollo del centro y sur de del país: 70% del área cultivada se encuentra bajo manejo tradicional, donde la producción es de 1 026 252 toneladas anuales cultivadas principalmente en 12 estados, sobresaliendo Chiapas con 31%, Oaxaca con 24%, Veracruz con 19% y Puebla con 9% ocupa el cuarto lugar como productor de café, con una producción de 171 320.2 t.

Por la relevancia de estos agroecosistemas, el objetivo fue identificar prácticas agroecológicas (PA) y su influencia en la fertilidad del suelo en sistemas de café de Xolotla, Puebla-México. Para identificar PA se aplicó una encuesta a 79 productores; para determinar la fertilidad del suelo se realizaron análisis fisicoquímicos con base en la NOM-021-SEMARNAT; además, se analizó la concentración bacteriana total a través del método de turbidimetría. Se encontró que 71% de las prácticas de manejo en la región son de carácter agroecológico, donde el rendimiento va de 0.5 a 4.5 TM ha⁻¹ de acuerdo a su potencial productivo, siendo así, que el mayor rendimiento está relacionado con los parámetros más altos de Nitrógeno, Potasio, Calcio y Sodio, además de presentar la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias por gramo de suelo (3E8). Por tanto, las prácticas agroecológicas ejercen una influencia positiva sobre el manejo, la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo de café.

Efecto del tipo de suelo en la composición aromática de las uvas del cultivar Tempranillo

J.M. Martínez-Vidaurre¹, R. Murillo-Peña¹, T. Garde-Cerdán¹, E. Pérez-Álvarez²

1. Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino - I.C.V.V. (Gobierno de La Rioja, CSIC, Universidad de La Rioja), Ctra. de Burgos km. 6. 26007 Logroño, España. jmvidaurre@larioja.com.
2. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS). Campus Universitario Espinardo Ed. 25.30100 Murcia, España

Palabras clave: añada, aromas primarios, suelos, Tempranillo

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del tipo de suelo y sus propiedades físico-químicas en la composición aromática de las uvas del cultivar Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) durante dos añadas consecutivas, 2013 y 2014. Para ello, se seleccionaron tres viñedos enclavados dentro de la D.O.Ca. Rioja cuyos suelos se describieron y se clasificaron como: *Haploxerepts Fluvéntico* (HF), *Calcixerepts Típico* (CT) y *Palexerolls Petrocálcico* (PP). Las muestras de uva se tomaron de cada viñedo y en cada añada en el momento óptimo de madurez tecnológica. La determinación de la composición volátil de las uvas se llevó a cabo mediante microextracción en fase sólida (SPME) y posterior análisis por Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (CG-MS). Los resultados mostraron que, en ambas añadas, el contenido total de terpenoides fue mayor en las uvas procedentes del suelo CT que en las de los otros dos tipos de suelo, aunque sin diferencias con PP en 2013. En 2014, las muestras mostraron mayor contenido de terpenoides que en 2013, excepto PP. El contenido de C₁₃ norisoprenoides totales en 2014 fue menor en las uvas CT que en las de los otros suelos; HF y PP mostraron diferencias entre años, con menor contenido de estos compuestos en 2013. En cuanto a los bencenoides, en 2013, el menor contenido correspondió a las muestras PP. Las muestras CT, en 2014, tuvieron altos contenidos de compuestos C₆, siendo los menores niveles de dichos compuestos los de HF. En 2013, el contenido de compuestos C₆ fue mayor que en 2014. Consecuentemente, el tipo de suelo es un factor que podría influir de forma específica, por medio de ciertos parámetros edáficos (profundidad efectiva, porcentaje de carbonatos, reserva de agua disponible, etc.), sobre los compuestos varietales de las uvas y, de esta manera, contribuir a modular las características aromáticas del vino.

Compost para la producción de lechuga. Una estrategia sostenible.

C. Mancho*, M. Gil-Díaz, S. Díez-Pascual, J. Alonso, A. Gutiérrez, M.C. Lobo

IMIDRA. Finca "El Encín" A-2, km 38,2. 28800 Alcalá de Henares (Madrid). Spain.

*carolina.mancho@madrid.org

Palabras clave: compost de lodos de depuradora con restos de poda, fertilización, *Lactuca sativa*, suelo

La necesidad de incrementar la producción de cultivos supone la utilización de fertilizantes minerales que incorporan los nutrientes esenciales a la planta pero que en la mayoría de las ocasiones se dosifican en exceso, suponiendo una contaminación difusa que puede conducir a procesos de eutrofización de aguas subterráneas. Por otro lado, la producción de fertilizantes minerales incrementa la emisión de gases de efecto invernadero contribuyendo al cambio climático. La utilización de compost a partir de lodos de depuradora y restos de poda supone una alternativa sostenible que contribuye al reciclaje de este residuo y favorece la fertilidad del suelo.

En condiciones de invernadero se ha evaluado el efecto de la aplicación de dos dosis de compost (CP 40 y 60 t/ha) en dos cultivos sucesivos de *Lactuca sativa* L. sobre un suelo franco limoso en macetas de 70 L. Estos tratamientos se compararon con fertilización inorgánica (NPK, 0,5 t/ha). Después de cada ciclo de cultivo se evaluaron las propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo.

Las mayores producciones en ambos cultivos se obtuvieron en los tratamientos CP, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas en función de la dosis aplicada. La materia orgánica y los nutrientes del suelo se incrementaron significativamente en estos tratamientos. En cuanto a la potencial acumulación de metales pesados, los tratamientos con CP mostraron incrementos significativos en el contenido en Cu y Zn, especialmente cuando se empleó la dosis alta. En todos los casos los valores de metales estuvieron siempre por debajo de los límites establecidos por la legislación vigente. A la vista de los resultados la aplicación de compost de lodos de depuradora con restos de poda a la dosis de 40t/ha sería una alternativa eficaz a la fertilización mineral para la producción de lechuga, consiguiendo mayores rendimientos y favoreciendo al mismo tiempo las propiedades del suelo.

Agradecimientos

Proyectos: FP17-RESIAGRO (IMIDRA, Comunidad de Madrid) y PDR18-FERTILODO (Comunidad de Madrid, MAPA y FEADER).

Efecto de la adición de restos de poda sobre la evolución de los nutrientes en piel, pulpa y hueso de aguacate (*Persea americana* Mill.)

A. Aguirre-Arcos¹, M.P. Reyes-Martín¹, M. García-Carmona^{1,2}, L. Márquez-San Emeterio^{1,3}, A. Said-Aabida¹, E. Fernández-Ondoño¹, I. Ortiz-Bernad¹.

1. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Campus de Fuentenueva, s/n. 18071 Granada, España.
2. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández. Avenida de la Universidad, s/n. 03202 Elche, España.
3. Departamento de Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS, CSIC). Av. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla, España.

Palabras clave: aguacate, mulching, nutrientes, restos de poda.

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una de la frutas tropicales con mayor importancia en la actualidad. Su cultivo se enfrenta a importantes problemas muy extendidos en la agricultura moderna, como la pérdida de nutrientes en el suelo o la gestión de residuos que pueden ser mitigados con técnicas agrícolas como el *mulching* orgánico, y en concreto el *mulching* con restos de poda. Con objeto de estudiar si la adición de restos de poda al suelo puede mejorar la calidad de los frutos de aguacate, se realizó un ensayo en la Finca Experimental de El Zahorí (Almuñécar, Granada) durante 4 años en los que se adicionaron restos de poda de cultivos tropicales (aguacate, chirimoyo, mango) y de jardines procedentes de la población de Almuñécar. Se escogieron 4 parejas de árboles de aguacate por cada uno de los tratamientos, incluyendo un control sin restos de poda. Se recogieron dos frutos por árbol en 2013, 2015 y 2017, analizándose la evolución del peso, volumen, y contenido en azúcar de los frutos, así como el contenido en macronutrientes (K, Na, Ca, Mg, C y N) y micronutrientes (Fe, Cu, Mn y Zn) en piel, pulpa y hueso. Los resultados mostraron un incremento en 2015 del peso y volumen de los frutos, así como un descenso en el porcentaje de azúcar con respecto a los otros años, hecho que se relacionó con un menor estrés hídrico durante el periodo de fructificación. En general, no se observó un aumento en el contenido de nutrientes a lo largo del tiempo de experimentación, salvo excepciones, y la calidad de la fruta se mantuvo. Los distintos restos de poda utilizados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos con respecto a los nutrientes aportados a los frutos. El contenido en nutrientes de la pulpa de los aguacates de Almuñécar es superior a otros reportados en la bibliografía, lo que añade interés a su cultivo en la costa tropical granadina. Se concluyó que debido al corto periodo de estudio no se observa que la adición de restos de poda mejore la calidad de los frutos de aguacate pero tampoco la rebaja, lo que enfatiza el interés de esta técnica que puede mejorar la calidad del suelo, restituyendo nutrientes, protegiéndolo de la erosión, disminuyendo la evapotranspiración y reduciendo las emisiones de CO₂, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

La fase pedregosa como factor de diferenciación en suelos vitícolas

C. Pérez-de-los-Reyes¹, S. Bravo¹, J.A. Amorós¹, F.J. García-Navarro¹, J. García-Pradas¹; M. Sánchez-Ormeño¹, R. Jiménez-Ballesta²

1. Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real. Ronda de la Mata, 7. 13004 Ciudad Rea
2. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias. Ciudad Universitaria de Cantoblanco, Calle Francisco Tomás y Valiente, 7, 28049 Madrid

Palabras clave: diferenciación, pedregosidad, suelo vitícola

En este trabajo se han estudiado once suelos de la Finca “Dehesa de Navamarín” en Lezuza (Albacete) con el objetivo de definir las características distintivas de los mismos que hagan que los vinos obtenidos de dichas parcelas sean de una calidad diferenciada. Después de describirlos morfológicamente y realizar los análisis pertinentes en el laboratorio, se determinó que las propiedades de los mismos podrían adjetivarse como normales: clase textural predominante franca a franco-arcillosa; estructura dominante en los distintos horizontes fuerte, generalmente en bloques subangulares; contenido de materia orgánica comprendido entre 1,0% y 2,9%; relación C/N en torno a 11; capacidad de intercambio catiónico entre 13,7 y 22,4 cmol⁺/kg; sin problemas de salinidad; valores de pH entre 8,0 y 8,5; saturación en bases del complejo de cambio del 100% y contenido en carbonato cálcico superior al 20% en todos los suelos (excepto dos de los perfiles que no presentaban carbonatos).

Lo más destacado de los suelos estudiados era la pedregosidad del horizonte superficial, muy elevada (6 de los 11 perfiles estudiados superan el 30%; y otros 3 el 50%), a base de cantos de cuarcita redondeados de diverso tamaño (guijarros, piedras y bolos) sobre sustratos calizos. Estos mantos de rañizo que se superponen sobre las calizas, contribuyen a generar suelos únicos en los que se enfrentan procesos de acidificación (de la degradación de las cuarcitas en la parte superior del perfil) frente a otros de basificación (por la presencia de carbonato cálcico en la parte inferior del suelo). En general, favorecen la retención de humedad y la permeabilidad, modificando el régimen térmico del suelo y de la planta ya que absorben energía solar que posteriormente transmiten a la zona de enraizamiento de las vides favoreciendo el inicio más temprano de ciertas fases fenológicas. Además, irradian energía calorífica que deriva hacia la uva, por lo que influye en la producción de compuestos fenólicos durante la maduración y, por último, actúan a modo de pantalla al recibir el impacto de la lluvia, por lo que impiden la erosión del suelo. En definitiva, estos mantos de suelo poco comunes se constituyen en un factor diferenciador suficientemente destacado como para dotar a dicho suelo vitícola de una característica distintiva frente a otros suelos regionales.

Could land management modify nutrient content in Spanish olives?

M. Álvarez-Romero¹ †, G. Bartoli², S. Papa²†

1. Department of Forest Engineering, Technical School of Agronomic and Forestry Engineering. University of Cordoba. Campus Rabanales, Leonardo Da Vinci Building, Ctra. Madrid, Km 396. 14071 Córdoba, Spain (a82alvro@uco.es).
2. Department of Environmental, Biological and Pharmaceutical Sciences and Technologies, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Via Vivaldi 43, 81100 Caserta, Italia (stefania.papa@unicampania.it).

† These authors contributed equally to this work.

Palabras clave: land management, olive groves, olive mill waste, trace metals

Over 750 million olive trees are grown around the world, 95% of which are in the Mediterranean basin. Most of the global production comes from Southern Europe countries, North Africa and the Middle East. In Europe, the 93% of the production comes from Spain, Italy and Greece. Spain is the country with the largest number of olive trees (more than 300 million) and is now the world's leading producer and exporter of olive oil. The study was carried out in Torredelcampo (Jaén, Spain), in three rain fed olive groves plots (Picual variety of olive trees with an age <30 years) under different land management and occupying a surface of one ha each one. Selected land managements were: (1) conventional tillage (CT); (2) CT plus the addition of alperujo (A) (270 Mg ha⁻¹year⁻¹); (3) CT plus the addition of olive leaves (H) (236 Mg ha⁻¹year⁻¹). Alperujo and olive leaves are olive mill by-products. Alperujo is the solid olive mill waste generated by the two-phase method of olive oil extraction; and olive leaves are those unintentionally collected with the olives at harvest and removed prior to milling. The focus of this study was to evaluate the content of trace elements in soils under different land management from Spanish olive groves and the influence of the selected soil management on the distribution of the different trace elements from soil to stem, leaves and olives. This study showed: (i) no improvements were observed in the nutrient content in the soils of the two plots where were additioned oil mill by-products "alperujo" (A) and olive leaves (H) compared with nutrient contents in control plot (CT); (ii) the olives showed significantly higher Na, Zn and Fe concentrations than control in both plots; plots H showed significantly higher Cu concentrations instead plot A showed significantly higher P and Se concentrations than control; (iii) in addition, trace metals concentrations assayed in olives were compared with the critical values reported by the WHO/FAO Food Standards Program (WHO/FAO 1984) and these were all under critical values.

Fertilización orgánica: efecto de las aplicaciones a largo plazo sobre la densidad aparente del suelo en condiciones mediterráneas

À.D. Bosch-Serra^{1*}, A.S. Valdez^{1,2}, M.R. Yagüe^{1,3}, C. Ortiz^{1,4}, J. Boixadera^{1,4}

1. Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo, Universidad de Lleida, Avda. Rovira Roure 191, E-25198, Lleida. España.
2. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Pedro de Ycuamandyyu PY-020101, Paraguay.
3. Departamento Agroambiental, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural (IMIDRA). Finca El Encín, km 38.1, Alcalá de Henares, E-28800 Madrid. España.
4. Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Generalitat de Catalunya, Avda. Rovira Roure 191, E-25198, Lleida. España.

* angela.bosch@macs.udl.cat.

Palabras clave: compactación, compost de lodos de depuradora, mínimo laboreo, purín porcino **Resumen**

En sistemas de secano de zonas semiáridas mediterráneas con laboreo vertical del suelo, éste es vulnerable a la degradación por compactación, riesgo que puede analizarse mediante la densidad aparente del suelo (ρ_{ap}). El objetivo de esta experimentación fue evaluar el efecto sobre la ρ_{ap} del suelo de diferentes tipos de fertilizantes (mineral y orgánicos) tras su aplicación anual en siembra de cereal de invierno (cebada-trigo) durante 19 años consecutivos, así como su evolución a lo largo de un ciclo de cultivo (campaña 2015-2016). El ensayo se ubicó en Agramunt (Lleida, España). El suelo se clasificó como Typic Xerorthent (SSS, 2014). La textura del horizonte superficial era franca. Los cuatro tratamientos de fertilización se aplicaron siempre en pre-siembra del cereal: mineral (MI, 80 kg N ha⁻¹), purín de cerdo (PC, 97 kg N ha⁻¹), compost (C1, 88 kg N ha⁻¹) y compost a doble dosis (C2, 174 kg N ha⁻¹). Se incluía un control (CO, sin N). Todos ellos se distribuían al azar en tres bloques (repeticiones). Los muestreos de ρ_{ap} del suelo (muestras inalteradas mediante cilindros, 0–5 cm) se realizaron tras la siembra (Oct. 15) en noviembre de 2015 (Nov.15), enero (Ene.16) y abril (Abr.16) de 2016. Los resultados mostraron que la ρ_{ap} , disminuía significativamente con el desarrollo del cultivo (1,61 g cm⁻³-Nov. 15 > 1,38 g cm⁻³-En. 16 > 1,32 g cm⁻³-Abr. 16), lo que se asoció a su desarrollo radicular. La cantidad de materia orgánica aportada por C2 (2,5 t ha⁻¹) redujo significativamente la ρ_{ap} media (1,38 g cm⁻³) respecto a CO, MI, PC (1,49; 1,46 y 1,45 g cm⁻³, respectivamente). Los resultados obtenidos mostraron la importancia del aporte anual de materia orgánica y del propio desarrollo radicular del cultivo para reducir la compactación tras la siembra.

Agradecimientos

Proyectos RTA2013-57-C5-5 y RTA2017-88-C3-3 del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) junto con el Plan para la Mejora de la Fertilización Agraria de la Generalitat de Cataluña. MR Yagüe agradece el ser beneficiaria de un contrato DOC-INIA-IMIDRA (BOE 25/07/2015) y AS Valdez de una beca de la Fundación Carolina para la realización de la tesis doctoral en la Universidad de Lleida (España).

Fertilidad de los suelos de huertos urbanos de Sevilla

J. Hallat Sánchez, E. Gutiérrez González, P. Burgos Domenech, R. López Núñez

IRNAS-CSIC, Avda. Reina Mercedes 10, 41080, Sevilla.

Palabras clave: agricultura ecológica, agricultura urbana, materia orgánica del suelo

La agricultura urbana es una actividad en expansión a nivel mundial. Se estima en más de 20.000 el número de huertos urbanos en España, siendo cultivados la mayor parte de ellos bajo manejo ecológico y con frecuente uso de diversos tipos de composts o estiércoles lo que origina suelos enriquecidos en materia orgánica, de elevada fertilidad y con potencial para el secuestro de C. En el presente trabajo se estudia la fertilidad de suelos de 5 huertos urbanos de la provincia de Sevilla con diferente antigüedad de manejo bajo prácticas de agricultura ecológica. En muestras de la capa arable (0-25 cm) de entre 6 y 10 parcelas de cada uno de los huertos, se determinaron los contenidos de materia orgánica (MO), N-keldahl, P-olsen y cationes disponibles, pH y C.E., así como la textura.

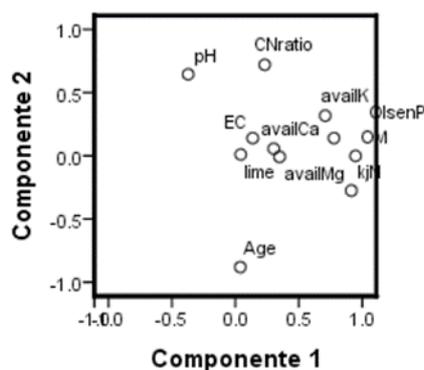


Figura 1. Gráfico de componentes en el espacio rotado.

Los contenidos medios para todos los huertos de materia orgánica (4.87%), N (0.27%), P-olsen (124 mg kg⁻¹) y K-disponible (635 mg kg⁻¹) mostraron el elevado grado de fertilidad de los suelos considerados. Un análisis factorial de los datos (Figura 1) mostró que el componente principal 1, que explicaba un 34% de la varianza, puede ser considerado como el componente de parámetros de fertilidad del suelo, ya que presentaba coeficientes altos para MO, N-keldahl, P-olsen y K-disp. El segundo componente, que explicaba un 18% de la varianza, estaba gobernado por la antigüedad del huerto y con signo opuesto la relación C/N. Este componente puede ser considerado como el factor de calidad de la MO, indicando una relación C/N mayor, debida a enmiendas más recientemente añadidas y menos humificadas, a medida que el huerto lleva menos tiempo en cultivo. Un tercer componente (15%) obedecía a la salinidad (C.E: del suelo).

Estudio en campo de la disipación de clortoluron y flufenacet en un suelo agrícola enmendado con sustrato postcultivo de hongos o compost vegetal

J.M. Marín-Benito¹, M.J. Carpio¹, M.S. Andrades², M.J. Sánchez-Martín¹, M.S. Rodríguez-Cruz¹

1. Departamento Procesos de Degradación del Medio Ambiente y su Recuperación, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC), Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca, España.
2. Departamento Agricultura y Agroalimentación, Universidad de La Rioja, Madre de Dios 51, 26006 Logroño, España.

Palabras clave: disipación, herbicidas, suelo agrícola, residuos orgánicos

La aplicación de enmiendas orgánicas al suelo representa en la actualidad una práctica agronómica habitual para aumentar la fertilidad de los suelos agrícolas. La aplicación de residuos orgánicos al suelo puede modificar la dinámica de los pesticidas en el mismo. El objetivo de este trabajo fue estudiar la disipación de dos herbicidas, clortoluron y flufenacet, en un suelo agrícola sin enmendar (S) y enmendado con sustrato postcultivo de hongos (S+SMS) o compost vegetal (S+GC) en parcelas experimentales bajo condiciones de campo. Las dosis de SMS y GC aplicadas al suelo de textura franco-arenosa fueron 140 y 85 t ha⁻¹ peso seco, respectivamente. El clortoluron (Erturon®) y flufenacet (Herold®) fueron aplicados en preemergencia a 15 y 5 kg i.a. ha⁻¹, respectivamente, después de la siembra de trigo de invierno en diciembre 2016. Se diseñaron 9 parcelas experimentales de 81 m² distribuidas al azar con tres repeticiones por tratamiento de suelo. Se tomaron muestras de suelo superficial (0-10 cm) a distintos tiempos durante 339 días con el fin de establecer las curvas de disipación de los herbicidas en los suelos. Los datos experimentales se ajustaron a los modelos cinéticos de primer orden (SFO) y primer orden multicompartimental (FOMC) con el fin de calcular la velocidad y la vida media (DT₅₀) de disipación de los herbicidas. Las curvas de disipación de los dos herbicidas se ajustaron en general mejor al modelo SFO excepto la curva de disipación del clortoluron en el suelo sin enmienda que se ajustó mejor al modelo FOMC. Los valores de DT₅₀ fueron mayores para el flufenacet (log Kow = 3.2; más hidrofóbico) que para el clortoluron (log Kow = 2.5) en todos los suelos estudiados. La velocidad de disipación disminuyó para los dos herbicidas en los suelos enmendados con SMS y GC debido a la mayor adsorción de los compuestos y la menor biodisponibilidad para ser degradados en los suelos enmendados. Para el clortoluron los valores de DT₅₀ aumentaron en el orden S<S+GC<S+SMS, y para flufenacet siguieron el orden S<S+SMS<S+GC, aunque los valores de DT₅₀ en los suelos enmendados fueron próximos para cada herbicida. Los resultados de este estudio son necesarios para conocer la persistencia de los herbicidas en suelos enmendados con residuos orgánicos en condiciones de campo y su posible impacto medio ambiental.

Desarrollo de técnicas de agricultura regenerativa en suelos de viñedo de La Rioja

M.S. Andrades¹, M.S. Rodríguez-Cruz², M.J. Sánchez-Martín², J.M. Ordax², G. Villalba-Eguren³, E. Herrero-Hernández²

1. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja, c/ Madre de Dios 51, 26006, Logroño.
2. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC), c/ Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca.
3. VIDAR, Soluciones Agroambientales, c/ Padre Marín 24, 26004. Logroño

Palabras clave: agricultura regenerativa, degradación de suelos, enmiendas orgánicas, residuos de champiñón

Los suelos agrícolas se enfrentan a un punto crítico con tasas de desertización alarmantes. En La Rioja, el mayor riesgo de desertización coincide con gran parte de superficie de cultivo de viñedo. Actualmente la mayoría de estos suelos poseen niveles de materia orgánica (MO) <1% y esto hace que se encuentran compactados, desestructurados y desequilibrados lo que implica que las explotaciones dependan totalmente de la adición de insumos externos. Esta situación origina un desequilibrio en el suelo que se traduce en un desequilibrio fisiológico en la vid y una disminución de calidad de su fruto. La Agricultura Regenerativa, basada en la utilización de técnicas como el incremento de MO del suelo, la utilización de cubiertas vegetales o la aportación de diferentes minerales y fermentos microbiológicos tiene un gran potencial para la recuperación de los suelos y optimización de recursos. Estas técnicas son utilizadas de forma individual pero generalmente no de forma conjunta.

En este contexto y dentro del proyecto VITIREG (La Rioja) se pretende abordar el desarrollo de una nueva metodología que combine diversas técnicas de agricultura regenerativa con la finalidad de mejorar los suelos de viñedo riojano y la calidad de la uva. Para conseguir este objetivo se han diseñado una serie de parcelas experimentales con diferentes características localizadas en viñedos de Rioja Baja y se ha realizado una caracterización fisicoquímica y microbiológica inicial de los suelos correspondientes. Posteriormente se ha realizado la aplicación de una serie de técnicas de agricultura regenerativa basadas la aplicación de aportes de enmiendas orgánicas (residuos de cultivo de champiñón compostado), cubiertas vegetales y/o aportes microbiológicos con la finalidad de explorar la técnica más adecuada para la mejora de los suelos. Se pretende llevar a cabo una evaluación temporal de las propiedades de los suelos con las diferentes aplicaciones que contribuirán a favorecer la sostenibilidad de las explotaciones vitivinícolas.

Influencia de los posos de café como enmienda orgánica agrícola en las propiedades hídricas del suelo

A. Cervera-Mata¹, F. Comino², V. Aranda³, A. Ontiveros-Ortega⁴, G. Delgado¹

1. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada, Facultad de Farmacia, 18011 Granada
2. Departamento de Química Física y Analítica, Universidad de Jaén, Campus las Lagunillas S/N, 23071 Jaén
3. Departamento de Geología, Universidad de Jaén, Campus las Lagunillas S/N, 23071 Jaén
4. Departamento de Física, Universidad de Jaén, Campus las Lagunillas S/N, 23071 Jaén

Palabras clave: calidad del suelo, componentes de la energía libre superficial, propiedades físicas del suelo, reciclaje de residuos, repelencia al agua del suelo

Se estudió el efecto de la adición de diferentes cantidades de posos de café (0, 2.5 y 10%) sobre la calidad del suelo en dos suelos agrícolas, suelo de vega arcilloso (SV) y suelo rojo franco arcilloso (SR). Se determinó la hidrofobicidad a través de medidas de la repelencia al agua (WDPT), el ángulo de contacto y los componentes de la energía libre superficial (γ^{LW} , γ^+ , γ^- , γ^{Total}), los cuales se correlacionaron con diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos. Se demostró que cuando se aplica una dosis de 10% de posos de café, en ambos suelos aumenta la hidrofobicidad (al aumentar el WDPT, el ángulo de contacto y disminuir la γ^-), mientras este efecto era mucho menos perceptible con 2.5% de dosis. Comparando los tipos de suelos, SR parece ser más susceptible a aumentar su hidrofobicidad incluso con la adición de 2.5% de posos de café, mientras SV se demuestra como más resistente a estos efectos. La textura del suelo también ha demostrado su asociación con los parámetros estudiados, de modo que cuanto más arcilla menor hidrofobicidad, lo que explica el mejor comportamiento de SV, que presenta un mayor contenido en limo y arcilla. Por otro lado, aunque la aplicación de posos de café podría alterar la capacidad de infiltración del suelo, también tiene efectos positivos para la estructura del suelo (SEM), así como otras propiedades físicas como la estabilidad estructural, la retención de agua a -33kPa y a -1500kPa, o la macroporosidad. El parámetro γ^- es el que presenta las correlaciones más significativas ($p > 0.001$) sobre variables relacionadas con la calidad de la MO, demostrando que, a mayor cantidad y menor calidad de la MO, mayor hidrofobicidad (incrementos en carbono extraíble total o el soluble extraído en agua caliente), o la actividad biológica (incrementando la tasa de respiración). Por tanto, aunque la hidrofobicidad del suelo puede alterar las propiedades hídricas del suelo y la disponibilidad de agua de la planta, es positiva para la estructura del suelo y la calidad del suelo en general.

Inventario de laboratorios de análisis de fertilidad de suelos en España y resultados de un ejercicio de intercomparación

M.A. Usón-Murillo, J. Betrán-Aso, A. Lilao

Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza, EPS Carretera Cuarte s/n, 22071 HUESCA

Palabras clave: ejercicio de intercomparación, inventario de laboratorios

La Alianza Mundial por el Suelo de la FAO se ha planteado como objetivo principal mejorar la gestión sostenible del suelo. El 5º Pilar de Acción es la Armonización de resultados, y es aquí donde se enmarca el proyecto GLOSOLAN (Global Soil Laboratory Network), que pretende conocer y homogeneizar las metodologías en los laboratorios de suelos. En este contexto se ha pretendido hacer un inventario de los laboratorios de España que trabajan en fertilidad de los suelos, identificar los métodos de análisis que utilizan y evaluar el grado de concordancia de los resultados que se obtienen en diferentes laboratorios.

Se identificaron 36 laboratorios de suelos que trabajan en fertilidad de suelos en España, a los que se envió una encuesta para conocer sus metodologías de análisis y su interés en participar en un ejercicio de intercomparación. Para este ejercicio, se buscaron dos muestras de suelo con características diferentes, se tomó un volumen de muestra suficiente que se secó al aire, tamizó y homogeneizó para obtener 40 alícuotas y se envió una muestra a los 21 laboratorios que finalmente participaron en el ejercicio. Se solicitó un perfil analítico completo, con todas las determinaciones habituales en fertilidad de suelos. Se analizaron los resultados obtenidos con un análisis de estadística robusta (Laso et al., 2009), analizando el valor de Z_{score} .

Las conclusiones más relevantes del trabajo han sido:

- 1) Los parámetros mejor evaluados son: pH, $CE_{1:5}$ y carbonato cálcico equivalente.
- 2) Los resultados en nutrientes P, K y Mg y en micronutrientes (Fe, Cu, Mn y Zn) han sido insatisfactorios para gran cantidad de laboratorios. Hay que tener en cuenta que la diversidad de las metodologías utilizadas, principalmente en cuanto a los extractantes.
- 3) El ejercicio de intercomparación proporciona una información muy útil para la mejora de la oferta de servicios analíticos de fertilidad de suelos y es evidente la necesidad de reiterarlos para armonizar resultados.

Producción de biomasa de clones de chopo en relación a las propiedades del suelo

C. Eimil-Fraga¹, M.J. Fernández-Sanjurjo²; R. Rodríguez-Soalleiro¹, E. Álvarez-Rodríguez²

1. Departamento de Producción Vegetal e Ingeniería de Proyectos, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, España
2. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n 27002 Lugo, España

Palabras clave: acidez, biomasa, chopo, clones, nutrientes

Los cultivos forestales en turnos cortos (SRF) son especies de crecimiento rápido, cuyo principal destino es la producción de energía. Entre las especies forestales que se utilizan para producir biomasa en turnos cortos se incluyen las de los géneros *Populus* y *Salix*. La producción de biomasa lignocelulósica mediante híbridos del género *Populus* se encuentra fuertemente influenciada por el tipo de clon utilizado, así como por las características de la zona de cultivo. La mayoría de los suelos de Galicia son ácidos, ricos en materia orgánica, con bajos niveles de P disponible y de K, Ca y Mg cambiables, y con altas saturaciones en Al. En este trabajo se estudió la producción de biomasa de chopo y su relación con el tipo de clon y las características del suelo. El ensayo se realizó en una parcela de Bóveda (Lugo), instalada en el año 2009, que está formada por 4 bloques, cada uno con 8 clones de chopo (AF2, AF6, Beaupré, I-214, Monviso, Raspalje, Trichobel y Unal). En cada bloque y para cada clon se obtuvo la producción de biomasa a fin de turno (t/ha/año) y se analizaron diferentes parámetros del suelo (pH, C, N, cationes cambiables, capacidad de intercambio catiónica (CICe), porcentaje de saturación de Al (%Al), P disponible). Se encontraron diferencias significativas entre bloques para las siguientes variables estudiadas: pH; Ca, Mg y K cambiables; CICe y P. Los clones AF2, AF6 y Monviso son los que producen la menor cantidad de biomasa (< 2 t/ha/año) y no se ve incrementada cuando las condiciones del suelo son más favorables. La productividad de Trichobel y Beaupré es mayor cuando aumenta el pH, la concentración de Ca y Mg cambiables y cuando disminuye la concentración y la saturación de Al, produciendo entre 1,7 y 7,4 t/ha/año en función de los parámetros anteriores. Los clones Unal e I-214 producen entre 1,8 y 4,8 t/ha/año, siendo los valores más altos cuando aumenta el pH y disminuye la concentración y saturación de Al. En esta parcela, el clon Raspalje puede producir 3,9 o 7,8 t/ha/año de biomasa para un mismo valor de pH (5,5) y para la misma concentración de cada uno de los nutrientes y el Al, por lo que la producción de este clon está poco condicionada por las características del suelo. Los mejores resultados de producción de biomasa se obtuvieron en Trichobel y Raspalje, por lo que parecen ser los más frugales y con una buena adaptación a suelos ácidos.

La aplicación de compost reduce las necesidades hídricas de *Arundo donax*

J. Cano-Ruiz, S. Diez-Pascual, J. Ruiz-Fernandez, P.V. Mauri, M.C. Lobo

IMIDRA, Finca El Encín, A-2, Km 38.2. 28800 Alcalá de Henares (Madrid, Spain).

Palabras clave: Arundo donax, Dosis de riego, materia orgánica, residuos, suelo

Las restricciones de riego aplicadas a los cultivos en épocas de sequía han generado una preocupación global en el mundo agrícola en términos de producción, por lo que es necesario buscar estrategias sostenibles que permitan optimizar los recursos hídricos al mismo tiempo que el desarrollo de los cultivos. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto del aporte de compost como enmienda en situaciones de reducción de aporte hídrico para el desarrollo de un cultivo energético (*Arundo donax*). El ensayo se llevó a cabo en un umbráculo utilizando un suelo franco limoso y plantas de *Arundo donax* multiplicadas mediante cultivo in vitro en macetas de 9kg. Como enmienda se utilizó un compost procedente del compostaje de lodos de depuradora con restos de poda (50 t/ha). Se compararon los resultados con la aplicación de N (60 Kg/ha), utilizándose un suelo control sin tratamiento. Se ensayaron dos dosis de riego en un sistema de riego por goteo: capacidad de campo (R1) y una reducción en un 25% de la capacidad de campo (R2). Trascurridos dos ciclos de cultivo desde la aplicación de la enmienda se evaluó la producción y se muestrearon los suelos analizando el contenido de materia orgánica y fracciones húmicas, así como la actividad biológica.

En todos los casos estudiados se observó una reducción en la producción de biomasa al disminuir la dosis de riego siendo esas reducciones significativamente inferiores en los tratamientos con compost (32%) en comparación con el suelo con tratamiento mineral (40-45%) y el suelo control (55-60 %). El aporte de la enmienda orgánica supone un incremento de C orgánico del suelo superior al 20%. Este incremento tiene un efecto positivo sobre la capacidad de retención de agua en el suelo, permitiendo el desarrollo del cultivo con menor aporte hídrico. En este sentido el uso de compost en suelos poco fértiles supone una estrategia sostenible para la valorización de residuos en el marco de la economía circular que repercutirá positivamente en la fertilidad del suelo y en el uso racional de los recursos hídricos.

Agradecimientos

Proyecto FP-16 RESIDUA (IMIDRA, Comunidad de Madrid), Beca predoctoral INIA-CCAA 2014 otorgada a Judith Cano-Ruiz.

Mecanismos de movilización de fósforo en suelos tratados con estruvita

C. Frade, C. Mancho, J. Alonso, M.C. Lobo, A.E. Pradas del Real

IMIDRA. Finca El Encín. A-2, Km 38,2. 28800 Alcalá de Henares (Madrid).

Palabras clave: estruvita, fósforo, fertilización, lechuga, suelo, rizosfera

El P es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas que se encuentra poco disponible en la mayoría de los suelos. Los fertilizantes fosforados comerciales presentan trazas de metales pesados y su elevada solubilidad conduce a pérdidas por lixiviación y a la contaminación de aguas subterráneas. Además, en los próximos 50 años se prevé el agotamiento de los recursos minerales mundiales de P. Por ello, el desarrollo de fertilizantes fosforados más eficientes y procedentes de fuentes alternativas es una prioridad para la Unión Europea. La estruvita ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) es un mineral que se produce en la plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. Estudios previos han mostrado su capacidad fertilizante y una tasa de liberación de P relativamente moderada pero no existe información sobre los mecanismos que controlan su liberación. La rizosfera, el volumen de suelo bajo la influencia de las raíces de las plantas, es de especial importancia en los ciclos de nutrientes, ya que las raíces exudan distintos compuestos orgánicos que sirven como fuente de carbono para los microorganismos e influyen en la dinámica de los nutrientes. El objetivo de este estudio es dilucidar los mecanismos rizosféricos de movilización de P en suelos fertilizados con estruvita. En paralelo se evalúa la eficiencia en la absorción de fósforo por la planta en relación al fertilizante tradicional NPK. Para ello, se realiza un ensayo en “rhizoboxes” de 1kg de suelo en los que se cultiva *Lactuca sativa*. Se han aplicado los siguientes tratamientos: 1) suelo sin fertilización y sin planta, 2) suelo sin fertilización y con planta, 3) fertilización con estruvita ($100\text{kgP}\cdot\text{ha}^{-1}$) y sin planta, 4) fertilización con estruvita y con planta y 5) fertilización con NPK ($100\text{mkgP}\cdot\text{ha}^{-1}$) y con planta. Siete semanas después de la siembra se determinan las fracciones de P disponible en los distintos tratamientos y se relacionan con la actividad rizosférica mediante la determinación de los ácidos orgánicos exudados, así como se evalúa su relación con el crecimiento y el estatus fisiológico de las plantas cultivadas. Los resultados del estudio aportan información relevante para evaluar el potencial de la estruvita como fertilizante de nueva generación, procedente de fuentes alternativas y que libere P bajo demanda permitiendo prácticas agronómicas más eficientes.

Agradecimientos

Proyecto STRUVITE II (Canal de Isabel II). Programa Atracción de Talento de la Comunidad de Madrid por el contrato de Ana Elena Pradas del Real.

Effects of biochar addition to organo-mineral fertilisers on nutrient release and barley growth

A. Llovet^{1,2}, A. Vidal-Durà^{1,2}, A. Ribas^{1,2}, X. Domene^{1,2}, J.M. Alcañiz^{1,2}

1. CREA, Cerdanyola del Vallès 08193, Spain
2. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès 08193, Spain

Keywords: biochar, crop yield, nutrient leaching, slow-release fertilisers

There is an urge to develop new generation fertilisers able to minimize nutrient losses and potentially increasing crop yields, their nutrient content, and mitigate groundwater pollution. Biochar is a rich recalcitrant carbon material produced from biomass pyrolysis which is able to non-permanently retain nutrients and therefore it could be interesting as ingredient in slow-release fertilisers. This capacity arises from biochar's sorption capacity, which, in turn, results from the high surface area provided by its porous structure and the abundance of surface reactive functional groups. However, there is little knowledge about the performance of biochar for this purpose. Therefore, the main objective of this study is to assess the possible use of biochar to improve nutrient release efficiency, plant growth and nutrient uptake in three organo-mineral fertilisers.

A greenhouse pot experiment consisting of a plant-soil system with a Fluventic Haploxerept soil sowed with barley (*Hordeum vulgare*) was set up. Three commercial organo-mineral fertiliser formulations (NPK, NP and K), were compared with the three corresponding formulations containing biochar (NPKb, NPb and Kb), each replicated 6 times. Nutrient (i.e., nitrate, ammonium, phosphate and potassium) leaching from the pots was monitored along a 106-day period, and plant growth parameters were analysed at the end of plant cycle, together with the effective plant nutrient uptake as measured by NIRS.

The study showed that N-NO₃- leaching was slowed down in the NPKb compared to the NPK fertiliser, but not in the other tested formulations. N-NH₄⁺, HPO₄²⁻ and K⁺ showed no effect when fertilisers were applied in combination with biochar. On the other hand, the inclusion of biochar in the formulations had no significant effect on crop yield and nutrient content although a tendency to boost plant growth was observed in biochar treatments. These results provide some evidence of the potential use of biochar to increase the efficiency of nitrogen fertilisers by mitigating groundwater pollution by nitrates while crop yield is maintained.

Sistema de análisis vascular integrado en olivicultura (SAVIA)

I. Ortíz Bernad¹, F.J. Martínez Garzón¹, J. Nieto Carricondo², M. Garrido³, R. Acisclo², E. Fernández Ondoño¹

1. Dpto. Edafología. Fac. Ciencias. Univ. Granada
2. Olivarum. Fundación Caja Rural de Jaén
3. Cortijo Guadiana, S.L.

Palabras clave: dinámica de potasio, olivar, savia

El proyecto savia estudia las concentraciones de nutrientes en suelos, hojas y savia de olivares de distintas zonas andaluzas con el fin de interpretar la dinámica de los elementos nutritivos para ajustar las dosis de abonado y transferir los resultados a los agricultores. Está subvencionado la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y fondos FEADER. Este proyecto se incluye dentro del programa de Funcionamiento de los Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

Los suelos y los análisis foliares se realizan con los métodos habituales de análisis. La savia se extrae mediante una modificación de la cámara de presión o cámara de Scholander, que permite obtener savia circulante libre de tejidos.

En la Figura 1 se presentan valores de la concentración de potasio en hoja (azul) savia (verde) y suelo (rojo) de los meses de abril a noviembre de 2018 de la explotación "Cortijo Guadiana" en Úbeda.

A pesar de que la fertirrigación con potasio se realiza de forma periódica durante todo el verano y parte de la primavera, el incremento en el suelo solo se observa los meses de julio y agosto. En hoja se observa un incremento progresivo en la concentración de potasio hasta el muestreo de septiembre en el que disminuye de forma significativa. En savia las concentraciones de potasio descienden junio y julio y permanecen sin cambios en agosto. En los muestreos de septiembre y octubre se observa un fuerte incremento en la concentración cuando las demandas del árbol movilizan, a través de la savia, los nutrientes acumulados tanto en el suelo como en la hoja.

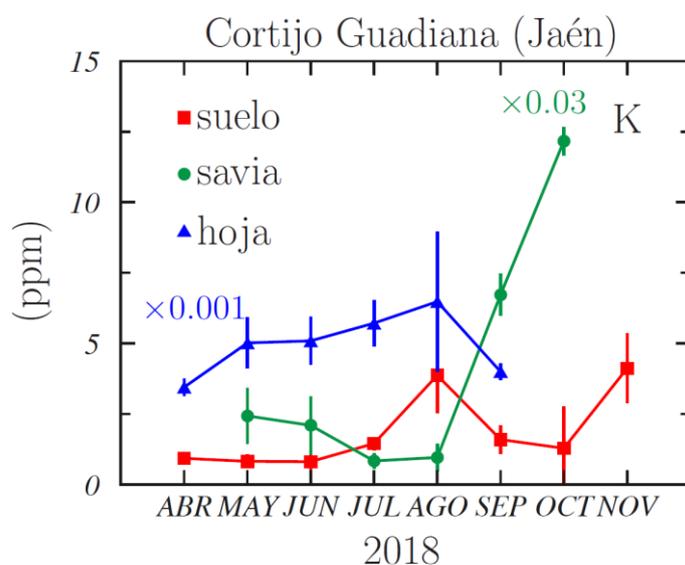


Figura 1.

Relación entre el pH en suelo y savia con la disponibilidad de Mn y Zn en olivar

F.J. Martínez Garzón¹, J. Nieto Carricondo², I. Ortíz Bernad¹, M. Reyes¹, R. Castro³, D. Antón², E. Fernández Ondoño¹

1. Dpto. Edafología. Fac. Ciencias. Univ. Granada
2. Olivarum. Fundación Caja Rural de Jaén
3. ATPIOlivar

Palabras clave: disponibilidad en suelo, Mn, pH, savia, Zn

La disponibilidad de manganeso y zinc en suelo, como otros micronutrientes, se ha relacionado frecuentemente con el pH del mismo y podría contribuir a concentraciones más altas en la savia circulante.

Los datos que se presentan en este trabajo son parte de los obtenidos en el Proyecto “Sistema de Análisis Vascular Integrado en Olivicultura” de la línea de Grupos Operativos de la Junta de Andalucía y la Asociación Europea de Innovación (AEI). En él se están estudiando las concentraciones de nutrientes en savia, en hojas y suelos, recogidos simultáneamente de forma mensual, para valorar el estado nutritivo del árbol, correlacionando los valores obtenidos en los tres medios. De forma paralela se han controlado los parámetros que afectan a la nutrición de los árboles incluyendo el estado fenológico, la fertilización y el agua de riego, así como los factores climáticos.

El estudio se lleva a cabo en seis explotaciones: de Granada, Jaén, Córdoba y Sevilla. Los suelos se recogen del bulbo húmedo de seis árboles que constituyen cada una de las cuatro subparcelas de cada explotación. Para el análisis de savia se recogen 4 ramas de cada árbol, de 2-3 años e intactas.

Tabla 1. Valores mensuales de acidez (pH) y concentraciones de Zn y Mn en savia y suelo entre mayo y junio. (*): existen diferencias significativas de las medias entre explotaciones a nivel 0.05 según el test de Tukey.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
pH (savia)	7.0	6.9	6.9	6.9	7.0	6.9	7.2	7.3
	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.3	± 0.3	± 0.2	± 0.2*	± 0.3*
pH (suelo)	7.5	8.1	-----	7.3	8.0	7.3	8.1	8.0
	± 0.3	± 0.5*		± 0.2*	± 0.2*	± 0.3*	± 0.2*	± 0.2*
Zn (savia)	0.11	0.05	0.05	0.08	0.04	0.06	0.04	0.02
	± 0.05	± 0.02	± 0.02	± 0.11	± 0.02	± 0.08	± 0.01	± 0.02
Zn (suelo)	261.9	289.2	280.5	429.2	169.2	295.7	222.9	383.3
	± 208.6*	± 143.6*	± 194.6*	± 439.8*	± 133.4*	± 156.6*	± 167.9*	± 218.9
Mn (savia)	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
	± 0.03	± 0.01	± 0.02	± 0.01	± 0.01	± 0.03	± 0.02	± 0.01
Mn (suelo)	1156.8	1045.7	1205.3	1491.1	1564.9	966.1	1095.6	892.4
	± 441.4*	± 522.0*	± 459.0*	± 583.9*	± 1027.7*	± 1010.0*	± 910.3*	± 542.1

En la Tabla 1 se presentan algunos resultados. El pH medido en savia y las concentraciones de Zn y Mn no presentaron diferencias significativas entre explotaciones excepto en los meses noviembre y diciembre. El pH en suelo, así como las concentraciones de Zn y Mn, sí presentaron diferencias todos los meses en las distintas explotaciones. Las concentraciones de microelementos en suelos se correlacionaron negativamente con el pH del mismo y positivamente entre sí, algunos de los meses estudiados.

6 Erosión y conservación de suelos

Transferencia de un método de control de la erosión de suelos en olivar (TRAMCE)

M. Paniagua¹, M. Sierra¹, F.J. Martín¹, F.J. Martínez¹, E. Fernández-Ondoño¹, M. Vela², C. Pozo², J. González²

1. Dpto. Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada
2. Dpto. Microbiología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

Palabras clave: Cárcava, Erosión hídrica, Olivar, simulador de lluvia

El proyecto TRAMCE surge de la necesidad de proteger los suelos de olivar frente a erosión hídrica. Para ello, no es sólo necesario el conocimiento científico, sino que es imprescindible su transferencia al agricultor. Por esto se crea el Grupo Operativo TRAMCE de la Junta de Andalucía formado por FAECA, Paisajes del Sur, Diputación de Granada y Universidad de Granada. El grupo desarrolla en tres fincas de olivar actuaciones para frenar la erosión de suelos en pendiente en los que ya se han formado cárcavas. La actuación se hace a nivel de la ladera fomentando el desarrollo de la cubierta vegetal y a nivel de cárcava mediante la implantación de sistema de retención del agua de escorrentía y suelo: biorrollos, gaviones flexibles, empalizadas y mantas orgánicas, así como la siembra de cubierta herbácea en la cárcava y plantación de especies nitrófilas (*Rosmarinus officinales* y *Santolina chamaecyparissus*) en la parte anterior de los biorrollos.

La evaluación del método se realiza en varias fases. Por un lado, se testa el efecto de la cubierta vegetal en la ladera mediante la utilización de un simulador de lluvia. Se ha comprobado que la cubierta vegetal en la calle de olivar reduce la erosión (Figura 1) y aumenta la infiltración de agua en el suelo de manera significativa (Figura 2). A nivel de cárcava, se establecen sistemas de control de retención de sedimento a nivel de biorrollo y un sistema colector de agua de escorrentía y suelo erosionado al final de la cárcava.

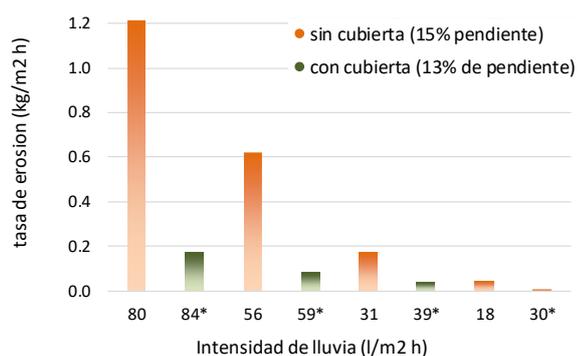


Figura 1. Tasa de erosión en suelos d olivar en pendiente con y sin cubierta vegetal.

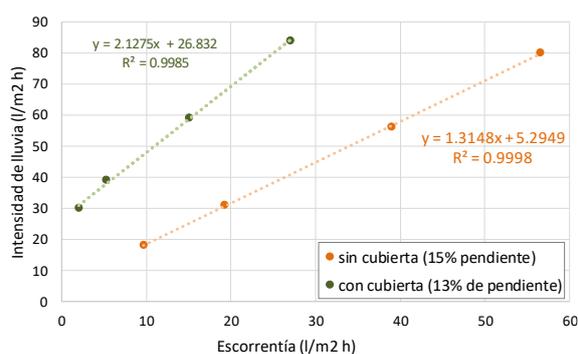


Figura 2. Relación de la intensidad de lluvia simulada con la tasa de escorrentía.

Prácticas de conservación de suelos y agua en dos comunidades campesinas del poniente de Tlaxcala, México

P. Sánchez-Morales¹, O. Romero-Arenas¹, I. Ocampo-Fletes²

1. Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas, ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. EcoCanpus Valsequillo, Km 1.7 Carretera Zacachimalpa – San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, Puebla, México.
2. Posgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

Palabras clave: estrategias campesinas, participación social., producción campesina, protección de suelos

Actualmente la humanidad enfrenta diversas crisis entre las que destacan la económica, social, energética y ambiental entre otras. Además, hoy día somos más de 7.7 mil millones de personas que necesitamos cubrir requerimientos de vivienda, vestido y alimentación entre otros. El crecimiento demográfico global aunado al modelo hegemónico capitalista y a las crisis actuales, ha propiciado que en la agricultura se busque la productividad a cualquier costo, incluso del deterioro de los recursos naturales de que depende esta actividad primaria. Una consecuencia de lo anterior es el deterioro de suelos debido a la erosión tanto hídrica como eólica; en lugares con cambio de uso de suelo e inclinación mayor a 20%, se pueden perder anualmente más de 600 TM ha⁻¹ por erosión pluvial. En la agricultura campesina e indígena de México, el suelo es considerado como un ser vivo del cual depende la agricultura y no sólo como el sustrato en que se desarrollan las plantas. Debido a esto, los campesinos generalmente protegen sus suelos con diversas prácticas. El objetivo de este trabajo fue comparar la cantidad de prácticas agroecológicas para la conservación de suelos y agua que realizan campesinos de dos comunidades del poniente del estado de Tlaxcala (Vicente Guerrero y La Reforma) en México, así como algunos aspectos sociales (organización, participación, etc.), que inciden en la conservación de sus recursos naturales. Se calculó tamaño de muestra, para Vicente Guerrero n=41 y para La Reforma n=40. Los resultados muestran que en Vicente Guerrero la cantidad de obras con esa finalidad son mayores que en La Reforma, y las aprendieron los mismos productores sin depender de técnicos externos a su comunidad. Además, aspectos sociales como la realización de faenas, la buena gestión de sus autoridades ejidales y la participación de ejidatarios en actividades comunes, afectan de manera positiva su organización.

El papel de los musgos en la recuperación de suelos degradados por tratamiento post-incendio en la Sierra de Mariola (Alicante, España)

M. García-Carmona*, V. Arcenegui, F. García-Orenes, J. Mataix-Solera

Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, GEA- Grupo de Edafología Ambiental. Universidad Miguel Hernández, Elche, España

*minerva.garciac@umh.es

Palabras clave: Costra biológica, fuego, manejo post-incendio, musgo.

Las costras biológicas del suelo (CBS), compuestas por algas, líquenes, cianobacterias, musgos, hongos y diversos microorganismos, forman una comunidad de organismos que agregan la superficie del suelo. Son numerosos los servicios ecosistémicos que ofrecen: aportan estabilidad al suelo y lo protegen de la erosión, están implicados en el reciclado de nutrientes, favorecen la germinación y desarrollo de semillas y actúan como hábitat de numerosos organismos.

Los musgos han sido descritos como especies pioneras tras incendios en los ecosistemas mediterráneos, creando densas cubiertas en el suelo que preceden al establecimiento de la vegetación vascular. En estadios tempranos post-incendio, cuando la falta de vegetación podría generar procesos de escorrentía, la aparición de musgos podría favorecer los procesos de recuperación del ecosistema.

Se ha detectado una elevada cobertura de musgos en los suelos afectados por incendio de moderada severidad en julio de 2012 el Parque Natural de Sierra de Mariola (Alicante). Seis meses después, en parte del área afectada, se procedió a la completa extracción de la madera quemada con maquinaria pesada. El suelo, desarrollado sobre margas y muy vulnerable a la erosión, tras intensos eventos de precipitación en septiembre del mismo año, sufrió fuertes procesos erosivos. Posteriormente se evidenció la degradación en múltiples propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

Nuestra hipótesis es que la presencia de musgos en el suelo tras un incendio y un posterior manejo agresivo con el suelo tiene un papel relevante en su recuperación mejorando funciones del suelo relacionadas con la estabilidad y fertilidad. Con este objetivo se están estudiando diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas, relacionadas con la calidad del suelo, analizando la infiltración, compactación, repelencia al agua y estabilidad de agregados; la fertilidad del suelo mediante el CO₂, N, P y micronutrientes; y la respuesta de los microorganismos con estudios de respiración, C de la biomasa, análisis de PLFA y diversidad microbiana. Datos preliminares indican una mejor calidad en algunos parámetros en los suelos bajo musgos. Este estudio puede aportar información a la hora de diseñar e implementar manejos post-incendio considerando las CBS en la recuperación del ecosistema.

Efecto de la aplicación de dos residuos vegetales sobre la densidad y porosidad de suelos sometidos a compactación

M.B. Almendro-Candel, M.J. Poquet, I. Gómez, J. Navarro-Pedreño, J. Mataix-Solera

Departamento Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández. Av. de la Universidad s/n, 03202 Elche (Alicante)

Palabras clave: densidad, compactación suelos, hoja palmera, paja heno, porosidad.

Según informes de la Comisión Europea, dos de las problemáticas que más afectan a nuestros suelos son la compactación y la pérdida de materia orgánica. El presente trabajo se plantea con el objetivo de aportar datos sobre la idoneidad de la aplicación de residuos vegetales a los suelos, con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas. En concreto, en nuestro estudio se evalúa el efecto de la incorporación, a tres suelos de diferente textura, de dos residuos vegetales triturados: hoja de palmera y paja de heno, sobre los cambios en la densidad y porosidad de los suelos enmendados, cuando estos son sometidos a diferentes grados de compactación.

En experimentos realizados en laboratorio, se prepararon mezclas incorporando, a cada suelo, las siguientes proporciones de cada uno de los dos residuos vegetales: 10 %, 20%, 30% y 40% (v/v).

En cada mezcla, para cada uno de los casos estudiados, se determinó la densidad aparente, la densidad real, y a partir de ellas la porosidad.

Para cuantificar la incidencia de la compactación sobre las propiedades citadas, se emplearon recipientes cilíndricos de PVC similares a los utilizados para calcular la densidad de sustratos orgánicos, las distintas mezclas suelo-residuos, introducidas en ellos, fueron sometidas a presiones de 0 (kg/cm²), 1,12 (kg/cm²) y 2.24 (kg/cm²).

Los resultados obtenidos muestran que la adición de los residuos, hace disminuir la densidad aparente en los tres suelos, siendo ésta mayor con el empleo de la paja de heno. Como ejemplo, citar que en el suelo 1, sin aplicar compactación, la densidad aparente varía con la aplicación de hoja de palmera desde los 1685 (kg/m³) a los 890 (kg/m³) y con la paja llega a valores de 781 (kg/m³).

La evolución de la porosidad depende del tipo de suelo y residuo, ya que en los tratamientos se produce una disminución tanto de la densidad aparente como de la real.

Es importante resaltar que la hoja de palmera es susceptible de emplearse como mejorador de propiedades físicas de suelos, contribuyendo al desarrollo sostenible de las zonas en las que este residuo se produce.

Efectos a corto plazo de la quema prescrita de matorral sobre las propiedades físicas del suelo (Yebra de Basa, Pirineo Central)

D. Badía-Villas¹, J. Esteban-Piñeiro¹, A. Girona-García¹, O. Ortiz-Perpiñá¹, R. Poch²

1. Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza), Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Ctra. Cuarte s/n, Huesca.
2. Department of Environment and Soil Sciences, ETSEA, University of Lleida.

Palabras clave: estructura, micromorfología, Incendio, porosidad, repelencia al agua

Durante los últimos años, en el Pirineo se están llevando a cabo quemas prescritas de matorral espinoso, como el erizón (*Echinopartum horridum*), con diversos objetivos, como recuperar pastos o reducir el riesgo de incendios, entre otros. Estas quemas, de ejecutadas bajo condiciones favorables, son de baja severidad y no parecen producir efectos directos, inmediatos, sobre las propiedades del suelo. Sin embargo, a corto plazo, la falta de protección del suelo quemado podría tener efectos indirectos. En este trabajo se evalúan estos efectos sobre las propiedades físicas de un suelo (Cambisol éutrico) en Puerto Sobás (Yebra de Basa, Pirineo Central), transcurrido un año de la quema de erizón. Se han muestreado monolitos inalterados (3 réplicas) de suelo control y quemado en los que se ha medido, cm a cm (0-1, 1-2, 2-3, 3-5 cm) la repelencia al agua (WR), el diámetro medio de los agregados (DMA), la estabilidad estructural (EE), además de la materia orgánica. Adicionalmente, se han obtenido láminas delgadas e imágenes digitales de estos suelos para su estudio micromorfológico.

Entre los resultados obtenidos, se observa como la repelencia al agua se reduce significativamente en los bloques quemados, pero sólo en el primer cm superficial del suelo, lo que se atribuye a cambios cualitativos de la materia orgánica; no se hallan variaciones significativas en el resto de parámetros estudiados. Sin embargo, la micromorfología permite detectar una menor macroporosidad estimada en los suelos quemados (un 30%) que en los controles (un 50). También se identifican fragmentos de carbón, distribuidos al azar, en los suelos quemados y casquetes (cappings) de arena de cuarzo, tanto en superficie como internos (hasta 1,5 cm de profundidad), cubriendo agregados granulares porosos. La presencia de estos casquetes de arena podría atribuirse: 1) al colapso de agregados in situ por el calor (efecto directo) o 2) a la dispersión de agregados por el impacto de las gotas de lluvia (efecto indirecto), cuyas partículas, una vez individualizadas, son redistribuidas por escorrentía.

7 Docencia y divulgación

La utilización de las TICs en las actividades de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la SECS

C. Lull¹, L. García-España², M.D. Soriano³

1. Departamento de Química, Escuela Politécnica Superior de Gandía, C/ Paraninf 1, 46730 Grao de Gandía, Valencia, España, clull@upvnet.upv.es
2. Departamento de Biología Vegetal, Universitat de València, Avda. Vicent Andrés i Estellés s/n, 46100 Burjasot, Valencia, España, laugar89@hotmail.es
3. Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, España, asoriano@prv.upv.es

Palabras clave: aplicación informática, enseñanza del suelo, entorno web

Entre las actividades de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS) ha estado el desarrollo de una aplicación informática (app) de perfiles de suelos en diciembre de 2017 y la promoción de su uso como material docente.

Se trata de una aplicación informática para teléfono móvil en la que se muestran perfiles de suelos localizados en un mapa. La información de las fotografías de los perfiles realizados con la aplicación acompañada de su ubicación se transfiere a la plataforma donde se puede visualizar el lugar donde se encuentra el perfil. Estos geo-puntos se ubican y se colocan automáticamente en un plano digital, de modo que la información realizada por cada persona es almacenada por la aplicación.

La app “edafo-clima” (clima-eda.es/suelosapp) está abierta a todos los estudiosos de los suelos y es un recurso tecnológico que puede servir de apoyo a los docentes para el aprendizaje activo de los estudiantes. Al estar incluida en un entorno Web, favorece la existencia de un espacio activo de fácil consulta para cualquier disciplina y específicamente en nuestro caso para la provisión de imágenes de perfiles de suelo para estudiosos de la ciencia del suelo.

Actividades de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS)

C. Lull¹, M.D. Soriano²

1. Departamento de Química, Escuela Politécnica Superior de Gandía, C/ Paranimf 1, 46730 Grao de Gandía, Valencia, España, clull@upvnet.upv.es
2. Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, E-46022 Valencia, España, asoriano@prv.upv.es

Palabras clave: aplicación informática, enseñanza del suelo, , materiales de aprendizaje micromonolito

El objetivo de las diferentes actividades realizadas por la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la SECS desarrolladas durante el año 2018 en los distintos niveles educativos fue dar a conocer el papel esencial de los suelos para la vida. Con esta finalidad se han diseñado actividades para ampliar el conocimiento de los suelos de los estudiantes y se ha transmitido la importancia de conservar y proteger los suelos, así como de recuperar los suelos degradados.

Como actividades desarrolladas se incluyen el Taller de micromonolitos (abril 2018) con alumnos de primer curso del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, y del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universitat Politècnica de València (UPV), organizado por la SECS y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de la UPV. En este taller los alumnos han aprendido a elaborar micromonolitos de perfiles de suelos y a describir las características de los diferentes horizontes. Otras actividades han sido varios concursos, entre ellos el I Concurso Edafo-Videos (febrero-mayo 2018) y el de fotografías de nubes para estudiantes universitarios de grado, máster y doctorado. Otro concurso ha sido el de dibujos escolar para estudiantes de primaria y secundaria “Desafío suelos limpios”, organizado en el marco de la celebración del Día Mundial del Suelo. En el año 2018 el lema de este día fue “Sé la solución a la contaminación del suelo”. También se ha organizado un ciclo de conferencias sobre el suelo y el clima, impartidas por profesionales de la docencia en edafología. Los temas tratados han sido: el compostaje de residuos, el clima de la Comunidad Valenciana y la contaminación y remediación de suelos contaminados.

La Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública se ha propuesto recopilar y proporcionar material educativo para profesores y estudiantes escolares para ser utilizado tanto en las aulas como en casa. En la página web edafoeduca.es se están recopilando dichos recursos docentes.

Actividades docentes del PYME. Diseño de materiales docentes para la mejora del aprendizaje y su evaluación en ciencias del suelo, sociales y jurídicas

F. Ramón¹, C. Lull², M.D. Soriano³

1. Departamento de Urbanismo, Universitat Politècnica de València, España, frarafer@urb.upv.es
2. Departamento de Química, Universitat Politècnica de València, España, clull@qim.upv-es
3. Departamento de Producción Vegetal, ETSIAMN, Universitat Politècnica de València, España, asoriano@prv.upv.es.

Palabras clave: actividad multidisciplinar, materiales docentes, materiales de aprendizaje

Entre las actividades docentes realizadas en el PYME en la Universidad Politécnica de Valencia se encuentra la preparación de materiales aplicados a casos prácticos relacionados con el suelo y la jurisdicción. Un ejemplo es el estudio de suelos y materiales de origen donde se asientan las casas cueva desarrolladas en algunas zonas concretas de nuestra Comunidad. En este trabajo se describen las características de estas zonas desde el punto de vista geológico y edafológico junto a un caso práctico de estudio jurídico basado en la legislación que rige la propiedad de estas viviendas tan especiales.

Basado en estos conceptos se han creado materiales docentes que nos permitan trabajar en las dos áreas de conocimiento y permiten mejorar el aprendizaje siendo además una herramienta válida para la evaluación.

Con este ejemplo basado en las casas cueva se ha puesto en valor el análisis de un diseño de actividad reutilizable y multidisciplinar como punto de partida y su aplicación a algunas asignaturas de la Universitat Politècnica de València.

El Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo como herramienta de divulgación y estudio de los suelos de montaña

A. Lladós Soldevila, X. Berastegui Batalla

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Palabras clave: diversidad de suelos, divulgación, monolito de suelo, suelo

El Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo (CISP) ubicado en el Centro de Soporte Territorial Pirineos del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya en la ciudad de Tremp (Lérida), nace con el objetivo de ser un centro de referencia en el estudio y la divulgación de los suelos de montaña.

Desde 2014 se ha iniciado la creación de una colección de monolitos de suelo como herramienta principal para la divulgación de la importancia de los suelos y su diversidad (Figura 1). Paralelamente se desarrollan otros proyectos relacionados con la recogida sistemática de información edáfica de los suelos de Catalunya así como proyectos de investigación en colaboración con universidades y centros de investigación.

Actualmente se dispone de 20 monolitos de suelo extraídos de diferentes ubicaciones del Pirineo y Prepirineo catalán. Dicha colección muestra la gran variedad edáfica y permite mostrar la morfología, así como otros datos, tales como las características internas de los diferentes horizontes de los perfiles mostrados. El análisis de las muestras permite explicar los efectos de los procesos formadores del suelo, la idoneidad para cada uso del suelo, el manejo más adecuado y los efectos del cambio climático en los suelos, entre otros. Adicionalmente, los datos analíticos de cada uno de los horizontes de los perfiles, así como una muestra testigo de cada uno de ellos, se conservan en el mismo CISP.

La colección de monolitos aumenta anualmente con la incorporación de nuevos ejemplares. A este efecto, está prevista la construcción de un edificio específico para albergar la colección y poder exhibirla en las condiciones museográficas adecuadas; para conservar las muestras y toda la documentación asociada, así como para poder disponer de un espacio para la realización de talleres formativos y divulgativos dirigidos a diversos niveles educativos y al público en general, y un laboratorio-taller para realizar el mantenimiento de los monolitos y garantizar su conservación y un almacén.



Figura 1. Imagen del CISP en 2018 dónde se aprecia la exposición de monolitos de suelo.

8 Calentamiento global

Will ecotoxicity risks of metal-contaminated soils change with global warming?

M.N. González-Alcaraz¹, C. Malheiro¹, D.N. Cardoso¹, A.R.R. Silva¹, C. Quintaneiro¹, A. Ferreira¹, M. Alves¹, I. Silva¹, J. Álvarez-Rogel², R. Verweij³, J. Mariën³, D. Roelofs³, C.A.M. van Gestel³, I. Henriques^{1,4}, S. Loureiro¹

1. Department of Biology & CESAM, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal
2. Department of Agricultural Engineering, E.T.S.I.A, Universidad Politécnica de Cartagena, 30203 Cartagena, Spain.
3. Department of Ecological Science, Faculty of Science, Vrije Universiteit Amsterdam, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands.
4. Department of Life Sciences, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal.

Keywords: anthropogenic-degraded soils, climate change, multiple-stressors, soil biota

Anthropogenic activities induce alterations on Earth's climate system. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) predicts major changes towards the 21st century (e.g. higher frequency/intensity of floods and droughts; increasing global air temperature). These alterations may impair the (a)biotic components of terrestrial ecosystems, affecting their functioning and sustainability and thus the services they provide. This scenario may worsen in anthropogenic-degraded areas where soil biota has to deal with already multiple stressors (i.e. multi-stressed environments) and where the behavior/distribution of the contaminants present may change depending on the prevailing climate conditions and therefore their toxicity too. Most of the studies dealing with climate change and soil ecotoxicity risks have been focused on the effects of single climate factors on chemical-spiked soils, while less attention has been paid to climate factors combinations and/or field anthropogenic-degraded soils. In order to overcome this issue a new research line has been created in the Dept. Biology & CESAM from Aveiro University (Portugal) through the performance of the following research projects: GLOBALTOX (Marie Skłodowska-Curie programme; 704332), METOXCLIM (FEDER, COMPETE 2020 and Portuguese FCT; POCI-01-0145-FEDER-029557) and MICROCLIM (French CNRS/INEE via OHMI). The overall goal is to assess how (a)biotic components of field metal-contaminated soils may be affected under the current global warming perspective, by using toxicity to soil invertebrates and the associated changes in soil physico-chemical and microbiological parameters. An inter/multi-disciplinary ecotoxicological approach is being applied to field metal-contaminated soils, using different invertebrate species and expositions to single/multiple climate factors (soil moisture content, air temperature, UV radiation and atmospheric CO₂). Climate factor combinations are based on IPCC predictions. The research line considers changes in key soil parameters (e.g. pH, organic matter, metal availability, microbiology) and soil invertebrates (e.g. body metal content, enzymatic biomarkers, gene expression) to understand the effects at organism/population level (e.g. survival, avoidance behavior, reproduction).

Chemometric prediction of soil organic matter quality and quantity from the pyrolytic patterns of N-bearing compounds

M.A. Jiménez-González^{1,2}, A.M. Álvarez², P. Carral², J.A. González-Pérez³, H. Knicker³, G. Almendros¹

4. Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana, Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), c/Serrano 115b, Madrid.
5. Departamento de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), c/ Francisco Tomás y Valiente 7, Madrid.
6. MOSS Group, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Av. Reina Mercedes 10, Sevilla.

Keywords: analytical pyrolysis, carbon sequestration, N-compounds, partial least squares regression, soil organic matter.

There is a worldwide concern to predict and control the effects of climatic change on the soils. In fact, soil organic matter (SOM) is the largest reservoir of C in Earth's surface and one of the most dynamic pool. Apart from this, the structure and composition of the SOM are largely responsive to environmental changes. For this reason, the most current research focuses on the study of the mechanism of C stabilization in soils that generally depends on both natural and anthropogenic factors, including soil use and management practices. In particular, a controversial aspect about SOM formation processes is to understand how the C from the biomass is stabilized in the soil by either physical protection based on organo-mineral interactions or after a structural rearrangement the SOM macromolecular structure. Organic N-compounds in soil are of particular interest, to the extent that its chemical structure and speciation status in the SOM can play an important role in its N bioavailability. In fact, the accumulation of recalcitrant N-compounds can be an indicator of soil quality and could be related with the potential of C sequestration in certain soils.

In this study, 35 soils from different areas of Spain with a wide range of SOM content were selected. Analytical pyrolysis (Py-GC/MS) was used to identify N moieties and pattern in the SOM of whole soil samples. A general characterization of SOM quality was performed using solid state ¹³C NMR and UV-vis spectroscopy. The N-compounds identified by Py-GC/MS corresponded to seven principal chemical structures: indoles, pyridines, pyrazoles, benzonitriles, imidazoles, pyrroles and quinolones. These compounds are considered as pyrolytic markers of well-defined classes of biomass constituents, viz., protein derivatives, amino sugars and chlorophylls. Partial least squares (PLS) regression was used to explore the possible prediction of SOM quality and content using the percentages of pyrolytic N-compounds as descriptors. This approach led to a significant forecasting model for the soil C content, and suggests that soils with different C levels also have SOM with characteristic molecular composition as regards the pattern of nitrogen compounds. Multidimensional scaling (MDS) and principal components analysis (PCA) showed the extent to which these N-compounds are correlated with different indices informative of SOM status and quality.

The above results suggest that soil N-compounds pattern as seen by analytical pyrolysis encompasses relevant information as regards to SOM stabilization processes and quality.

Climate change impact on agro-climatic sustainability in the olive crops of Mediterranean area. The use of MicroLEIS DSS in OPERA-JPI Water project.

F.J. Blanco-Velázquez¹, I. Rodríguez-Ostos², M. Anaya-Romero¹

1. Evenor-Tech, SLU, C/ Isaac Newton N°4, 5ª Planta.
2. Máster Universitario Cambio Climático, Carbono y Recursos Hídricos. Universidad Pablo de Olavide

Palabras clave: climate change MicroLEIS-DSS, olive, OPERA.

Climate change impacts have many effects nowadays in ecosystem services, as food and water supply. In this study, the effects of climate change on bioclimatic deficiency were tackled for olive crops, comparing nine plots in Andalusia region (S-Spain). In this way, a calibration of Terraza model from MicroLEIS-DSS was applied. Temperature and precipitation data were obtained from four agroclimatic station, which are representative of the nine plots analysed. Agroclimatic data were compiled from around twenty consecutive years from the Plant Health and Information Alert Network (RAIF) allowing to obtain Agroclimatic indexes according to the Intergovernmental Panel on Climate Change on Andalusia under scenario A1B (actual-2040-2070-2100). Therefore, increasing of temperature and decreasing of precipitation, Humidity index, Modified Fournier index, Precipitation Concentration index, Aridity index, Arkley index, and Length of the Growth Period have a general decrease, while Water deficit have a general increase. The results showed also a general tendency of increase the monthly reduction of crop production in every plot studied (Figure 1). However, the same tendency can be observed in Miragenil Case Study but with different increases. This may be due to the fact that being a mountainous area with climatic conditions. A less seasonal distribution of rainfall and a greater aridity of the zones would also be observed, resulting in a lower demand for water by the vegetation. In addition, it would have a lower effect of washing the soil and a shorter period of crop growth. This kind of study allows focusing different agricultural and environmental policy actions (future CAP developments) depending on the degree of affection by climate change according to the zones. Conditional and green payments could be the best way to farmers to adapt to climate change. Strategies for sustainable water management for agriculture can be developed with the objective of avoiding the scarcity of water supply services such as food or fresh water



Figure 1. Monthly reduction in crop production under climate change scenario.

moss



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MED  **Soil**

US

UNIVERSIDAD
DE SEVILLA

• 1505 •