

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

Iñigo Virto, Luis Orcaray

Universidad Pública de Navarra (Departamento de Ciencias, ETSIAB)

Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)



I JORNADAS CÁTEDRA NILSA DE SOSTENIBILIDAD LOCAL • I NILSA TOKIKO IRAUNKORTASUNEN KATEDRA

ECONOMÍA CIRCULAR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE ÁMBITO MUNICIPAL: FANGOS Y BIORRESIDUOS

HIRI HONDAKIN ORGANIKOEN EKONOMIA ZIRKULARRA: LOHIAK ETA BIOHONDAKINAK



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea



Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

- 1.1. ¿Qué necesita un cultivo?
- 1.2. Eficiencia como proveedores de los elementos nutritivos
- 1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

2. Otros resultados y nuevos retos

- 2.1. Riesgos presentes
- 2.2. El C orgánico
- 2.3. Nuevos retos



I. Respuesta agronómica de los cultivos

I. Virto, L. Orcaray

El desarrollo de los cultivos está vinculado a la facilidad con la que, durante el desarrollo del cultivo, la planta puede:

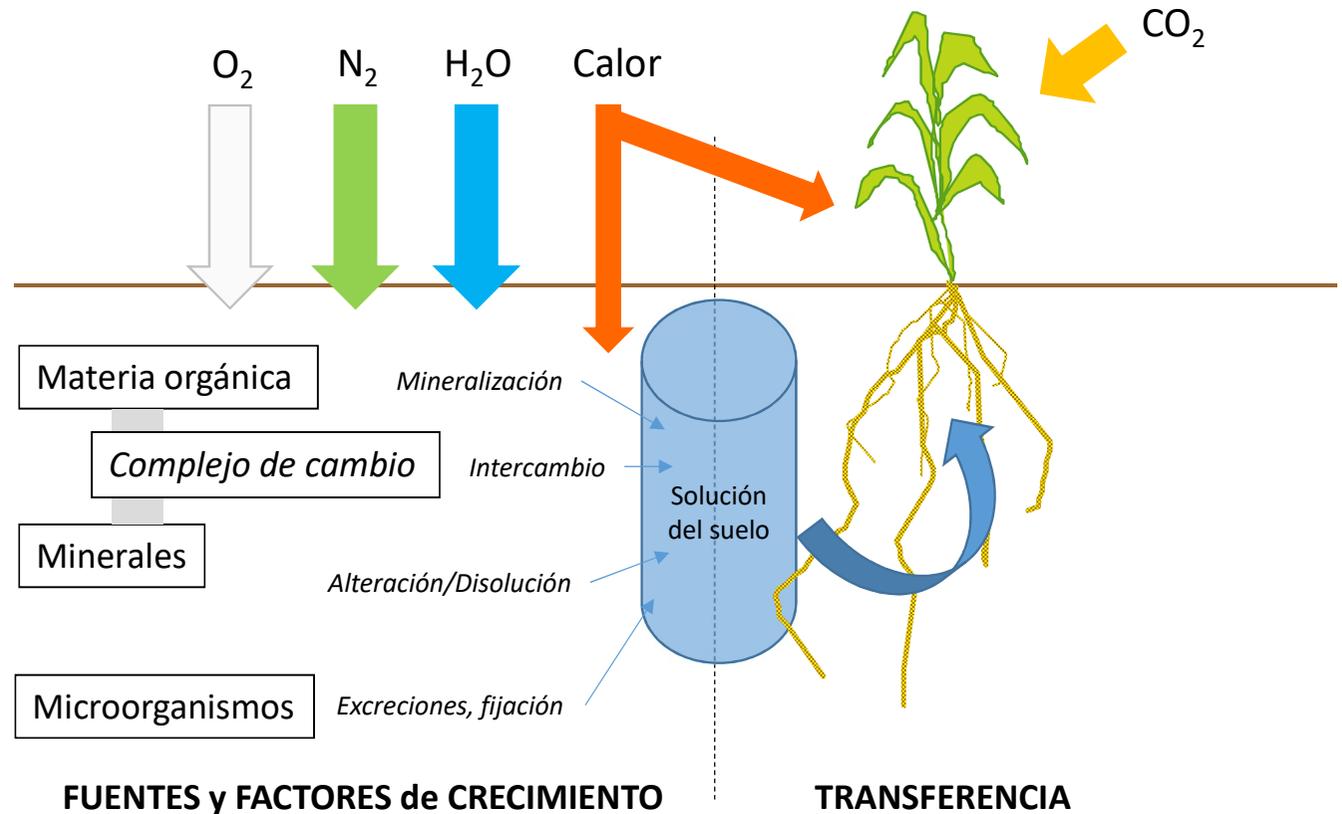
1. Recibir del suelo **cantidades suficientes y en el momento necesario de los diferentes factores de crecimiento**: calor, agua, elementos nutritivos, oxígeno, etc.
2. **Tener un crecimiento suficiente para prospectar nuevas zonas del suelo** no empobrecidas por sus propias extracciones.

Tres aspectos del suelo que permiten evaluar su *fertilidad*. Los tres condicionan la **dinámica de los factores de crecimiento** y las **transferencias**:

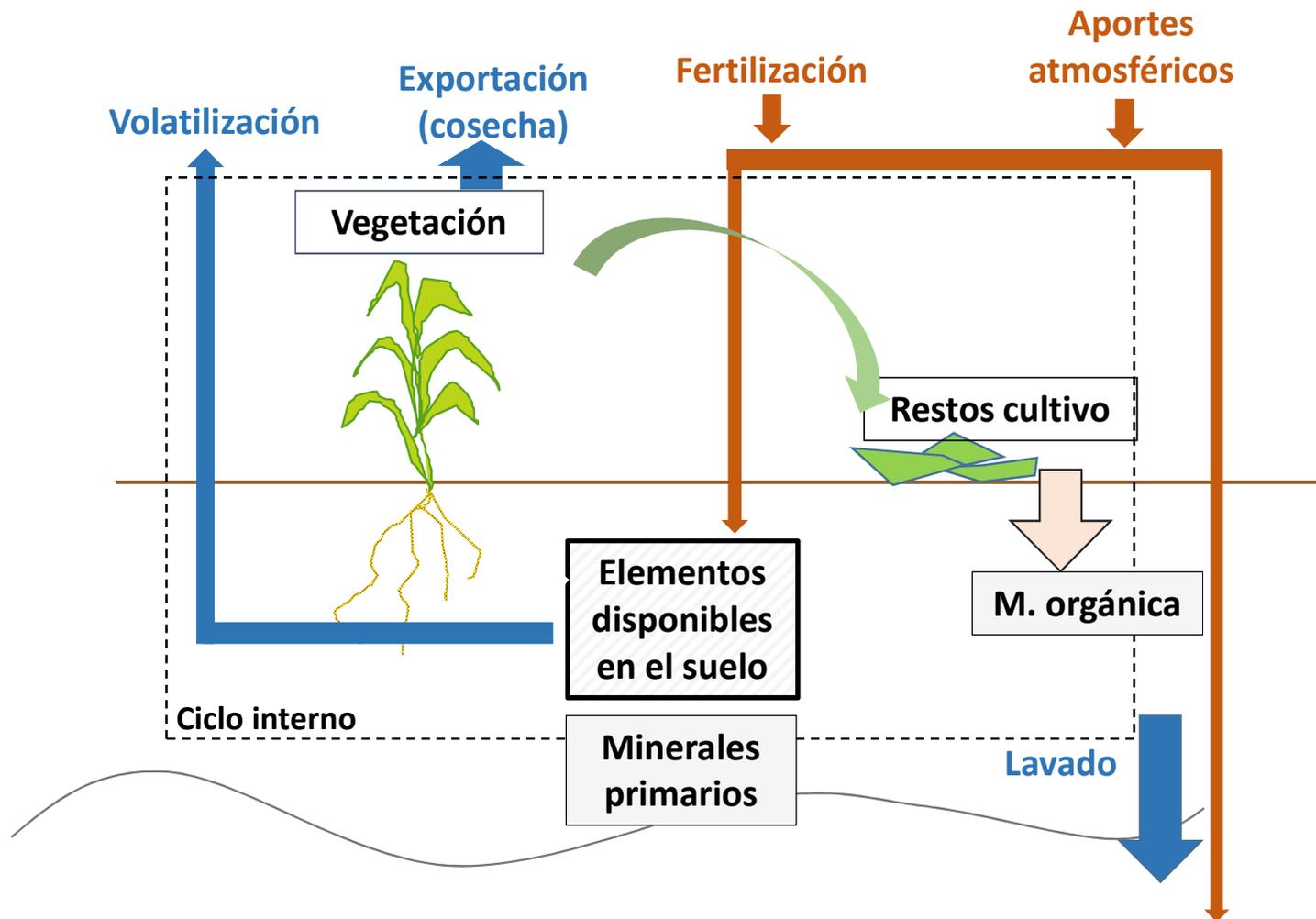
Propiedades físico-químicas

La “arquitectura” física

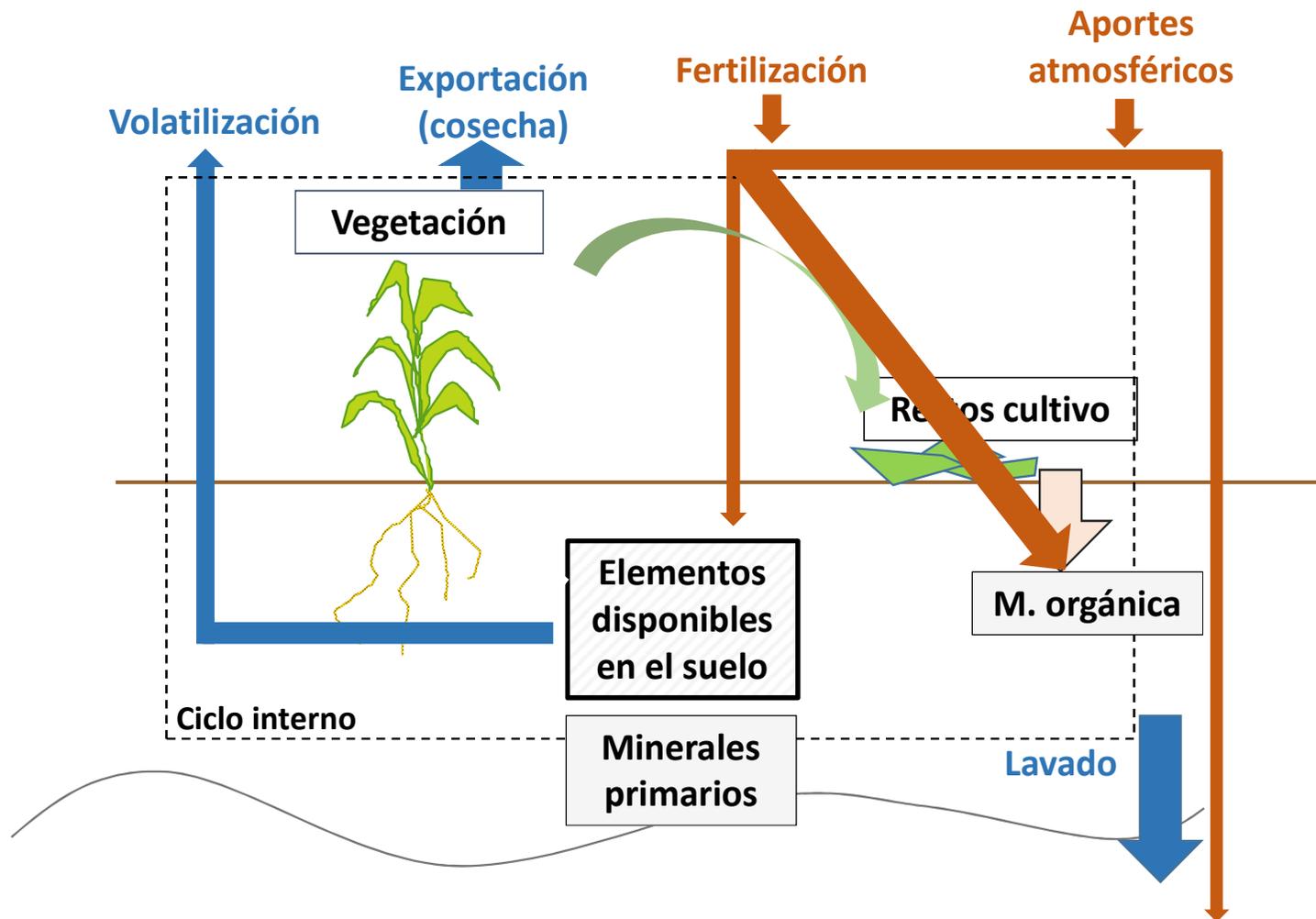
La actividad biológica



Adaptado de Schwartz et al., 2010. *Guide de la fertilisation raisonnée*



Adaptado de Schvartz et al., 2010. *Guide de la fertilisation raisonnée*



Adaptado de Schwartz et al., 2010. *Guide de la fertilisation raisonnée*

La evaluación del uso de lodos en agricultura necesita realizarse al menos en los tres niveles:

Propiedades físico-químicas

La “arquitectura” física

La actividad biológica



RENDIMIENTO



Adaptado de Schwartz et al., 2010. *Guide de la fertilisation raisonnée*

I. Respuesta agronómica de los cultivos

I.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

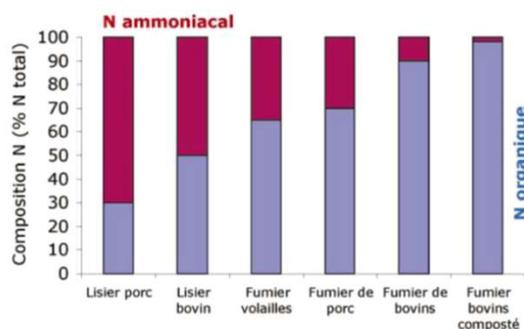
Estimación de los **APORTES MINERALES** procedentes de enmiendas orgánicas:

Es necesario conocer la **relación entre la mineralización de las enmiendas y la liberación de nutrientes.**

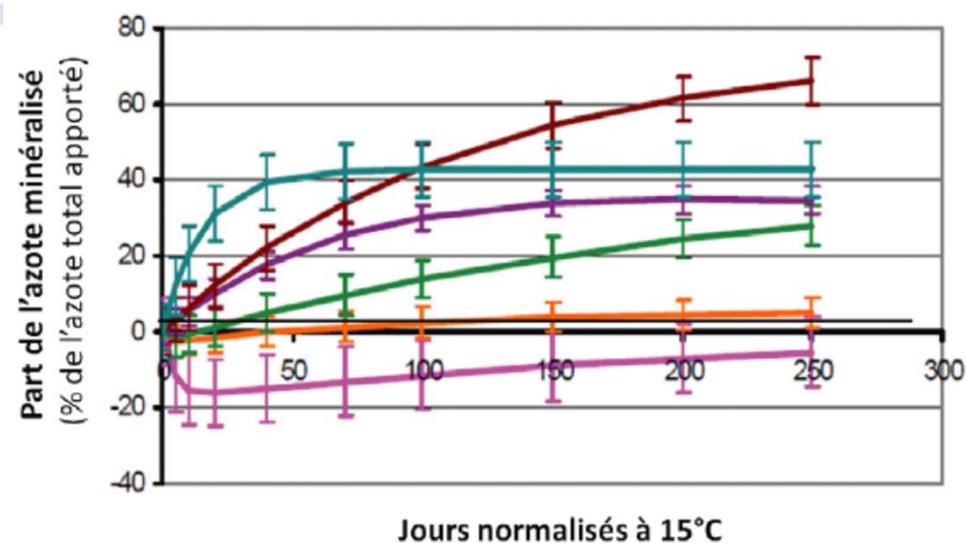
Existe información a dos niveles:

- **Caracterizaciones bioquímicas**
- **Curvas de mineralización de diferentes productos**

Figure 2-4. Distribution des formes de l'azote dans différentes Mafor



Source : T. Morvan, INRA Quimper



AgroTransfert, 2016. *OPTIMISER LES APPORTS D'ENGRAIS ORGANIQUES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE*

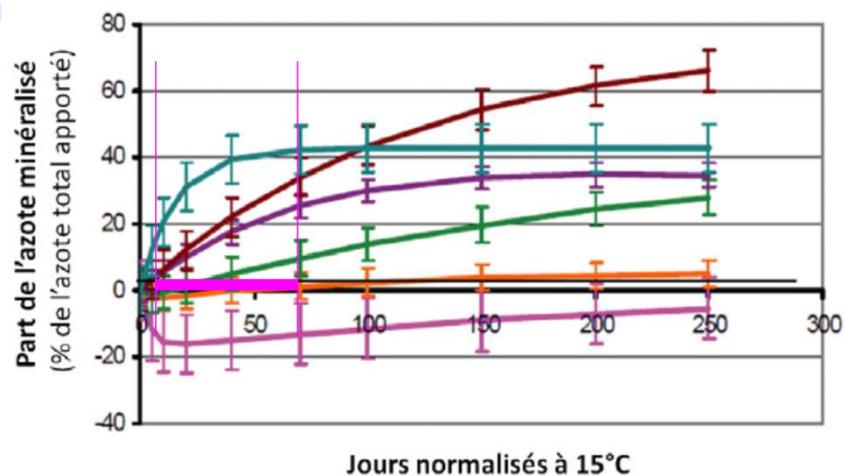
S. Houot et al., 2014. *VALORISATION DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE SUR LES SOLS À USAGE AGRICOLE OU FORESTIER*

1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos



Clase 6: Compost de estiércol de bovino con mucha paja y residuos verdes.

Clase 5: Compost de estiércol de bovino, de residuos verdes y de lodos EDAR.

Clase 4: Estiércol de ovinos.

Clase 3: Estiércol de aves, lodos EDAR deshidratados.

Clase 2: Vinazas concentradas.

Clase 1: Excrementos de aves, lodos EDAR pastosos, efluentes de destilería.

- Mineralización en 3-10 semanas
- $K_{eq}N = 25-85\%$?

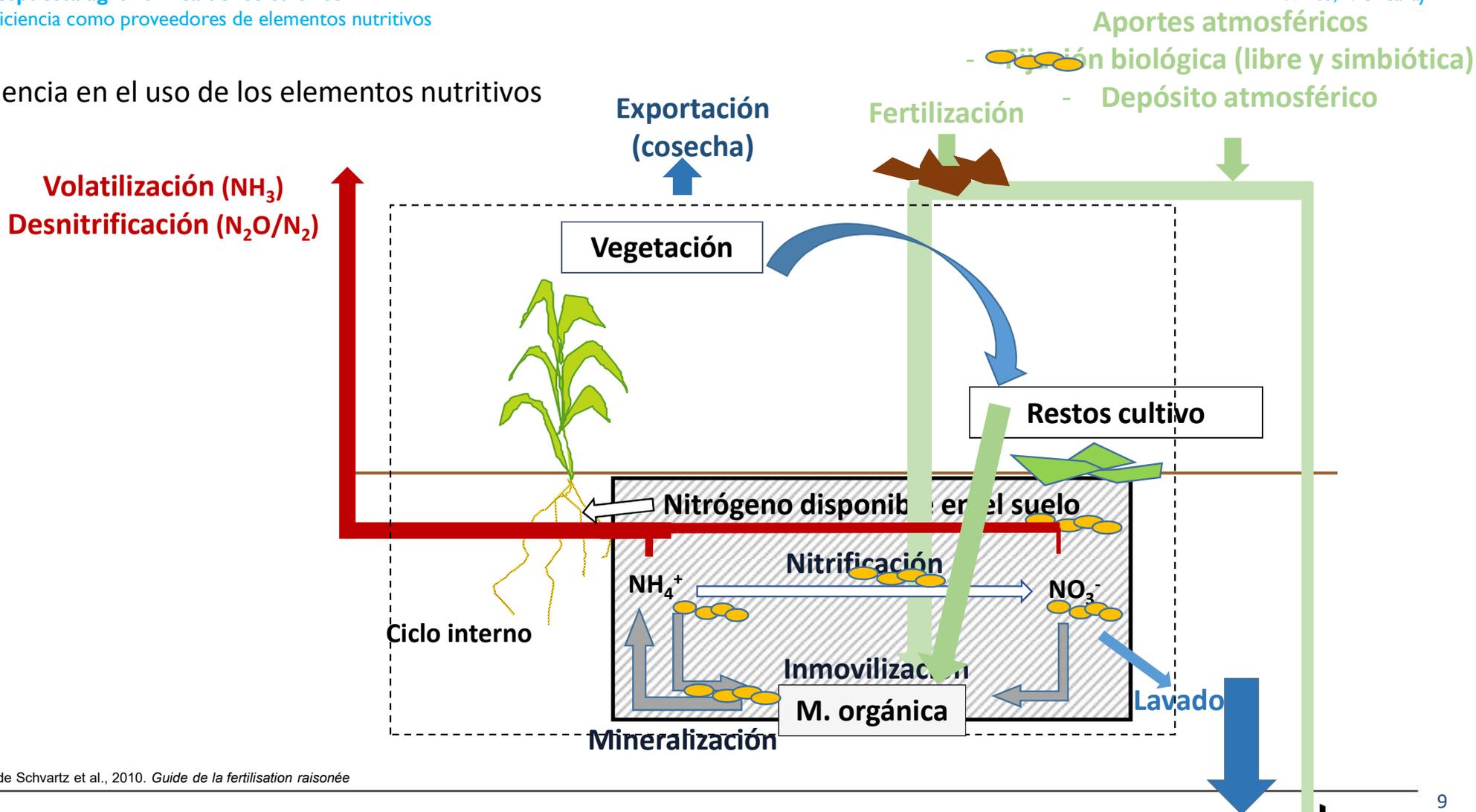
S. Houot et al., 2014. VALORISATION DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE SUR LES SOLS À USAGE AGRICOLE OU FORESTIER

1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos



Adaptado de Schwartz et al., 2010. *Guide de la fertilisation raisonnée*

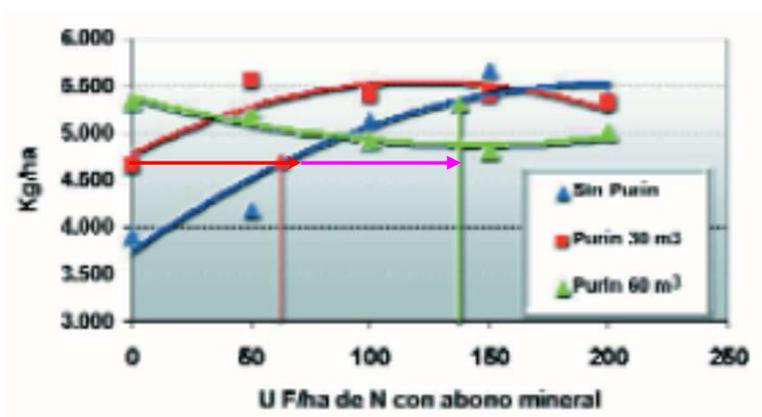
1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

GRÁFICO 12. CÁBREGA 2000 RESPUESTA DEL CULTIVO A LA APLICACIÓN DE PURÍN Y NITRÓGENO MINERAL.



Cereal de invierno, cobertera

Sin purín

30 m³/ha purín

60 m³/ha purín

Sin fertilización mineral (0 UF), se obtienen 3.911 kg/ha.
Con 30 m³/ha: 4.664 kg/ha, equivalente a 62 UF de abono mineral.

La eficiencia es del 52% (62/120)

Irañeta et al., 2002. Purín de porcino, ¿fertilizante o contaminante?. Navarra Agraria Mayo-Junio 2002.

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

Estimación de los **APORTES MINERALES** procedentes de enmiendas orgánicas:

CURVAS DE MINERALIZACIÓN:

Es necesario conocer:

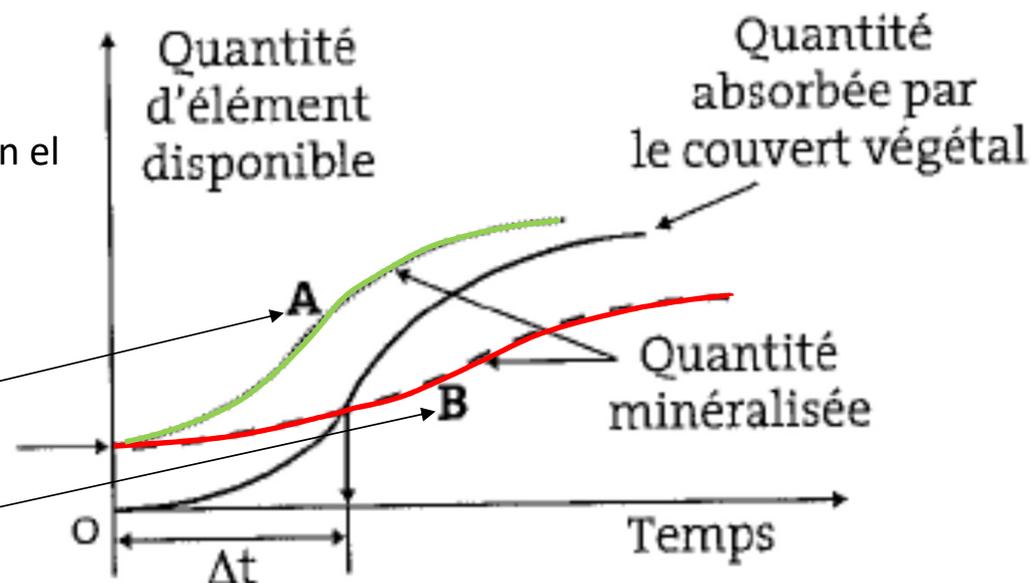
- Las necesidades del cultivo
- La composición del residuo
- El funcionamiento de los nutrientes aportados en el suelo (ajuste dosis y tiempo)

Cinética A:

La cantidad mineralizada es mayor siempre que la demanda (riesgo de contaminación)

Cinética B:

La cantidad mineralizada es mayor que la demanda al principio, y escasa después (necesidad de complementos)



Calvet, R., Chenu, C., Houot, S. 2021. Las matières organiques du sol. Eds. France Agricole.

1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

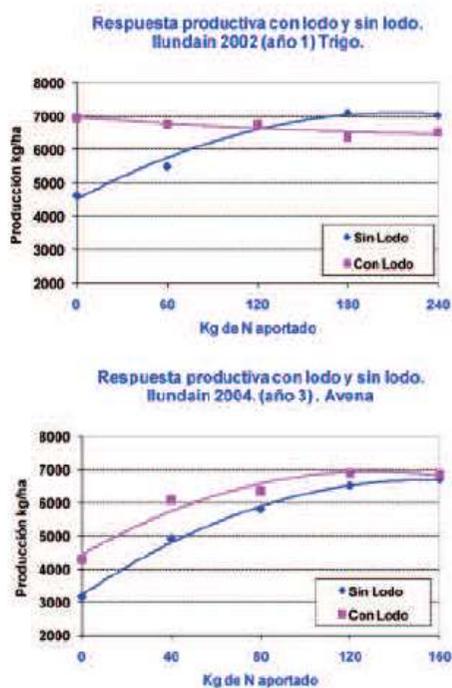
APLICACIÓN AGRONÓMICA

USO DE LODOS DE DEPURADORA COMO FERTILIZANTES

JESÚS IRAÑETA Instituto Navarra de Tecnologías Agroalimentarias (INTIA)
ALFONSO AMORENA, SANDRA BLÁZQUEZ Mancomunidad Comarca de Pamplona (MCP)



Gráfico 1.
Resultado del ensayo de Ilundain 2002-2004



Eficiencia del N aportado por el lodo



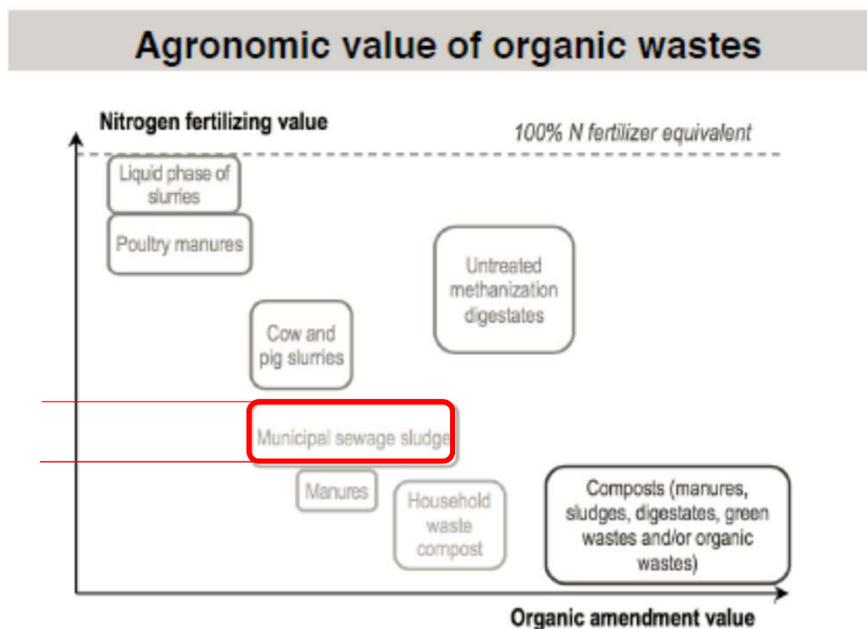
Irañeta et al., 2013. Agricultura 2013. 572-579.

1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos



INRA MAFOR assesment, 2014

C.Chenu , SOM functions, master 2016

Diapositiva cortesía de Claire Chenu (AgroParisTech)

Localización Arazuri (Cendea de Olza). Polígono 2. Parcela 350.



1992 - 2022

Objeto Evaluación largo plazo aplicación lodos de depuradora
Suelo Typic Calcixercept (ST, 2010) (mapa suelos de Navarra 1:25 000)
Tratamientos (n = 4) Factor 1: Dosis lodos (40 t/ha vs. 80 t/ha)
 Factor 2: Frecuencia aplicación (anual, cada 2 años, cada 4 años)
 Cultivo: rotación de secano

Lodos 40 t/ha	Lodos 80 t/ha	Controles
Cada año	Cada año	Fertilización mineral
Cada 2 años	Cada 2 años	Sin fertilización
Cada 4 años	Cada 4 años	

Parámetros Cultivo: rendimiento, índices de cosecha, residuo incorporado
 Suelo: muestreos anuales (diferentes propiedades)



1. Respuesta agronómica de los cultivos

I. Virto, L. Orcaray

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

APLICACIÓN AGRONÓMICA

USO DE LODOS DE DEPURADORA COMO FERTILIZANTES

JESÚS IRAÑETA Instituto Navarra de Tecnologías Agroalimentarias (INTIA)
 ALFONSO AMORENA, SANDRA BLÁZQUEZ Mancomunidad Comarca de Pamplona (MCP)



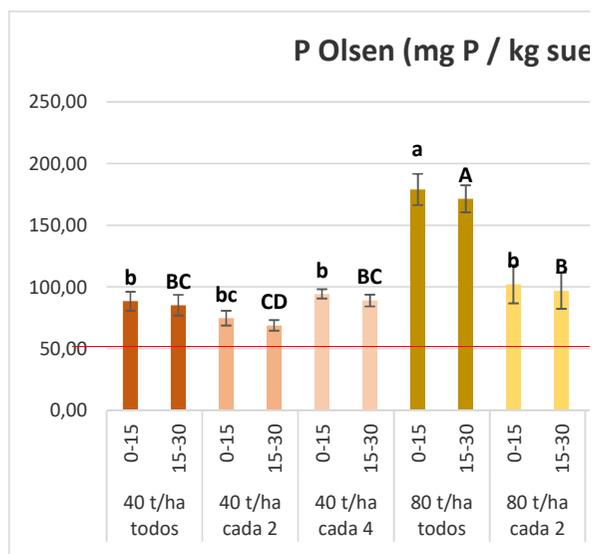
Tabla 1.

Composición del lodo y aporte de nutrientes por aplicación de 22 t/ha. Cabe destacar el importante aporte de fósforo y materia orgánica, además del N

Res. analítica	Unidades	Kg/t bruta	Aporte 22 t/ha
----------------	----------	------------	----------------

Gráfico 2.

Fósforo: Necesidades de los cultivos y aporte que supone una aplicación de 22 toneladas por hectárea



A TENER EN CUENTA

El lodo, al tratarse de un producto rico en fósforo, en cultivo de cereal de secano podría dosificarse en función de este elemento y sería suficiente un aporte de unas 22 toneladas por hectárea cada 4 ó 5 años (**Gráfico 2**). De esta manera se optimiza el aprovechamiento de su valor fertilizante y se limita el aporte de lodo.

Irañeta et al., 2013. Agricultura 2013. 572-579.



El proyecto LIFE-IP NAdapta-CC ha recibido financiación del Programa LIFE de la Unión Europea



1. Respuesta agronómica de los cultivos

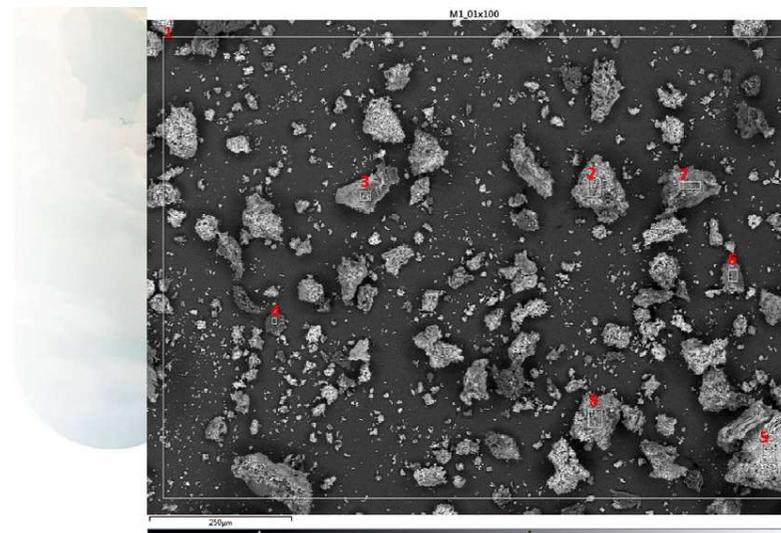
1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

EVALUACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

Fracción de lodos de EDAR procedente del rebose de la depuración, deshidratados y secados al aire.

Poco cristalina, con presencia de N.



	N	O	Na	Mg	Al	Si	C	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Ti
1	0	66,53	1,54	1,07	0,46	0,71		7,25	0,87			21,58		
2	3,01	52,04	2,45	1,96	0,3	0,28		11,51	0,98		0,52	26,94		
3	13,04	53,11	3,01	1,2	0,57	0,48		7,78	1,7		0,63	16,94	0,43	1,1
4	0	56,7	1,35	0,7	0,57	1,44		4,14	1,34			33,76		
5	0	47,45	2,46	1,37				13,02	0,61	1,33	0,57	32,59		
6	0	50,68	2,45	1,6	0,95	1,66		9,39	1,5	1,25	0,99	28,89	0,64	
7	0	39,52	0,67	0,87	0,62	1,35		9,74	1,3	0,42	1,43	62,78	1,29	
8	4,82	56,16	1,52	1,27	0,65	0,78		8,96	0,79	0,38	0,47	23,59	0,63	

Figura 4: Imagen del microscopio electrónico de barrido de la fracción recuperada secada al aire y composición química de los puntos indicados en la figura (%).



1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

Muestra	Suelo	% enmienda	Dosis N	Dosis P
Suelo 1 (pH 8,5)	200 g suelo 1			
Suelo 2 (pH 4,5)	200 g suelo 2			
Mezcla 1	200 g suelo 1	3.8 %	300 UN/ha	Exceso
Mezcla 2	200 g suelo 1	2.0 %	150 UN/ha	Exceso
Mezcla 3	200 g suelo 2	3.8 %	300 UN/ha	Exceso
Mezcla 4	200 g suelo 2	2.0 %	150 UN/ha	Exceso



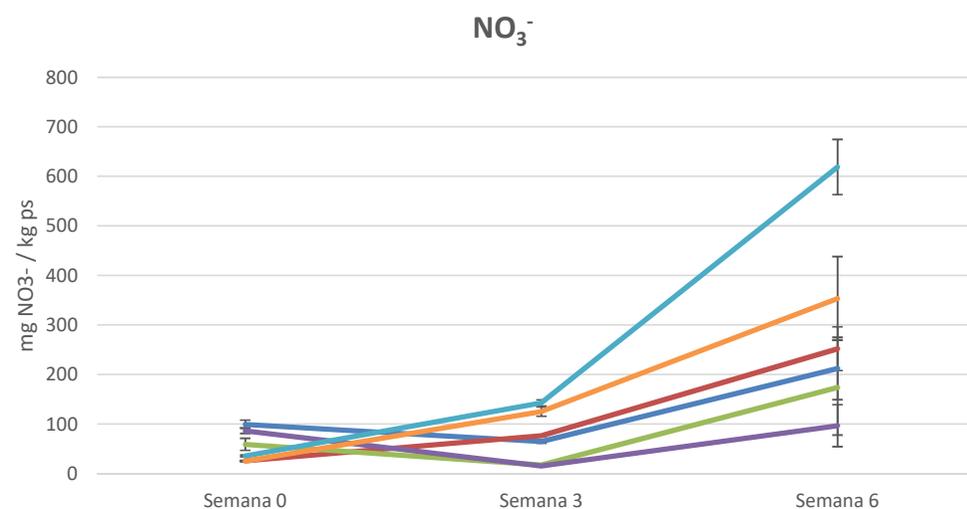
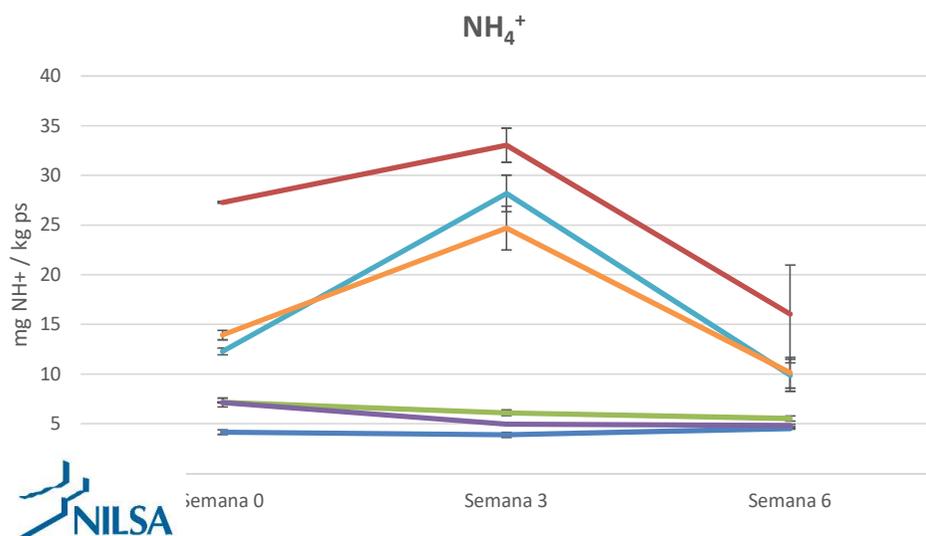
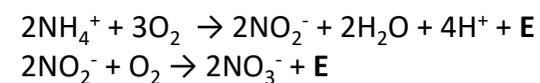
1. La presencia de enmienda **estimula la actividad biológica** de los dos suelos, parece ayudar a la retención de agua, y activa tanto la mineralización del C como el ciclo del N, lo que sigue una descomposición de la materia orgánica presente en la enmienda, que por tanto **presenta un potencial fertilizante**.
2. **Este puede verse limitado por el tipo de suelo, así como por la evolución en el tiempo de sus propiedades en relación a la enmienda** (especialmente el pH y la conductividad eléctrica).
3. La enmienda presenta un **claro poder encalante**, que **en suelos básicos podría resultar perjudicial** en relación a los procesos de mineralización de la materia orgánica, y la nitrificación. **En suelos ácidos, por el contrario, este acondicionamiento puede favorecer la mineralización y disponibilidad de N y de K**, aunque no así del P.
4. La enmienda **contiene elementos solubles que pueden suponer un riesgo en el largo plazo**, al aumentar la presencia de sales solubles en la solución del suelo.

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Evaluación de nuevos productos

I.Virto, L. Orcaray

Muestra	Suelo	% enmienda	Dosis N	Dosis P
Suelo 1 (pH 8,5)	200 g suelo 1			
Suelo 2 (pH 4,5)	200 g suelo 2			
Mezcla 1	200 g suelo 1	3.8 %	300 UN/ha	Exceso
Mezcla 2	200 g suelo 1	2.0 %	150 UN/ha	Exceso
Mezcla 3	200 g suelo 2	3.8 %	300 UN/ha	Exceso
Mezcla 4	200 g suelo 2	2.0 %	150 UN/ha	Exceso



2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Evaluación de nuevos productos

I. Virto, L. Orcaray



Nuevas fracciones EDAR Tudela (ESTRUVITA)

	pH	CE (dS/m)	N (%)	P asimilable (P Olsen) (mg/kg)	C (%)
P 1	8.02	0.72	5.20	5508	0.25
P 2	8.46	1.09	4.15	4049	0.20



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea

 **Cátedra Sostenibilidad Local**
TOKIKO-IRAUNKORTASUN KATEDRA

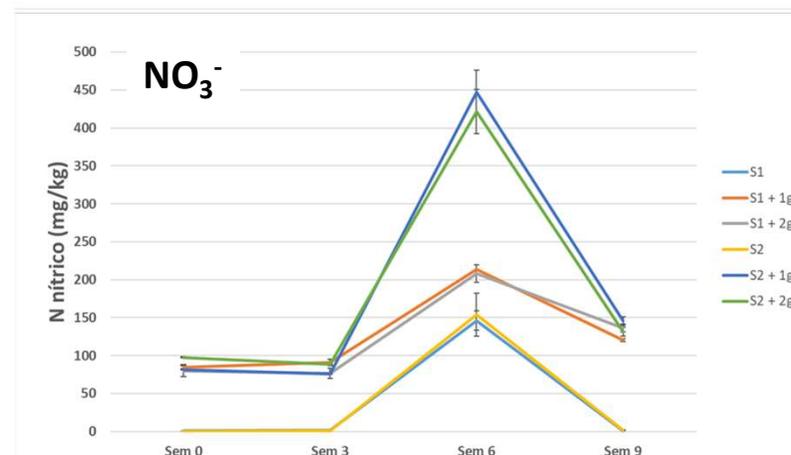
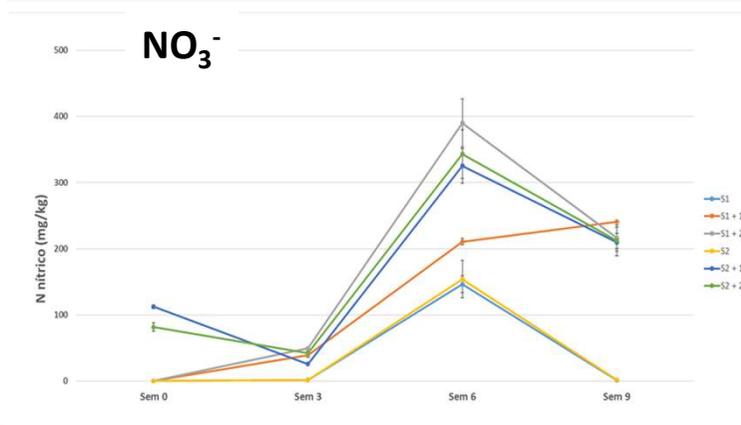
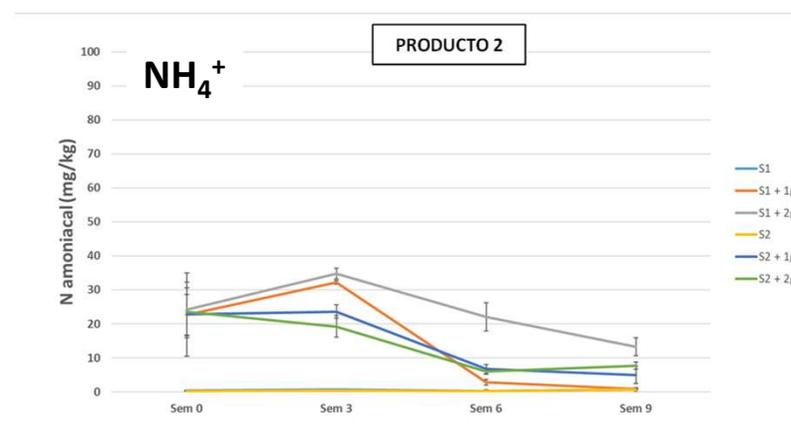
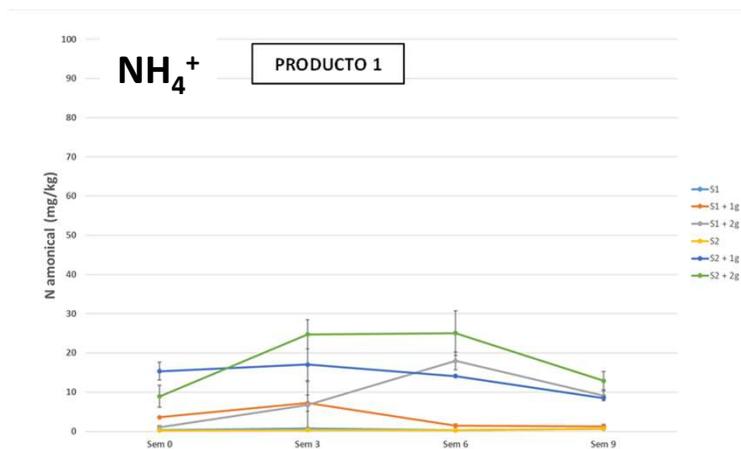
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Evaluación de nuevos productos

I. Virto, L. Orcaray



A pesar de las limitaciones propias de las incubaciones de laboratorio, los resultados obtenidos permiten entender algunos aspectos de los materiales ensayados como enmienda y sus potenciales aplicaciones y riesgos asociados.

- Las enmiendas pueden contribuir al **mantenimiento de la humedad del suelo** o a una desecación más lenta.
- Se observa un **efecto encalante** de la mezcla en el suelo ya que el valor del pH del suelo aumenta en la primera semana de ensayo, siendo este efecto mayor en las mezclas en las que se ha utilizado el producto 2. Sin embargo, a medida que evoluciona el ensayo el pH de las muestras desciende.
- Las enmiendas **aportan sales solubles al suelo**, lo que produce un aumento importante de los valores de conductividad eléctrica con el tiempo. Este parámetro **debería ser controlado en el caso de aplicaciones continuadas de las enmiendas**, especialmente en condiciones de escaso drenaje y/o régimen hídrico no percolante ya que puede ser un factor limitante en el desarrollo de los cultivos.
- Los productos evaluados **no aportan materia orgánica a los suelos**.
- La presencia de la enmienda provoca una **estimulación de la actividad biológica** de los dos suelos, **activando la mineralización de N**.
- Existen ligeras diferencias en el comportamiento del **producto 1 y producto 2** por lo que se podría concluir que su **comportamiento como enmienda es muy similar. Ambos materiales podrían ser un potencial fertilizante y/o encalante**. Sin embargo, su éxito como enmienda puede verse limitado al contener elementos solubles que pueden suponer un riesgo a largo plazo. Si se comparan estos productos con el producto ensayado en el proyecto LIFE NAdapta, este último material presentaba una serie de ventajas ya que aumentaba tanto la CE de las muestras y aportaba materia orgánica a los suelos.
- **El descenso de los valores de pH** en el tiempo relacionados con el proceso de nitrificación puede suponer un problema a largo plazo en especial en suelos con bajo contenido en carbonatos, ya que la acidificación de los suelos **puede producir la disolución y pérdida del C inorgánico del suelo**.

I. Respuesta agronómica de los cultivos
 I.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

I. Virto, L. Orcaray

Cambios asociados en la física del suelo



Received: 5 November 2021 | Revised: 7 July 2022 | Accepted: 13 July 2022

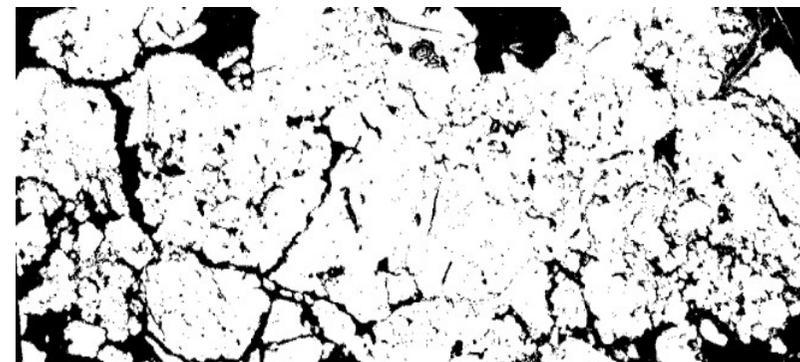
DOI: 10.1111/sum.12838

RESEARCH ARTICLE



Effects of long-term sewage sludge application to a calcareous soil structure

Ana Simões-Mota¹ | Iñigo Virto¹ | Rosa Maria Poch²



El proyecto LIFE-IP NAdapta-CC ha recibido financiación del Programa LIFE de la Unión Europea

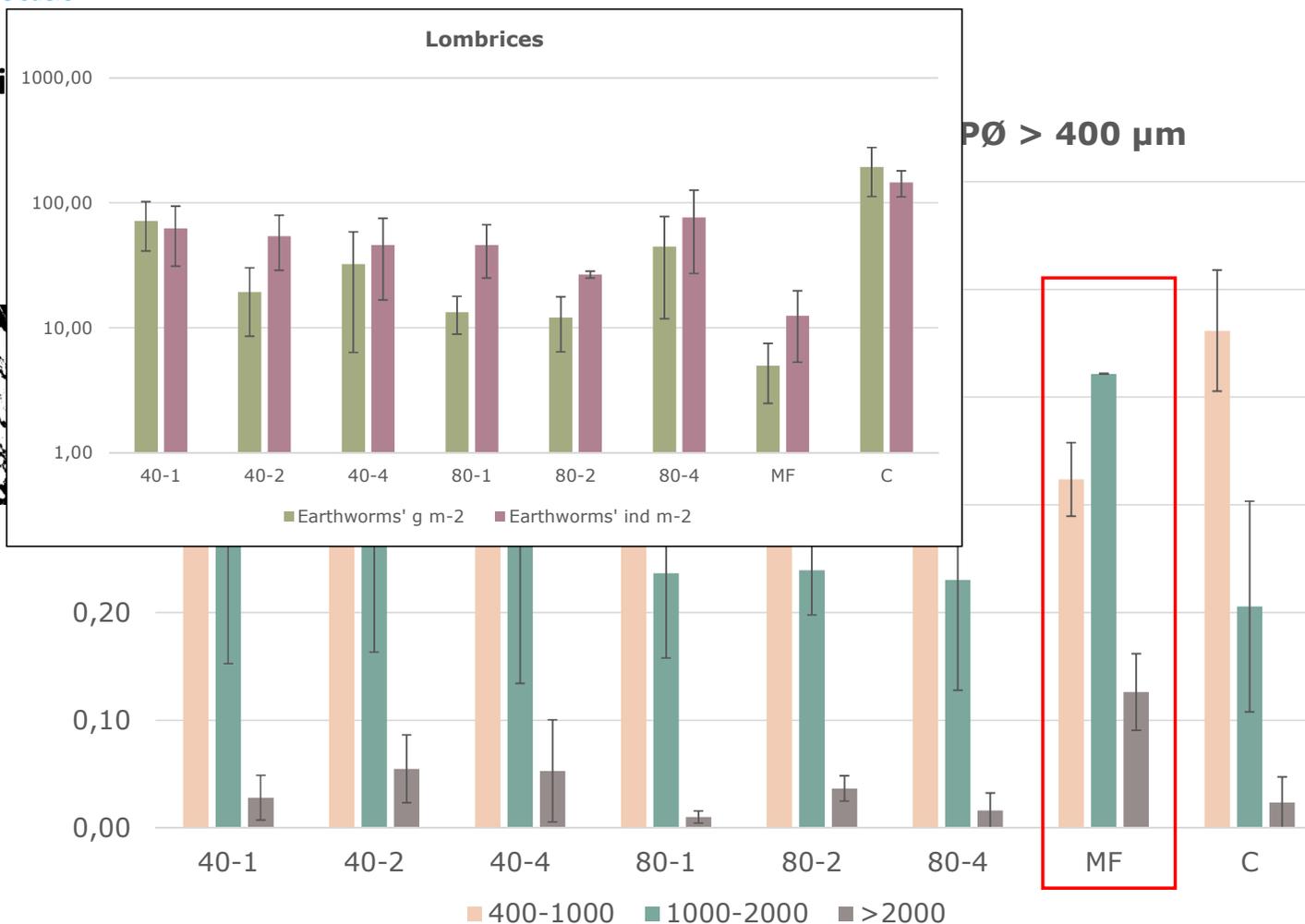


Cambios asociados en la física



Enraizamiento,
drenaje

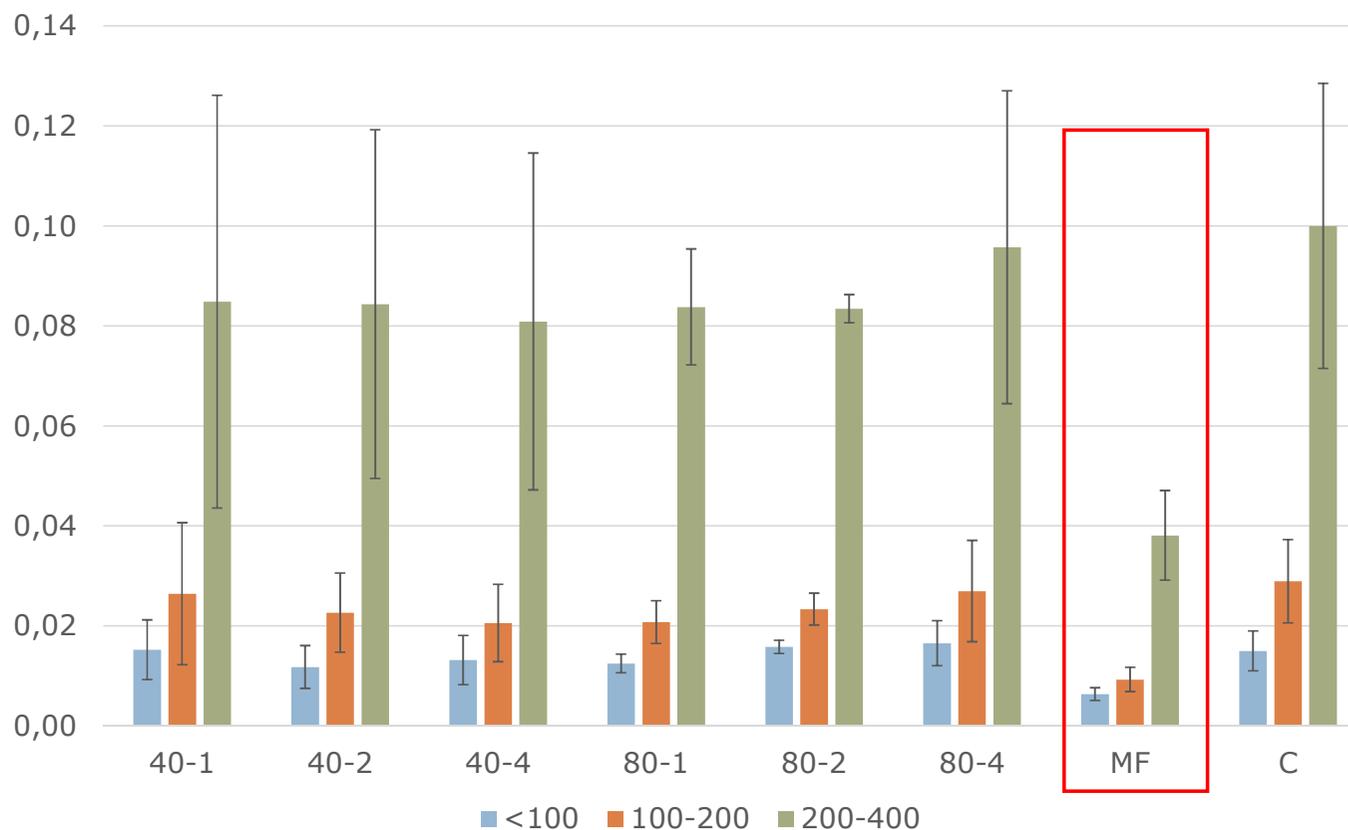
Grietas superficiales,
actividad lombrices



Cambios asociados en la física del suelo



Distribución tamaño equivalente de poros $P\emptyset < 400 \mu\text{m}$



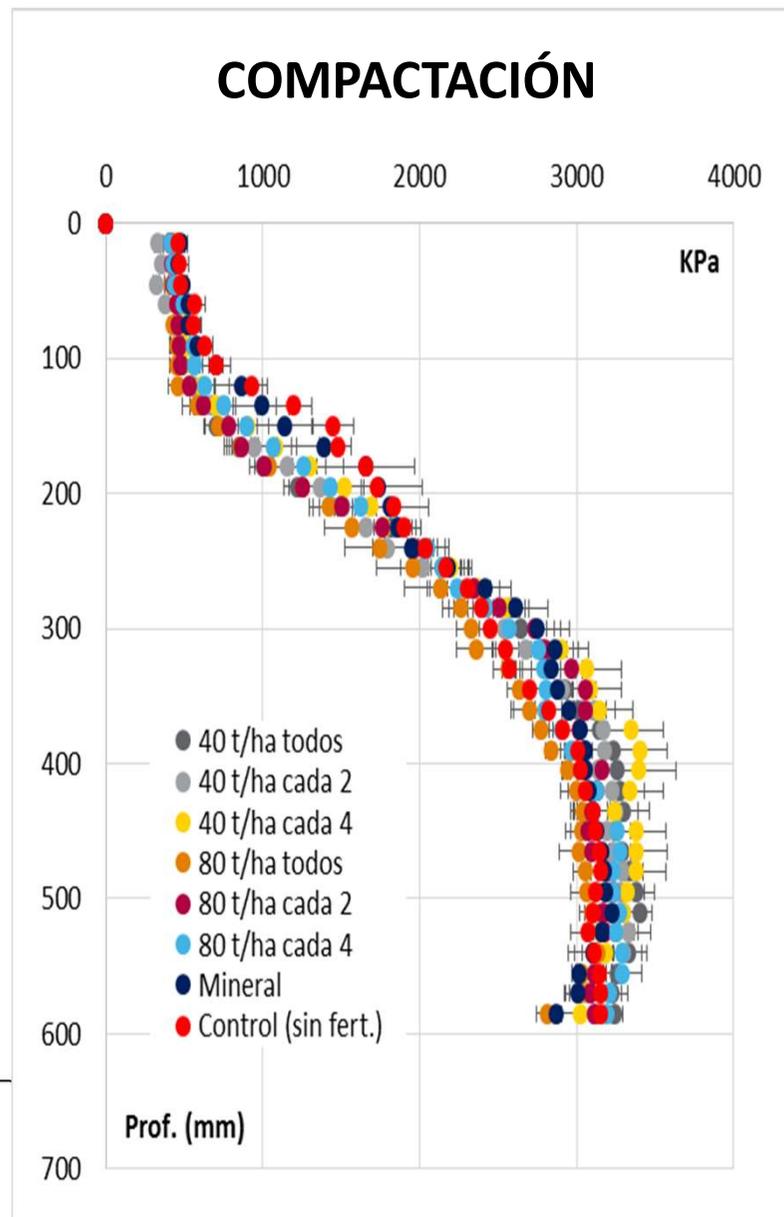
>100 µm Actividad mesofauna

I. Respuesta agronómica de los cultivos
I.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

Cambios asociados en la física del suelo



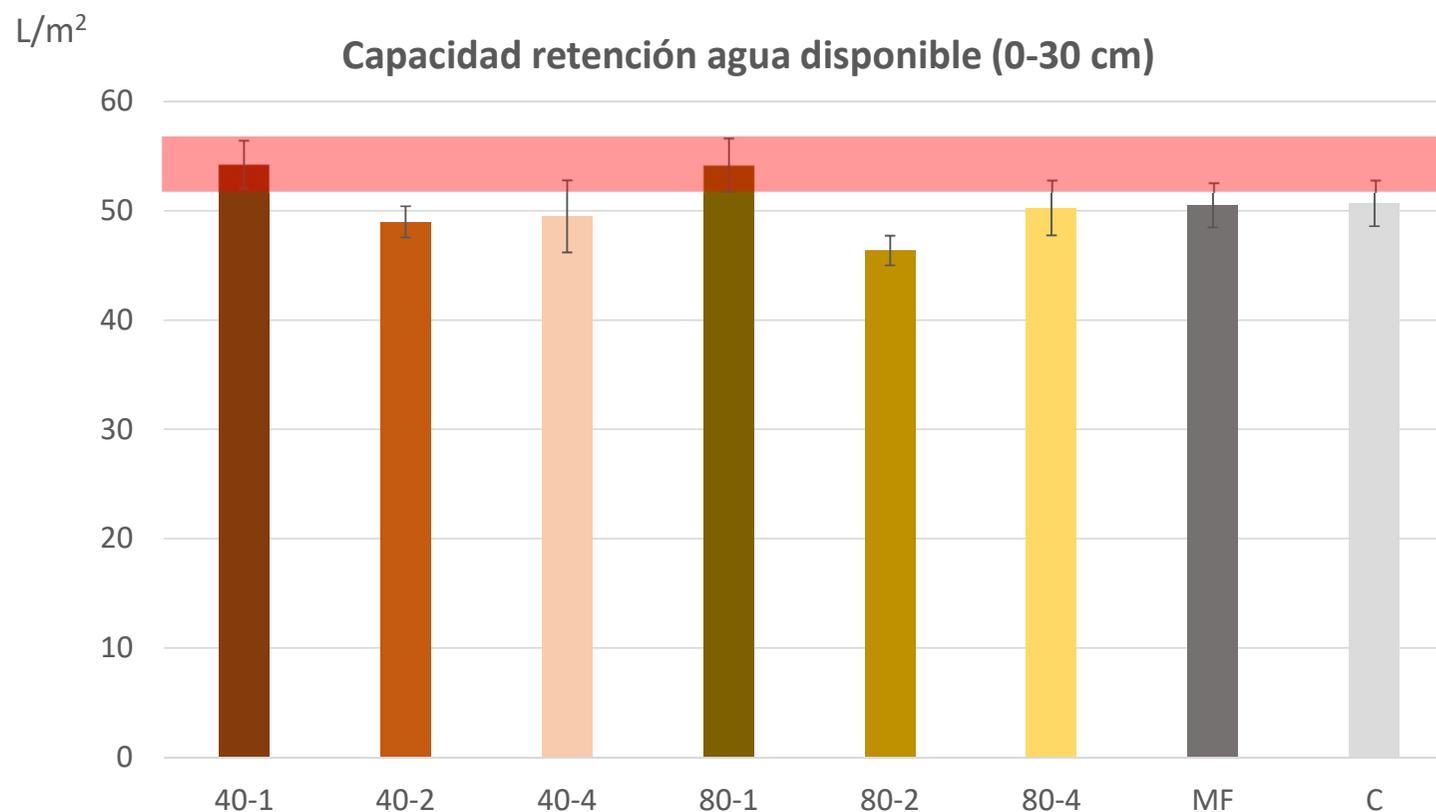
I. Virto, L. Orcaray



Cambios asociados en la física del suelo



... pero ...

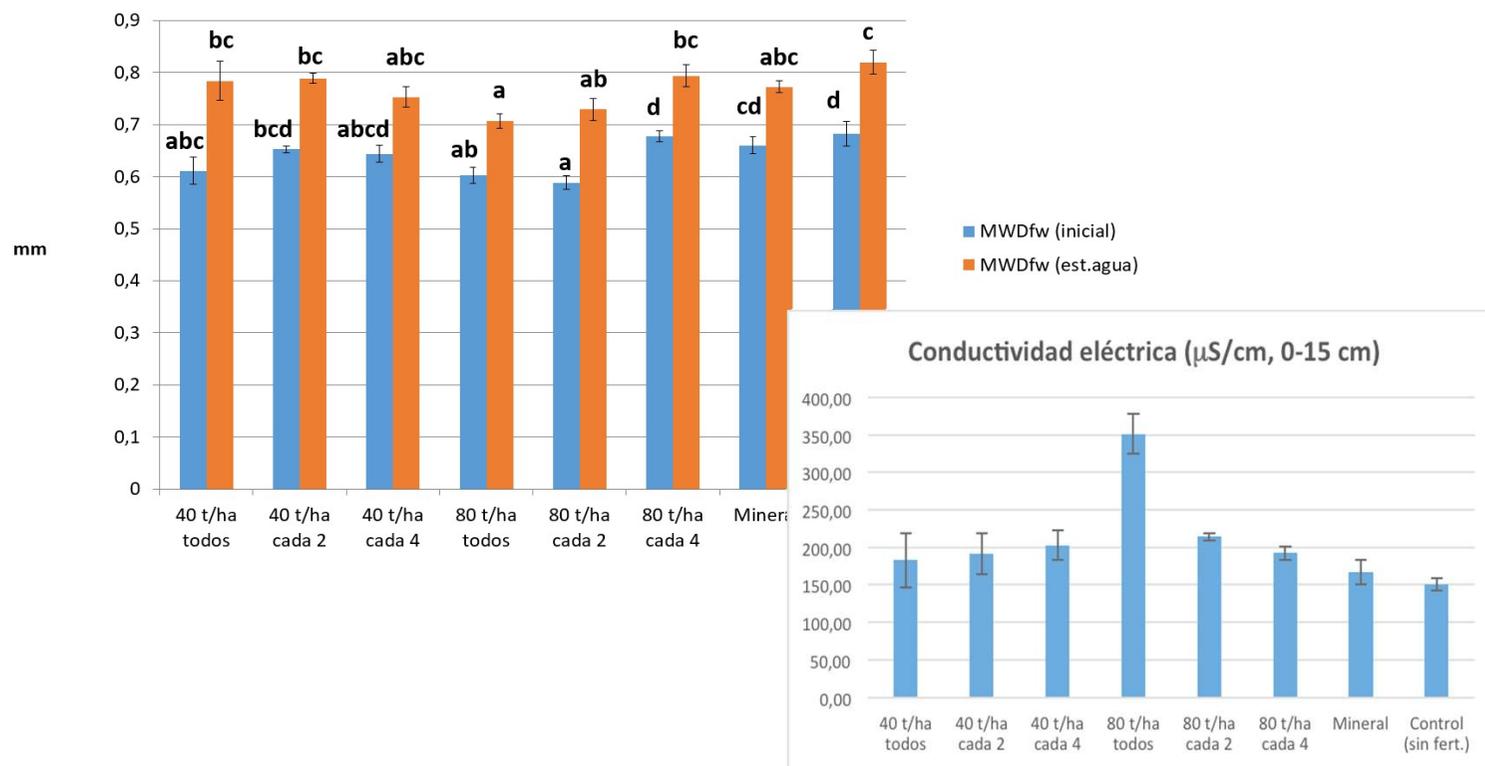


Cambios asociados en la física del suelo



... pero ...

ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA



1. Respuesta agronómica de los cultivos
1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

Cambios asociados en la física del suelo



Article

Soil Quality Assessment after 25 Years of Se Mineral Fertilization in a Calcareous Soil

Ana Simoes-Mota ¹, Rosa Maria Poch ², Alberto Enrique ¹, Luis Orcaray ³ a

Table 3. Results of the analysis of variance (ANOVA) for all soil properties. I. Virto, L. Orcaray

Soil Quality Indicators	Depths Studied	R ²	Treatment (T)	Depth (D)	T × D
Physical		ANOVA (p-value)			
Bulk density	2	0.517	0.058	0.001	0.709
PR	2	0.948	0.144	0.000	0.992
K _s	2	0.310	0.543	0.150	0.538
Water -33	2	0.376	0.124	0.815	0.479
Water -50	2	0.730	0.000	0.001	0.000
Water -90	2	0.261	0.741	0.163	0.660
AWHC	2	0.338	0.230	0.317	0.622
PØ < 0.2	2	0.613	0.018	0.000	0.397
PØ > 0.2-9	2	0.335	0.444	0.682	0.297
PØ > 9	2	0.687	0.010	0.000	0.029
PØ 0.2-9 (>0.2)	2	0.429	0.407	0.015	0.235
PØ 400-1000	1	0.223	0.704	NA	NA
MWD dry	1	0.708	0.002	NA	NA
MWD wet	1	0.567	0.033	NA	NA
WSA	1	0.648	0.008	NA	NA
Chemical					
Available P	2	0.910	0.000	0.149	1.000
Total N	1	0.701	0.000	NA	NA
Electrical conductivity	2	0.827	0.000	0.543	0.208
pH	2	0.831	0.000	0.000	0.973
Exchangeable K	2	0.529	0.102	0.001	0.433
Exchangeable Na	2	0.720	0.000	0.361	0.573
Carbonates (CaCO ₃)	1	0.032	0.999	NA	NA
Organic matter and biological					
SOC	2	0.878	0.000	0.000	0.290
POM-C	2	0.702	0.001	0.000	0.123
POM-C/SOC	2	0.510	0.361	0.001	0.105
AWCD	2	0.449	0.909	0.000	0.199
NSU	2	0.571	0.335	0.000	0.173
MBC	2	0.612	0.046	0.000	0.507
Earthworms' biomass (g m ⁻²)	1	0.587	0.024	NA	NA
Earthworms' abundance (ind/m ⁻²)	1	0.465	0.121	NA	NA
Earthworms' average size (g/ind)	1	0.725	0.001	NA	NA

1. Respuesta agronómica de los cultivos
1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

Cambios asociados en la física del suelo



Table 3. Results of the analysis of variance (ANOVA) for all soil properties.

I. Virto, L. Orcaray

Soil Quality Indicators	Depths Studied	R ²	Treatment (T)	Depth (D)	T × D
Physical					
ANOVA (<i>p</i> -value)					
Bulk density	2	0.517	0.058	0.001	0.709
PR	2	0.948	0.144	0.000	0.992
K _s	2	0.310	0.543	0.150	0.538
Water -33	2	0.376	0.124	0.815	0.479
Water -50	2	0.730	0.000	0.001	0.000
Water -90	2	0.261	0.741	0.163	0.660
AWHC	2	0.338	0.230	0.317	0.622
PØ < 0.2	2	0.613	0.018	0.000	0.397
PØ > 0.2-9	2	0.335	0.444	0.682	0.297
PØ > 9	2	0.687	0.010	0.000	0.029
PØ 0.2-9(>0.2)	2	0.429	0.407	0.015	0.235
PØ 400-1000	1	0.223	0.704	NA	NA
MWD dry	1	0.708	0.002	NA	NA
MWD wet	1	0.567	0.033	NA	NA
WSA	1	0.648	0.008	NA	NA
Chemical					
Available P	2	0.910	0.000	0.149	1.000
Total N	1	0.701	0.000	NA	NA
Electrical conductivity	2	0.827	0.000	0.543	0.208
pH	2	0.831	0.000	0.000	0.973
Exchangeable K	2	0.529	0.102	0.001	0.433
Exchangeable Na	2	0.720	0.000	0.361	0.573
Carbonates (CaCO ₃)	1	0.032	0.999	NA	NA
Organic matter and biological					
SOC	2	0.878	0.000	0.000	0.290
POM-C	2	0.702	0.001	0.000	0.123
POM-C/SOC	2	0.510	0.361	0.001	0.105
AWCD	2	0.449	0.909	0.000	0.199
NSU	2	0.571	0.335	0.000	0.173
MBC	2	0.612	0.046	0.000	0.507
Earthworms' biomass (g m ⁻²)	1	0.587	0.024	NA	NA
Earthworms' abundance (ind/m ⁻²)	1	0.465	0.121	NA	NA
Earthworms' average size (g/ind)	1	0.725	0.001	NA	NA

Cambios asociados en la física del suelo



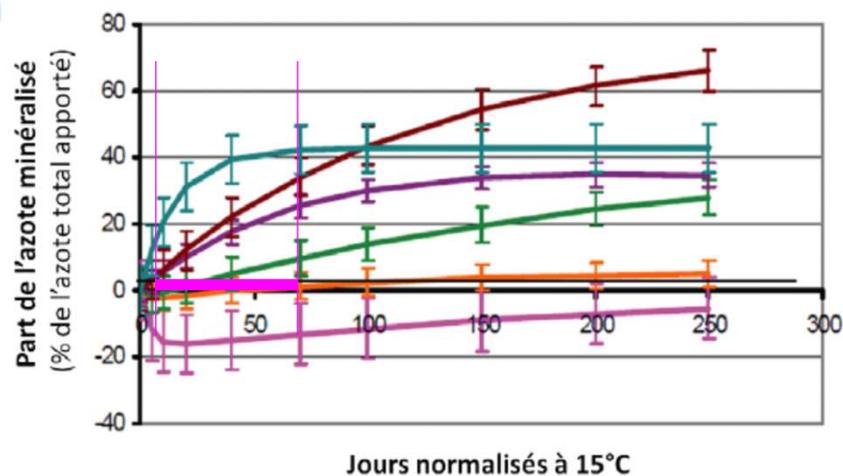
Treatment	0-15 cm		15-30 cm			Rdto. (kg ha ⁻¹)
	MO + param. químicos	Retención de agua	Lombrices	OM + chemical parameters	Exchangeable cations	
40-1	0.310 b	-1.321 b	0.828 b	-0.139 b	1.485 a	8408 ± 921 a
40-2	-0.244 b	-1.247 b	-0.939 c	-0.637 b	0.564 a	8752 ± 473 a
40-4	0.257 b	0.818 a	-0.205 b	0.377 c	0.757 a	8722 ± 460 a
80-1	1.896 a	0.546 a	0.064 b	1.963 a	-0.169 b	6470 ± 1265 b
80-2	0.367 b	0.842 a	-0.490 c	0.792 b	-0.781 b	7558 ± 480 b
80-4	-0.215 b	-0.996 b	-0.011 b	-0.323 b	-0.795 b	7783 ± 782 b
MF	-1.162 c	0.794 a	-0.907 c	-0.909 d	-1.075 b	8877 ± 462 a
C	-1.121 c	0.564 a	1.660 a	-1.123 d	0.015 b	3505 ± 824 c

1. Respuesta agronómica de los cultivos

1.2. Eficiencia como proveedores de elementos nutritivos

I. Virto, L. Orcaray

Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos



Clase 6: Compost de estiércol de bovino con mucha paja y residuos verdes.

Clase 5: Compost de estiércol de bovino, de residuos verdes y de lodos EDAR.

Clase 4: Estiércol de ovinos.

Clase 3: Estiércol de aves, lodos EDAR deshidratados.

Clase 2: Vinazas concentradas.

Clase 1: Excrementos de aves, lodos EDAR pastosos, efluentes de destilería.

- Mineralización en 3-10 semanas
- $K_{eq}N = 25-85\%$
- **Riesgo de degradación de las propiedades físicas del suelo y/o acidificación si aportes excesivos.**

S. Houot et al., 2014. VALORISATION DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE SUR LES SOLS À USAGE AGRICOLE OU FORESTIER

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

- Potencial como elementos fertilizantes (N, P)
- Importancia de conocer su eficiencia para ajustar su aplicación en las condiciones de uso.
- Efectos en el suelo variables y dependientes de la dosis.

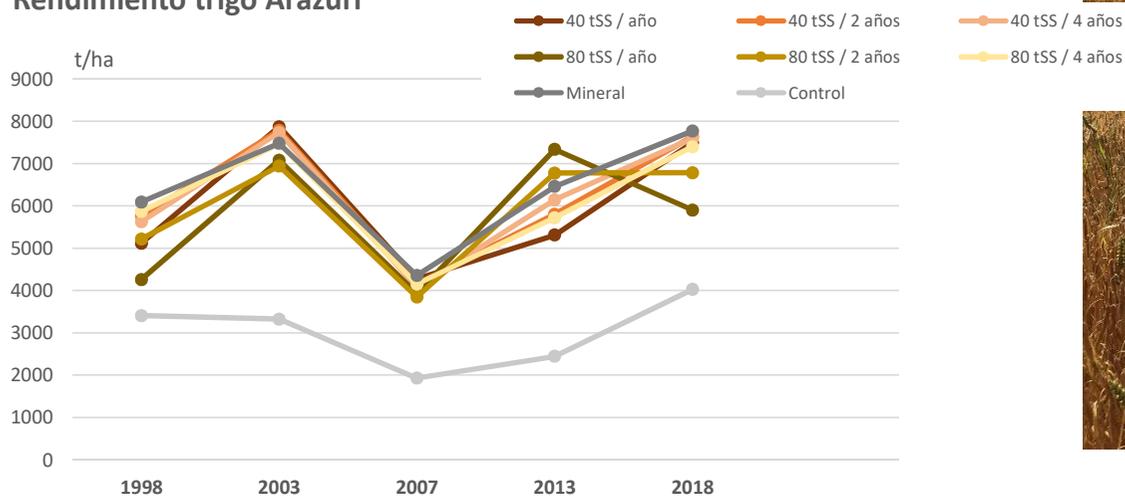


I. Respuesta agronómica de los cultivos

I. I. Rendimiento



Rendimiento trigo Arazuri



Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

- 1.1. ¿Qué necesita un cultivo?
- 1.2. Eficiencia como proveedores de los elementos nutritivos
- 1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

2. Otros resultados y nuevos retos

- 2.1. Riesgos presentes
- 2.2. El C orgánico
- 2.3. Nuevos retos

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

Table 3. Results of the analysis of variance (ANOVA) for all soil properties.

Soil Quality Indicators	Depths Studied	R ²	Treatment (T)	Depth (D)	T × D
Physical		ANOVA (<i>p</i> -value)			
Bulk density	2	0.517	0.058	0.001	0.709
PR	2	0.948	0.144	0.000	0.992
K _s	2	0.310	0.543	0.150	0.538
Water -33	2	0.376	0.124	0.815	0.479
Water -50	2	0.730	0.000	0.001	0.000
Water -90	2	0.261	0.741	0.163	0.660
AWHC	2	0.338	0.230	0.317	0.622
PØ < 0.2	2	0.613	0.018	0.000	0.397
PØ > 0.2-9	2	0.335	0.444	0.682	0.297
PØ > 9	2	0.687	0.010	0.000	0.029
PØ 0.2-9(>0.2)	2	0.429	0.407	0.015	0.235
PØ 400-1000	1	0.223	0.704	NA	NA
MWD dry	1	0.708	0.002	NA	NA
MWD wet	1	0.567	0.033	NA	NA
WSA	1	0.648	0.008	NA	NA
Chemical					
Available P	2	0.910	0.000	0.149	1.000
Total N	1	0.701	0.000	NA	NA
Electrical conductivity	2	0.827	0.000	0.543	0.208
pH	2	0.831	0.000	0.000	0.973
Exchangeable K	2	0.529	0.102	0.001	0.433
Exchangeable Na	2	0.720	0.000	0.361	0.573
Carbonates (CaCO ₃)	1	0.032	0.999	NA	NA
Available Mn	1	0.531	0.055	NA	NA
Available Zn	1	0.908	0.000	NA	NA
Available Cu	1	0.870	0.000	NA	NA
Available Ni	1	0.888	0.000	NA	NA
Available Cd	1	0.696	0.003	NA	NA
Available Pb	1	0.703	0.003	NA	NA
Organic matter and biological					
SOC	2	0.878	0.000	0.000	0.290
POM-C	2	0.702	0.001	0.000	0.123
POM-C/SOC	2	0.510	0.361	0.001	0.105
AWCD	2	0.449	0.909	0.000	0.199
NSU	2	0.571	0.335	0.000	0.173
MBC	2	0.612	0.046	0.000	0.507
Earthworms' biomass (g m ⁻²)	1	0.587	0.024	NA	NA
Earthworms' abundance (ind/m ⁻²)	1	0.465	0.121	NA	NA
Earthworms' average size (g/ind)	1	0.725	0.001	NA	NA

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray

Tabla 4.

Contenido en metales pesados de las muestras de suelo de los distintos tratamientos ensayados. En la última línea figura el límite del contenido del suelo establecido por el RD

1.310/1990 referido a lodos.

Resumen resultados análisis de suelos respecto a metales pesados 2011

Tratamiento	Metales pesados (ppm)						
	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Mercurio (Hg)	Niquel (Ni)	Plomo (Pb)	Zinc (Zn)
1: 40t F1	0,7 a	16,4 a	17,8 c	0,2	18,4 b	13,6 c	58,6 c
2: 40t F2	0,7 a	19,9 a	23,7 abc	0,1	24,1 a	17,7 abc	74,3 bc
3: 40t F4	0,7 a	22,0 a	22,7 abc		22,3 ab	22,4 abc	71,7 bc
4: 80t F1	0,7 a	22,6 a	27,2 a	0,2	24,9 a	20,3 abc	90,9 a
5: 80t F2	0,7 a	18,4 a	24,5 ab		23,2 ab	18,4 abc	80,7 ab
6: 80t F4	0,7 a	16,7 a	19,9 bc	0,1	22,3 ab	16,2 bc	63,9 c
7: Abonado estandar	0,7 a	17,3 a	19,2 bc	0,1			
8: Testigo sin abono	0,7 a	16,5 a	20,9 bc	0,1			
Media general	0,7	18,7	22,0	0,1			



minerals



Article

Effect of the Long-Term Application of Sewage Sludge to A Calcareous Soil on Its Total and Bioavailable Content in Trace Elements, and Their Transfer to the Crop

Armelle Zaragüeta^{1,2}, Alberto Enrique^{1,*} , Iñigo Virto¹ , Rodrigo Antón¹, Henar Urmeneta³ and Luis Orcaray²

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray



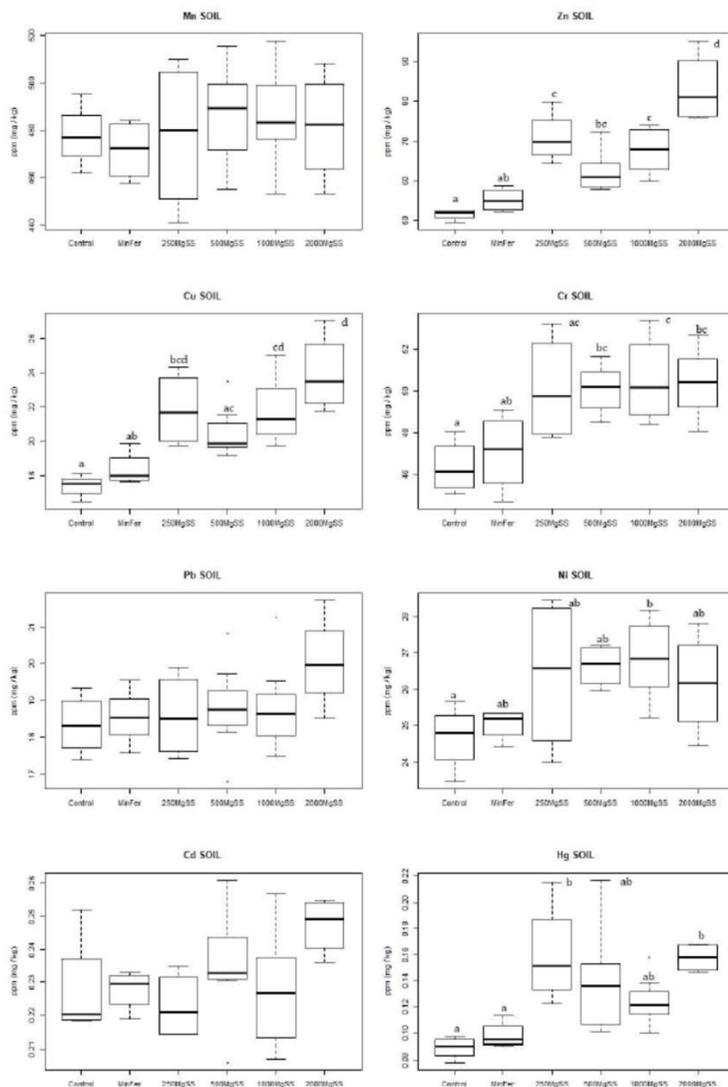
Article

Effect of Calcareous Elements

Armelle Zaragüe



Zaragüeta et al., 2021. *Mi*

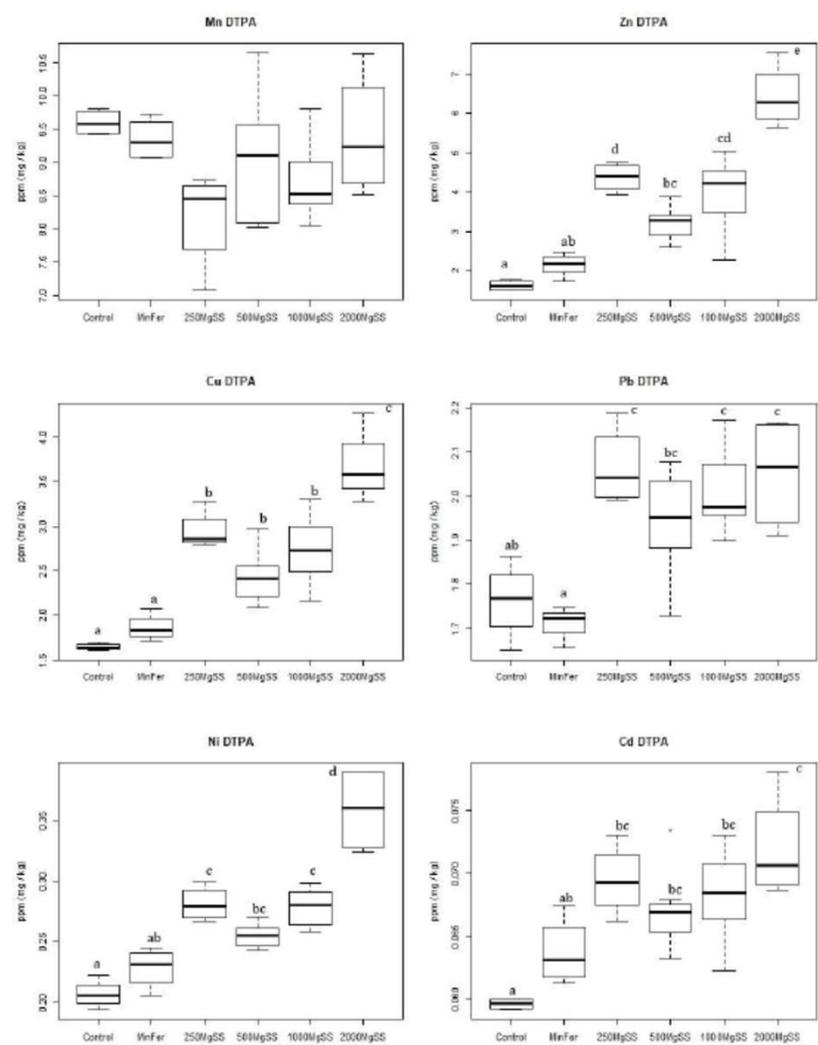


to
r

d L



át
DKI



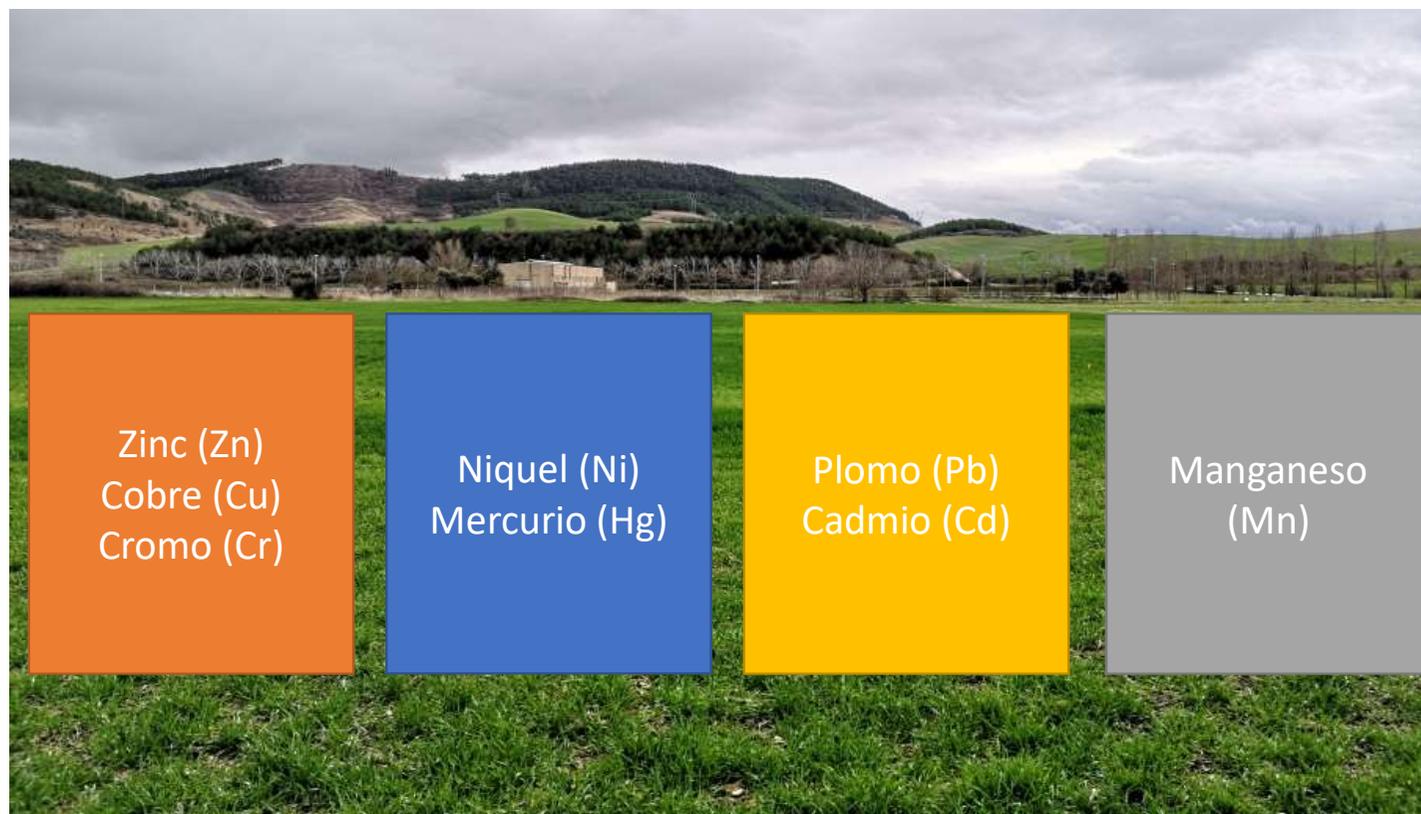
2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I.Virto, L. Orcaray



Se establecen 4 tipos de “comportamientos” en función de la aplicación de lodos:



Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

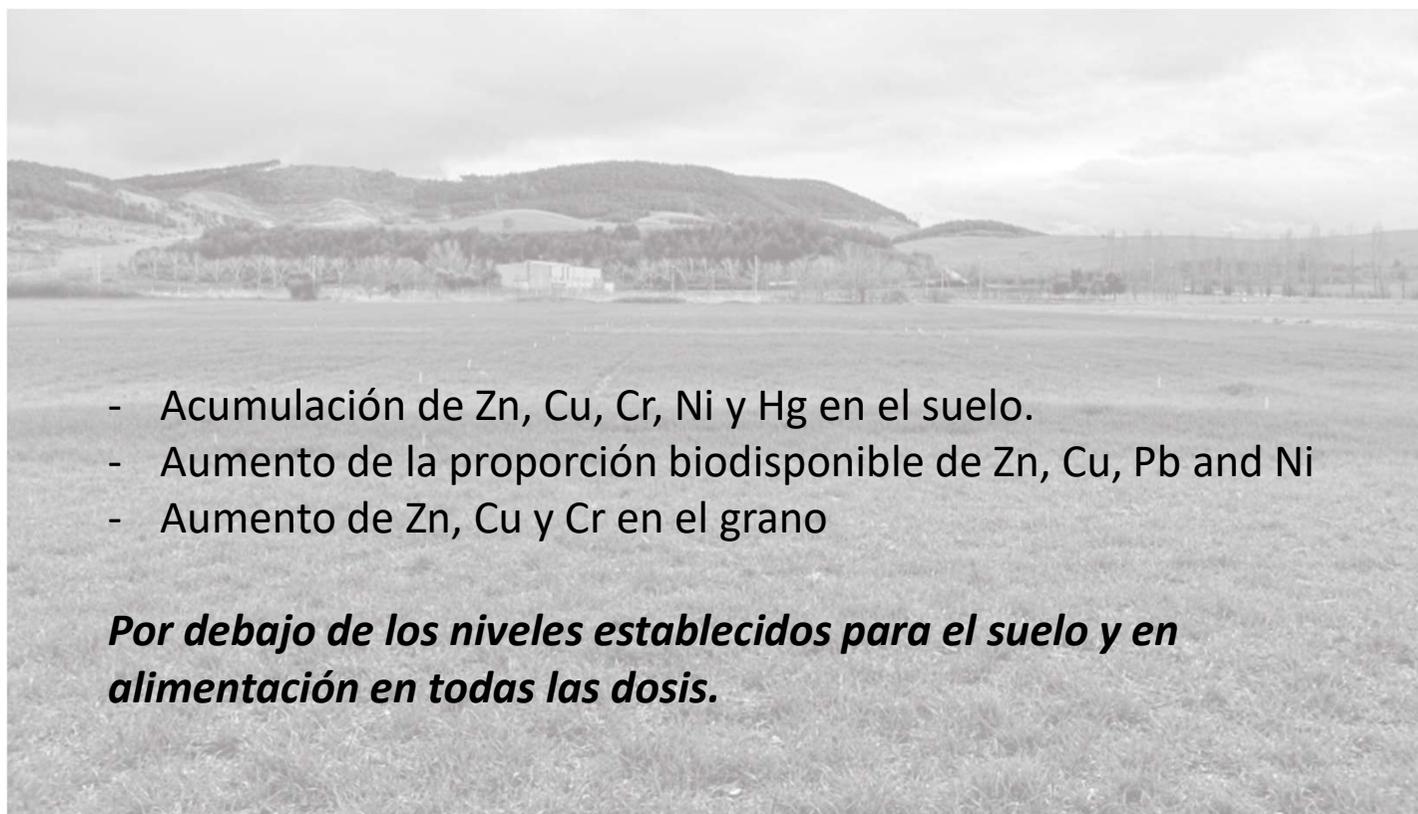
2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray



Se establecen 4 tipos de “comportamientos” en función de la aplicación de lodos:



- Acumulación de Zn, Cu, Cr, Ni y Hg en el suelo.
- Aumento de la proporción biodisponible de Zn, Cu, Pb and Ni
- Aumento de Zn, Cu y Cr en el grano

Por debajo de los niveles establecidos para el suelo y en alimentación en todas las dosis.

Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray

Zinc (Zn)
Cobre (Cu)
Cromo (Cr)

		Control	MinFer	250T	500T	1000T	2000T	
Zn	Total	✘	✘	✘	✘	✘	✘ ✘	
	Bio	✘	✘	✘	✘	✘	✘ ✘	
	Grano	✘	✘	✘	✘	✘	✘ ✘	
Cu	Total	✘					✘	
	Bio	✘	✘	✘	✘	✘	✘	
	Grano	✘	✘	✘	✘	✘	✘	
Cr	Total	✘					✘	
	Bio	[-] < LD						
	Grano	✘	✘	✘	✘	✘	✘	

Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray

Niquel (Ni)
Mercurio (Hg)

		Control	MinFer	250T	500T	1000T	2000T
Ni	Total	✘	✘	✘	✘	✘	✘
	Bio	✘					✘
	Grano						
Hg	Total	✘					✘
	Bio						
	Grano						

Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I.Virto, L. Orcaray

Plomo (Pb)
Cadmio (Cd)

		Control	MinFer	250T	500T	1000T	2000T
Pb	Total	×	×	×	×	×	×
	Bio	×	×	×	×	×	×
	Grano						
Cd	Total	×	×	×	×	×	×
	Bio	×					×
	Grano						

Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Riesgos

I. Virto, L. Orcaray

		Control	MinFer	250T	500T	1000T	2000T
Mn	Total	✘	✘	✘	✘	✘	✘
	Bio	✘	✘	✘	✘	✘	✘
	Grano						

- Acumulación de Zn, Cu, Cr, Ni y Hg en el suelo.
- Aumento de la proporción biodisponible de Zn, Cu, Pb and Ni
- Aumento de Zn, Cu y Cr en el grano

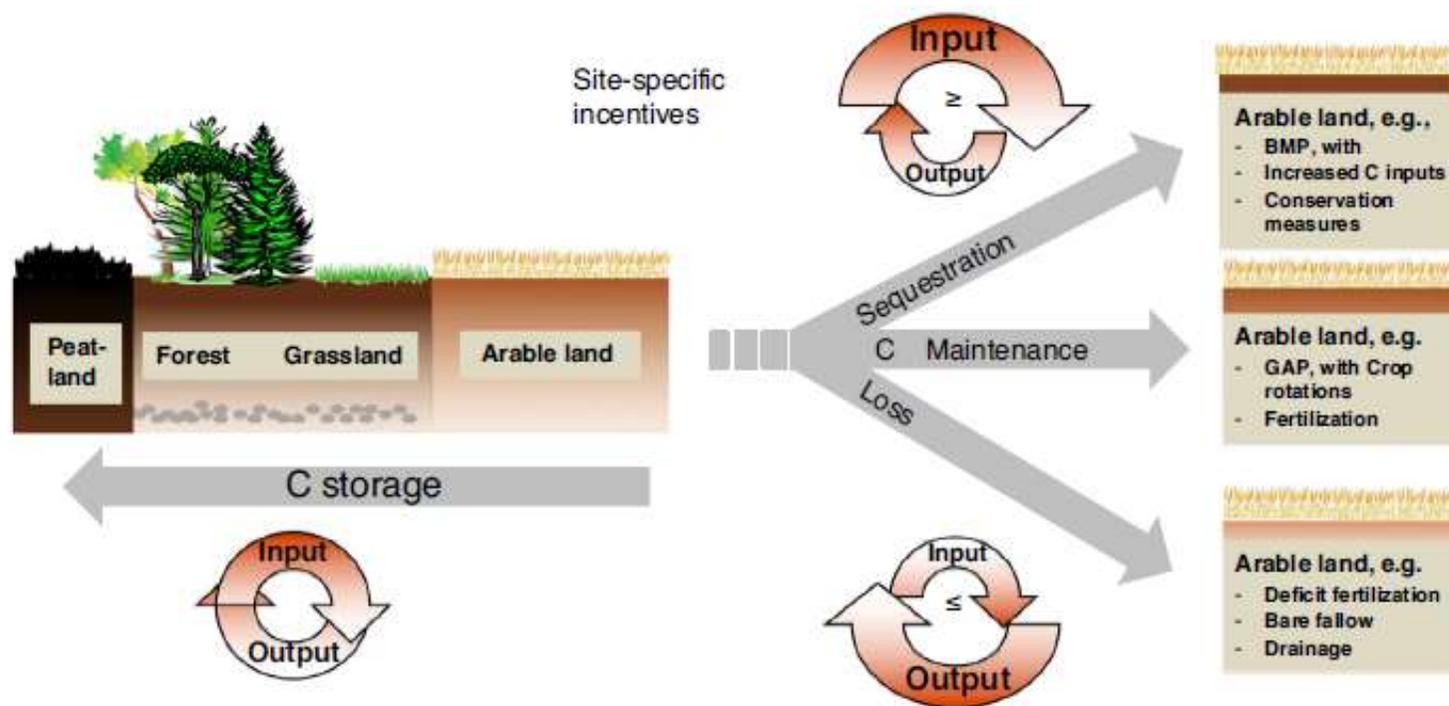
- Por debajo de los niveles establecidos para el suelo y en alimentación en todas las dosis.

Zaragüeta et al., 2021. Minerals 11, 356. <https://doi.org/10.3390/min11040356>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I.Virto, L. Orcaray



2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray



La Iniciativa internacional "4 por 1000"
Suelos para la Seguridad Alimentaria y el Clima

DESCUBRA LA INICIATIVA ▾ ACTUAR CON LA INICIATIVA ▾ HERRAMIENTAS ▾ ES ▾

LA INICIATIVA INTERNACIONAL "4 POR 1000"

Bienvenido al sitio web de la iniciativa "4 por 1000".

La Iniciativa internacional "4 por 1000" pretende demostrar que la agricultura, y en particular los suelos agrícolas, pueden desempeñar un papel crucial en la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Lanzada por Francia el 1 de diciembre de 2015 durante la COP 21, consiste en involucrar, de forma voluntaria, a todos los actores públicos y privados (gobiernos nacionales, gobiernos y autoridades locales y regionales, empresas, organizaciones profesionales, ONG, centros de investigación, etc.) en el marco del Plan de Acción Lima-París (LPAP).

Descubra la Iniciativa "4 por 1000".

The 4 per 1000 initiative aims to maintain and increase soil organic carbon (SOC) stocks for soil fertility, food security, and climate change adaptation and mitigation.

El uso de inputs orgánicos para aumentar el SOC del suelo:

- ¿Es secuestro de C?
- ¿Es eficaz?

<https://4p1000.org/?lang=es>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I.Virto, L. Orcaray



NADAPTA THE CLIMA PROJECT

PROJECT LIFE NADAPTA ACCIONES SOBRE AGRICULTURA



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

LIFE
NADAPTA



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea

Cátedra Sostenibilidad Local
TOKIKO-IRAUNKORTASUN KATEDRA

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



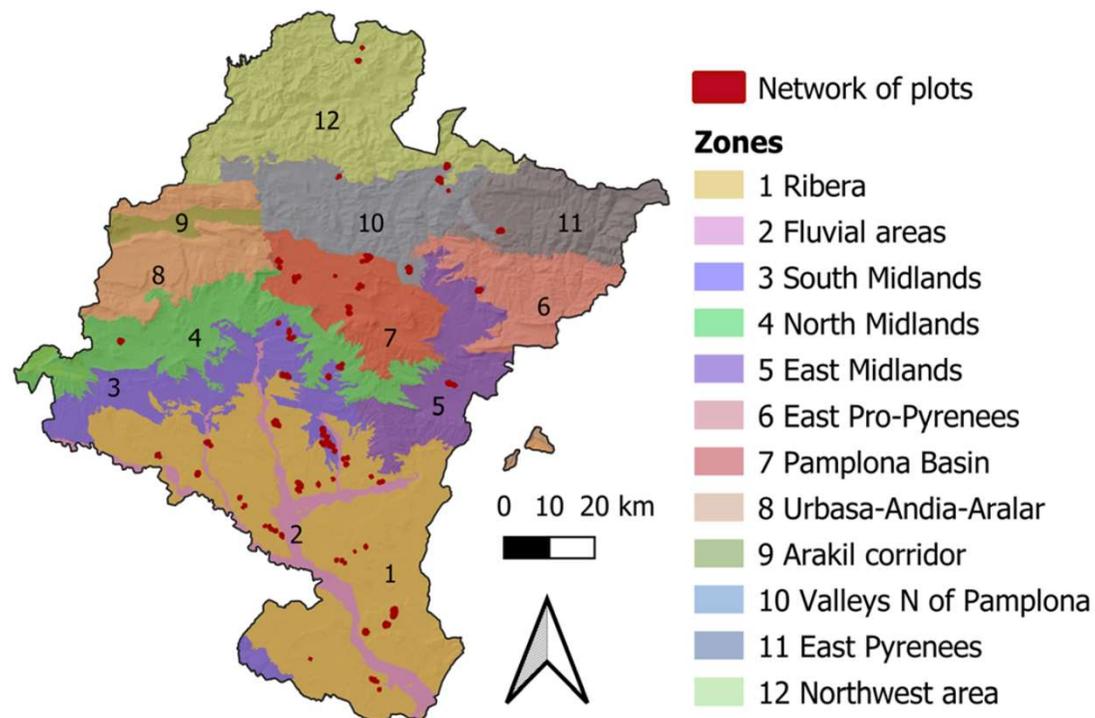
2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray



Materia orgánica



Antón et al., 2021. Regional Environmental Change 21: 63, <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01788-w>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray

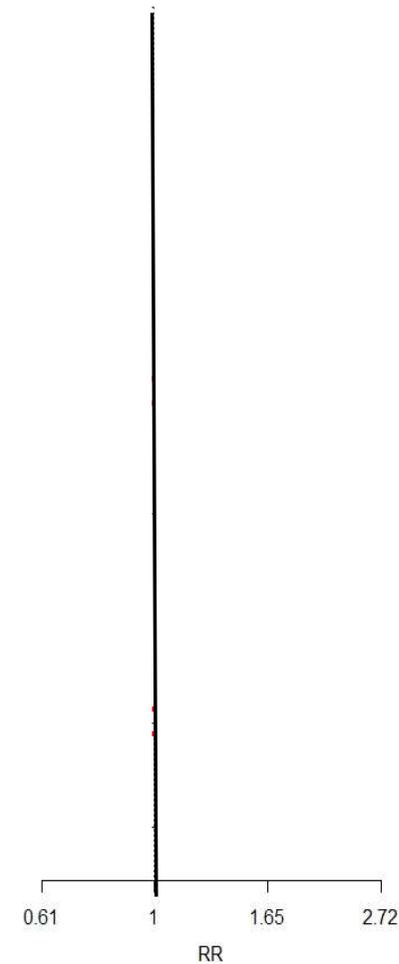
C orgánico 0-20 cm



Materia orgánica



A. Conservación Rotaciones

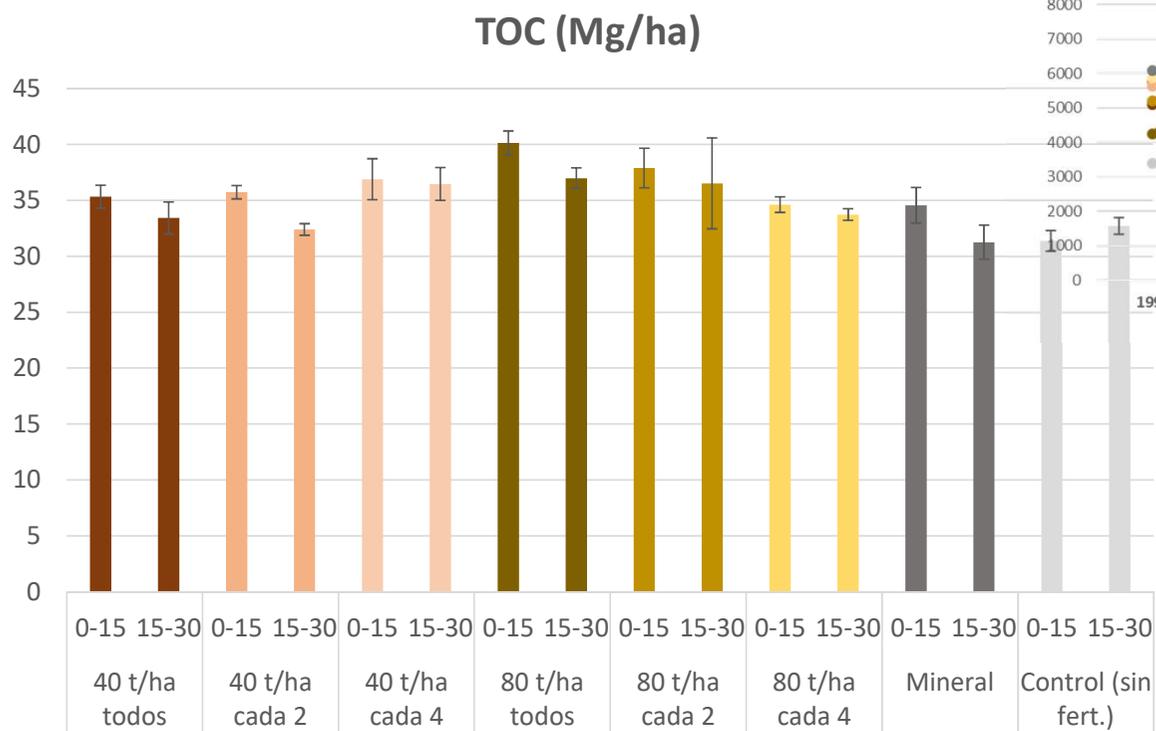


Antón et al., 2021. Regional Environmental Change 21: 63, <https://doi.org/10.1007/s10113-02>

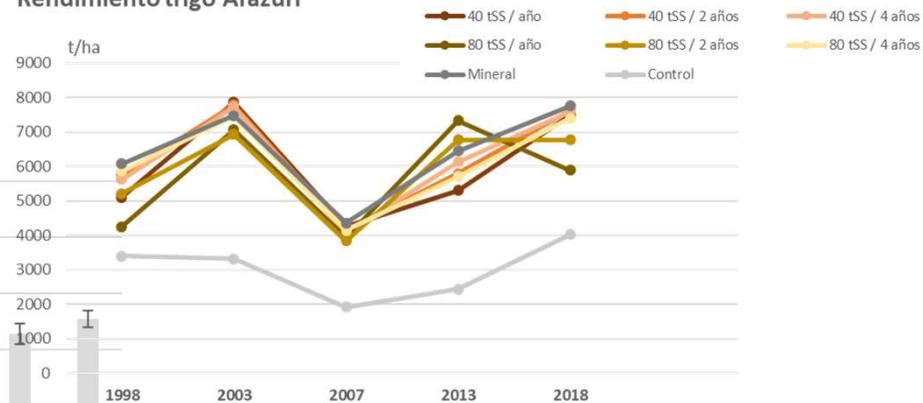
2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray



Rendimiento trigo Arazuri



Simoës-Mota et al., *In prep.*

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray

Physical

bulk sample < 2mm (50g)

Magg
>250 μm

magg
50-250 μm

silts
50-2
 μm

clays
2-0 μm

coarse
sand

coarse
POM

fine
sand

fine
POM

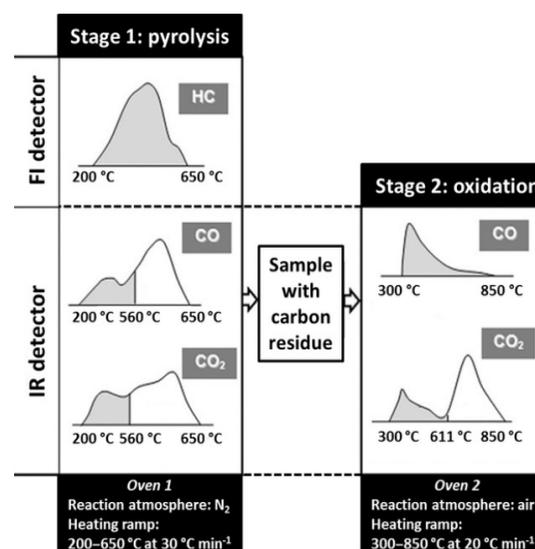


Ground + decarbonation
HCl 12 M (35-37%)

SOC %
by fraction

Thermal

bulk sample < 2mm (40mg)



Active C
Stable C
HI index

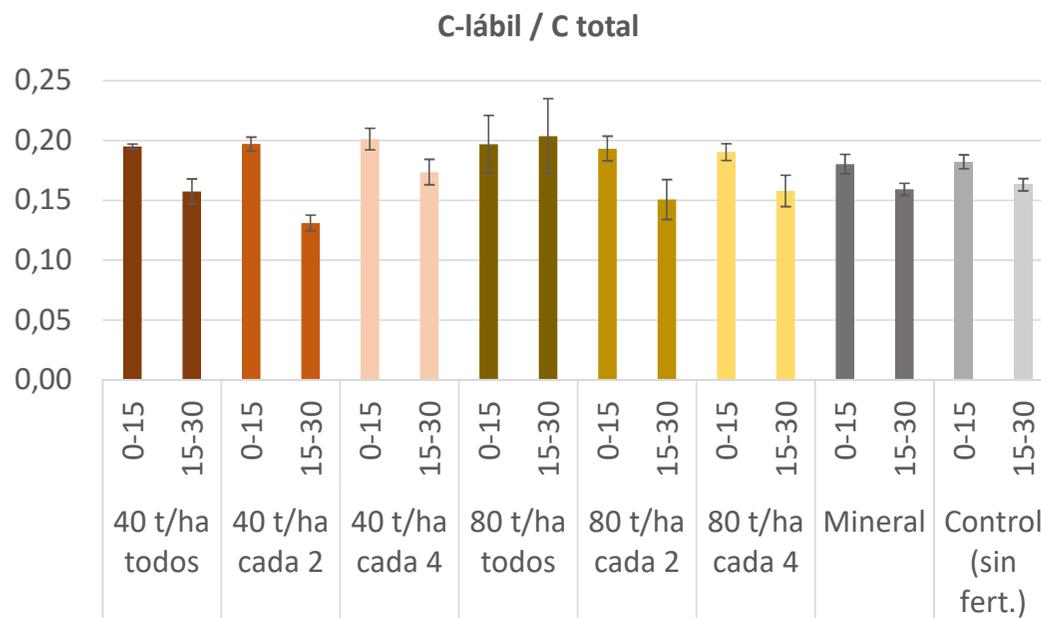


Simoes-Mota et al., *In prep.*

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I.Virto, L. Orcaray



	Stable C pool	Active C pool
	NS	***
10ss	8,665 ± 0,54	7,147 ± 0,76 (BA)
20ss	8,278 ± 0,85	6,577 ± 0,85 (B)
40ss	8,695 ± 0,48	6,621 ± 1,05 (B)
80ss	9,127 ± 0,48	8,054 ± 0,76 (A)
MF	8,450 ± 0,17	5,298 ± 0,97 (C)
CO	8,598 ± 0,14	4,980 ± 0,62 (C)

Simoës-Mota et al., *In prep.*

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

Biogeosciences, 18, 3981–4004, 2021
<https://doi.org/10.5194/bg-18-3981-2021>
 © Author(s) 2021. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



BioRx

Additional carbon inputs to reach a 4 per 1000 of feasibility and projected impacts of climate change: Century simulations of long-term arable experim

Elisa Bruni¹, Bertrand Guenet^{1,2}, Yuanyuan Huang³, Hugues Clivot^{4,5}, Iñigo Virto⁶, Thomas Kätterer⁸, Philippe Ciais¹, Manuel Martin⁹, and Claire Chenu¹⁰

- ¿Cuánto C es necesario incorporar para llegar a 4 años?
- ¿Cómo se modificaría esto en función de la temperatura?

Respuestas a partir de modelos (*Century*) y L

Table 1. Summary of the agricultural experiments included in the study: crop rotations grown at site, amount of carbon input ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) estimated from crop yields as in Bolinder et al. (2007), type of treatments, amount of additional organic carbon from organic treatments ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) and mean annual SOC stock variation (%).

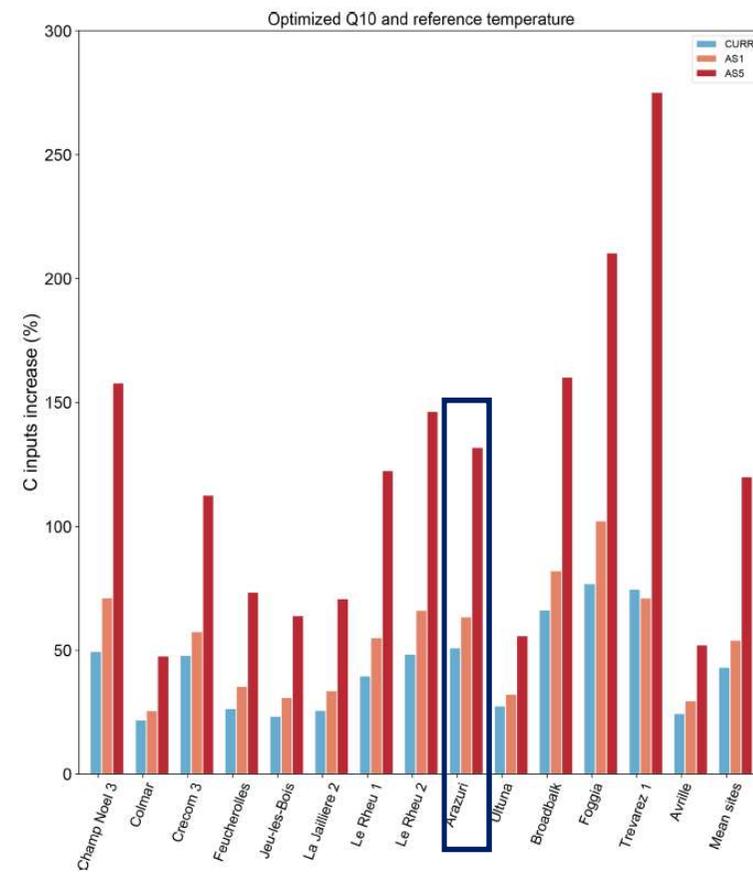
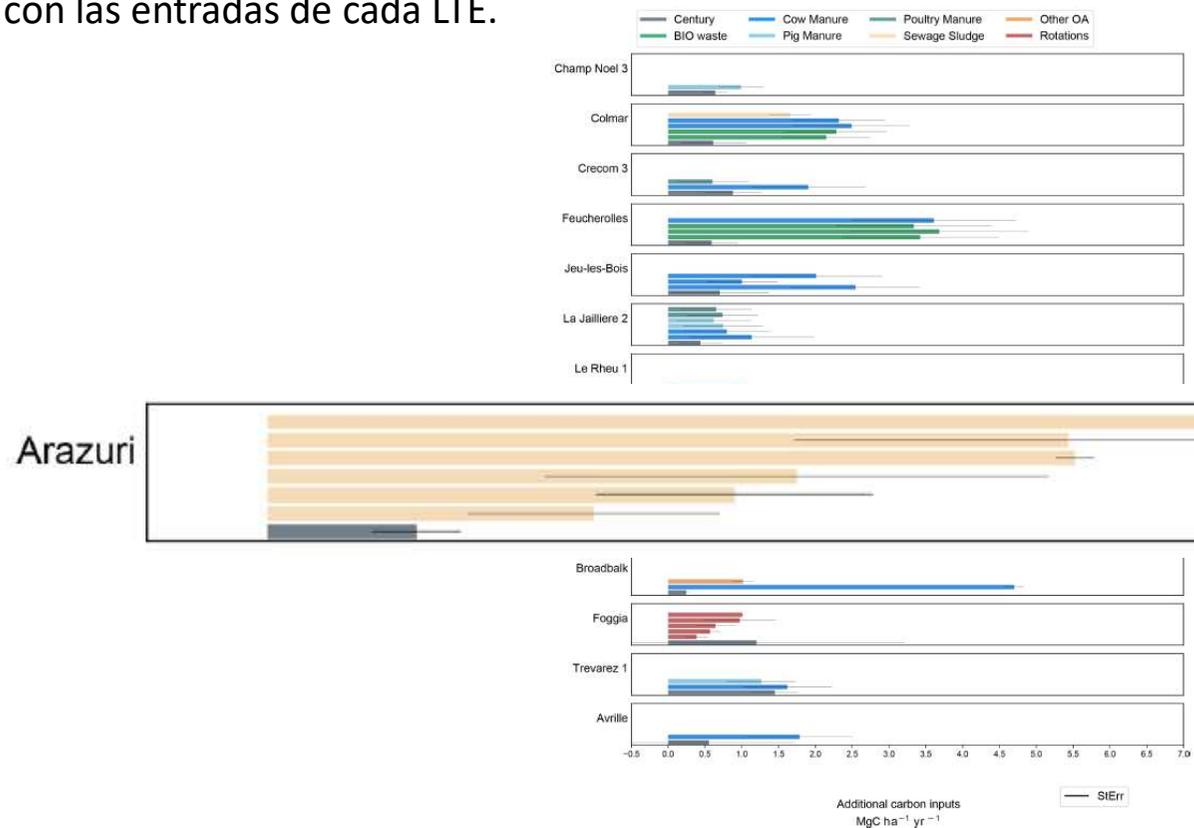
Site	ID treatment	Rotations ^a	Carbon inputs from	Treatment type	Additional carbon inputs	SOC annual
			crop rotations		from organic treatments	variation
			$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$		$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$	%
Champ No1 3 (CHNO3)	Min ^b	sM	1.29	Reference + N ^b	0	-0.92
	LP	Silage maize	1.49	Pig manure	0.79	-0.89
Colmar (COL)	T0	wW/Mg/sB/S	2.79	Reference	0	-0.78
	BIO1	wW/Mg/sB/S	3.93	Biowaste	1.01	0.15
	BOUE1	wW/Mg/sB/S	3.96	Sewage sludge	0.49	-0.61
	CFB1	wW/Mg/sB/S	4.04	Cow manure	1.07	-0.01
	DVB1	wW/Mg/sB/S	4.00	Green manure + sewage sludge	1.08	0.18
Crécom 3 PRO (CREC3)	FB1	wW/Mg/sB/S	3.93	Cow manure	1.36	-0.01
	Min	wW/sM	1.84	Reference + N	0	-0.06
	FB2	wW/sM	1.92	Cow manure	1.82	0.49
	FV	wW/sM	1.96	Poultry manure	0.47	-1.46
	Feucherolles (FEU)	T0	wW/Mg	2.22	Reference	0
BIO1		wW/Mg	3.44	Biowaste	2.21	3.60
DVB1		wW/Mg	3.45	Green manure + sewage sludge	2.45	3.69
FB1		wW/Mg	3.55	Cow manure	2.28	1.36
OMR1		wW/Mg	3.45	Household waste	2.11	1.72
Jeu-les-Bois (JEU)	M0	wB/R/wW	2.99	Reference	0	-1.33
	CFB1	wB/R/wW	2.89	Cow manure	1.1	1.61
	CFB2	wB/R/wW	3.06	Poultry manure	1.94	1.52
	FB2	wB/R/wW	3.11	Cow manure	2.43	0.99
La Jallière 2 PRO (LAJA2)	Min	sM/wW	1.59	Reference + N	0	-1.43
	CFB	sM/wW	1.25	Cow manure	1.14	-0.88
	CFP	sM/wW	1.21	Pig manure	1	-1.09
	CFV	sM/wW	1.31	Poultry manure	0.94	-1.60
	FB	sM/wW	1.29	Cow manure	1.44	-0.64
	FP	sM/wW	1.27	Pig manure	1.07	-1.03
	FV	sM/wW	1.40	Poultry manure	0.93	-1.59
Le Rheu 1 (RHEU1)	Min	sM	1.31	Reference + N	0	-1.51
	CFB1	sM	1.31	Cow manure	1.06	-1.21
Le Rheu 2 (RHEU2)	T0	sM	1.03	Reference	0	-1.72
	CFP1	sM	1.20	Pig manure	0.78	-1.28
	FP	sM	1.30	Pig manure	1.62	-0.74
Arazuri (ARAZ)	DO_N0	B/PPW/S/O	0.98	Reference	0	1.00
	D1_F1	B/PPW/S/O	1.40	Sewage sludge	2.82	0.40
	D1_F2	B/PPW/S/O	1.41	Sewage sludge	1.4	1.22
	D1_F3	B/PPW/S/O	1.44	Sewage sludge	0.78	1.22
	D2_F1	B/PPW/S/O	1.30	Sewage sludge	5.64	0.22
	D2_F2	B/PPW/S/O	1.40	Sewage sludge	2.8	2.32
	D2_F3	B/PPW/S/O	1.49	Sewage sludge	1.56	0.93
Ultuna (ULTU)	PU_B	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	1.03	Reference	0	-0.52
	S_F	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	1.10	Straw	1.77	-0.09
	GM_H	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	1.82	Green manure	1.76	0.11
	PEAT_1	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	1.14	Peat	1.97	2.17
	FYM_J	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	1.76	Farmyard manure	1.91	0.69
	SD_L	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	0.82	Sawdust	1.84	0.56
	SS_O	O/sT/Mu/sB/Fe/OsR/W/FR/M	2.59	Sewage sludge	1.84	1.36

2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray

Entradas adicionales de C ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) para alcanzar el 4% compa con las entradas de cada LTE.



Bruni et al., 2021. Biogeosciences 18: 3981-4004, <https://doi.org/10.5194/bg-18-3981-2021>

<https://4p1000.org/?lang=es>

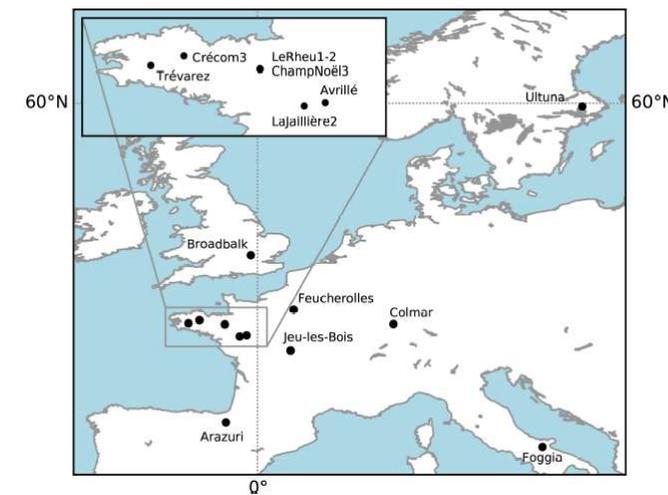
2. Otros resultados y nuevos retos

2.2. El C orgánico

I. Virto, L. Orcaray

Balances de C a nivel europeo:

- La acumulación de C exógeno **no puede considerarse estrictamente secuestro de C.**
- Sin embargo, el uso de lodos en agricultura **puede contribuir a:**
 - Reducir las pérdidas de C en vertederos y **optimizar el balance de GEI y el ciclo del C.**
 - Contribuir a **aumentar la productividad de los agrosistemas** (*verdadero secuestro de C*).
 - **Reducir la necesidad de abonos minerales** y las emisiones de GEI asociadas.



Biogeosciences, 18, 3981–4004, 2021
<https://doi.org/10.5194/bg-18-3981-2021>
© Author(s) 2021. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



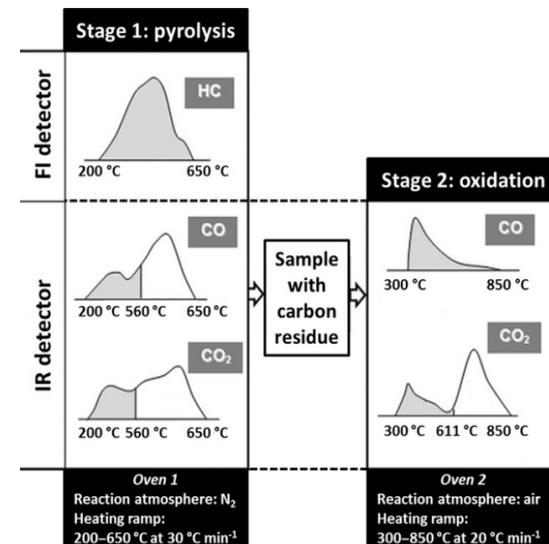
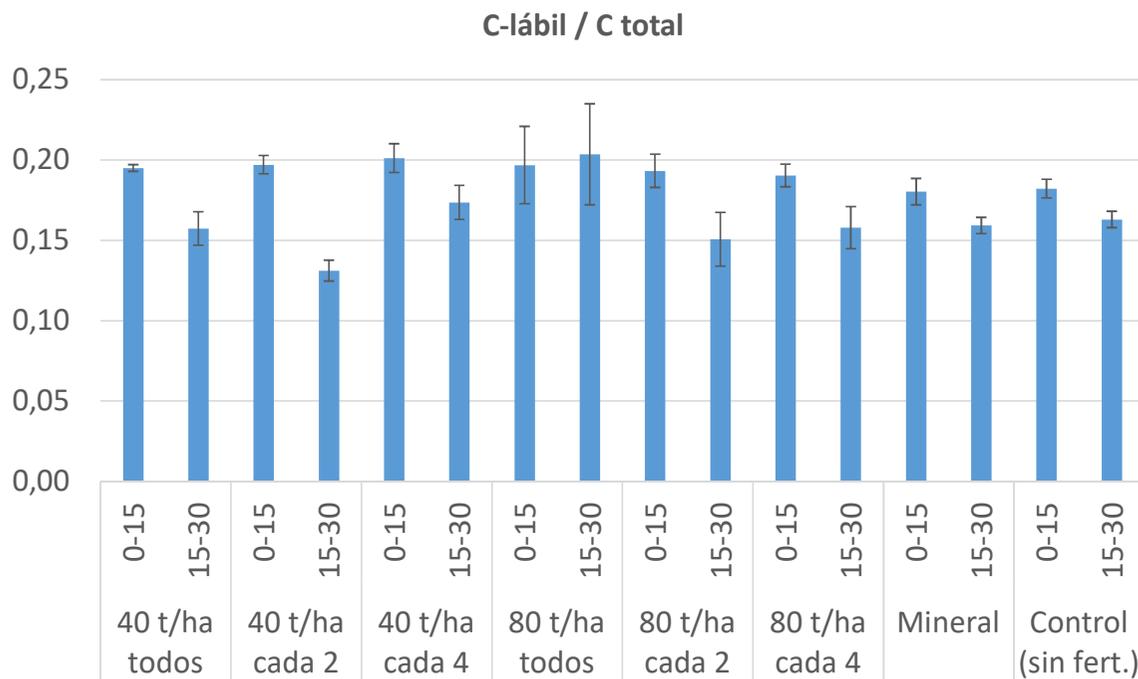
Biogeosciences  Open Access

Additional carbon inputs to reach a 4 per 1000 objective in Europe: feasibility and projected impacts of climate change based on Century simulations of long-term arable experiments

Elisa Bruni¹, Bertrand Guenet^{1,2}, Yuanyuan Huang³, Hugues Clivot^{4,5}, Inigo Virto⁶, Roberta Farina⁷, Thomas Kätterer⁸, Philippe Ciais¹, Manuel Martin⁹, and Claire Chenu¹⁰

Bruni et al., 2021. Biogeosciences 18: 3981-4004, <https://doi.org/10.5194/bg-18-3981-2021>

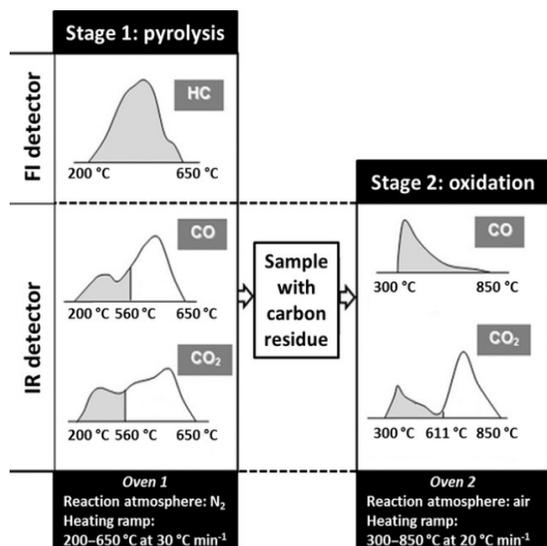
¿Qué tipo de MO se acumula y qué significa esto para el agrosistema?



Active C
Stable C
HI index

Cécillon et al. (2018)

¿Qué tipo de MO se acumula y qué significa esto para el agrosistema?



Cécillon *et al.* (2018)

Active C
Stable C
HI index

	TOC g C/kg	H index	Stable C pool	Active C pool
	***	***	NS	***
10ss	15,81 ± 0,75 (B)	192,3 ± 10,7 (C)	8,665 ± 0,54	7,147 ± 0,76 (BA)
20ss	14,85 ± 1,25 (B)	185,7 ± 8,26 (BC)	8,278 ± 0,85	6,577 ± 0,85 (B)
40ss	15,32 ± 1,48 (B)	179,8 ± 5,95 (B)	8,695 ± 0,48	6,621 ± 1,05 (B)
80ss	17,18 ± 1,23 (A)	197,8 ± 4,67 (A)	9,127 ± 0,48	8,054 ± 0,76 (A)
MF	13,75 ± 1,07 (C)	170,7 ± 8,17 (D)	8,450 ± 0,17	5,298 ± 0,97 (C)
CO	13,58 ± 0,63 (C)	166,5 ± 6,50 (D)	8,598 ± 0,14	4,980 ± 0,62 (C)

Simoës-Mota *et al.*, *In prep.*

<https://4p1000.org/?lang=es>

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray



JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Screening risk assessment of organic pollutants and environmental impacts from sewage sludge management

Study to support policy development on the Sewage Sludge Directive (86/278/EEC)

Huygens D., García-Gutiérrez P., Orvellon G., Schillaci C., Delre A., Origiuzzi A., Wojda P., Tonini D., Egle L., Jones A., Pistocchi A., Lugato E.

2022



1	General objective and structure of the report.....	6
2	Background on sewage sludge management in the EU.....	7
3	Screening risk assessment for chemical pollutants in sludge.....	11

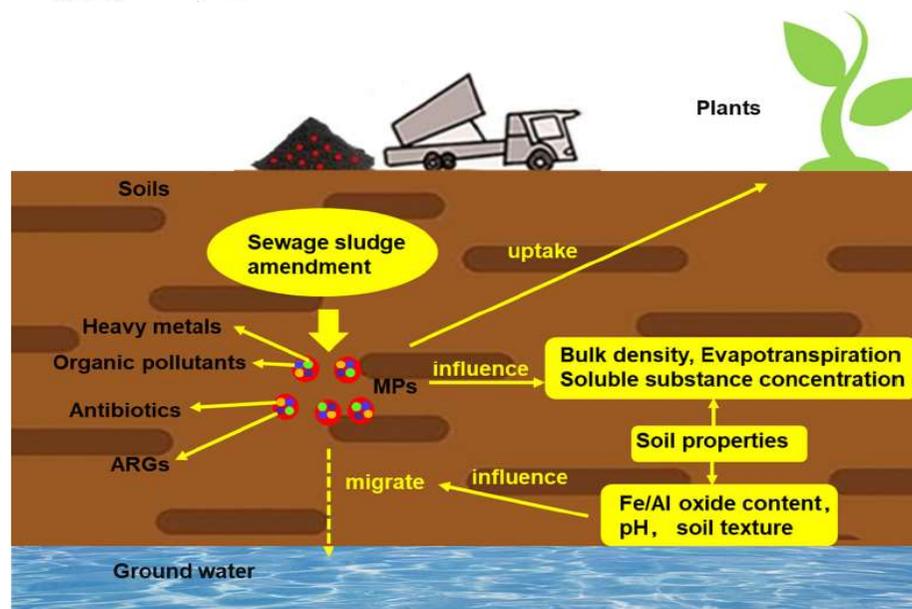


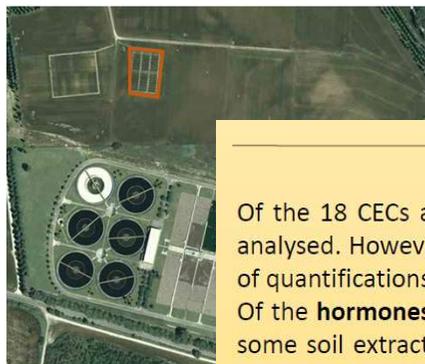
Fig. 3. Environmental risk of microplastics during soil amendment with sludge.

4		
4.1	Antimicrobial resistance	30
4.2	Biological pathogens	31
4.3	Microplastics contamination	32

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray



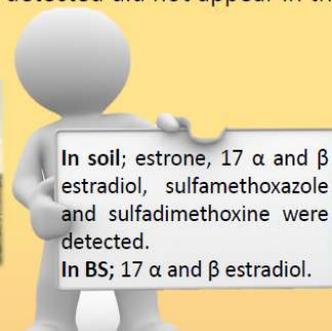
Of the 18 CECs analysed, 5 were detected in any of the samples analysed. However, the concentrations detected were below limits of quantifications.

Of the **hormones**; estrone, 17 α and β estradiol, were detected in some soil extract. 17 α and β estradiol were also detected in the BS extract. Of **antibiotics**; sulfamethoxazole and sulfadimethoxine were detected in some soil samples. Sulfamethoxazole was the only CECs detected that appeared in all 3 replicates of the 80 MgBS ha⁻¹ every 4 years, control and mineral treatments.

The rest of the CECs detected did not appear in the 3 replicates for any treatment.



University
of Idaho



In soil; estrone, 17 α and β estradiol, sulfamethoxazole and sulfadimethoxine were detected.
In BS; 17 α and β estradiol.



RESULTS

CECs	Limit of Quantification	Fertilizer Treatment Detected
Estriol	0.078	Not Detected
Estrone	0.088	Control
17 β-Estradiol	0.109	80 Mgha ⁻¹ every 4 years; BS.
17 α-Estradiol	0.110	80 Mgha ⁻¹ every years and every 4 years; BS.
Ethinyl estradiol	0.002	Not Detected
Sulfathiazole	0.230	Not Detected
Tetracycline	0.074	Not Detected
Oxytetracycline	0.072	Not Detected
Sulfamethazine	0.150	Not Detected
Chlorotetracycline	0.032	Not Detected
Sulfamethoxazole	0.068	80 Mgha ⁻¹ every year and every 4 years; mineral; control.
Sulfadimethoxine	0.136	80 Mgha ⁻¹ every 4 years; mineral; control
Flunixin	0.152	Not Detected
Monensin	0.122	Not Detected
Penicillin	1.350	Not Detected
17a-Hydroxyprogesterone	0.136	Not Detected
Progesterone	0.098	Not Detected
Triclocarban	0.014	Not Detected

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray

frontiers
in Microbiology

NEIKER

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Agricultural Soils Amended With Thermally-Dried Anaerobically-Digested Sewage Sludge Showed Increased Risk of Antibiotic Resistance Dissemination

Leire Jauregi¹, Lur Epelde^{1*}, Itziar Alkorta² and Carlos Garbisu¹

¹ Department of Conservation of Natural Resources, NEIKER—Basque Institute for Agricultural Research and Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Derio, Spain, ² Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of the Basque Country (UPV/EHU), Bilbao, Spain

ORIGINAL
publish
doi: 10.3389/fmicb

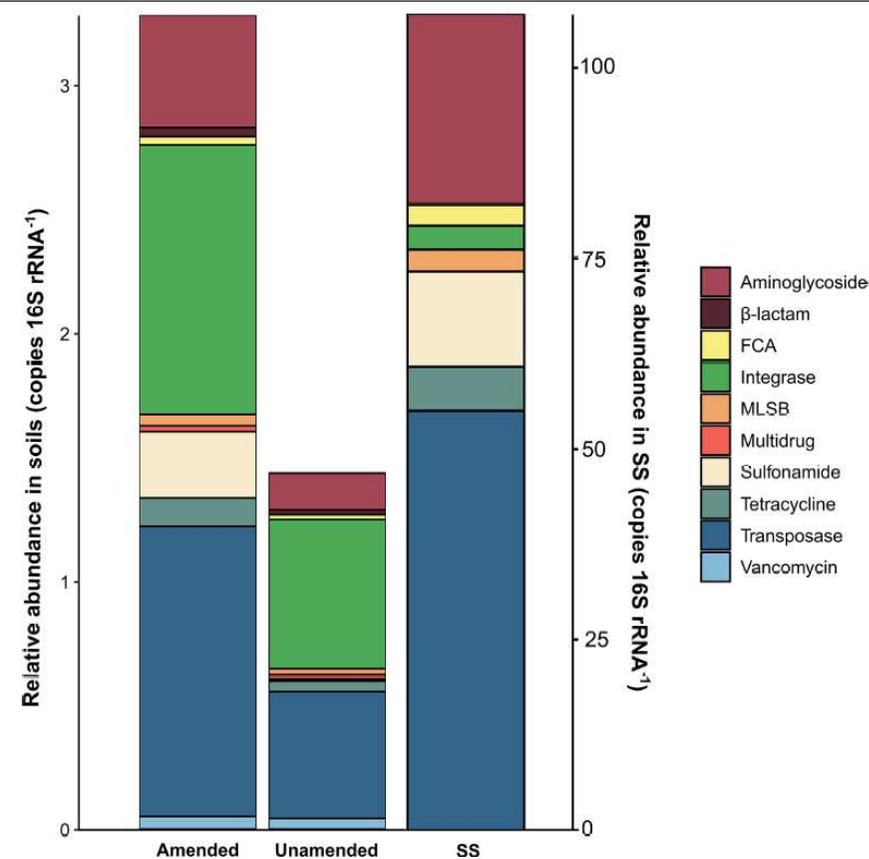


FIGURE 1 | Relative abundances of ARGs and MGE-genes in amended soils, unamended soils and SS.

LIFE
NADAPTA



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea

Cátedra Sostenibilidad Local
TOKIKO-IRAUNKORTASUN KATEDRA

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

NILSA

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray



NEIKER
MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Science of the Total Environment 647 (2019) 1410–1420



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Application of sewage sludge to agricultural soil increases the abundance of antibiotic resistance genes without altering the composition of prokaryotic communities



Julen Urrea^{a,*}, Itziar Alkorta^b, Iker Mijangos^a, Lur Epelde^a, Carlos Garbisu^a

^a NEIKER-Tecnalia, Department of Conservation of Natural Resources, Soil Microbial Ecology Group, c/Berreaga 1, E-48160 Derio, Spain

^b Instituto BIOFISIKA (CSIC, UPV/EHU), Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of the Basque Country, P.O. Box 644, 48080 Bilbao, Spain

- We found correlation between soil Cu and Zn concentration and antibiotic resistance.
- The composition of soil prokaryotic communities was not significantly altered.
- The abundance of some antibiotic resistance genes increased in amended soils.

LIFE
NADAPTA



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea

Cátedra Sostenibilidad Local
TOKIKO-IRAUNKORTASUN KATEDRA

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

NILSA

2. Otros resultados y nuevos retos

2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray

GRAPHICAL ABSTRACT



1,409 document results

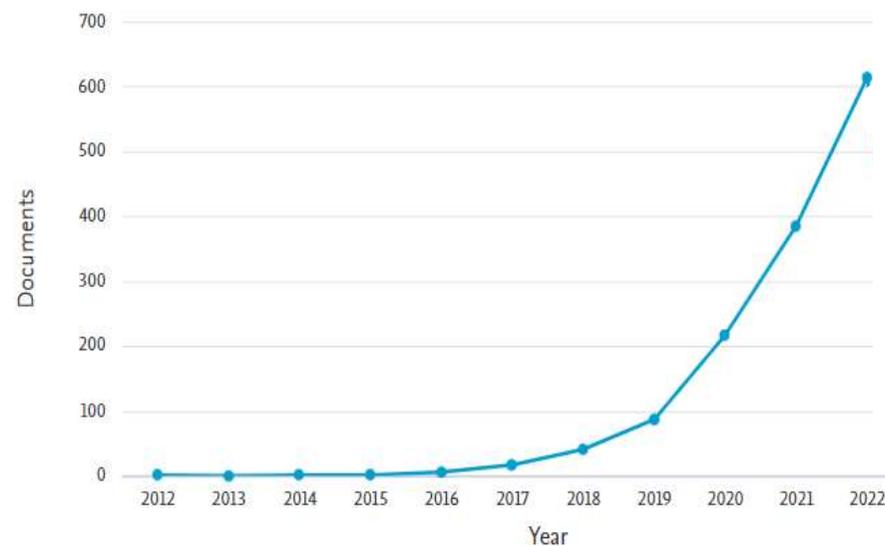
TITLE-ABS-KEY (microplastics AND In AND soils)

Edit Save Set alert



Scopus

Documents by year



Gao et al., 2020. Science of the Total Environment 742: 140355.

2. Otros resultados y nuevos retos

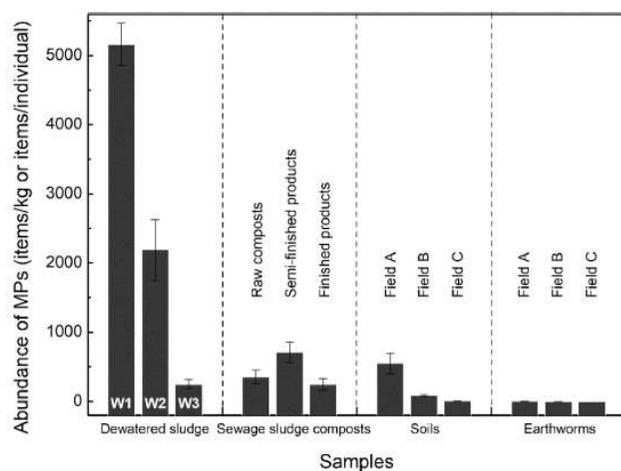
2.3. Nuevos retos

I. Virto, L. Orcaray

An Overlooked Entry Pathway of Microplastics into Agricultural Soils from Application of Sludge-Based Fertilizers

Lishan Zhang, Yuanshan Xie, Junyong Liu, Shan Zhong, Yajie Qian, and Pin Gao*

Presence of MPs in the Dewatered Sludge Samples from WWTPs. As shown in Figure 1, the abundances of MPs



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Current Opinion in
Environmental Science & Health

Municipal sewage sludge as a source of microplastics in the environment

Charles Rolsky^{1,2}, Varun Kelkar^{1,3}, Erin Driver^{1,3} and Rolf U. Halden^{1,3}

Science of the Total Environment 742 (2020) 140355



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Review

Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil



Ding Gao^a, Xin-yu Li^{a,c}, Hong-tao Liu^{a,b,*}

^a Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

^b Engineering Laboratory for Yellow River Delta Modern Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

^c College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos



JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Screening risk assessment of organic pollutants and environmental impacts from sewage sludge management

Study to support policy development on the Sewage Sludge Directive (86/278/EEC)

Huergo D., García-Gutiérrez P., Orvellon G., González C., Delno A., Orgezzi A., Wasse P., Tassin D., Egla L., Jones A., Piatocchi A., Lugato E.

2022



El potencial como fertilizante de los lodos de depuradora es alto, si se manejan adecuadamente.

Su interés en términos de mejora de las propiedades físicas y/o del balance de C puede ser interesante, especialmente en suelos degradados y/o bajos contenidos de C orgánico.

Existen riesgos asociados que es necesario conocer y controlar (MT, microplásticos, antibióticos, etc).

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

Iñigo Virto, Luis Orcaray

Universidad Pública de Navarra (Departamento de Ciencias, ETSIAB)

Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)



I JORNADAS CÁTEDRA NILSA DE SOSTENIBILIDAD LOCAL • I NILSA TOKIKO IRAUNKORTASUNNEKO KATEDRA

ECONOMÍA CIRCULAR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE ÁMBITO MUNICIPAL: FANGOS Y BIORRESIDUOS

HIRI HONDAKIN ORGANIKOEN EKONOMIA ZIRKULARRA: LOHIAK ETA BIOHONDAKINAK



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea





Chapter Five - Environmental risks of sewage sludge reuse in agriculture

Elisabet Marti ^a, Victoria Osorio ^b, Marta Llorca ^c, Lidia Paredes ^b, Meritxell Gros ^{d, e} ✉

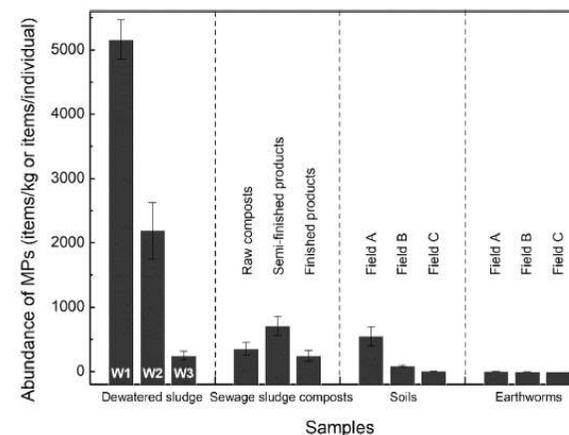
Abstract

Sewage sludge reuse will become crucial for the sustainability of agriculture, given the increasing population and the lack of essential nutrients for crop growth. Nevertheless, this practice raises some concerns, due to the large amounts of contaminants of emerging concern (CECs) present in sewage sludge, including pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), microplastics (MPs), engineered nanomaterials (ENMs), *per*- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), flame retardants, plasticizers, metals, antibiotic resistance bacteria (ARB) and resistance genes (ARGs). These CECs may adversely affect the environment and, ultimately, human health through the consumption of crops grown under sludge-amended soils. This chapter reviews the potential environmental and human health risks associated with sewage sludge reuse in agriculture, by focusing on relevant classes of CECs, such as PPCPs, MPs, carbon-based ENMs and considering ARBs and ARGs, a topic so far poorly addressed. The risks discussed focus on the contamination of aquatic and terrestrial ecosystems and on CECs uptake by crops intended for human consumption. Finally, technological strategies to improve sludge treatment, and thus minimize such risks, are briefly discussed.

An Overlooked Entry Pathway of Microplastics into Agricultural Soils from Application of Sludge-Based Fertilizers

Lishan Zhang, Yuanshan Xie, Junyong Liu, Shan Zhong, Yajie Qian, and Pin Gao*

Presence of MPs in the Dewatered Sludge Samples from WWTPs. As shown in Figure 1, the abundances of MPs





Review

Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil

Ding Gao^a, Xin-yu Li^{a,c}, Hong-tao Liu^{a,b,*}

^a Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

^b Engineering Laboratory for Yellow River Delta Modern Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

^c College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China



GRAPHICAL ABSTRACT

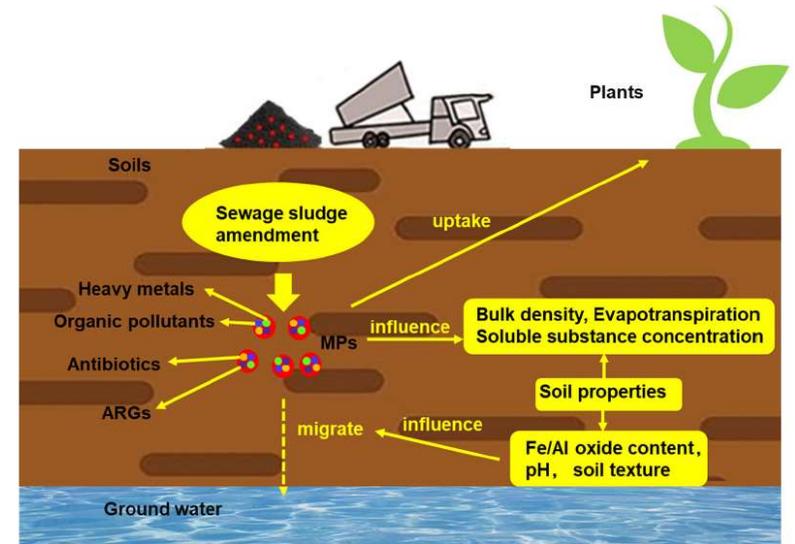


Fig. 3. Environmental risk of microplastics during soil amendment with sludge.



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Current Opinion in
Environmental Science & Health

Municipal sewage sludge as a source of microplastics in the environment

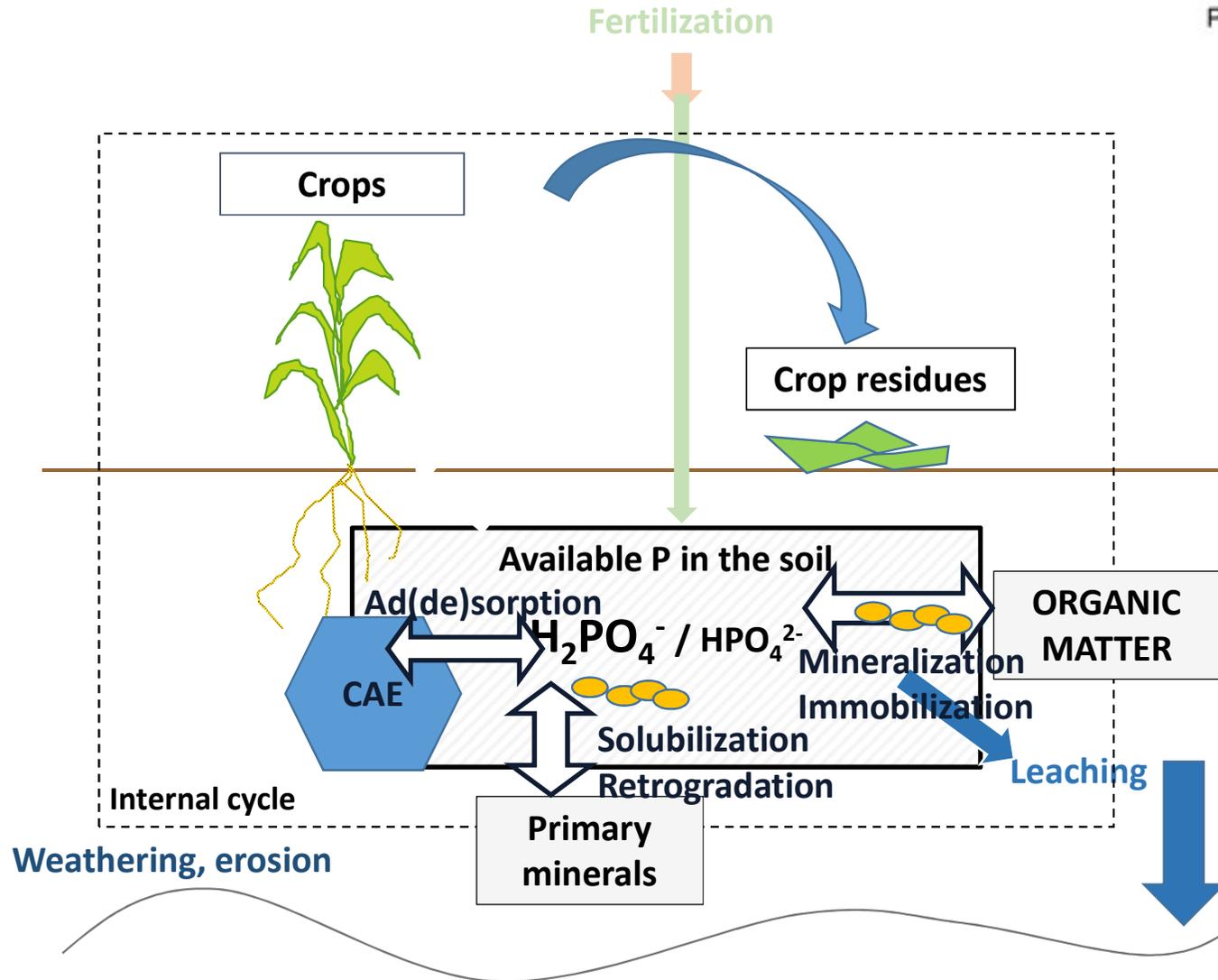
Charles Rolsky^{1,2}, Varun Kelkar^{1,3}, Erin Driver^{1,3} and Rolf U. Halden^{1,3}



Agricultura



Phosphorus



I. Respuesta agronómica de los cultivos
I.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

I. Virto, L. Orcaray

Cambios asociados en la física del suelo



Irañeta et al., 2013. Agricultura 2013. 572-579.



El proyecto LIFE-IP
NAdapta-CC ha recibido
financiación del Programa LIFE
de la Unión Europea

Cátedra Sostenibilidad Local
TOKIKO-IRAUNKORTASUN KATEDRA

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

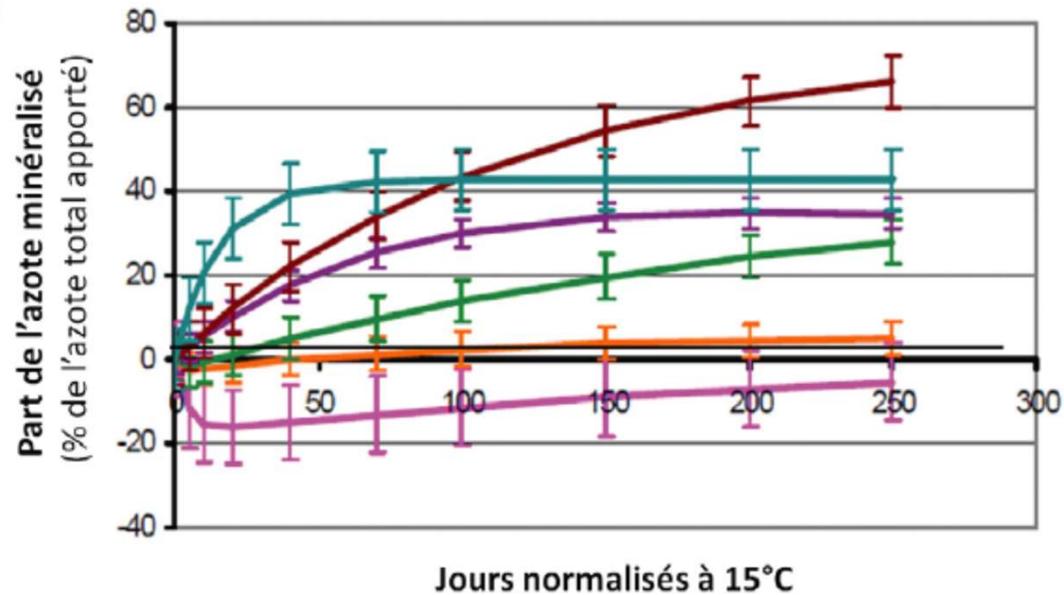


Jornada Economía Circular Residuos Orgánicos. UPNA, 24/11/2022



IA





Clase 6: Compost de estiércol de bovino con mucha paja y residuos verdes.

Clase 5: Compost de estiércol de bovino, de residuos verdes y de lodos EDAR.

Clase 4: Estiércol de ovinos.

Clase 3: Estiércol de aves, lodos EDAR deshidratados.

Clase 2: Vinazas concentradas.

Clase 1: Excrementos de aves, lodos EDAR pastosos, efluentes de destilería.

Enmiendas orgánicas

Inmovilización potencial del N tras las aplicación

KeqN = 0-20%

Para praderas o en leguminosas

Comportamiento intermedio

en función del contenido en paja – KeqN = 10-20%

Riesgo de carencias de N si el aporte es tardío

Abonos orgánicos

Mineralización en 3-10 semanas – KeqN = 25-85%

Riesgo de degradación de las propiedades físicas del suelo y/o acidificación si aportes excesivos.

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

1.1. Rendimientos

1.2. Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Evaluación de nuevos productos

2.2. Regulación del clima

2.3. Nuevos retos

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

1.1. Rendimientos

1.2. Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Evaluación de nuevos productos

2.2. Regulación del clima

2.3. Nuevos retos

Aplicación de fangos en Navarra: Algunos resultados y nuevos retos

1. Respuesta agronómica al uso de fangos

1.1. Rendimientos

1.2. Eficiencia en el uso de los elementos nutritivos

1.3. Efectos en indicadores agronómicos de suelo

2. Otros resultados y nuevos retos

2.1. Evaluación de nuevos productos

2.2. Regulación del clima

2.3. Nuevos retos