

EL PAPEL DEL SUELO EN EL RECICLAJE : TECNOSOLES



**TECNOSOLES, BIOCARBONES Y HUMEDALES REACTIVOS
DISEÑADOS, FORMULADOS Y ELABORADOS
"A LA CARTA Y A IMAGEN DE SUELOS NATURALES"
PARA LA RECUPERACION DE SUELOS, AGUAS
Y ECOSISTEMAS DEGRADADOS O CONTAMINADOS.**

VALORIZANDO RESIDUOS

**Felipe Macías⁽¹⁾, F. Macías-García⁽³⁾, M. Bao⁽²⁾, y
M. Camps⁽⁴⁾**

**(1).- Laboratorio de Tecnología Ambiental.
Instituto de Investigaciones Tecnológicas. USC**

(2).- Dpto. Ingeniería Química. USC.

(3).- Centro de Valorización Ambiental del Norte

**(4).- Massey University. Palmerston. New
Zealand.**

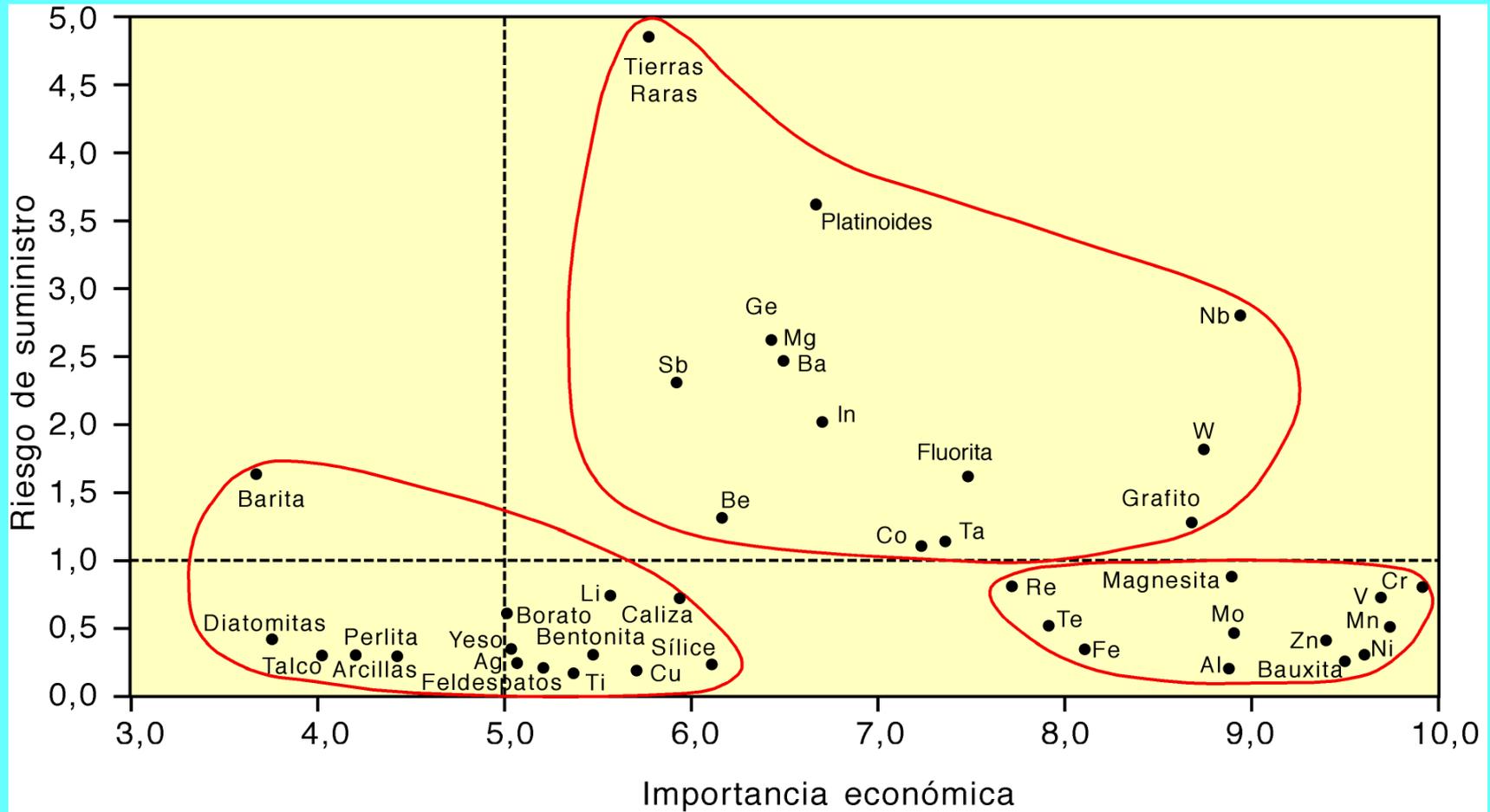
Retos 2050

- **Dar de comer y suministrar calidad de vida a 9.000 millones de personas.**
- **Conservar la biodiversidad y las condiciones ambientales sin frenar excesivamente el desarrollo humano.**
- **Ralentizar el forzamiento climático y, en general, mitigar las “huellas antrópicas”.**
- **Conseguir una mejor distribución de los recursos, evitando el riesgo de carencia o dependencia de materias primas básicas.**

RETOS 2050

- - El Problema de la Calidad/Cantidad/Distribución del Agua.
- - Las grandes megalópolis. Trantor como ejemplo aparentemente muy alejado.
- - La degradación y contaminación de suelos.
- - El problema del suministro del P
- - El problema de los elementos escasos
- - Las plagas y enfermedades.
- - El enorme incremento de la producción de residuos y sus consecuencias, como la eutrofización-

El dilema de las materias primas críticas para el desarrollo en Europa



LOS RESIDUOS MOLESTAN

- Demasiados residuos y demasiada materia orgánica. En los residuos (Estrategia Europea de Protección do Solo, 2004. La Europa de los 15 produce anualmente más de 1000 millones de toneladas de residuos). En Alemania <1% va a vertedero. En España > 30%.

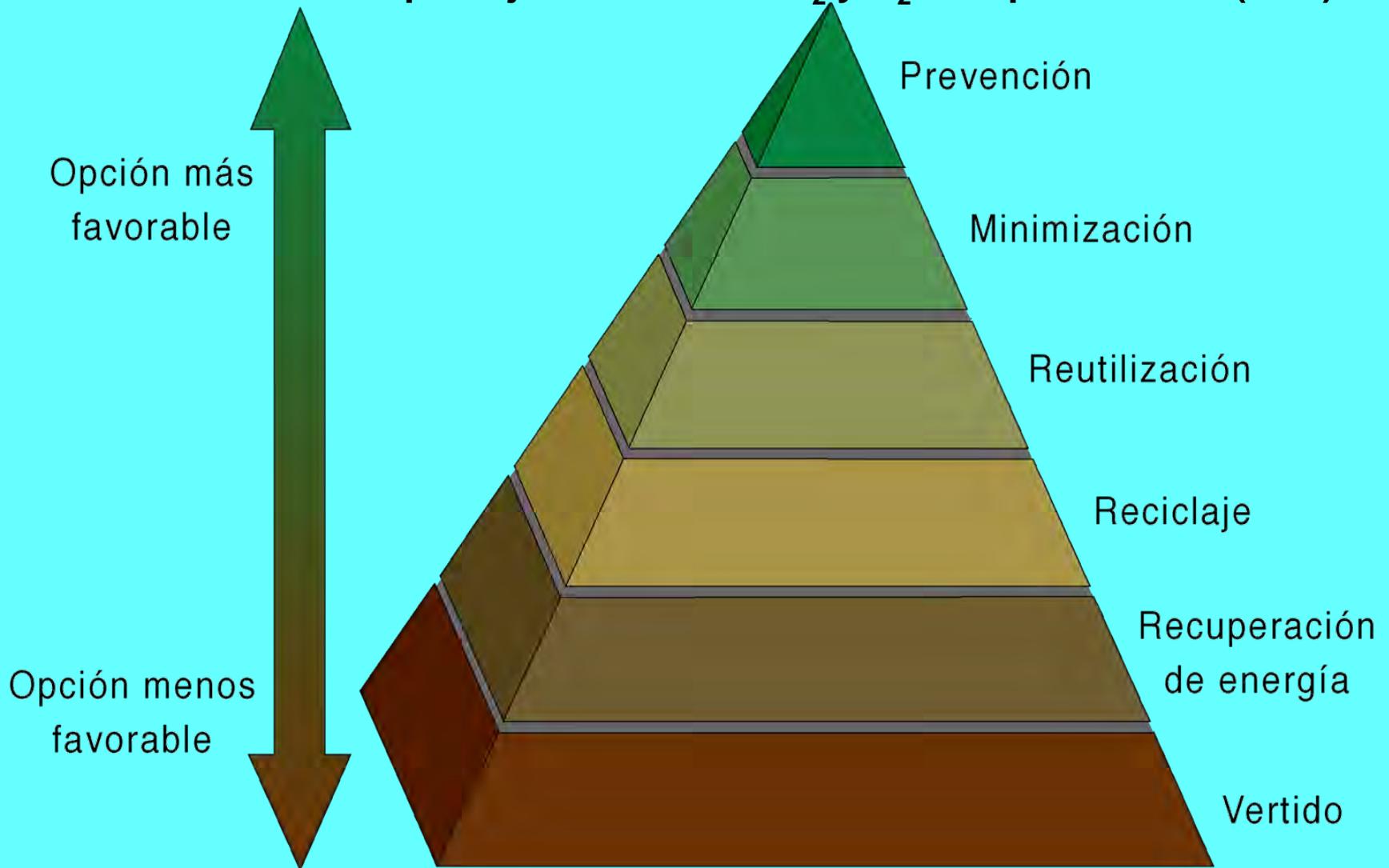


Objetivos actuales de la Gestión de Residuos

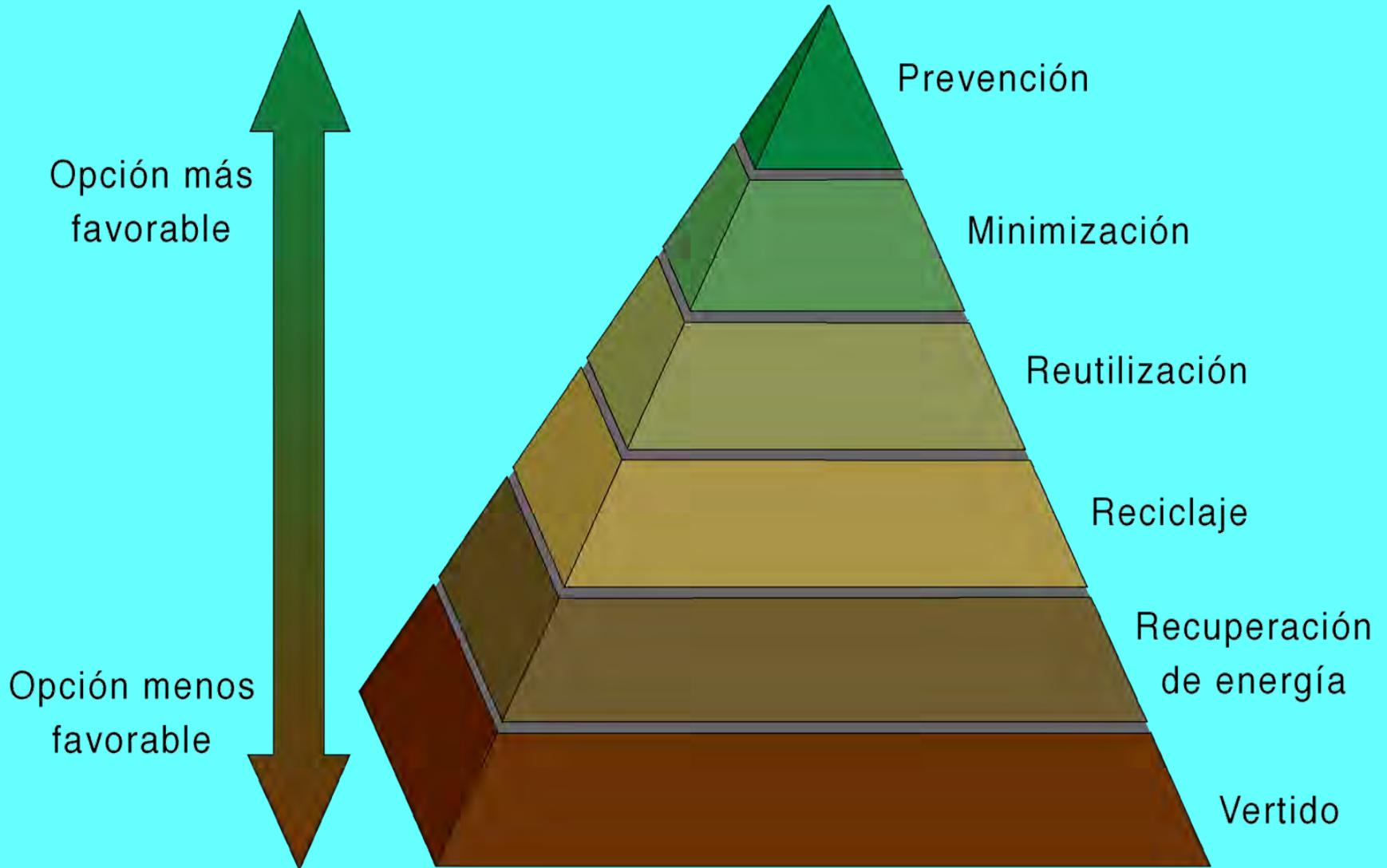
- Eliminarlo con garantía sanitaria, evitando molestias y vectores
- Disminuir el volumen ocupado por los residuos llevándolo a lugares controlados
- Recuperar parcial o totalmente la energía del residuo
- Recuperar nutrientes

¿Qué hacemos realmente con los residuos?.

- Vertedero. Fuente de CH_4 , CO_2 y N_2O en pocos años (<10)
- Incineración. Fuente de CO_2 y NO_x en pocas horas o días
- Compostaje. Fuente de CO_2 y N_2O en pocos años (< 10)



El problema se produce porque utilizamos los sistemas más sensibles (agua y aire) para eliminar los residuos.
Creamos sistemas en desequilibrio, superando su Carga Crítica de Contaminantes.



Residuos con destino a vertedero (Federal Environment Germany (2011))

- Alemania 3 kg/hab/día (0,5% total)
- Suecia 21
- Bélgica 21
- España 350 (59,5% total)
- Grecia 371
- Bulgaria 388
- Los vertederos europeos emiten 110 millones de toneladas de CO₂/año. La Central Térmica de As Pontes en torno a 9 millones
- Eliminar los vertederos reduciría las emisiones europeas un 32% en el año 2020.

Convertimos los residuos en Gases de efecto invernadero y acortamos sus ciclos de vida.

- Todos nuestros sistemas de gestión conducen a enviar el C y el a la atmósfera en el menor tiempo posible.
- CO_2
- CH_4 : 23 CO_2
- NO_x : 44 CO_2
- Combustión: minutos a horas.
- Vertedero: Años.
- Compostaje: Años

La gestión de los Residuos es inadecuada para un contexto de forzamiento climático

- **El C y el N de los residuos va al aire en vez de reintegrarlo a los ciclos biogeoquímicos.**
- **Vertedero: 50% del C que entra sale como CH₄ y 50% como CO₂. > 30% del N como NO_x. El aprovechamiento energético de CH₄ no supera el 60%.**
- **Incineración: 100% del C sale como CO₂. > 80% N como NO_x**
- **Compostaje: 50% C se pierde en la elaboración como CO₂. 30% del N como NO_x o NH₃. En menos de 10 años el 100% del C y N está en la atmósfera.**

- **TODOS LOS SISTEMAS DE GESTION DE RESIDUOS ACTUALES**
- **LLEVAN EL 100% DEL C Y N A LA ATMOSFERA EN MENOS DE 10 AÑOS.**
- **NINGUNO FORMA C RECALCITRANTE DE FORMA SIGNIFICATIVA.**

En un contexto de forzamiento climático

- Abandonamos
- Vertemos
- Incineramos
- Compostamos
- Transportamos ineficientemente
- Hacemos operaciones con una elevada Huella de Carbono en la gestión de los residuos.
- Modelo “Cow-boy”, enterrador o incinerador.

Nuestros sistemas de Gestión de Residuos actuales

- **Todavía no hemos llegado a comprender el modelo “austronauta” y estamos muy lejos del “modelo Dune”, que es el que utiliza la biosfera.**
- **Utilizamos el modelo “cow-boy” o el “enterrador”. Nuestras soluciones se fundamentan en la capacidad de dilución del aire y del agua y el encapsulamiento de los problemas con pérdida de recursos.**

¿Podemos aprender de la naturaleza?. ¿ Qué hace la Biosfera?

Recicla todo. **MODELO DUNE**

No crea nuevos elementos, sino que los transforma o los cambia de sitio de acuerdo con los imperativos termodinámicos y los principios biogeoquímicos. Es decir, lleva la materia y la energía a través de los ciclos biogeoquímicos interconectados, utilizando la energía solar y la energía interna del planeta. Luego conecta los ciclos biogeoquímicos con el ciclo geoquímico de la materia, devolviendo los materiales al sustrato geológico a partir del que se vuelven a formar rocas, suelos y sedimentos con sus materias primas.

La Naturaleza hace **Valorización biogeoquímica** porque con los cadáveres y los residuos de la alteración hace suelos, muchos de gran fertilidad, y mueve los elementos a través de los diferentes compartimentos geoquímicos de la biosfera

- **LA NATURALEZA NO HACE COMPOST**
- **HACE HUMUS, Y SIEMPRE INTENTA PONER UN SUELO EN LA INTERFAZ AIRE-GEA Y AGUA-GEA.**

Lo que aprendió la Biosfera

- Para la naturaleza no hay residuos, sino materiales- recurso que **están en el sitio inadecuado, o en la forma inadecuada**, porque son extraños o recién llegados. Es el principio de la “ATENUACION NATURAL” Luego los transforma o los cambia de sitio.
- La Biosfera, sólo necesita tiempo. Utiliza principios termodinámicos y pone cada cosa en su sitio y en la forma que está en equilibrio termodinámico.

¿TENEMOS TIEMPO?.

¿PODEMOS HACERLO MEJOR?

- Tiempo para la Tierra hay, pero no lo hay para las necesidades de las sociedades modernas en el número y demandas existentes.
- Luego, podemos tratar de aprender de la Biosfera y hacerlo mejor.
- EL GRAN ALIADO ES EL SUELO

Valores de los residuos

- - Elementos químicos, muchos de ellos elementos biófilos, fundamentales para el desarrollo de los seres vivos. Otros, escasos y útiles como materias primas,..
- Componentes útiles por su textura, utilización como alimentos, materias primas minerales, sistemas energéticos para los microorganismos, floculantes,...
- Propiedades útiles como: capacidad de retención de agua, neutralización ácido-base, capacidad tampón, capacidad de adsorción de metales y contaminantes orgánicos e inorgánicos, sustento energético metabólico,

Suelo, piedra vieja, piedra podre y en camino de ser nuevamente piedra (Fallou)

- Suelo = Residuos de alteración de rocas + cadáveres de animales y vegetales. Estructurados y evolucionando en busca del equilibrio termodinámico.

FUNCIONES DE LOS SUELOS

Estrategia Europea de Protección del Suelo, 2006

- **Los suelos, cumplen funciones productivas**
 - Producen alimentos y fibras
 - Aportan materias primas
 - Son medios de vida con elevada actividad biológica y biodiversidad
- **Los suelos permiten la instalación de infraestructuras urbanas, viarias, industriales, actividades recreativas,..**
- **Los suelos cumplen funciones ambientales:**
 - Regular los ciclos biogeoquímicos.
 - Filtran, retienen y transforman contaminantes.
 - Depuran el agua a través de procesos de adsorción, filtración y metabolismo.
 - Permiten una elevada biodiversidad con alta y variable capacidad enzimática.
 - Pueden funcionar como sumideros de C.

Aprendiendo de los suelos

- Hay más de 300 grandes tipos de suelos en el mundo. Cada uno tiene sus mecanismos de estabilización de la materia orgánica.
- Para cada condición climática y material de partida existen tipos de suelos con mayor contenido de materia orgánica y de mayor estabilidad.
- **Los suelos pueden servir de modelo para aprender a estabilizar la materia orgánica de los residuos durante períodos largos . Solo tenemos que aprender sus mecanismos de estabilización del C y aplicarlos en la gestión de los residuos.**

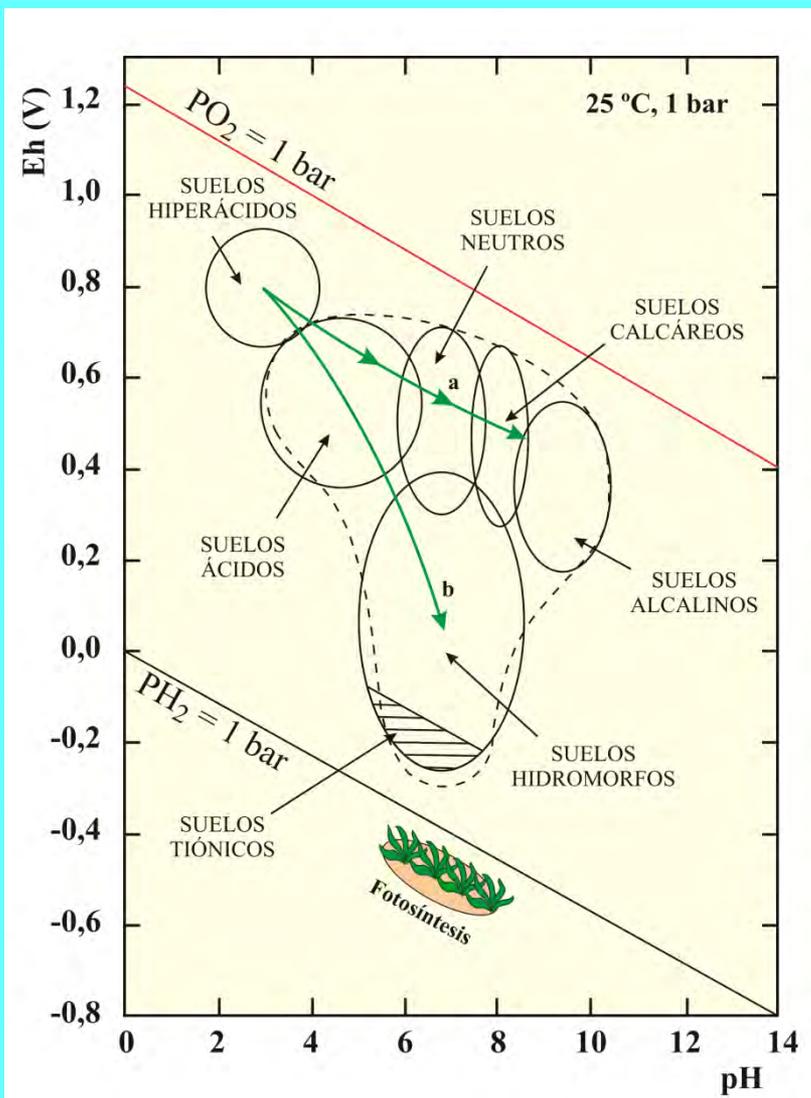


Figura. 39.- Diagrama Eh-pH de los grandes grupos de suelos según pH y Eh. Posibles líneas de evolución de la recuperación de suelos sulato-ácidos (hiperácidos e hiperoxidantes) en medios aerobios (bien drenados, línea a) y subóxicos (hidromorfos, línea b). (Otero et al., 2008).



Umbrisol ali-húmico (Galicia)

- Sustancias húmicas metaestabilizadas por formas de Al reactivas.
- Más de 1.000 años de residencia del Carbono.



Latossol húmico (Minas Gerais, Brasil)

- Sustancias húmicas metaestabilizadas por recalcitrancia intrínseca y enlaces con oxihidróxidos de Fe y caolinitas.
- Más de 10.000 años de residencia del Carbono.







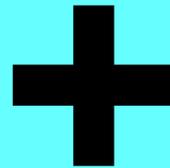




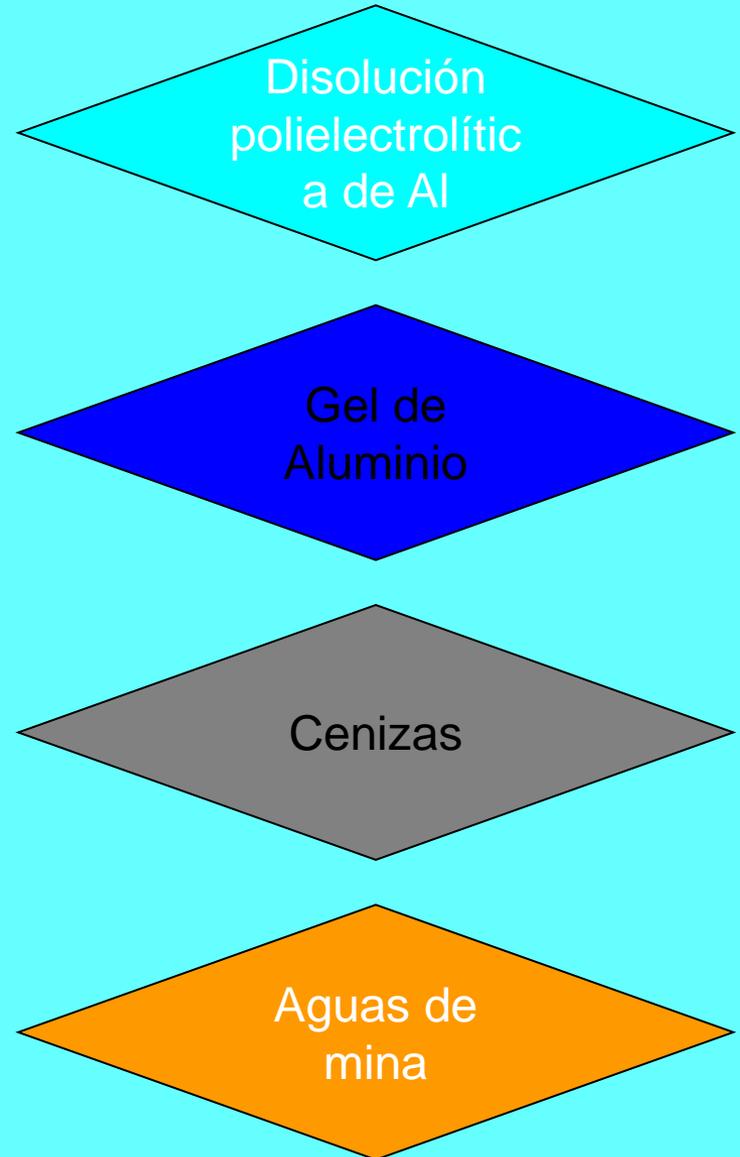
- **TECNOSOLES DERIVADOS DE RESIDUOS A MEDIDA. TECNOSOLES A IMAGEN DE LOS SUELOS NATURALES.**
- **APRENDIENDO DE LA NATURALEZA. APRENDIENDO DE LOS SUELOS.**

Materiales Fermentables y Acondicionadores

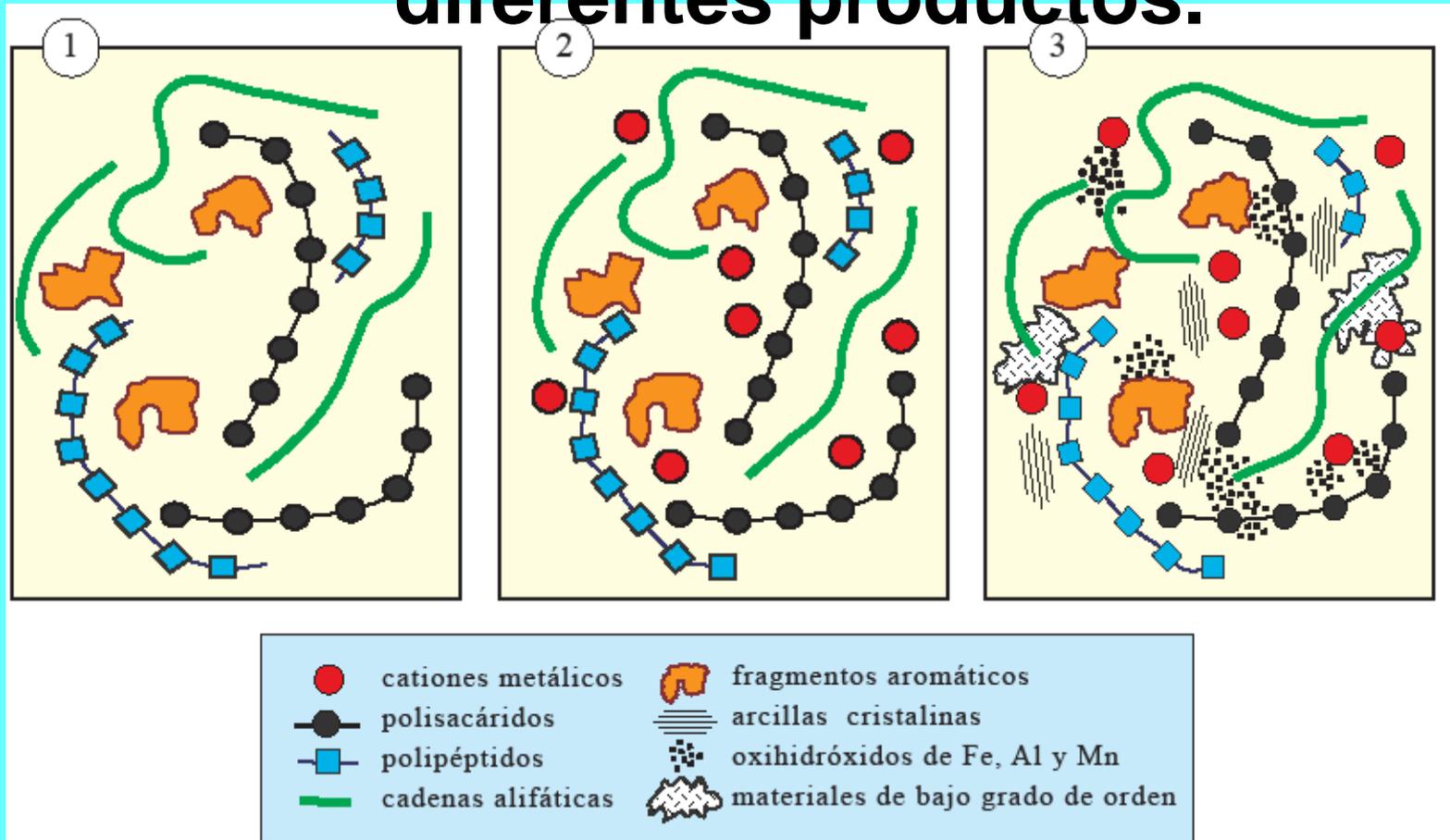
Materiales Fermentables



Acondicionadores



Esquemas moleculares del C (Piccolo) en diferentes productos.



1.- Estiércoles y Compost (C lábil).

2.- Humus (C lábil y metaestabilizado).

3.- Tecnosol para secuestro de C (C metaestabilizado por diferentes mecanismos de estabilización química y física).

Experiencia en Touro





Haciendo Tecnosoles
“a la carta”

Algunos Tecnosoles a imagen de los suelos naturales de mayor eficiencia en el secuestro de C

- Tecnosol chernozémico
- Tecnosol spódico
- Tecnosol Tierra negra andaluza
- Tecnosol masivo
- Tecnosol drenante
- Tecnosol eutrófico
- Tecnosol dísgtrico
- Tecnosol andico
- Tecnosol nítico
- Tecnosol fúngico...



BIOCHAR

Derio, 13 julio 2010

Copiando de las Terras pretas hacemos Biocarbones. ¿Qué es el biocarbón?

Biocarbón o Biochar es un carbón particulado, rico en carbono y muy resistente a la descomposición.



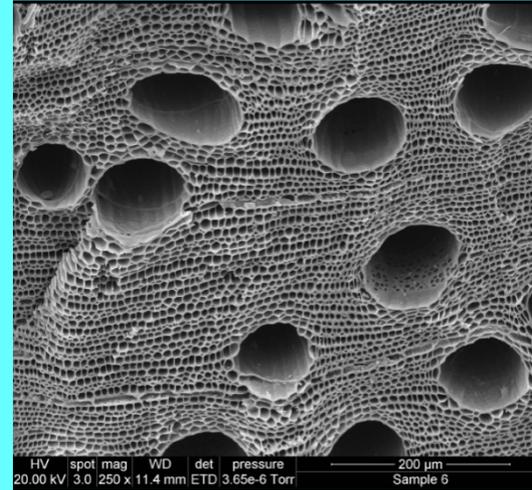
Jérôme Lecoindre



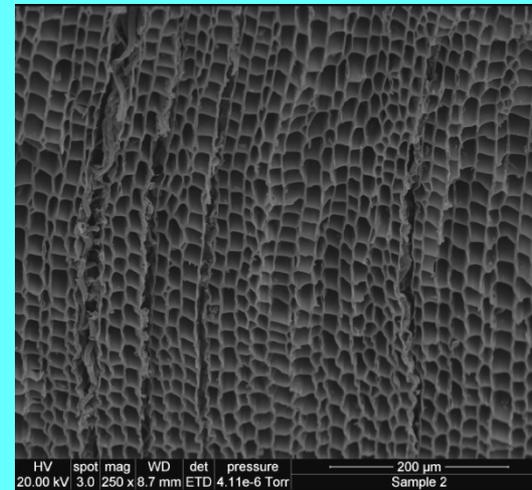
Jérôme Lecoindre

Se produce mediante la descomposición térmica de compuestos orgánicos - generalmente a bajas velocidades de calentamiento en una atmosfera pobre en O_2 (pirólisis lenta) - pero también se puede producir con otras técnicas

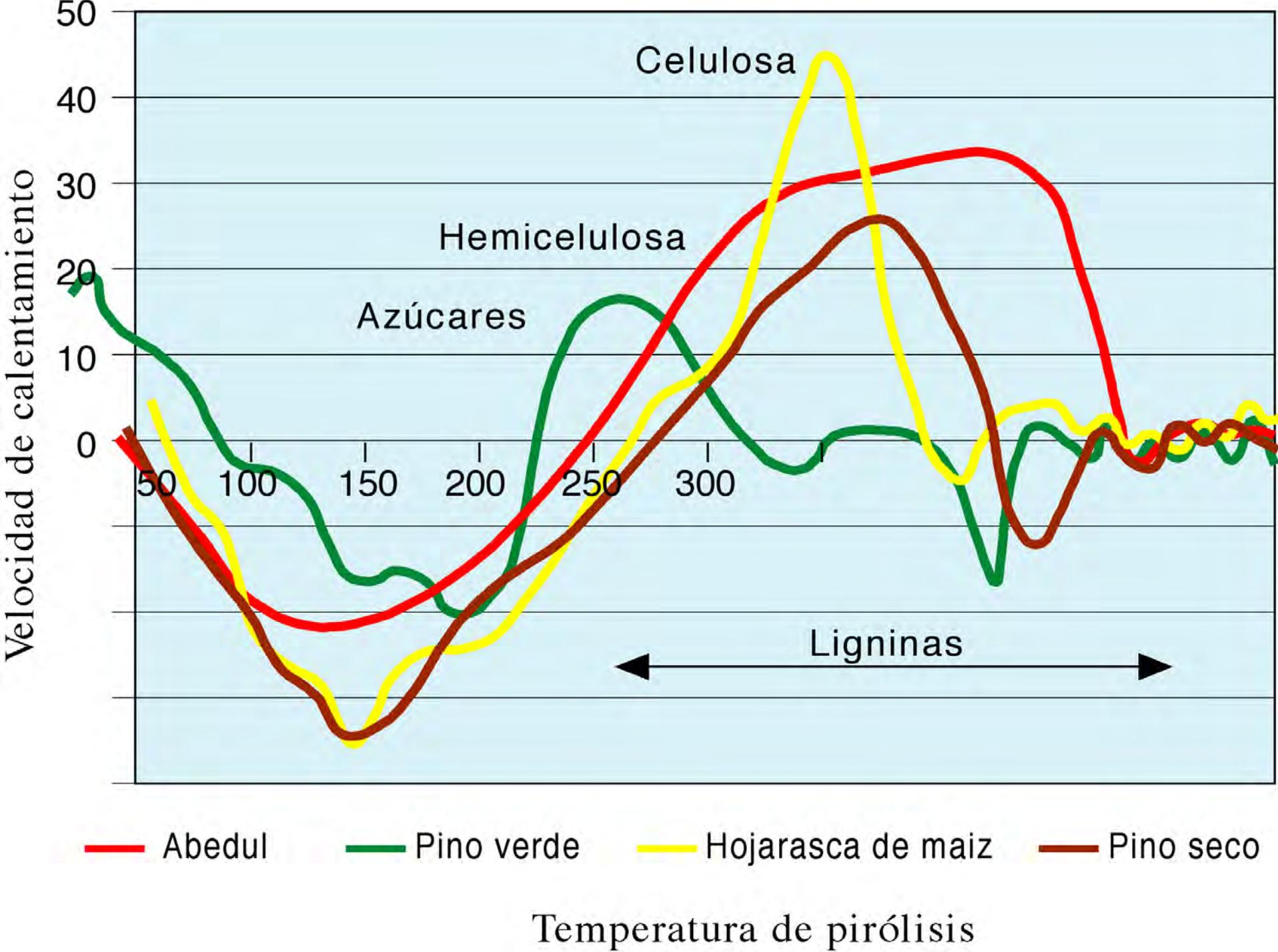
Influencia del material orgánico



Eucalyptus



Pinus



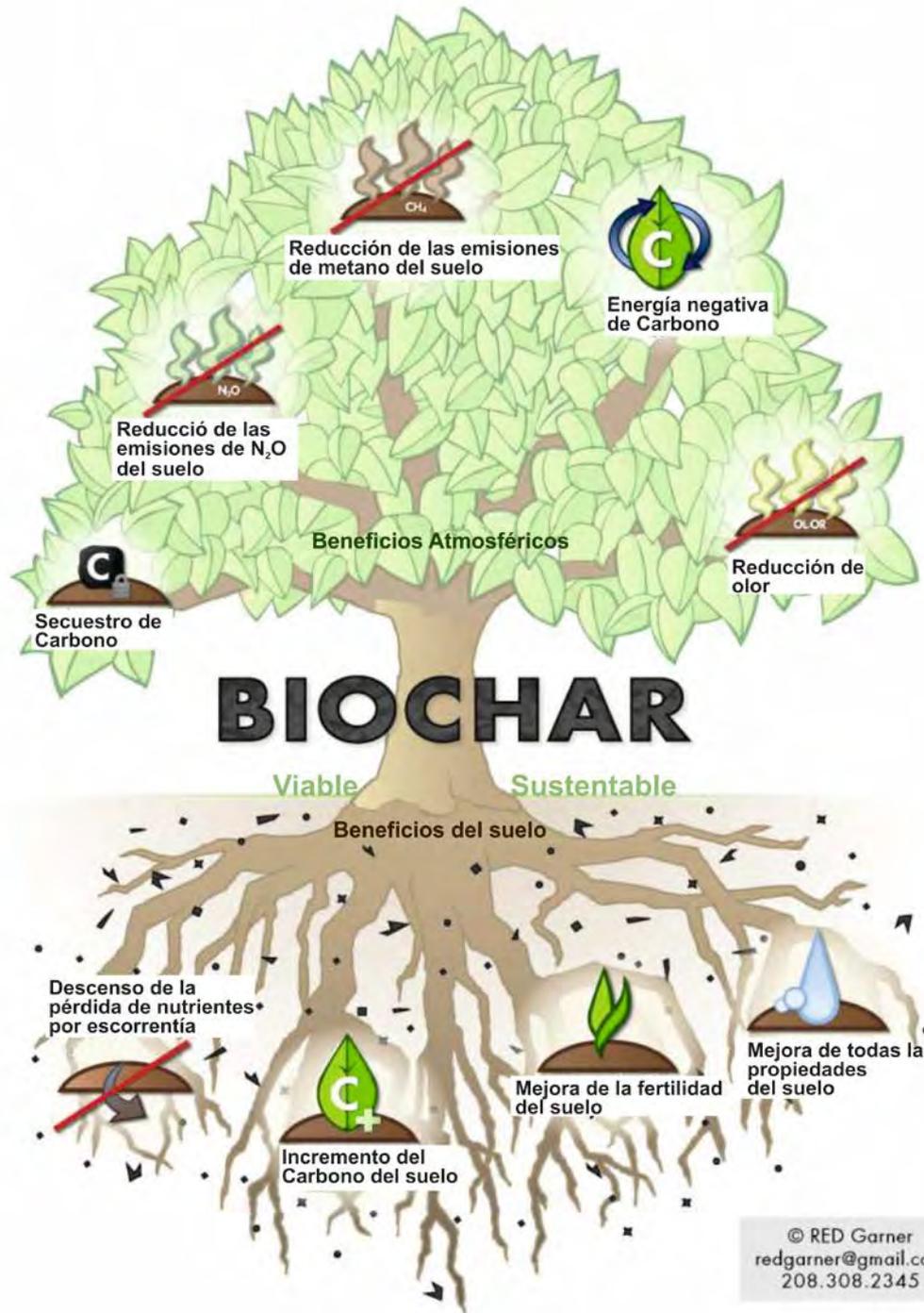
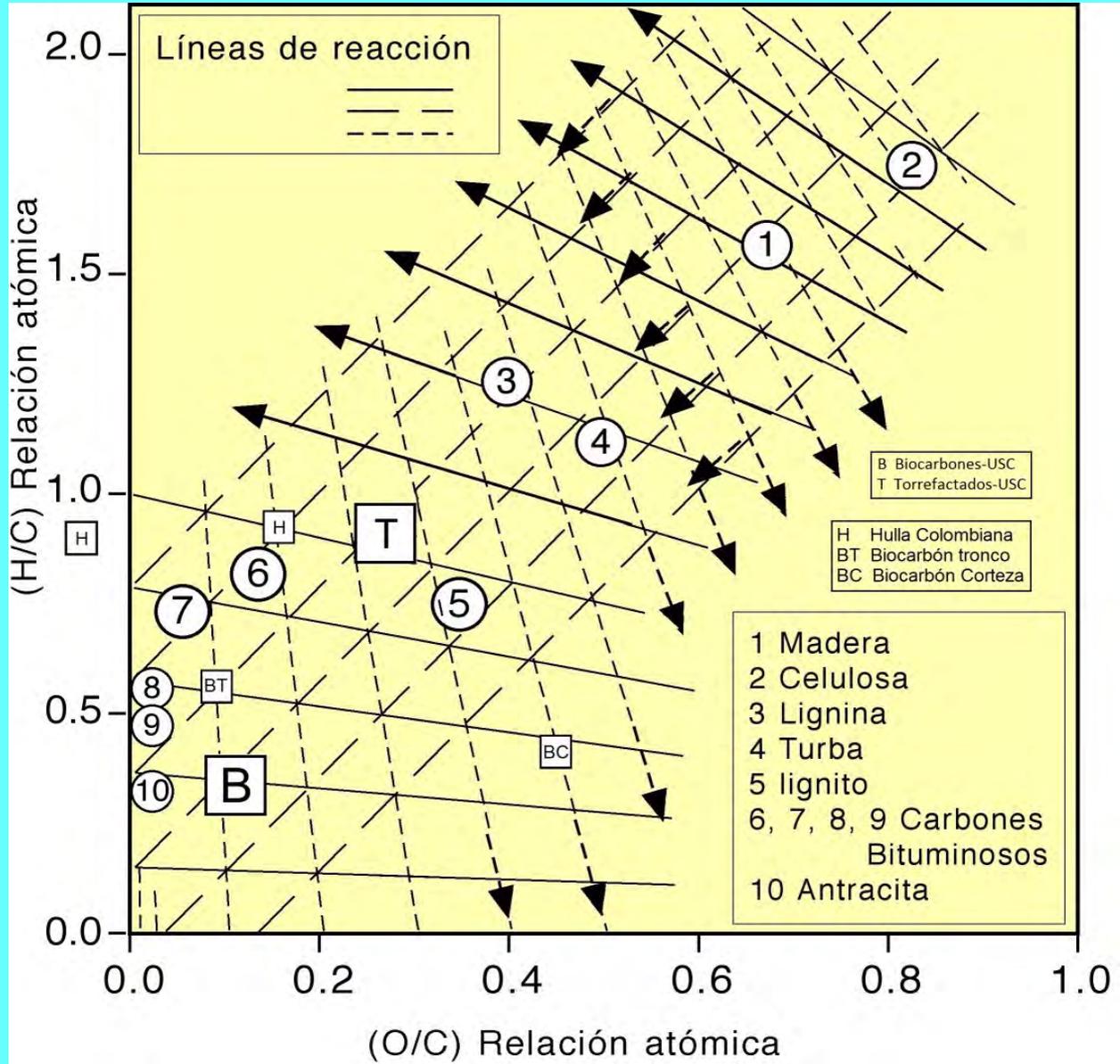


DIAGRAMA DE VAN KREVELEN



Biochar de plantas invasoras



CARACTERIZACIÓN Y PROPIEDADES DE ADSORCIÓN DE BIOCHAR OBTENIDO DE PLANTAS INVASORAS

Arán, D.¹; Saiz Rubio, R.¹; Antelo, J.¹; Fiol, S.²; Verde, J.R.¹; Macías, F.¹

¹Departamento de Edafología y Química Agrícola, ²Departamento de Química Física, Universidad de Santiago de Compostela.

*Autor de contacto: Email: doajaran@usach.cl

INTRODUCCIÓN

El biochar es un material sólido obtenido de la pirólisis de biomasa, que se caracteriza por presentar, alto contenido en carbono recalcitrante, capacidad de fertilización y retención de agua y un gran poder de adsorción de metales pesados. El biochar se puede obtener a partir de diferentes materias primas, entre ellas, las plantas invasoras. De esta forma se consigue emplear la biomasa de estas especies que causan graves problemas medioambientales en los hábitats que invaden y obtener a su vez un material muy útil en la recuperación de suelos y aguas contaminados.

OBJETIVOS

- i) Evaluar las propiedades físico-químicas de biocarbonos
- ii) Cuantificar la capacidad que presentan los biocarbonos para retener metales pesados (Cu).



MATERIALES Y MÉTODOS

Se han evaluado dos biocarbonos elaborados a partir de dos especies alóctonas: una invasora, *Acacia melanoxylon* y una de cultivo forestal, *Eucalyptus globulus*. Para la caracterización de los biocarbonos se determinaron: % C/NOS, % cenizas, P, pH, formas de C, formas de P y capacidad de intercambio catiónico (CIC).

La capacidad de adsorción de cobre se realizó mediante ensayos en "batch", empleando una relación sólido/disolución de 10g/L en KNO₃ 0,1M a pH 5. Tras 24h de agitación, se determinó la concentración de Cu²⁺ libre mediante electrodo selectivo (ISE) y la concentración de Cu en disolución mediante absorción atómica de llama (A.A.) tras filtrar las muestras. La cantidad de cobre adsorbido al biochar se determinó por diferencia entre el cobre total y el medido en A.A. Los valores resultantes fueron ajustados a una isoterma de Langmuir-Freundlich.

CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCARBONES

Los análisis del biochar muestran un incremento de más de un 20% C respecto a la materia prima (Tabla 1), siendo mayoritarias las formas de C recalcitrante (C_{rec}) y C oxidable (C_{ox}) que se obtiene por diferencias entre el C extraído con K₂C₂O₈ y el extraído con piridolado. Ambas formas son espacialmente persistentes en los suelos, lo que favorece su acumulación a lo largo del tiempo y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 1. Composición elemental de la materia prima y los biocarbonos y formas de carbono. AC: A. melanoxylon; EU: E. globulus. Los biocarbonos se analizaron con la letra B al seguir de la materia prima y condiciones de pirólisis: C₁:C₁ cenizas; C₂:C₂ oxidable; C₃:C₃ cenizas; C₄:C₄ no oxidable.

Muestra	%C	%N	%H	%S	%Ca	%O	CIC	pH	%C _{rec}	%C _{ox}	%C _{st}
Materia prima											
AC	45,40	0,34	5,18	<0,01	1,40	46,67	0,77	1,63	5,82	-	-
EU	44,97	0,43	6,18	0,03	2,12	45,67	0,76	1,65	4,54	-	-
Biochar											
BAC30/350	69,93	0,65	4,30	0,010	3,54	21,57	0,23	0,67	7,06	46,13	33,1
BEU24/400	69,32	0,41	5,09	0,005	1,94	23,24	0,25	0,98	5,19	64,1	3,8

Tabla 2. CIC (cmol/kg biochar) de los biocarbonos de A. melanoxylon y de E. globulus.

Muestra	pH	Ca	Mg	Na	K	CIC
BAC30/350	5,47	<0,062	1,58	0,59	1,02	4,12
BEU24/400	4,49	<0,062	1,20	0,23	0,23	0,09

Los biocarbonos obtenidos son ricos en nutrientes. La CIC es 4 veces mayor en el biochar AC. Estas diferencias provienen principalmente del contenido de Na y K (Tabla 2). Para el biochar AC el contenido de P total es de 678 mg/Kg y para el biochar EU es 273mg/Kg. En A. melanoxylon un 6,5% del P total es disponible (P-Diseñ) y un 2,3% es asimilable (P-AF). Por otro lado, en E. globulus el P-Diseñ se sitúa en 0,40% y el P-AF un 0,15% (Figura 2).

Los espectros FTIR muestran diferencias en las bandas a 1141 y 1110 cm⁻¹, lo que indica un mayor número de grupos carbonílicos en el biochar EU.

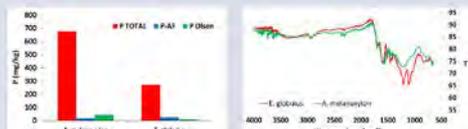


Figura 1. Diagrama de las Kivimäki donde se representan las relaciones espaciales de las diferentes especies de biochar. Figura 2. Formas de fósforo presentes en los biocarbonos de A. melanoxylon y E. globulus. Figura 3. Análisis de FTIR de los biocarbonos de A. melanoxylon y E. globulus.

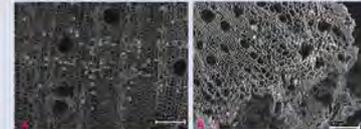


Figura 4. Imágenes de SEM de los biocarbonos AC y EU.

RETENCIÓN DE METALES

Los ensayos de adsorción de Cu se ajustan a una isoterma de Langmuir-Freundlich (Figura 5), obteniéndose la capacidad máxima de adsorción (Q_m) y la constante de adsorción (K_L). Se determinaron Q_m de 39,02 mg/g y de 12,8 mg/g para los biocarbonos AC y EU respectivamente (Tabla 3). La mayor capacidad de adsorción corresponde al biochar AC, debido a su mayor pH y mayor contenido en cenizas (Tabla 1).

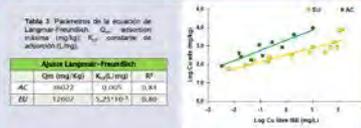


Figura 5. Isoterma de adsorción de cobre en los biocarbonos AC y EU.

CONCLUSIONES

- La elaboración de biochar a partir de plantas invasoras es una alternativa para el manejo de estas especies.
- El proceso de pirólisis favorece el incremento de C, así como la presencia de un C estable que permanece en el suelo por largos periodos de tiempo.
- El contenido de nutrientes que presentan y su disponibilidad permite que estos biocarbonos sean empleados como enmiendas y fertilizantes en los suelos.
- Los biocarbonos elaborados presentan una buena capacidad de adsorción, por lo que pueden emplearse en la recuperación de suelos y aguas contaminados por cobre.

CARBONO RECALCITRANTE

- El 50% del C de un compuesto o mezcla dura más de 100 años, resistiendo a los procesos oxidativos atmosféricos y a los metabólicos.

2001

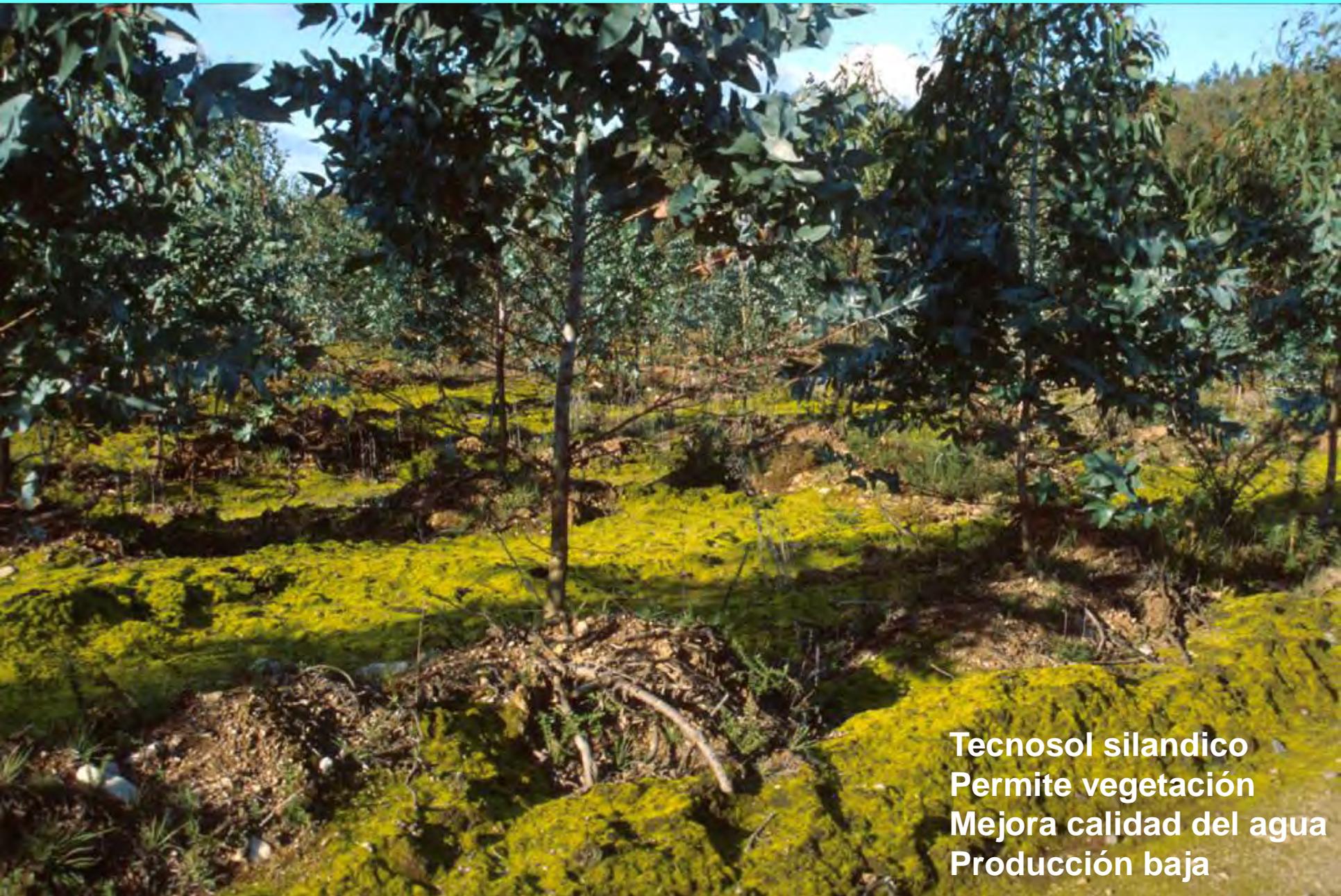


Tecnosoles

- Si los suelos de una zona han desaparecido, se han contaminado, han perdido su fertilidad,..., y realizan mal sus funciones ¿por qué no hacer suelos que los sustituyan y corrijan los problemas existentes?. ¿Por qué no hacer suelos a medida de nuestras necesidades?. Estos suelos constituidos por más de un 30% de artefactos son denominados como **TECNOSOLES**.
- Los suelos naturales, debido a su elevada heterogeneidad, pueden servirnos como diferentes modelos a tratar de imitar para hacer suelos con propiedades adecuadas la resolución de cada problema ambiental o de productividad.
- Además, esto ya lo han hecho empíricamente otras muchas culturas, dando origen a suelos que, dentro de su contexto ambiental, cumplen más adecuadamente las funciones de los suelos. Este es el caso de suelos como las Terra pretas y mulatas, los sambaquis, los plaggen, los maori-soils,

Algunos Tecnosoles “a la carta” y “a imagen de los suelos naturales” para eliminar/mitigar problemas ambientales y valorizar residuos

- **Tecnoisol chernozémico**
- **Tecnoisol spódico**
- **Tecnoisol Tierra negra andaluza**
- **Tecnoisol duripan**
- **Tecnoisol antieutrofizante**
- **Tecnoisol terra preta**
- **Tecnoisol anti As**
- **Tecnoisol masivo**
- **Tecnoisol drenante**
- **Tecnoisol fúngico**
- **Tecnoisol degradante de hidrocarburos**



Tecnosol silandico
Permite vegetación
Mejora calidad del agua
Producción baja

Los Tecnosoles se pueden combinar.
Tecnoisol silándico y Tecnoisol eutrófico





**Tecnosol de residuos del cultivo
de mejillón.**

Producción media 3200 kg/ha de colza.

10-15 cm de espesor

4 meses de tiempo de transformación





Taludes con y sin Tecnosoles



Resurgimiento de Fauna y Flora



Zona sin
aplicación de
Tecnosolos
Agua pH <3.0

Zona con
aplicación de
Tecnosolos
(6 meses)
Agua pH
>6.0



**Tecnosol eutrófico y T. silándico
5 años
Perdiz, conejo, liebre, zorro,..**

Tecnosoles aluándicos
Espesor 50 cm.
Incrementa producción E. globulus x1.2-1.5
6 años



úctico
7-8



Recuperación de plataformas y taludes con Tecnosoles sambaquí. Mina de Touro





Tecnosoles
(6 años)

Vegetación suelo
original
(9 años)



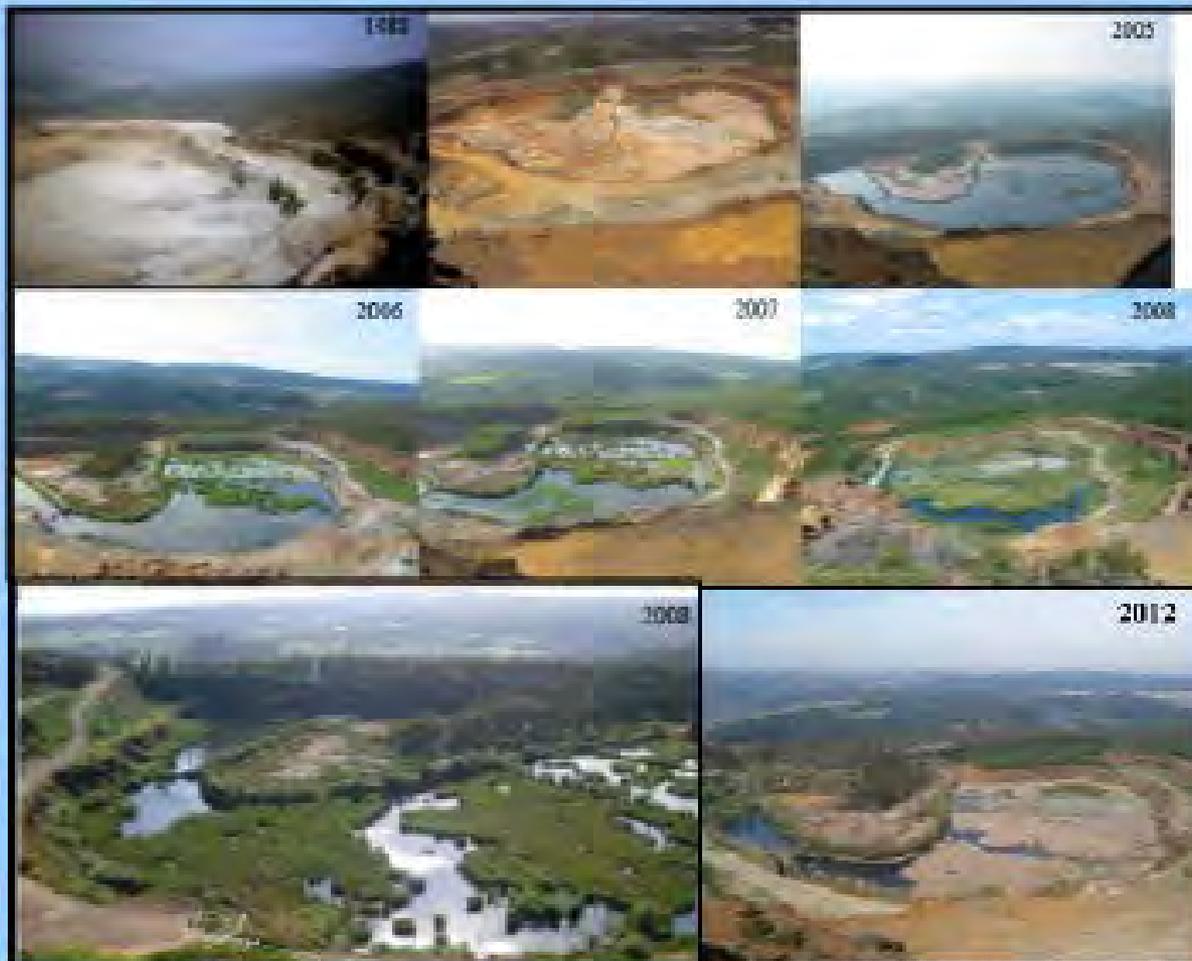






Touro Mayo-11

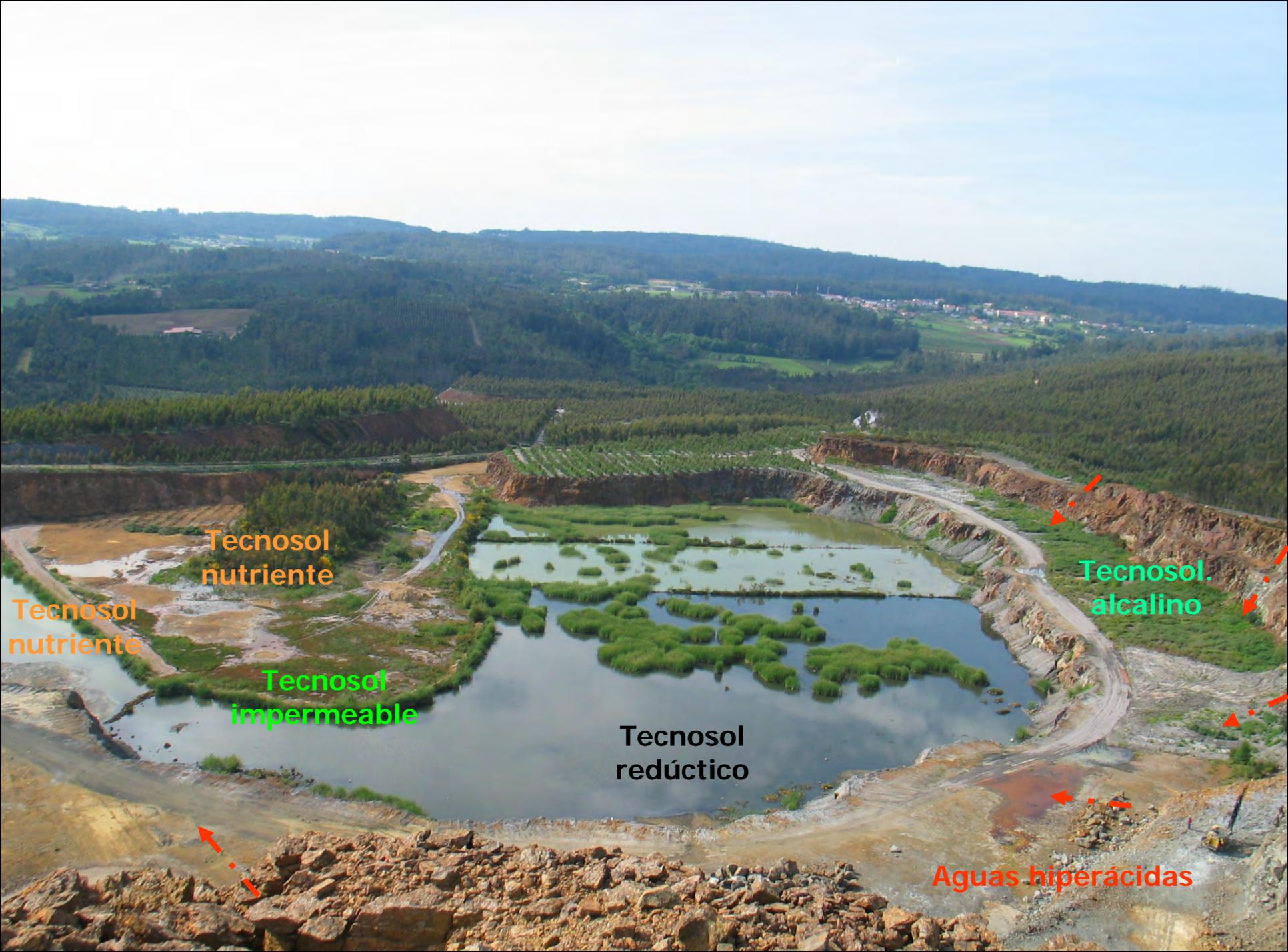
Carmen P. Llaguno



Evolución de la corta de Bama donde se ha instalado un sistema de depuración de aguas ácidas de mina (AMD) con Tecnosoles reactivos y un humedal de condiciones subóxicas. Las aguas de mina entran a $\text{pH} < 3$ y con altas concentraciones de Al , $\text{SO}_4^{=2}$ y otros iones tóxicos y salen a $\text{pH} > 7$, directamente utilizables como aguas de riego, cría de peces o potabilización.







Tecnosol
nutriente

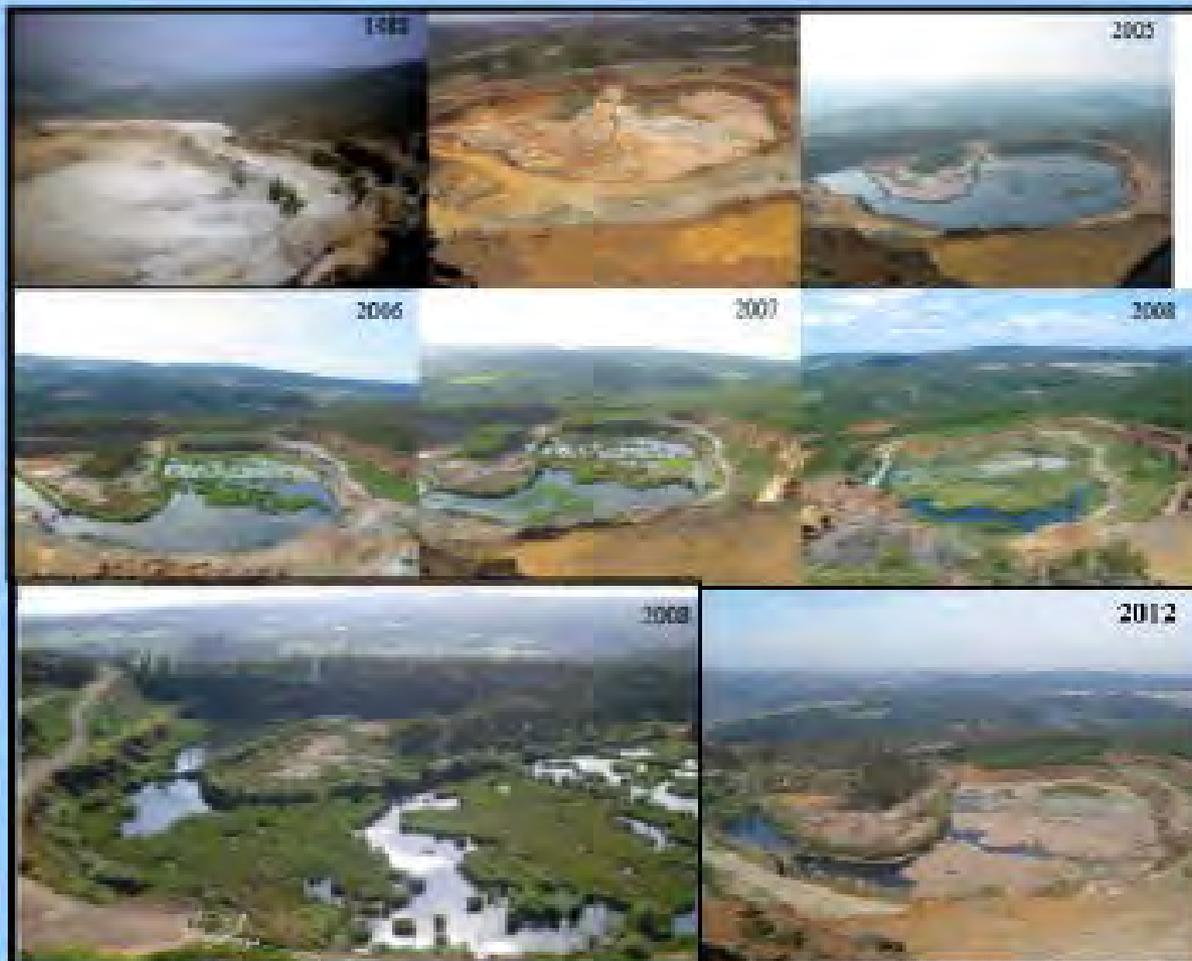
Tecnosol
nutriente

Tecnosol
impermeable

Tecnosol
redúctico

Tecnosol.
alcalino

Aguas hiperácidas



Evolución de la corta de Bama donde se ha instalado un sistema de depuración de aguas ácidas de mina (AMD) con Tecnosoles reactivos y un humedal de condiciones subóxicas. Las aguas de mina entran a $\text{pH} < 3$ y con altas concentraciones de Al , $\text{SO}_4^{=2}$ y otros iones tóxicos y salen a $\text{pH} > 7$, directamente utilizables como aguas de riego, cría de peces o potabilización.

		ENTRADA
pH	H ₂ O	3,07
C.E.	mS·cm ⁻¹	3,58
SO ₄ ²⁻	mg·L ⁻¹	3958,1
NO ₃ ⁻	mg·L ⁻¹	1,5836
Cl ⁻	mg·L ⁻¹	85,793
PO ₄ ³⁻	mg·L ⁻¹	0,1184
Al	mg·L ⁻¹	34,65
Fe	mg·L ⁻¹	34,35
Cu	mg·L ⁻¹	1,89
Mn	mg·L ⁻¹	41,85
Ni	mg·L ⁻¹	1,89
Pb	mg·L ⁻¹	<0,50
Zn	mg·L ⁻¹	2,07
Cd	µg·L ⁻¹	7,29
As	µg·L ⁻¹	3,15
Ca	mg·L ⁻¹	487,5
Mg	mg·L ⁻¹	180

		SALIDA
pH	H ₂ O	7,79
C.E.	mS·cm ⁻¹	2,2
SO ₄ ²⁻	mg·L ⁻¹	1435,5
NO ₃ ⁻	mg·L ⁻¹	9,4639
Cl ⁻	mg·L ⁻¹	111,97
PO ₄ ³⁻	mg·L ⁻¹	0,1258
Al	mg·L ⁻¹	0,077
Fe	mg·L ⁻¹	<0,05
Cu	mg·L ⁻¹	0,31
Mn	mg·L ⁻¹	3,36
Ni	mg·L ⁻¹	0,21
Pb	mg·L ⁻¹	<0,50
Zn	mg·L ⁻¹	0,06
Cd	µg·L ⁻¹	1,84
As	µg·L ⁻¹	7,54
Ca	mg·L ⁻¹	480
Mg	mg·L ⁻¹	90

Cambios en la composición de las aguas tratadas
En el humedal reactivo de Touro

Datos de Marzo 2009

Porcentaje de reducción de la contaminación en el Humedal reactivo con 4 Tecnosoles.

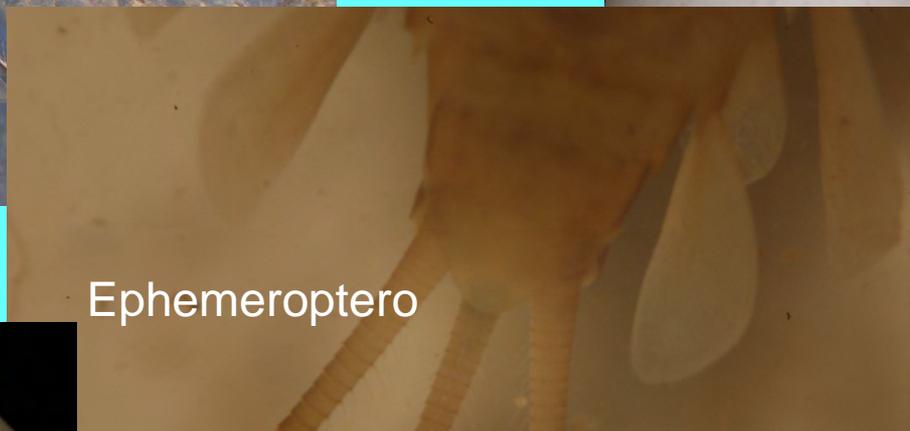
- **Contaminante eliminado de las aguas (% eliminado)**
- **H⁺ 99,99**
- **CE 38,20**
- **SO₄⁼ 63,70**
- **Al 99,78**
- **Fe 99,86**
- **Cu 81,65**
- **Mn 91,87**
- **Ni 88,89**
- **Zn 97,10**
- **Cd 74,76**



Gerridae



Athericidae



Ephemeroptero



Baetidae



Odonatos



Ryacophilidae





a)



b)



Es necesario seguir la sucesión ecológica, del mismo modo que lo hacen los procesos de atenuación natural.

Los saltos conducen a sistemas no autosostenibles

Figura. 40.- a) Recuperación de suelos de una mina de bauxita en Sao Paulo (Brasil). Bajo la plantación de *Eucalyptus* de origen australiano se ha desarrollado la vegetación característica de la “mata atlántica” y, paulatinamente, ha entrado la fauna asociada. La posterior eliminación de la masa forestal plantada permite recuperar de forma rápida, eficaz y poco costosa el ecosistema deseado. b) Recuperación de suelos de escombreras de la mina Touro, similares a las presentadas en las figs 8 a 10, en las que tras la adición de Tecnosoles neutralizantes de la acidez se plantaron *Eucalyptus globulus*. Tras la plantación se desarrollaron espontáneamente plantas ruderales en las que progresivamente fue aumentando el porcentaje de las plantas propias de las formaciones naturales del entorno. Al igual que en el caso anterior la fauna entró paulatinamente y actualmente crían en esta zona perdiz, conejo, liebre e incluso zorro, así como numerosas aves; todo ello en suelos fuertemente contaminados inicialmente en los que sólo podían desarrollarse organismos extremófilos propios de los sistemas hiperácidos. En la siguiente etapa, el eucaliptal será sustituido en una zona experimental por un bosque caducifolio (robledal) del que ya hay bastantes plantas espontáneas en las primeras fases de desarrollo.



*Vegetación del Páramo de Masa.
Regímen de humedad xérico. T^a
invierno hasta -20°C. Prácticamente
sin lluvias de abril a noviembre*





Leptosoles rendsicos. Año 1 de recuperación. Siembra de Dactilo

Tecnosol eutrófico
2000, 4000, 6000 kg/ha
de cebada.
10000 kg/ha de trigo al cuarto año



Ensayos en la mina de Sao Domingo.

Crecimiento de jaras en Tecnosoles

utilizando residuos locales y los contaminantes
mineros como el gossan



Jaras de 3 meses

Jaras de 6 meses





NUEVA ALTERNATIVA BIOTECNOLÓGICA FRENTE A SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS

Díez, E.^{1*}; Saiz, R.¹; Arán, D.¹; Romero, D.¹; Macías, F.¹

¹ Dep. Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, España

*elena.diez.rodriguez89@gmail.com

Introducción

Un problema cada vez más recurrente en los últimos años es la **contaminación de suelos**, siendo uno de los más habituales la contaminación por hidrocarburos. La utilización de Mico-Tecnosoles se puede considerar una **biotecnología innovadora**, basada en la capacidad micorrremediadora que presentan algunos hongos, cuyo origen es la necesidad de disponer de tratamientos eficaces y ambientalmente viables para la **restauración in situ** de medios contaminados. En el presente trabajo, se empleó el hongo **Pleurotus ostreatus**, que a través de su sistema enzimático ligninolítico es capaz de **degradar hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs)** (Esquema inferior).

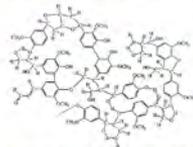
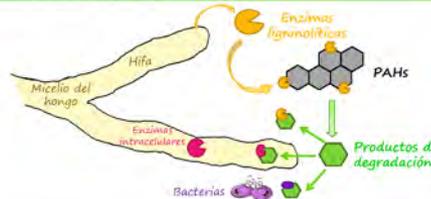


Figura 1 Estructura de la lignina (Haider et al., 1964)



* La **lignina** es un polímero polifenólico heterogéneo (Figura 1) con una **estructura química bastante similar** a la de muchos **compuestos aromáticos**.

* Muchos **hongos**, en especial los de la podredumbre blanca, tienen la capacidad de mineralizar la lignina y sus derivados, debido a que presentan una dotación enzimática extracelular con **actividad ligninolítica**.

* Este es el motivo de que *Pleurotus ostreatus* tengan el potencial de **degradar** múltiples compuestos como los PAHs.

Objetivos

1. Identificar las **condiciones edáficas** más idóneas para el crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*.
2. **Caracterizar distintos materiales** (suelo granítico, dos Tecnosoles y un biochar elaborado a partir de maíz), para determinar en que medida favorecen o no su desarrollo.
3. Determinar el grado de **desarrollo** de esta especie ante la **presencia de diesel** en diferentes suelos.

Material y Métodos

Los análisis llevados a cabo incluyen entre otros: análisis elemental (CHNS), CEC, pH, conductividad, Nitrógenos, contenido total de nutrientes y metales.



Figura 2 Distintos suelos y biochar analizados



Figura 3 Ensayo para evaluar la viabilidad de *P. ostreatus* en diferentes suelos contaminados con diesel. Se ha añadido 1 g de micelio en paja a cada vaso excepto en 5%.

Resultados

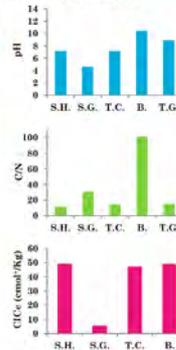


Figura 4 Resultados de pH, CEC y relación C/N de los suelos y del biochar analizadas.

Tabla 1 Capacidad de crecimiento de *P. ostreatus* en diferentes suelos contaminados con diesel (*sin hongo)

Diesel %	Suelo granítico	Tecnosoil Castaño Touro	Tecnosoil Umbriso (1:1)	Biochar
0%	+	-	+	-
1%	+	-	+	++
2%	+	+	+	+
3%	++	+	+++	+
5%	+	-	++	+
10%	+	-	+	-
5%*	-	-	+	-

Las características físico-químicas y edáficas del **Umbriso (S.G.)** (Figura 4) permiten el **desarrollo** de *P. ostreatus*, aunque con **limitaciones**, probablemente debido a una escasa cantidad de nutrientes biodisponibles y a unas condiciones de pH inferiores al óptimo.

Los **Tecnosoles (T.C. y T.G.)** mostraron ciertas **limitaciones** que conllevaron a un escaso **desarrollo** de *P. ostreatus* (Tabla 1), pese a tener unas características físico-químicas similares al suelo de referencia (S.G.) en los parámetros analizados. El **exceso** en el **contenido de Na** biodisponible puede ser la causa principal de la ausencia de proliferación del hongo sobre el T.C., mientras que en el caso del T.G. el factor limitante parece ser su **elevado pH**.

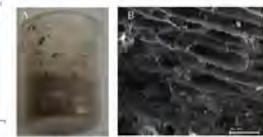


Figura 5 Micelio del hongo en: A) mezcla Suelo-Tecnosoil (1:1) con 3% de diesel. B) biochar de maíz (imagen de SEM)

El sustrato en el que **mejor** se ha desarrollado *P. ostreatus* en presencia de diesel ha sido la **mezcla de Tecnosoil "Castaño Touro" con suelo granítico** (Figura 5), por lo que el uso de Mico-Tecnosoles parece que puede considerarse como una solución ambientalmente viable ante eventos de contaminación de suelos con hidrocarburos. La técnica de aplicación "in situ" de este tipo de suelos "a la carta" supone un atractivo socioeconómico frente a otros modelos de biorremediación.

Conclusiones

1. Las **condiciones edáficas** necesarias para un buen desarrollo de *P. ostreatus* son: temperatura entre **18 y 24°C**, **humedad** de **85-90%**, suelos con textura franca o franco-arenosa, **pH ligeramente ácido** y alta capacidad de intercambio catiónico.
2. *P. ostreatus* demostró capacidad de **desarrollarse** en distintos **suelos contaminados** por diesel, alcanzando su mayor vigor de desarrollo a concentraciones entre 1 y 3% de contaminante.
3. Estos resultados demuestran la capacidad, tanto del **biochar** como del **Tecnosoil**, de permitir, en determinadas condiciones, el **crecimiento** de *P. ostreatus*, a la vez que constituyen el fundamento para elaborar suelos y sustratos con menores limitaciones y cada vez más eficaces biotecnológicamente.
4. Los **resultados** obtenidos son, en cierto modo, **prometedores** de la capacidad biotecnológica de los **Mico-Tecnosoles**. Sin embargo, todavía quedan muchos aspectos por aclarar para conseguir el sistema Tecnosoil adsorbente de hidrocarburos con hongos capaces de metabolizar contaminantes derivados del petróleo.

Hongos ligninolíticos como degradantes de derivados del petróleo.

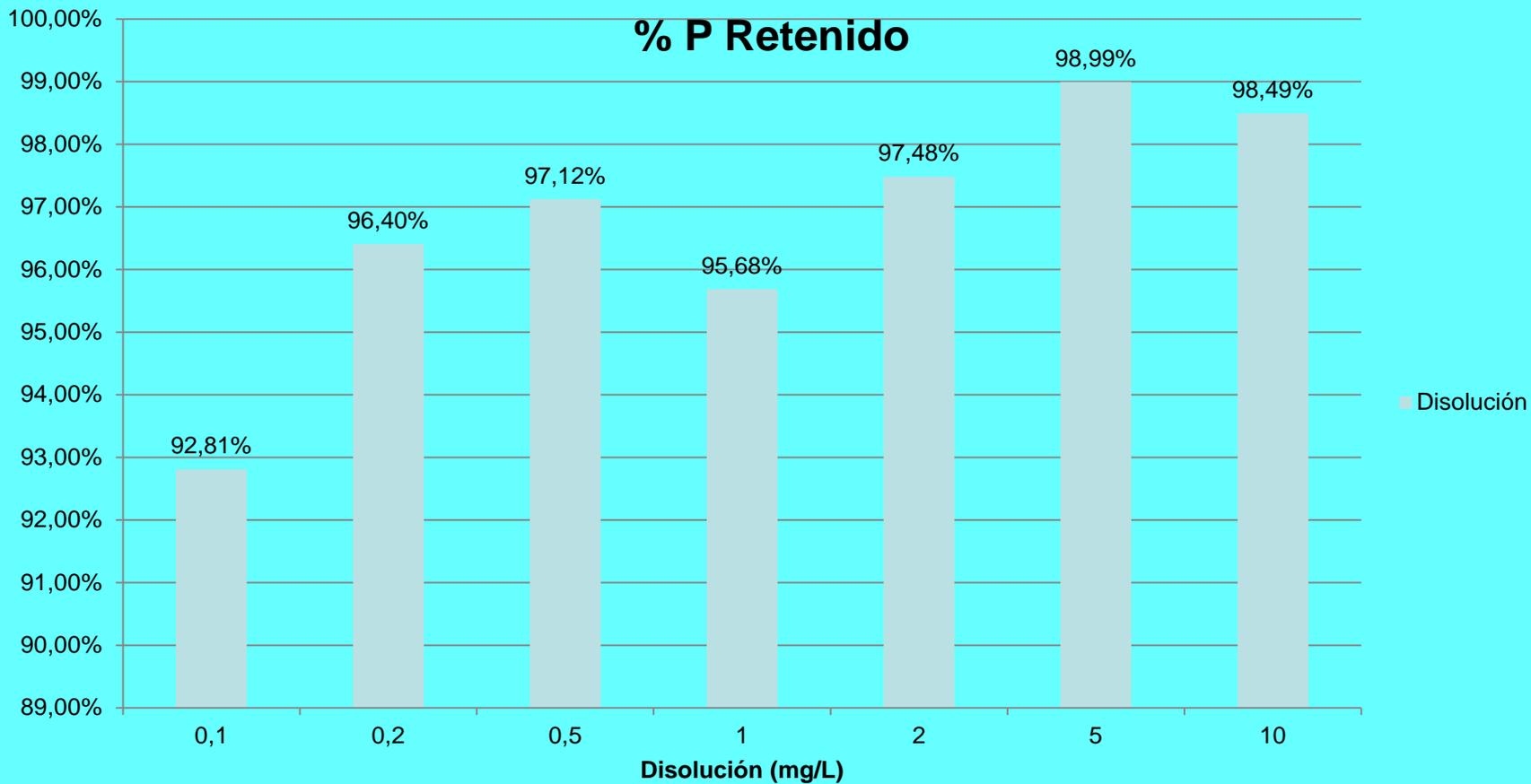




Fotografia 4.7



Fotografía 4.3



Lago azul de Ypacaraí (Paraguay)



Peces muertos, toxinas hepáticas y neuropáticas, alergias, pérdidas de turismo, agua no potable,...



EL JUEVES 17 SE HARÁ EL II FORO EN SAN BERNARDINO

Técnicos españoles llegan el martes para atender tema del lago Ypacaraí

El próximo martes llegarán cuatro científicos de la Universidad de Santiago de Compostela, España, para el estudio de eficiencia de los tecnosoles en la recuperación del lago Ypacaraí. Se aprovechará para hacer un foro.

El equipo de expertos es liderado por el Dr. Felipe Macías Vázquez, coordinador de investigadores y de posgrados (maestría y doctorado) en Medio Ambiente por la Universidad de Santiago de Compostela, institución referente en España y Europa en temas relacionados con recursos hídricos.

La venida de los expertos es iniciativa de un grupo de personas interesadas en solucionar el problema del lago. Está integrado por Derlis Estéche, el hidrogeólogo Celso Veltzquez, los doctores José Mayans e Inocencia Peralta y el intendente de San Bernardino, Ramón "Tati" Zubizarreta.

El mencionado grupo estuvo ayer en la redacción del diario ABC Color, acompañado por el director de Investigaciones de la UNA, ingeniero César Cardozo.

Los españoles probarán la eficiencia de los tecnosoles (suelos porosos especiales) en el lago, ante la experiencia exitosa registrada en el lago As Conchas, de España, que tenía el mismo problema que el lago Ypacaraí, de

Concurso de la ciudad más limpia

Derlis Estéche indicó que Paraguayoños organizarán un concurso o para elegir a la ciudad de la cuenca del lago más limpia y que se premiará a fin de este año. Se proyecta que del concurso formen parte la Unión Industrial



De izquierda a derecha aparecen: el intendente Ramón "Tati" Zubizarreta, acompañado de Derlis Estéche, Inocencia Peralta, César Cardozo, Celso Veltzquez y José Mayans.

Paraguayo (UIP) en su programa de producción más limpia y a la Pastoral Social, para trabajar con los jóvenes en la Semana Santa sobre conciencia del cuidado ambiental.

Foro sobre el lago Ypacaraí

El jueves 17 próximo se hará el II Foro del lago, en horas de la tarde, en el Hotel Conovac de la ciudad de San Bernardino, con participación de los españoles.

No hay boletas en venta, pero "zorros" encapan los vehículos

Una actitud curiosa y lamentable protagonizaron ayer funcionarios de la Municipalidad de Asunción al encapar vehículos que no tenían boletas de estacionamiento, cuando aún no hay venta oficial de las mismas. Una de las víctimas, la doctora Sonia Kochmann, (7:00) madre tenía, ni siquiera en el Centro Municipal Administrativo de la SET, dijo que a las 7:00 estacionó su vehículo en Turbe casi El-Gio Ayala, y que al filo del mediodía lo encontró encapado. Agregó que unos agentes de la Policía Municipal de



Doctora Sonia Kochmann

cher, las reparó a los reventadores pasadas las 8:00.

La directora de la PMT, María Ramona Rodas, se "lavó las manos" diciendo que el tema municipal no le compete y que las boletas burocráticas, pero que un distribuidor, Francisco Sín-

abc **Mundodigital**

Mañana

Pantallas táctiles y los adultos mayores

- Mañana que cambian la forma de acceder a los servicios.
- Táctiles para seguir y diseñar en lugares institucionales.
- Aplicaciones móviles.
- Lo nuevo de la comunicación a Internet.
- El uso por edad que permite acceder a los servicios.
- El avance de los dispositivos.

Todo los jueves

EL DIARIO COMPLETO

EL TRIBUNAL ELECTORAL INFORMA A LOS SOCIOS:

Que se encuentra a disposición de los mismos, en todos los sucursales de la capital e interior del país, al pre pedron, a través del sistema informático, para la Asamblea Ordinaria a llevarse a cabo en el local del Centro Cultural y de Convenciones H. Estramada, sito en la Avda. Orel, Abraham Schmitz y Mercedes Paraguayo, el día sábado 16 de febrero de 2013, en su primera jornada y el domingo 17 de febrero de 2013, en su segunda jornada.

Que el periodo de tachas y redamos abarcará del sábado 05 al lunes 14 de enero de 2013 inclusive, en horas de oficina, conforme al cronograma electoral establecido.

CON AYUDA DE EXPERTOS DE UNIVERSIDAD ESPAÑOLA

Probarán tecnosoles en la recuperación del lago

Un plan piloto de pequeña escala con el uso de tecnosoles se realizará en el lago Ypacaraí, con el fin de ver la efectividad de la técnica en la recuperación de dicho recurso natural. Se hará en enero próximo, con la colaboración de expertos de la Universidad de Santiago de Compostela, España.



Reunión sobre el lago Ypacaraí en la ciudad de Luque, donde se presentó el plan de los tecnosoles.

El proyecto formará parte de una cooperación científica y académica entre la Universidad Nacional de Asunción (UNA) y la Universidad española de Santiago de Compostela (USC). Ayer se realizó una reunión en la ciudad de Luque, donde se expuso el plan. La técnica fue aplicada con suceso en lagos que tenían el mismo problema de eutrofización y de infestación con algas tóxicas (cianobacterias).

Cuatro científicos de la USC estarán en enero próximo para llevar adelante el plan piloto demostrativo de la efectividad de los tecnosoles.

El proyecto consiste en colocar tres limonoceras (bolsas sumergidas y sin contacto con las aguas de afuera con las de adentro) en el lago: en el primero, habrá agua normal del lago; en el segundo, agua del lago más camalotes y otras plantas acuáticas; y en el tercero, agua del lago más tecnosoles.

Los tecnosoles son suelos preparados que actuarán de filtros naturales y acelerarán el proceso de filtración que hace la naturaleza, pero en tiempo más rápido.

De la reunión de ayer
Del encuentro de ayer participaron el intendente local, Dr. César Meza Briz; la Ing. Silvia Spinzi (Seam); Ing. Gloria Rivas (Seam); Quím. Sofía Vera (Seam); Dr. José Mayans, el hidrogeólogo Celso Veltzquez, el abogado Derlis Estéche.

También el Dr. Luis Escobedo (ex-fiscal general del Estado); y otros representantes de la Comuna Luqueña, como Marlene Insfran, Ing. Mario Aguilón (Bulvar de la Junta Municipal) y la Lic. María Gloria Alarcón (secretaría de Turismo).

Los representantes de la Seam solicitaron al proyecto vía UNA, como parte del plan de investigación científica académica, para lograr la licencia ambiental respectiva.

De este proyecto forma parte la Dra. Inocencia Peralta del Centro Multidisciplinario de Investigación Tecnológica (Cemit) de la UNA, como coordinadora ante los expertos de la USC.

De resultar favorable al uso de los tecnosoles, se proyectará un plan a gran escala, que incorpore no solo al lago sino a toda su cuenca.

La presentación técnica se hará en un foro en enero.

¡APROVECHE ESTOS PRECIOS!
¡COMPRANDO EN RUBEN DARIO COMERCIAL!

Y PARA SEGURIDAD DE NUESTROS CLIENTES CONTINUAMOS CON UN EXCLUSIVO Y AMPLIO ESTACIONAMIENTO SUBTERRANEO

EVAPORADOR - CONDENSADOR TOKYO FC
2000 BTU - FC
1300 BTU - FC
1800 BTU - FC
1900 BTU - FC

1900 BTU - FC **1300 BTU - FC**
11X \$ 190.000 11X \$ 210.000

1800 BTU - FC **2400 BTU - FC**
11X \$ 290.000 11X \$ 450.000

LICUADORA ARNO
NANCY DOWD
1.5 Litros
4 velocidades
Limpieza automática
Filtro de agua
Cable de seguridad
Cable de seguridad
Cable de seguridad

11X \$ 40.000

ENFRIADOR TOKYO TOKYUNISS
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros

11X \$ 190.000

COCINA TOKYO BRAVO LIMO
2.1 Litros
2.1 Litros
2.1 Litros
2.1 Litros
2.1 Litros
2.1 Litros

11X \$ 120.000

VERICOLER TOKYO TORV220 VERTICAL
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros
1.5 Litros

11X \$ 270.000

PRECIORA PROGRAMABLE
PR-70CLG - GAS
11X \$ 55.000

PRECIORA ELECTRICO
PR-70CLG - ELECTRICO
11X \$ 120.000

• ACEPTAMOS TODAS LAS TARJETAS DE CREDITO • CREDITOS PERSONALES Y ASOCIACIONES • SOLICITE PROMOTOR •

RUBEN DARIO COMERCIAL S.R.L.
ELECTRODOMESTICOS EN GENERAL

SUCURSAL CORONEL OVEDO
Avda. Mariscal López 1700, Ciudad del Este
Tel: (0521) 202 096

SUCURSAL KATUTE
Avda. 14 de Agosto 1700, Ciudad del Este
Tel: (0521) 234 200

SUCURSAL MARIANO R. ALONSO
Ruta Itapicouba - Itapicouba
Tel: 781 894 16

SUCURSAL INDEPENDENCIA
Carretera Itapicouba - Independencia
Tel: (0548) 288 884

SUCURSAL VILLARRICA General Díaz
Ruta Díaz de Velasco (Dpto. de Itapicouba) - Tel: (0541) 44705 8

Casa Central:
Avda. Mariscal López 1700, Ciudad del Este
Tel: +596 600 510 R.A.
HORARIO DE ATENCION:
Lunes a Viernes de 9 a 19hs, Sábados de 9 a 13hs
www.rdc.com.py



L100
201113

LIMNOC. 2
20 días
201113

LIMNOC. 1
3er día

Efecto de los Techosoles de Galicia sobre las cianobacterias del lago Ypacaraí tras una semana de contacto con las aguas del limnocorral experimental en las mismas condiciones climáticas que las aguas del lago.

Especie de cianobacteria	Fecha muestreo (superficie)		Reducción del crecimiento de cianobacterias en una semana
	16/01/2013	23/01/2013	
	células/ml	células/ml	%
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	155367	3390	97.82
<i>Anabaena spiroides</i>	11638	10395	10.68
<i>Chroococcus turgidus</i>	10904	0	100
<i>Aphanocapsa sp.</i>	5650	2260	60.00
<i>Anabaena affinis</i>	2938	0	100
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	11299	0	100
<i>Microcystis aeruginosa</i>	98870	11299	88.57
<i>Merismopedia tenuissima</i>	678	0	100
<i>Microcystis flos-aquae</i>	11299	0	100
TOTAL CIANOBACTERIAS	308643	27345	93.08



AVE ZAMORA - LUBIÁN - OURENSE. TRAMO TÚNEL DEL ESPIÑO (VÍA DRECHA). OURENSE

Fecha y Hora de Toma: 25/09/2014 - 15:00







Ensayo de revegetación con Tecnosoles
neutralizantes de acidez
en talud vertical de la A8









EL SUELO

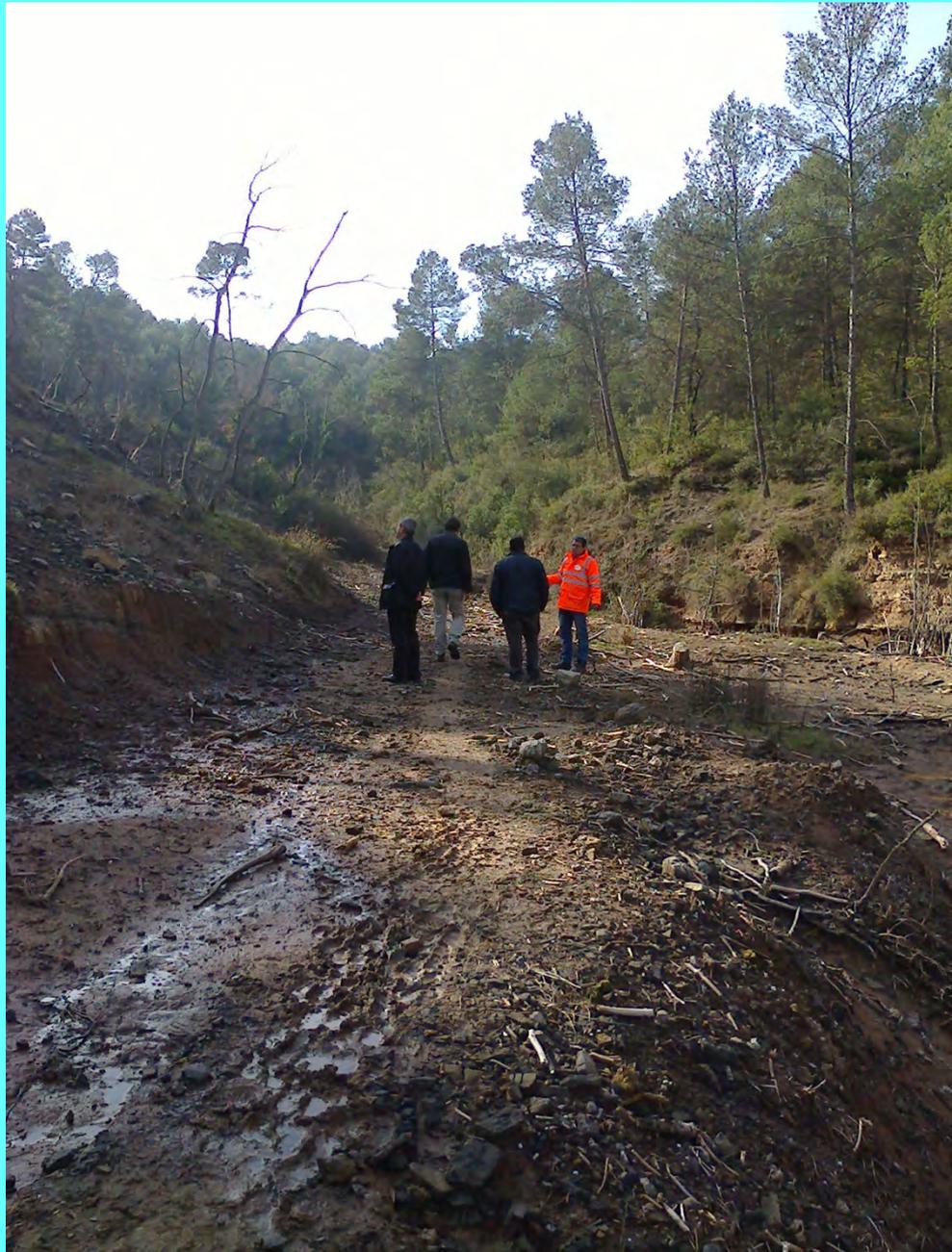




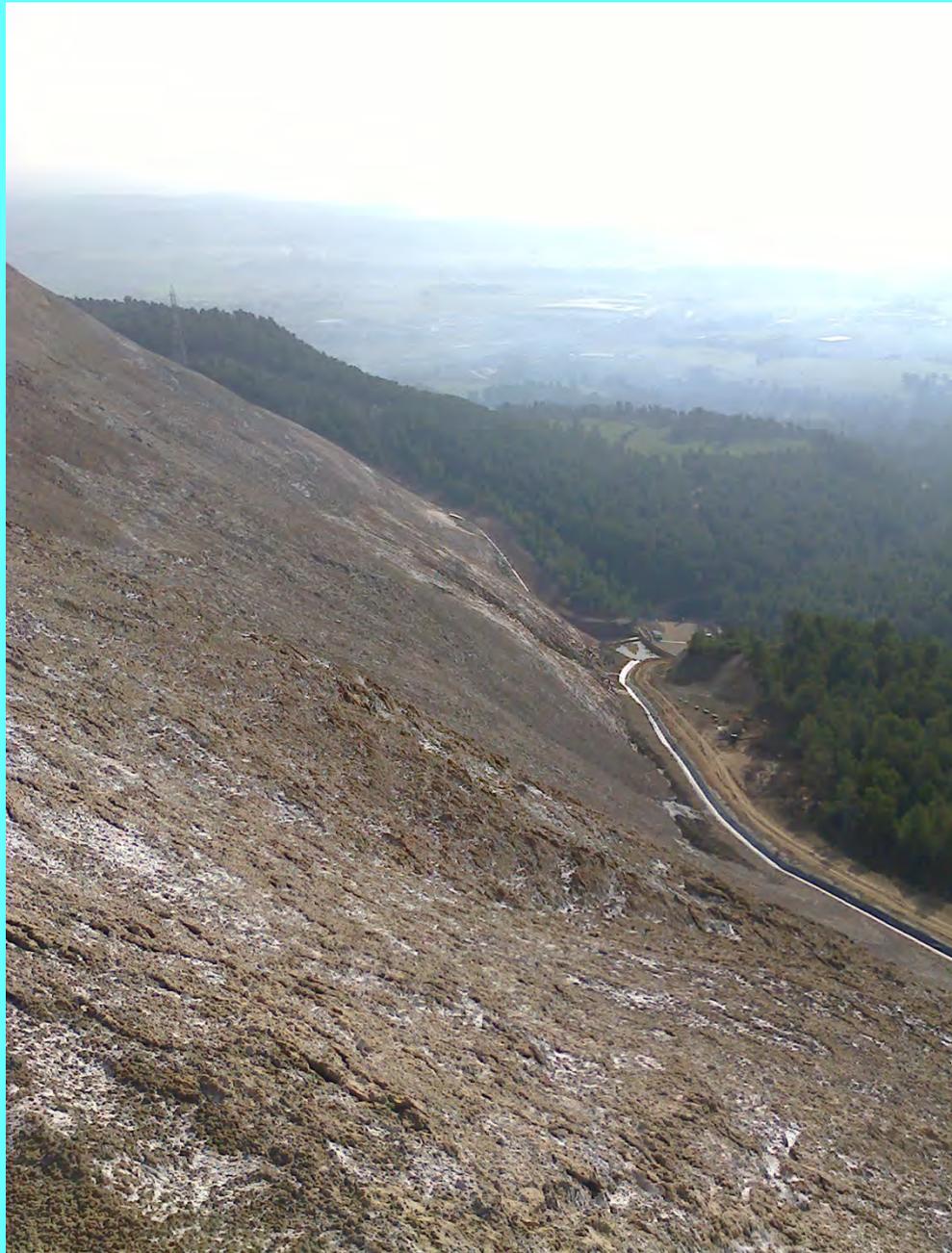














- Pueden hacerse Tecnosoles que lleven hongos ligninolíticos, corrinas, reductores y plantas que volatilicen o eliminen TODOS LOS ISOMEROS DE LINDANO.
- PUEDEN ELABORARSE TECNOSOLES PARA MUCHOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION

Beneficios ambientales de la utilización de Tecnosoles derivados de Residuos

- Recuperación de suelos degradados y/o contaminados.
- Minimización de los residuos a llevar a vertedero o planta de tratamiento.
- Integración rápida en los ciclos biogeoquímicos.
- Ahorro de recursos naturales como la “tierra vegetal”, la turba ,... en labores de recuperación de suelos, sellado de vertederos,
- Reducción de los costes de gestión de residuos minimizando gastos energéticos y almacenamiento de residuos.
- Incremento del aprovechamiento de los nutrientes (N, P, K, Mg, Ca,...,) existentes en los residuos incorporándolos a la cadena trófica y a los suelos con reducción de los costes de fertilizantes y enmendantes.
- Importante incremento del secuestro de carbono en suelos y en la biomasa que sostienen.
- Incremento de la actividad biológica y la biodiversidad en suelos degradados o en zonas donde se ha eliminado el suelo.
- Mejora del paisaje incrementando la superficie revegetada y protegida de la erosión.
- Mejora de la calidad de las aguas superficiales y freáticas al recuperarse las funciones de tamponización, filtro y depuración propias de los suelos.
- Incremento de la resistencia a los riesgos derivados de la contaminación
- No produce nuevos residuos como las otras técnicas de gestión. Proceso integral.

PRIMERO HAZ SUELO

DESPUES,..... HAZ LO QUE QUIERAS

