

Técnicas biológicas de recuperación de suelos



Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

Spanish Society of Soil Science

2018





Técnicas biológicas de recuperación de suelos

La necesidad de preservar el suelo como un recurso natural en que se sustenta tanto la agricultura como nuestro medio natural, ha venido calando en la sociedad en su conjunto, que cada vez exige unas cotas más altas de bienestar y, por tanto, de calidad de su medio ambiente. La contaminación de suelos y su recuperación son tareas pendientes de resolución y puesta en práctica, en la que los científicos tenemos la tarea de desarrollar tanto el conocimiento científico como las bases para el desarrollo tecnológico necesario para la implantación, por parte de los técnicos y las administraciones públicas, de los procedimientos adecuados para la recuperación de los suelos y los ecosistemas.

La recuperación de un suelo contaminado tiene como finalidad lograr unos niveles aceptables de salud y calidad del suelo, entendida como la capacidad de un suelo para mantener las funciones de productividad y de calidad ambiental y favorecer la salud vegetal y animal. Los métodos biológicos de recuperación de suelos consisten en la eliminación, atenuación o transformación de sustancias contaminantes mediante el uso de organismos vivos. Así, las técnicas biológicas de recuperación (biorrecuperación) hacen uso de microorganismos o sistemas biológicos para degradar y/o transformar los contaminantes ambientales en formas menos tóxicas o a niveles por debajo de los límites establecidos como contaminantes, potenciando los procesos naturales de atenuación y fomentando su recuperación. Concretamente, la fitorrecuperación consiste en el uso combinado de plantas y enmiendas del suelo, junto con prácticas agronómicas para recuperar un suelo contaminado o degradado. Las fitotecnologías han suscitado recientemente un gran interés al ser técnicas limpias y económicamente viables, además de medioambiental y socialmente aceptables. Aunque más lentas.

Todos recordamos casos dramáticos de contaminación, como el ocurrido en 1998 por el vertido de lodo pirítico en Aznalcóllar. En aquella ocasión se puso de manifiesto las carencias en el conocimiento y desarrollo de las técnicas biológicas de recuperación. Para los investigadores ese evento fue un reto y a la vez un laboratorio ideal para poner en práctica nuestros conocimientos científicos. Se puede considerar que ese hecho supuso un punto de inflexión en la conservación y recuperación de suelos para toda la sociedad. Desafortunadamente hay muchos casos de contaminación que no han tenido la notoriedad del vertido de Aznalcóllar, pero que suponen un riesgo para la población y el ecosistema y ante los cuales la administración y la sociedad comienzan a despertar. Casos históricos como la Bahía de Portmán en Murcia, colmatada de residuos mineros procedentes de la actividad desarrollada en la Sierra Minera de La Unión desde la antigüedad hasta los años 90 del siglo XX, donde la administración parece que comienza a actuar.

El conocimiento científico de la biorrecuperación de suelos ha evolucionado desde el conocimiento básico del suelo (físico, químico y biológico), los factores determinantes del grado de contaminación y toxicidad, los condicionantes edafológicos y ambientales, la identificación de especies vegetales compatibles con el ecosistema, la necesidad de enmiendas para el suministro de materia orgánica y nutrientes a fin de promover la actividad biológica del suelo, la biodisponibilidad de los contaminantes o la identificación de los indicadores de recuperación del suelo, hasta estudios en la rizosfera y la interacción con los microorganismos asociados, que son aspectos en desarrollo. Es decir, hay que considerar el ecosistema en su totalidad además de sus componentes individuales y hay que desarrollar soluciones adaptadas a las condiciones edafo-climáticas específicas de cada caso.

La finalidad de estas tecnologías es recuperar la salud del suelo para proporcionar un uso al mismo, es decir, proporcionar un valor al suelo recuperado es un aspecto clave para asegurar la viabilidad de la biorrecuperación.

Dra. M^a Pilar Bernal Calderón
Profesora de Investigación
CEBAS-CSIC. Murcia

UN SALUDO DE LA JUNTA DIRECTIVA

Un año más ponemos a disposición de los socios de la SECS, instituciones, centros de investigación y particulares el Calendario SECS (www.secs.com.es/actividades/calendario-secs/), un proyecto de nuestra sociedad con el que se pretende transmitir la importancia del recurso suelo entre la comunidad científica, las autoridades competentes en la materia y el público en general. Este año que acaba estamos de enhorabuena, puesto que el pasado 10 de octubre de 2017 cumplimos 70 años desde la creación de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). A lo largo de estos años, nuestra sociedad ha impulsado decisivamente el desarrollo de la Ciencia del Suelo en España, creando vínculos entre investigadores, organismos oficiales y entes privados, y estableciendo sólidas relaciones con otras sociedades españolas y extranjeras del mismo ámbito de conocimiento. La SECS se ha convertido en una numerosa familia de socios comprometidos con el estudio del suelo y con las medidas para su protección y conservación, que resultan en una importantísima contribución al uso sostenible de nuestro planeta.

Los numerosos y variados proyectos que nuestra sociedad ha impulsado en el pasado y continúa desarrollando en la actualidad y con proyección de futuro siempre se han basado en el interés común de promover y ampliar el conocimiento sobre el suelo y sus funciones entre científicos y profesionales, así como de transmitir y difundir a las administraciones y a la sociedad en general la justa y merecida valoración que le corresponde a nuestro preciado recurso. En este sentido, el Calendario SECS, año tras año desde el inicio de su edición y siempre con imágenes impactantes que representan distintos aspectos del estudio del medio edáfico, constituye una vía excelente para conseguir este objetivo.

El Calendario SECS 2018, en su 10ª edición, está dedicado a las **TÉCNICAS BIOLÓGICAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS**. Estas técnicas, cada vez más utilizadas por tratarse en general de métodos limpios y respetuosos con el medio ambiente, son tratamientos de descontaminación de suelos que se basan en el uso de organismos vivos, principalmente microorganismos, para degradar compuestos orgánicos contaminantes o transformar elementos inorgánicos contaminantes en ambientes naturales con el fin de destruirlos o disminuir su toxicidad, a través de reacciones que forman parte de sus procesos metabólicos. Estas medidas repercuten favorablemente en la mejora de la calidad del suelo y contribuyen al desarrollo de las funciones esenciales del suelo en la naturaleza de carácter medioambiental, ecológico, económico, social y cultural. La Dra. Mª Pilar Bernal Calderón, Profesora de Investigación del CSIC y socia de la SECS, realiza un atractivo prólogo sobre esta interesante cuestión. Queremos dar las gracias a todas aquellas personas que han colaborado con imágenes y textos para la elaboración del Calendario SECS 2018, elementos todos ellos que esperamos sean de su agrado y les vayan acompañando a lo largo de los próximos doce meses.



Por la Junta Directiva
Dra. Irene Ortiz Bernad
Vicepresidenta de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo





La ribera del Rio Guadalentín a su paso por el municipio de Lorca (Región de Murcia) está contaminada principalmente por cromo, cobre y zinc procedentes de vertidos de curtidurías y de granjas porcinas. La iniciativa de fitorremediación forma parte del proyecto europeo LIFE 11 ENV/ES/000506 RIVERPHY (2012-2018), cuyo objetivo principal es la descontaminación y recuperación ambiental y paisajística de un tramo seco de 1,5 km mediante la técnica de fitoextracción con 12 especies vegetales autóctonas cuya biomasa contaminada será incinerada y usada para fabricar cemento (“residuo cero”). Más información en www.liferiverphy.eu. Imágenes: Melisa Gómez Garrido, Ángel Faz Cano y Esteban Jordán González.

DICIEMBRE/DECEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

ENERO JANUARY

FEBRERO/FEBRUARY

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

The dry riverbed of Guadalentin in the municipality of Lorca (Region of Murcia) is contaminated by chromium, copper and zinc derived from former spills from tanneries and pig farms. The phytoremediation strategy here shown belongs the European Project LIFE 11 ENV/ES/000506 RIVERPHY (2012-2018) with the general objective of decontamination and environmental recovery of a stretch of 1.5 km of the dry riverbed by the use of phytoextraction. Twelve native species have been used, whose biomass is incinerated and ashes used to make cement (zero residue). More information at www.liferiverphy.eu. Images: Melisa Gómez Garrido, Ángel Faz Cano and Esteban Jordán González.





Suelo completamente colonizado por *Agaricus bisporus* (champiñón) durante un ensayo de recuperación de suelo contaminado con hidrocarburos aromáticos policíclicos y plomo. *A. bisporus* fue inoculado en el suelo a través de sustrato post-cultivo de champiñón. Este hongo degrada contaminantes orgánicos gracias a su elevada actividad ligninolítica. (Dpto. de Química Agrícola y Bromatología, Universidad Autónoma de Madrid). Imagen: Carlos García Delgado.

ENERO

L	M	Mi	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

FEBRERO FEBRUARY

MARZO

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Soil completely colonized by *Agaricus bisporus* (mushroom) during a trial to recover a soil contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons and lead. *A. bisporus* was inoculated in soil through mushroom post-culture substrate. This fungus degrades organic contaminants thanks to its high ligninolytic activity (Department of Agricultural Chemistry and Bromatology, Universidad Autónoma de Madrid). Image: Carlos García Delgado.





Fitoestabilización del “Embalse” Cauquenes (Chile). El relave generado en el proceso minero de la mina de cobre El Teniente es el residuo principal originado en la etapa de concentración del cobre. Los relaves son depositados en “embalses”. Los embalses significan una amenaza para el ambiente, ya que se ven afectados por procesos de erosión eólica y escorrentía, cuyo resultado es la dispersión de partículas fuera de la cubeta del embalse. La revegetación parcial o total de los embalses de relaves es una fórmula que permite inmovilizar contaminantes y minimizar los riegos ambientales basada en los principios de la fitoestabilización. Imágenes: Amparo Cortés Lucas.

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

MARZO MARCH

L	M	Mi	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
						30

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Phytostabilization of Cauquenes tailings pond (Chile). The tailings created in the mining process of the copper mine El Teniente is the main waste originated in the concentration stage of copper. These tailings are accumulated in ponds. Ponds suppose a hazard to the environment, since wind and water erosion processes are highly intense. The result of these phenomena is the dispersion of Cu-rich particles out of the pond. The partial or total revegetation of the tailings ponds is a strategy that allows the immobilization of contaminants and the minimization of the environmental hazards, based on phytostabilization. Images: Amparo Cortes Lucas.





Proyecto de recuperación mixta en instalaciones de Iragaz Watin, S.A. (Azkoitia, Gipuzkoa). El cese de la actividad industrial ha dejado una gran cantidad de sitios contaminados (brownfields), con suelos con altas concentraciones de compuestos orgánicos e inorgánicos. Las técnicas mixtas de recuperación de estos suelos basadas en la aplicación de nanopartículas de hierro cero-valentes (nZVI) y la biorremediación con compost son una estrategia efectiva en la reducción de la contaminación y la ecotoxicidad. Imágenes: Íñigo Virto Quecedo.

MARZO/MARCH

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

ABRIL APRIL

MAYO/MAY

L	M	Mi	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Project of mixed recovery in the facilities of Iragaz Watin, S.A. (Azkoitia, Gipuzkoa). The cease of industrial activity has left a great amount of contaminated lands (brownfields), with soil with high concentrations of organic and inorganic compounds. The mixed techniques of recovery of these soils based on the application of nanoparticles of zerovalent iron (nZVI) and bioremediation with compost are an effective strategy to reduce contamination and ecotoxicity. Images: Iñigo Virto Quecedo.





Tratamiento pasivo de efluentes mineros en la antigua mina de Lousal (Región del Alentejo, Portugal). A través de un sistema de 17 lagunas artificiales, sobre las que crecen diferentes especies de macrófitas flotantes y otras especies enraizadas en sustrato alcalino, se realiza un tratamiento pasivo de los efluentes de la antigua mina de Lousal, con pH inferior a 3 y contaminados con elevados niveles de As, Al, Cr, Cu y Fe. En las fotografías se observan diferentes etapas del proceso de fitorremediación. Imágenes: Andrés Rodríguez Seijo.

L	M	Mi	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

MAYO MAY

L	M	Mi	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Passive treatment of mining effluents from the ancient mine of Lousal (Region of Alentejo, Portugal). Through a system of 17 artificial lagoons, with different floating macrophyte species and other species rooted in alkaline substrate, a passive treatment of effluents of the ancient mine of Lousal is performed. Effluents have a pH lower than 3 and high contents of As, Al, Cr, Cu and Fe. Images show different stages of the process of phytoremediation. Images: Andrés Rodríguez Seijo.





Empleo de cubiertas vegetales para la restauración de suelos degradados en agroecosistemas de cultivos leñosos de secano, ya que en ellos se ha primado el espacio para producir y no para conservar el suelo. Su empleo implica ir conociendo las especies autóctonas que mejor puedan responder a los factores ambientales del territorio donde se ubican y saberlas manejar adecuadamente con el fin de subsanar los impactos de las mismas sobre la producción. Así, después de 20 años se consigue una mejora de sostenibilidad en los dos agroecosistemas, ya que aumentan los niveles de C y N en suelo, la biodiversidad vegetal, si bien modulada por la climatología del año, y hay clara disminución de la erosión de los suelos (Dpto. de Ciencias de la Vida, Universidad de Alcalá). Imágenes: Ana Jesús Hernández.

MAYO/MAY

L	M	Mi	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

JUNIO JUNE

JULIO/JULY

L	M	Mi	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Use of cover crops to restore degraded soils in agroecosystems of rainfed woody crops, since production has been traditionally prioritized to soil conservation. Their use involves the knowledge of native plant species that better respond to the environmental factors, and the skill to properly manage them not to negatively affect crop production. After 20 years, an improvement in agroecosystems sustainability is achieved, with increases in soil C and N levels, vegetal biodiversity, and reduction in soil erosion (Department of Life Sciences, Universidad de Alcalá). Images: Ana Jesús Hernández.





Proyecto de recuperación de un suelo minero situado en la Sierra Minera de La Unión-Cartagena. Se trata de un suelo salino, levemente ácido y sin desarrollo edáfico, formado mayoritariamente por acumulación de estériles mineros. El suelo se encontraba ausente de vegetación al comenzar el estudio (octubre 2008), con elevadas concentraciones de elementos traza, principalmente Zn, Pb y As (9686 ± 251 , 10188 ± 97 y 664 ± 28 mg kg⁻¹, respectivamente). El trabajo de fitoestabilización consistió en el aporte de enmiendas orgánicas (purín de cerdo y compost de alperujo) con dos especies vegetales: *Atriplex halimus* y *Bituminaria bituminosa*. Tras tres años, se obtuvo una cubierta vegetal densa y autosostenible que se mantiene en la actualidad y ha permitido el establecimiento de otras especies autóctonas. Proyectos: CTM2007-66401-C02-01 y CTM2010-21922-C02-01 (CEBAS-CSIC). Imágenes: M^a Pilar Bernal, Rafael Clemente, Tania Pardo, Domingo Martínez y David J. Walker.

JUNIO/JUNE

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

JULIO JULY

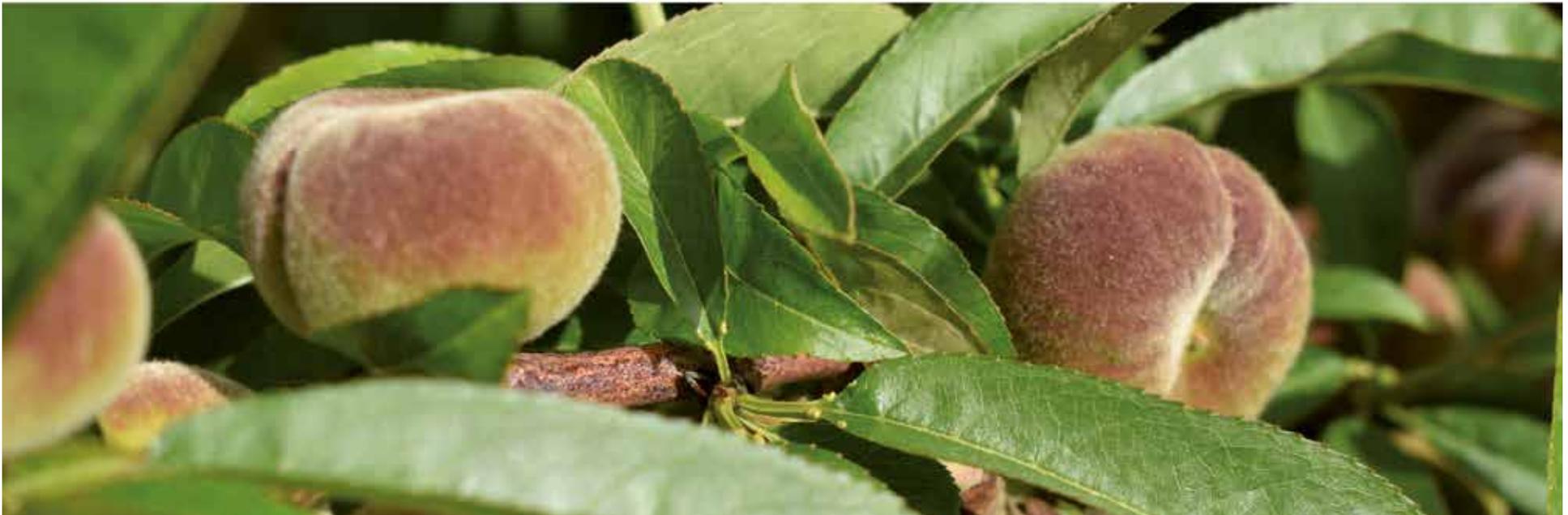
AGOSTO/AUGUST

L	M	Mi	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Project of mine soil rehabilitation in Sierra Minera of La Unión-Cartagena. Soil is saline, slightly acidic and without edaphic development, mainly formed by accumulation of tailings. Soil showed no vegetation at the beginning of the study (October 2008), with high concentrations of Zn, Pb and As (9686 ± 251 , 10188 ± 97 y 664 ± 28 mg kg⁻¹, respectively). The strategy of phytostabilization consisted of organic amendments addition (pig slurry and "alperujo" compost) with two species: *Atriplex halimus* y *Bituminaria bituminosa*. After 3 years, a dense and self-sustaining vegetation cover was achieved, which has permitted the establishment of other native species of the region. Projects: CTM2007-66401-C02-01 y CTM2010-21922-C02-01 (CEBAS-CSIC). Images: M^a Pilar Bernal, Rafael Clemente, Tania Pardo, Domingo Martínez and David J. Walker.





El estado del cultivo es el espejo del suelo. La agricultura intensiva es una de las principales causas de degradación de los suelos de la región mediterránea; los suelos bajo condiciones semiáridas sufren pérdidas en el contenido en materia orgánica. El equilibrio natural de los suelos se ve afectado por las prácticas agrícolas inadecuadas, que acentúan procesos de erosión y compactación, acidificación y contaminación de los suelos por metales pesados. Por tanto, es necesario implantar una agricultura respetuosa que aporte materia orgánica y nutrientes al suelo: aplicación de estiércol, coberturas vegetales, etc., que mejoran la formación del suelo y su estructura. Imágenes: Alicia Morugán Coronado.

JULIO/JULY

L	M	Mi	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

AGOSTO AUGUST

SEPTIEMBRE/SEPTEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Soil degradation is accelerated by intensified farming practices. The exclusive use of mineral fertilizers, along with soil tillage, usually leads to a loss of soil organic matter and reduction of soil structural stability, contamination and erosion. The application of soil conservation management systems keeping cover crops and manure application is becoming usual because of increasing interest in sustainable agriculture. Organic fertilization has been implemented to increase soil structure, enhancing soil organic matter, plant productivity, reduce chemical inputs, and increase the sustainability of such agroecosystems. Images: Alicia Morugán Coronado.





Las propias condiciones climáticas y litológicas, así como el abandono agrario, de los suelos en regiones semiáridas, como el sureste español, provocan una pérdida de materia orgánica que está asociada a procesos de degradación edáfica. La aplicación racional de residuos ricos en materia orgánica (lodos y composts de depuradora, residuos “verdes”, etc.) supone una alternativa sostenible para detener la degradación del suelo. Estas parcelas fueron establecidas por el Grupo de Enzimología y Biorremediación de Suelos y Residuos Orgánicos del CEBAS-CSIC en 2014. Desde entonces, la monitorización física, química, vegetal y microbiológica ha demostrado que una sola adición de estos residuos puede ser suficiente para mejorar la calidad y fertilidad de estos suelos. Imágenes: Felipe Bastida, Teresa Hernández, José Luis Moreno y Carlos García.

AGOSTO/AUGUST

L	M	Mi	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

SEPTIEMBRE SEPTEMBER

OCTUBRE/OCTOBER

L	M	Mi	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Climatic and lithological conditions of semiarid regions, like in southeast Spain, together with land abandonment, provoke soil organic matter loss, associated to soil degradation processes. The rational application of organic wastes (such as sewage sludge and compost, green residues, etc.) supposes a sustainable alternative to stop soil degradation. The plots in the images were established by the research group of Enzymology and Bioremediation of Soil and Organic Wastes (CEBAS-CSIC) in 2014. Since then, physical, chemical, microbiological and vegetal monitoring has shown that a unique addition of this type of wastes can be enough to improve soil quality and fertility. Images: Felipe Bastida, Teresa Hernández, José Luis Moreno and Carlos García.





El proyecto SOIL TAKE CARE (SOE1/P4/F0023) es un proyecto internacional cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través de la iniciativa Interreg Sudoe (soiltakecare.eu). Pretende mejorar la gestión y rehabilitación de suelos contaminados en la región del sudoeste de Europa que reúne España, Portugal y el Sur de Francia. Específicamente, en la Región de Murcia se pretenden reducir los riesgos ambientales y de salud pública asociados a la presencia de residuos mineros mediante el uso de fitoestabilización asistida. Con esta fitotecnología se consiguen inmovilizar metales en la rizosfera, con reducción de tasas de erosión y por tanto de transferencia de contaminantes, sin riesgos para la cadena trófica (Universidad Politécnica de Cartagena). Imágenes: Raúl Zornoza, Martín Soriano-Disla, José A. Acosta, Silvia Martínez-Martínez, María Gabarrón y Ángel Faz.

SEPTIEMBRE/SEPTEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

OCTUBRE OCTOBER

NOVIEMBRE/NOVEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

SOIL TAKE CARE project (SOE1/P4/F0023) is an international project co-financed by the European Regional Development Fund through the initiative Interreg Sudoe. The project aims to improve the management and rehabilitation of contaminated soils in the region of southwest Europe (Spain, Portugal and southern France). In the Region of Murcia, the objective is to reduce environmental and public health hazards associated to the presence of mine wastes through the use of aided phytostabilization. This phyto-technology gets the immobilization of metals in the rhizosphere, with reduction of erosion rates and so transfer of contaminants, without risk to the food web (Universidad Politécnica de Cartagena). Images: Raúl Zornoza, Martín Soriano-Disla, José A. Acosta, Silvia Martínez-Martínez, María Gabarrón and Ángel Faz.





Fitomanejo en depósitos mineros de lodos de flotación. Los gradientes edáficos presentes en la superficie de los depósitos mineros permiten la existencia de nichos edáficos favorables para el establecimiento de las plantas. En las fotos, plantación de pinos (izquierda, segundo año tras trasplante) sin adición de enmiendas siguiendo las grietas de retracción (nichos de menor salinidad y menor compactación); cuerpos fructíferos micorrícicos presentes de modo natural en los depósitos (derecha). Imágenes: Isabel Párraga, Hector Conesa, José Álvarez y Duli Martínez.

OCTUBRE/OCTOBER

L	M	Mi	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

NOVIEMBRE NOVEMBER

DICIEMBRE/DECEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
						31

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Phytomanagement of tailings ponds. Soil gradients present in the surface of tailings ponds allow the existence of edaphic niches advantageous to the establishment of plants. In the images, planting of pines (left, second year after transplanting) without addition of amendment following retraction cracks (niches with lower salinity and compaction); mycorrhiza fruiting body naturally present in the tailings ponds (right). Images: Isabel Párraga, Hector Conesa, José Álvarez and Duli Martínez.





En la recuperación de zonas mineras y en áreas con altos fondos geoquímicos de metales pesados, la aplicación de técnicas de base biológica supone un alternativa atractiva y sostenible. El estudio de las especies de estas zonas singulares y sus estrategias ante elementos tóxicos, la recogida de semillas y la investigación sobre la interacción suelo-rizosfera-planta, permiten encontrar especies tanto fitoestabilizadoras como fitoextractoras adaptadas a condiciones singulares que abren nuevas oportunidades tanto para la ampliación del conocimiento como para su aplicación. Imágenes: Rocío Millán, María José Sierra, Thomas Schmid y Javier Rodríguez Alonso.

L	M	Mi	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

DICIEMBRE DECEMBER

L	M	Mi	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

LUNES MONDAY	MARTES TUESDAY	MIÉRCOLES WEDNESDAY	JUEVES THURSDAY	VIERNES FRIDAY	SÁBADO SATURDAY	DOMINGO SUNDAY
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

In the recovery of mine lands, and in areas with high geochemical background of metals, the application of biological techniques supposes an attractive and sustainable alternative. The study of the species of these singular areas and their strategies to toxic elements, seed collection and investigation about the interaction soil-rhizosphere-plant, allow finding species with potential to phytostabilize or phytoextract toxic elements. These species are adapted to the singular conditions of the area, and open new opportunities to broaden knowledge and for application in soil recovery and restoration. Images: Rocío Millán, María José Sierra, Thomas Schmid and Javier Rodríguez Alonso (CIEMAT).





La Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

The Spanish Society of Soil Science

La Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS), es una entidad científica sin ánimo de lucro, fundada en 1947 en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Cuenta con más de 500 socios, de diversos ámbitos geográficos, y cumple sus objetivos fomentando la cohesión y colaboración entre los profesionales de la Ciencia del Suelo, con voluntad de servicio a la sociedad y con un espíritu innovador. Dichos objetivos son:

- **Promover** el estudio, el conocimiento, la investigación y la protección del suelo.
- **Difundir**, desde una perspectiva científica, el papel que juega el suelo en la sociedad a través de los servicios ecosistémicos que desempeña, como la producción de alimentos y materias primas, la protección de los ecosistemas y la conservación de la herencia arqueológica (y paleontológica), además de ser soporte físico para las actividades humanas.
- **Preservar** el conocimiento adquirido sobre el suelo, su gestión y utilización, tanto en aspectos productivos como ambientales que permitan optimizar sus aptitudes para un mejor uso.

Las actividades y prestaciones de la SECS son accesibles en el espacio web: www.secs.com.es, permanentemente puesto al día. En él se pueden encontrar, entre otros: el **NEWS.SECS**, que se publica semestralmente, el **Diccionario Multilingüe de la Ciencia del Suelo**, y el **Spanish Journal of Soil Science** (SJSS), que editan la SECS, UNIVERSIA y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para difundir los resultados de trabajos de investigación de alto nivel científico. Un espacio web con muchos contenidos de interés para personas interesadas por los suelos.

The Spanish Society of Soil Science (SECS), is a scientific, non-profit organisation, founded in 1947 in the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). It has more than 500 partners, and meets its objectives by promoting cohesion and collaboration between professionals of soil science, with an innovative spirit and willingness to serve the society. These objectives are:

- **To promote** the study, knowledge, research and protection of the soil.
- **To spread**, from a scientific point of view, the role played by the soil in favour of the society through ecosystem services as the production of food and raw materials, the protection of other ecosystems and the conservation of our archaeological heritage.
- **To preserve** the knowledge about soil, its management and use, both from the production and environmental point of view, leading to the optimization of its capabilities.

*The activities and services of the SECS are accessible on the web space: www.secs.com.es, which is continually updated. Inside you can find: **NEWS.SECS**, which is published every 6 months, the **Multilingual Dictionary of Soil Science**, the **Spanish Journal of Soil Science** (SJSS), which edits the SECS, UNIVERSIA and the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) disseminating the results of research of a high scientific level, along with many other items for people interested in soils.*

GREETINGS FROM THE BOARD

One more year we deliver SECS partners, institutions, research centres and individuals the SECS calendar (www.secs.com.es/actividades/calendario-secs/), a project of our Society to transfer the importance of the resource soil among the scientific community, authorities and general public. We have a lot to be happy as the 10th October 2017 we reached 70 years since the creation of the Society. During all these years, our Society has decisively boosted the development of soil science in Spain, creating links among researchers, official organism and private companies. The Society has also established solid relations with other Spanish and foreigner societies in the same field of knowledge. SECS has become a numerous family of committed partners with the study of soils and the measures for its protection and conservation, which are essential for the sustainable use of our planet. The different projects that SECS has released, with future projection, have always been based on the common interest to promote and enhance the knowledge about soil and its functions among scientists and practitioners, besides transferring and disseminating the needed value of this precious resource to administration and general society. In this line, the SECS calendar, year after year since the beginning, with catching images, is an excellent way to achieve this aim.

SECS Calendar 2018 (10th Edition) is dedicated to **BIOLOGICAL TECHNIQUES TO RECOVER SOILS**. These techniques are being more and more used in the last years, since they are clean and sustainable with environment. They are based on the use of living organisms, mainly microorganisms and plants, to degrade toxic organic compounds, or transform inorganic pollutants with the aim of destroying them or decreasing their toxicity, through reactions that form part of their metabolic processes. These measures are positive for the improvement of soil quality, and contribute to the development of essential soil functions. Dr M^a Pilar Bernal Calderón, Research Professor in CSIC, and partner of SECS, develops an attractive prologue about this issue. We want to acknowledge all people that have collaborated with images and texts to make this calendar. We hope you like it and it accompanies you during the next 12 months.

Presidente

Dr. Jorge Mataix-Solera

E-mail: jorge.mataix@umh.es

Vicepresidenta

Dra. M^a Carmen Hermosín Gaviño

E-mail: mchermosin@irnase.csic.es

Vicepresidenta

Dra. Irene Ortiz Bernad

E-mail: irene_ortizbernad@ugr.es

Vicepresidente

Dr. Manuel Arias Estévez

E-mail: mastevez@uvigo.es

Secretaría General

Dr. Raúl Zornoza Belmonte

E-mail: raul.zornoza@uptc.es

Tesorero

Dr. David Badía Villas

E-mail: badia@unizar.es





Eventos 2018 Events

Enero

- 25-26 enero: ICSSPN 2018 - 20th International Conference on Soil Science and Plant Nutrition. París, Francia.
- 29 enero - 2 febrero: TERRA ENVISION Conference - Scientific solutions for societal issues. Barcelona.

Febrero

- 26-28 febrero: BONARES 2018 Conference. Berlín, Alemania.

Marzo

- 14-18 marzo: Gi4DM - Geoinformation for Disaster Management. Kyrenia, Chipre.
- 26-28 marzo: Reunión de trabajo de la acción COST "Connecteur". Venecia, Italia.
- 27-29 marzo: Intersol 2018: Polluted Sites and soils: A challenge for major urban projects. París, Francia.

Abril

- 8-10 abril: AWSPT'18 - 3rd International Conference on Air, Water, and Soil Pollution and Treatment. Budapest, Hungría.
- 8-13 abril: EGU General Assembly 2018. Viena, Austria.
- 11-12 abril: Red Remedia (Red científica sobre mitigación de gases de efecto invernadero en el sector agroforestal). Granada.

Junio

- 20-22 junio: Congreso Ibérico de la Ciencia del Suelo 2018. San Sebastián.
- 25-29 junio: 10th International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH 2018 (PSILPH2018). Putrajaya, Malasia.

Agosto

- 12-17 agosto: 21st World Congress of Soil Science. Río de Janeiro, Brasil.

Septiembre

- 11-13 septiembre: Symposium on Phosphorus in Plants and Soils. Leuven, Bélgica.

Agradecimientos

Comisión para la elaboración del calendario: Fernando del Moral, Inés García, Jorge Mataix-Solera, Raúl Zornoza, Irene Ortiz-Bernad.

Colaboradores: Melisa Gómez Garrido, Ángel Faz Cano, Esteban Jordán González, Carlos García Delgado, Amparo Cortés Lucas, Íñigo Virto Quecedo, Andrés Rodríguez Seijo, Ana Jesús Hernández, M^a Pilar Bernal, Rafael Clemente, Tania Pardo, Domingo Martínez, David J. Walker, Alicia Morugán Coronado, Felipe Bastida, Teresa Hernández, José Luis Moreno, Carlos García, Martín Soriano-Disla, José A. Acosta, Silvia Martínez-Martínez, María Gabarrón, Isabel Párraga, Héctor Conesa, José Álvarez, Duli Martínez, Rocío Millán, María José Sierra, Thomas Schmid, Javier Rodríguez Alonso, Proyecto Antibiótico (Univ. Vigo).



Portada / Cover:

Imágenes de uso de plantas y hongos para recuperar suelos degradados. Imágenes: Rocío Millán, Ana Jesús Hernández, Melisa Gómez Garrido y Carlos García Delgado.

Contraportada / Back cover:

Imágenes de suelos recuperados mediante biotecnologías, producción agrícola en suelos con prácticas sostenibles y vegetación utilizada en estrategias de descontaminación de suelos. Imágenes: Íñigo Virto Quecedo, Alicia Morugán Coronado, Rocío Millán y Raúl Zornoza.



2018

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo
Spanish Society of Soil Science



Técnicas biológicas de recuperación de suelos