

# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

**Carlos Rad**

*Grupo de Investigación en Compostaje - UBUCOMP*

*Facultad de Ciencias*

*Universidad de Burgos*

[crad@ubu.es](mailto:crad@ubu.es)



# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

---

- ◆ **El fósforo: un macronutriente esencial y finito**
- ◆ **Residuos orgánicos y economía circular**
- ◆ **Un uso seguro de los residuos orgánicos**
- ◆ **Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales**
- ◆ **La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes**
- ◆ **El proyecto TRIBIOME**



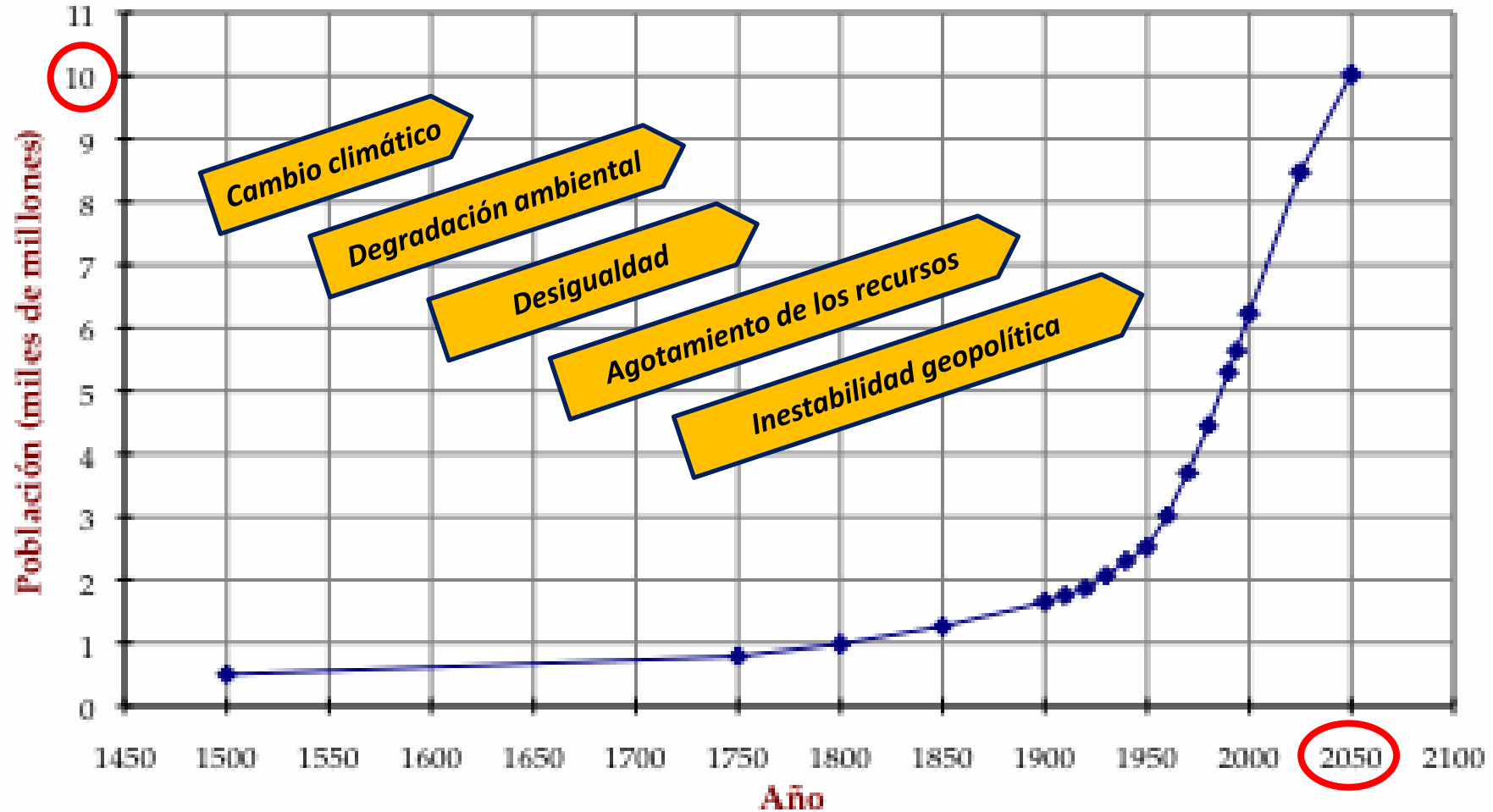
# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

---

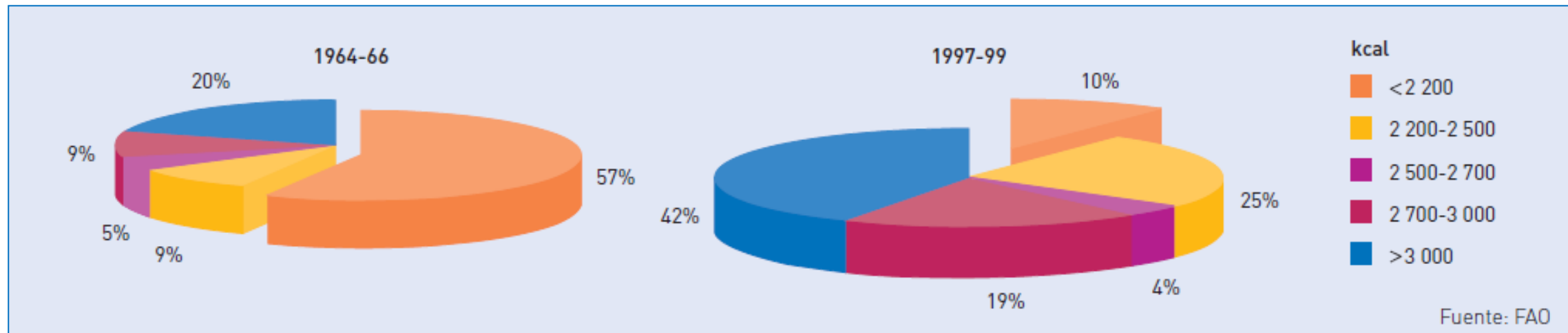
- ◆ **El fósforo: un macronutriente esencial y finito**
- ◆ Residuos orgánicos y economía circular
- ◆ Un uso seguro de los residuos orgánicos
- ◆ Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales
- ◆ La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes
- ◆ El proyecto TRIBIOME

## ► Demanda alimentaria y agricultura

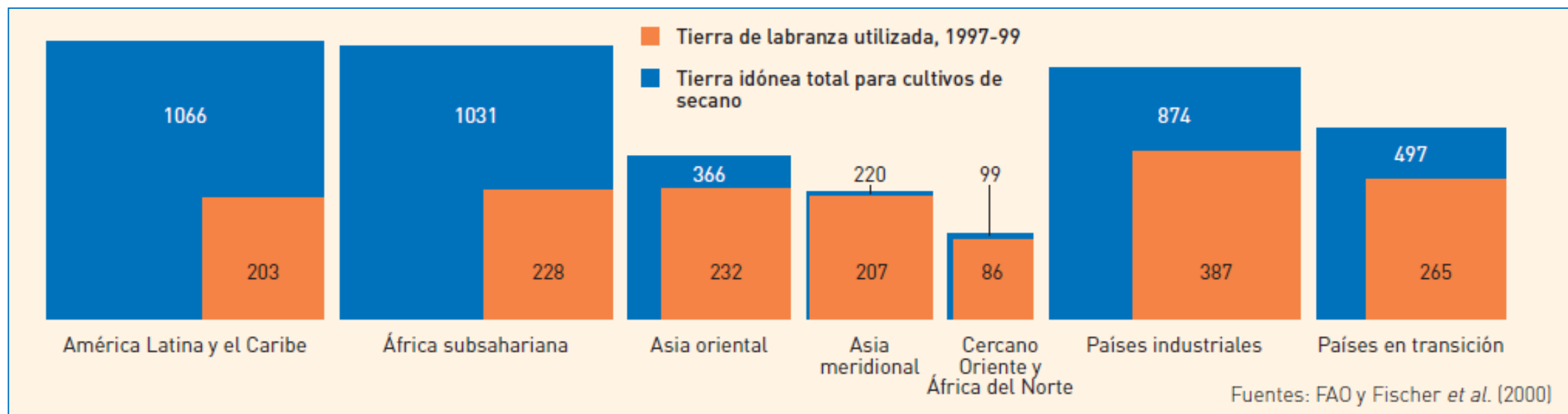
### Evolución de la población mundial (1500-2050)



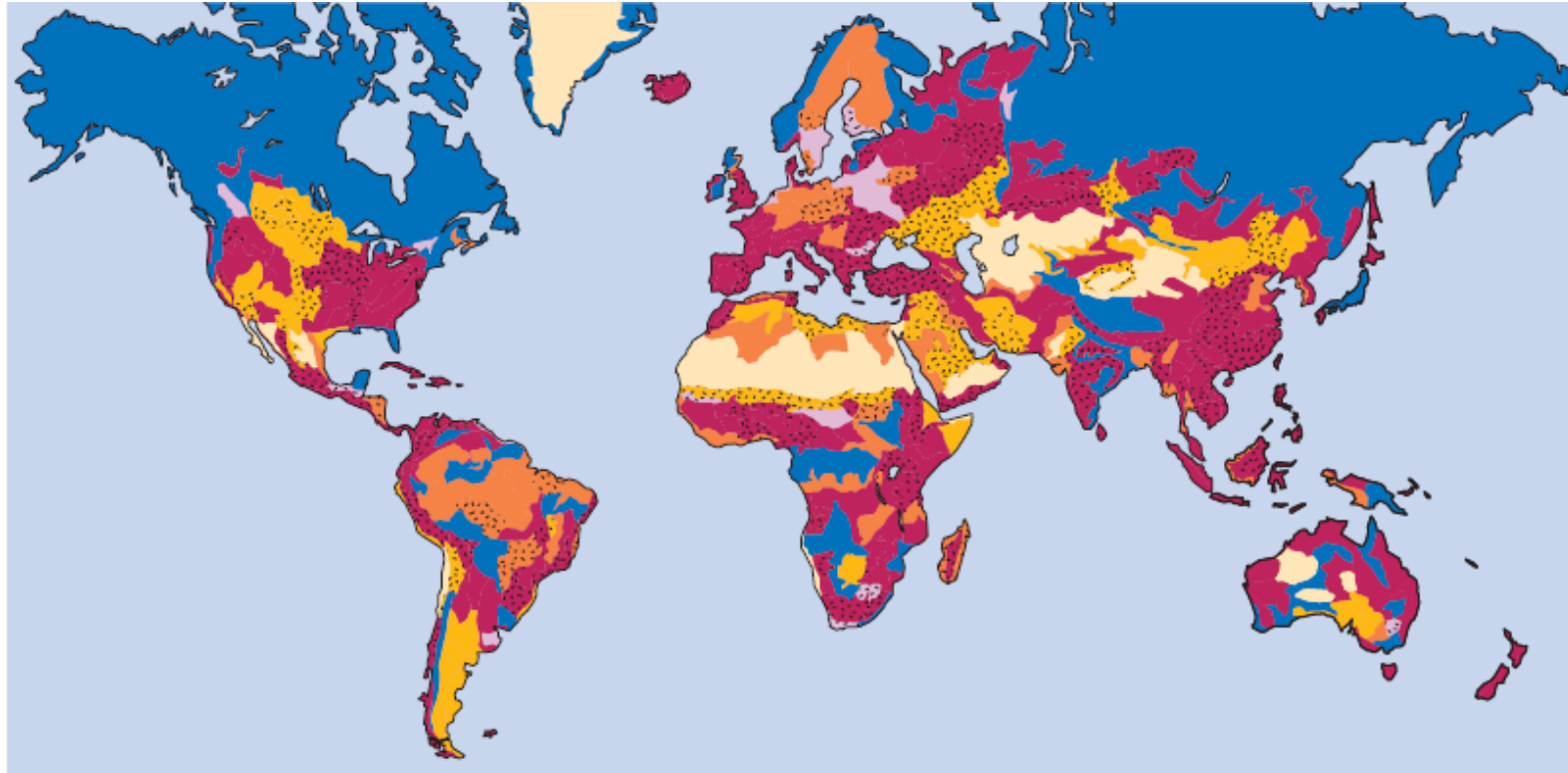
## ► Niveles de ingesta energética *per cápita*








## ► Potencial uso agrícola del suelo






## ► Degradación del suelo



### Tipos de degradación del suelo

 Erosión hídrica	 Deterioro físico
 Erosión eólica	 Degradación grave
 Deterioro por productos químicos	

### Otros símbolos

 Terreno estable
 Terreno baldío no utilizado
 Aguas

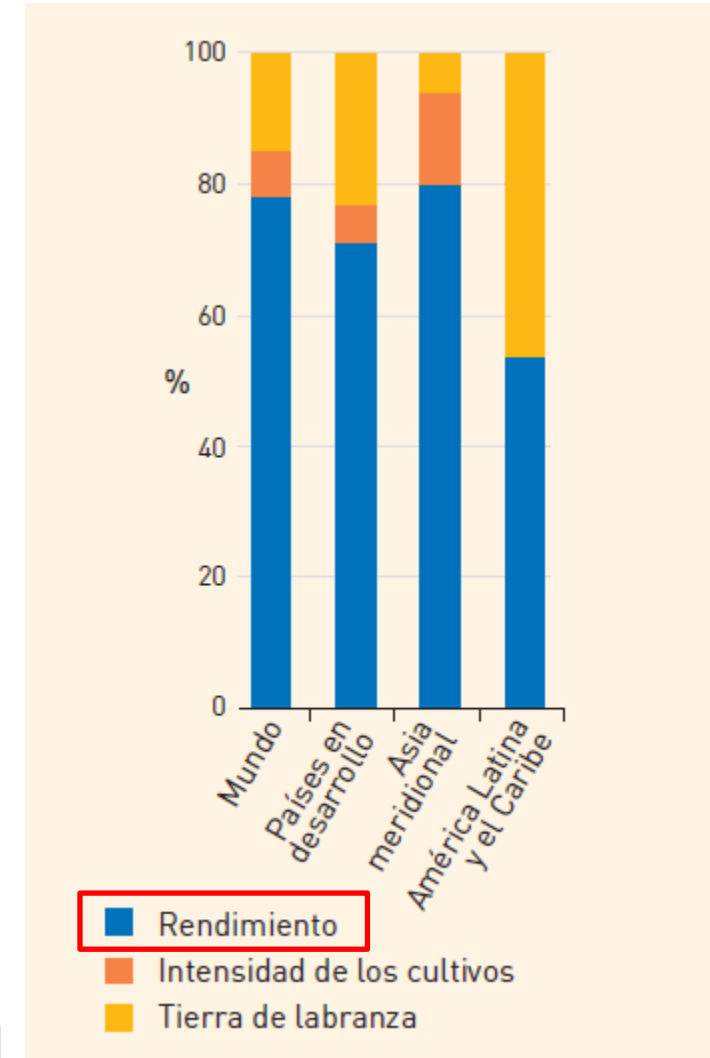
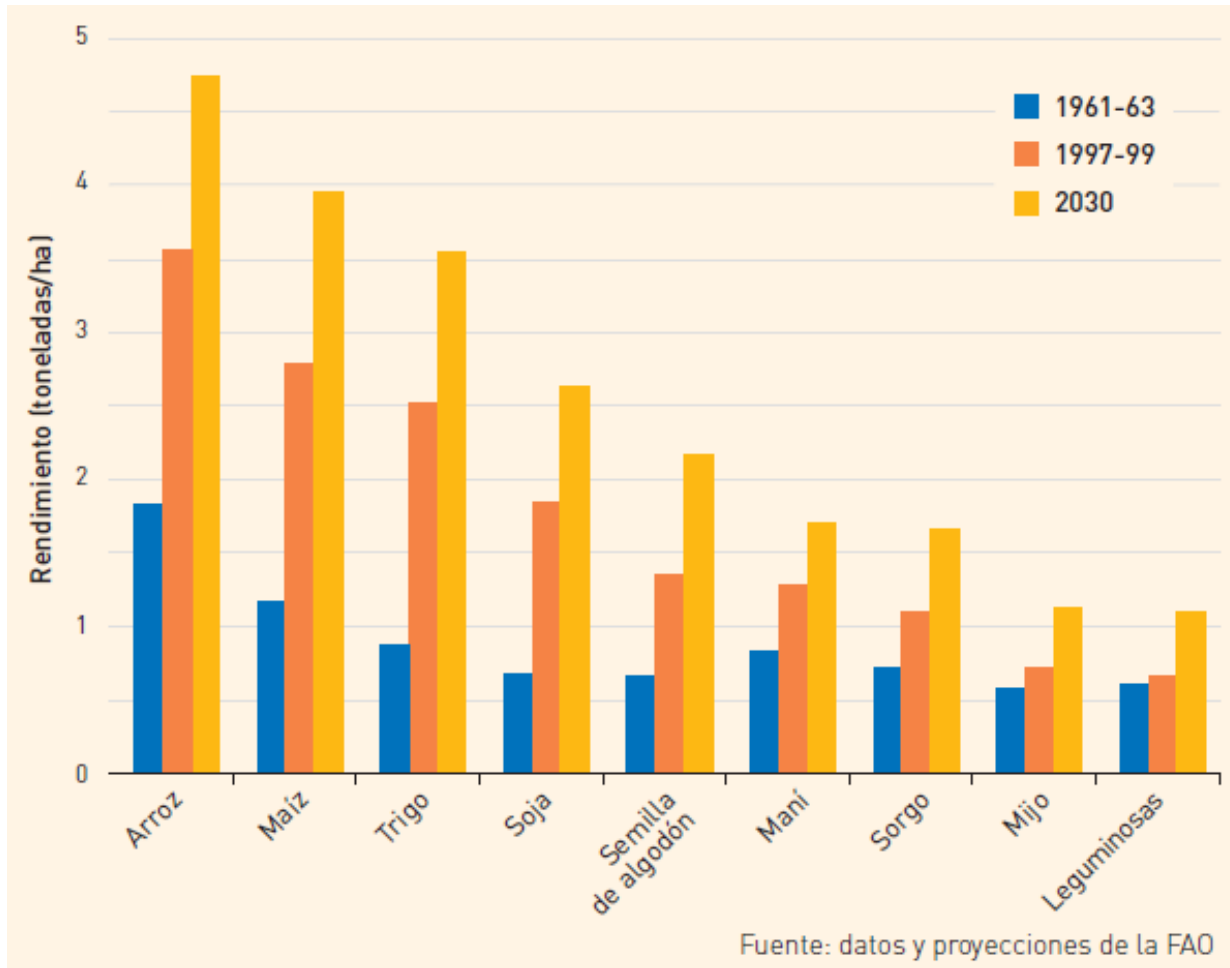


### Consecuencias de la intensificación agrícola

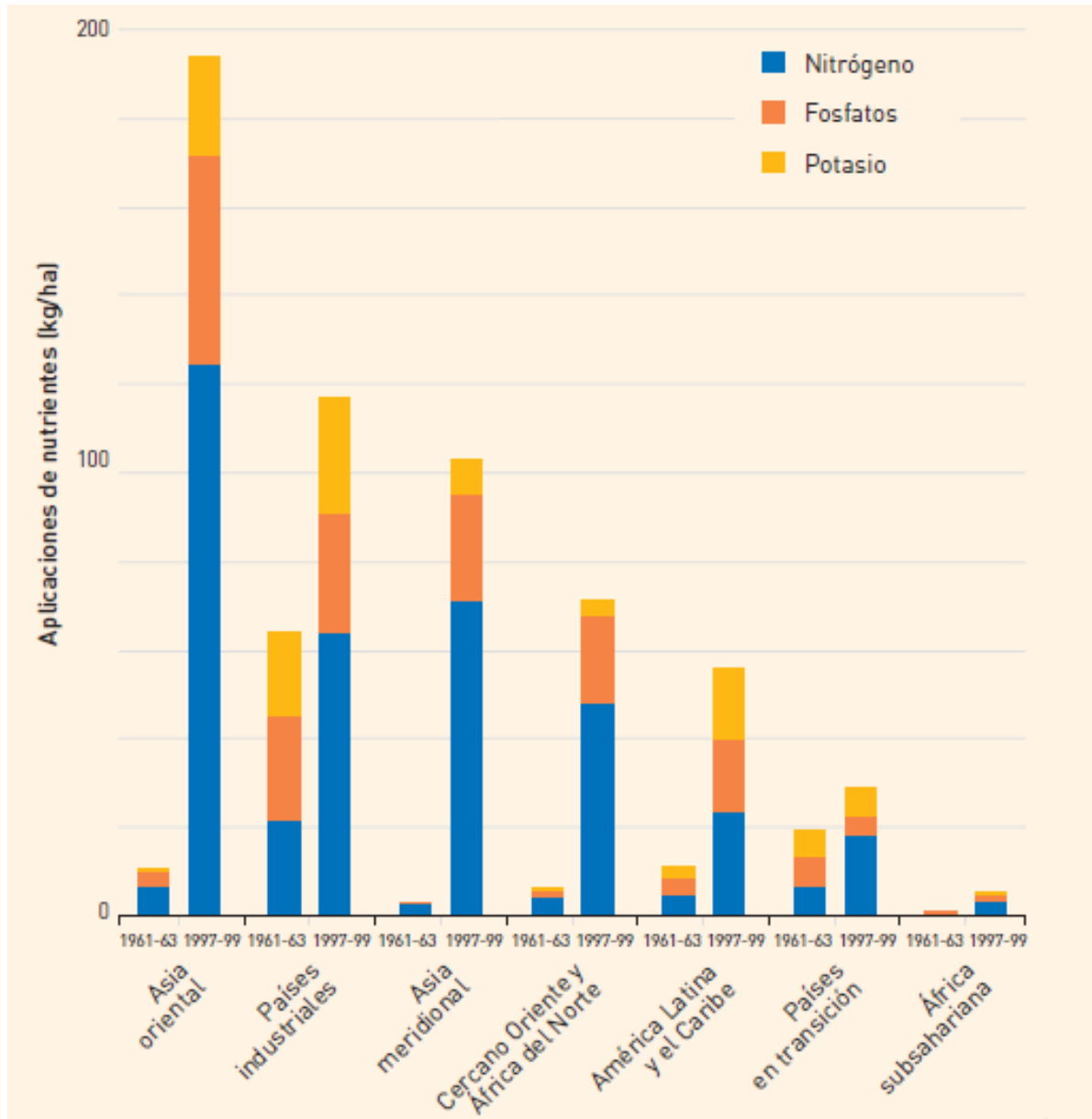
- Erosión hídrica y eólica
- Contaminación química difusa
- Degradación biológica

## ➤ Aumento de la producción de los cultivos

- Mejoras en el rendimiento
- Expansión de la superficie de cultivo
- Aumento de la intensidad de los cultivos



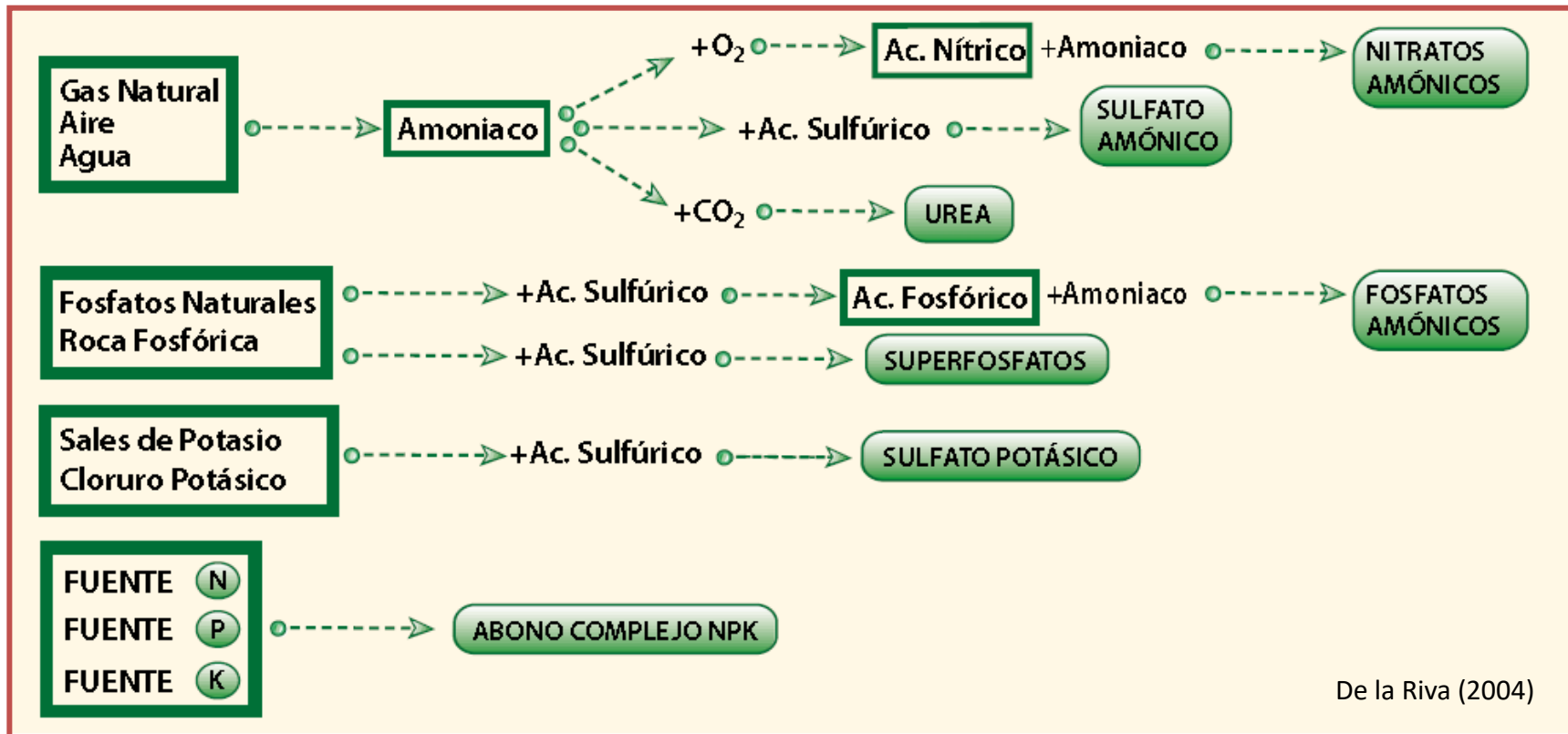
## ➤ Mayores necesidades de fertilización



- Recursos ilimitados?
- Consecuencias ambientales?
- Costes de producción?



## ► La problemática de los fertilizantes de síntesis



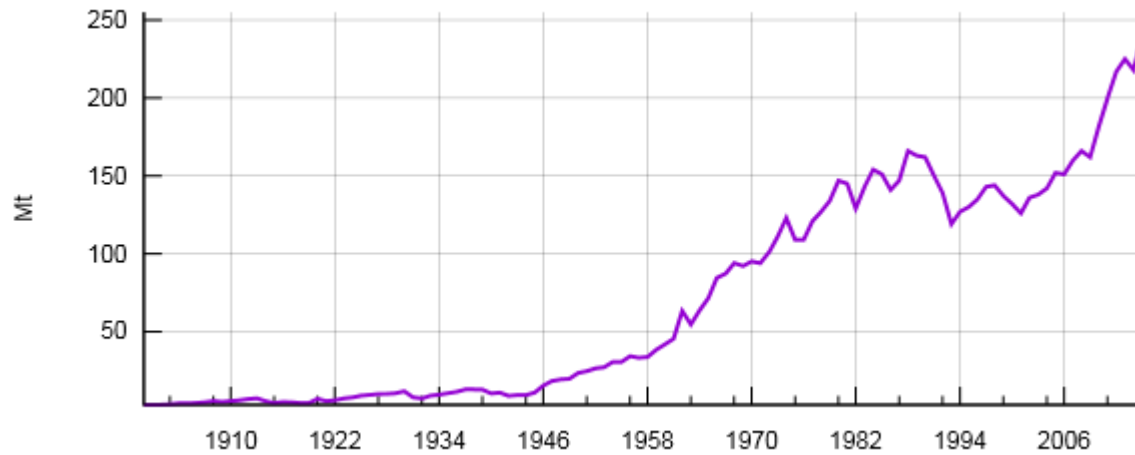
### Insumos no renovables:

- Combustibles fósiles
- Roca fosforada
- Sales potásicas
- Alta dependencia exterior
- Variabilidad de los mercados

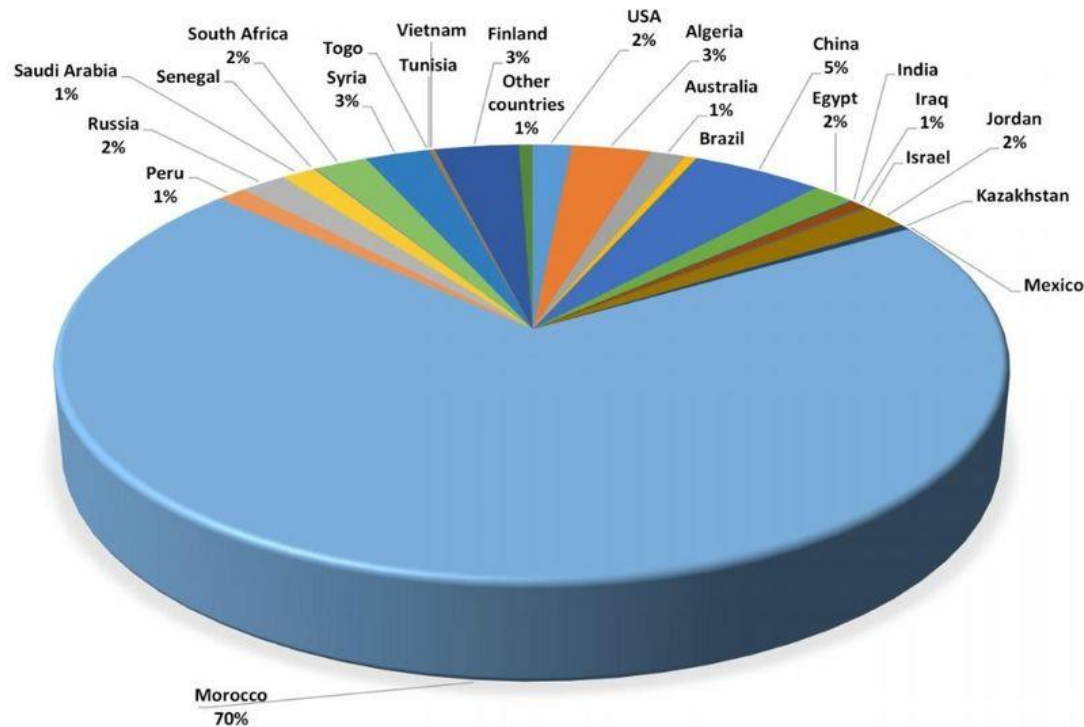
### Impacto ambiental:

- Elevado coste económico
- Emisión de GEI
- Contaminación con elementos traza
- Eutrofización de aguas superficiales
- Contaminación de aguas subterráneas

## ► El P un recurso limitado y condicionante



100-260 años?



➔ **Materia crítica para la UE**

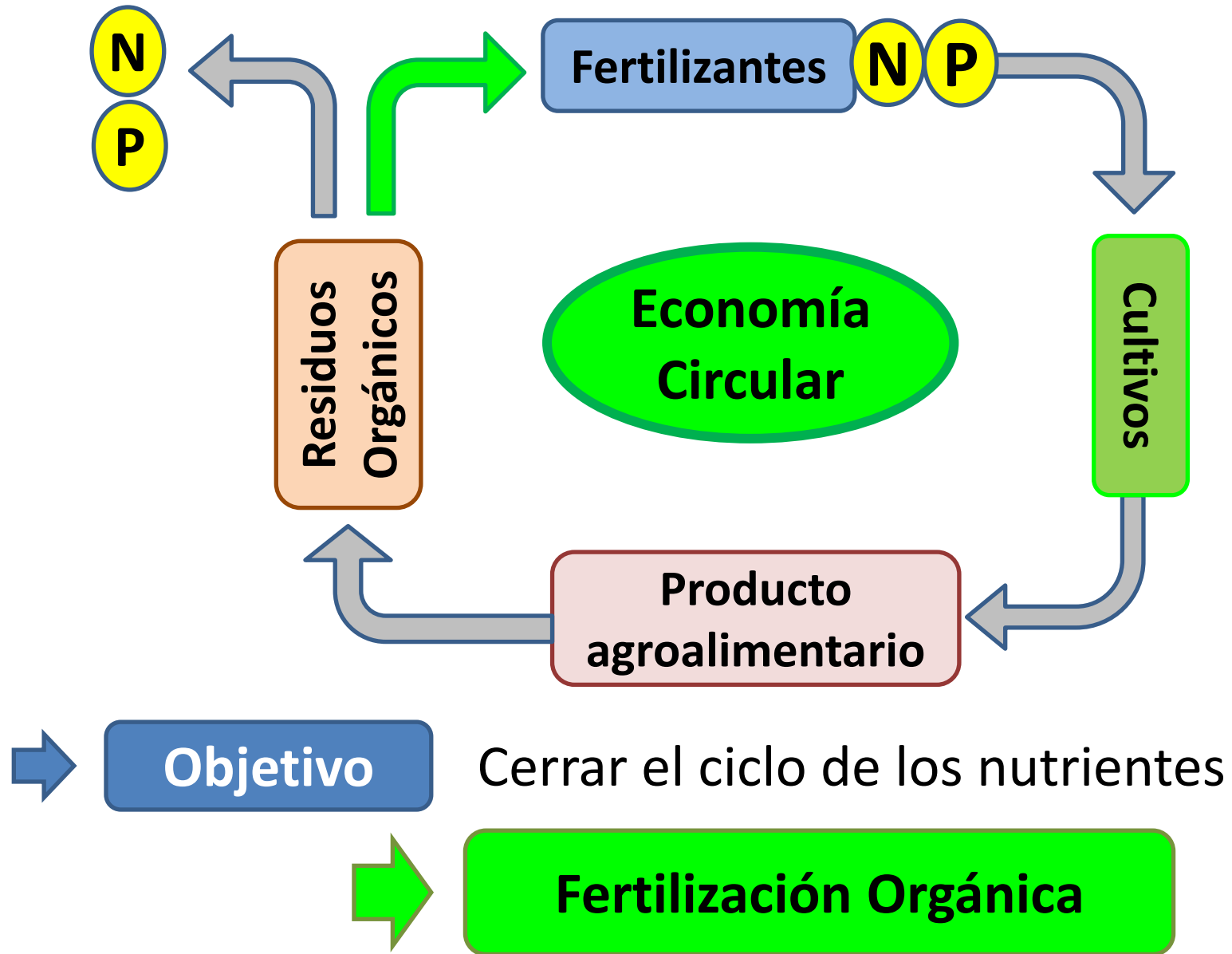


# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

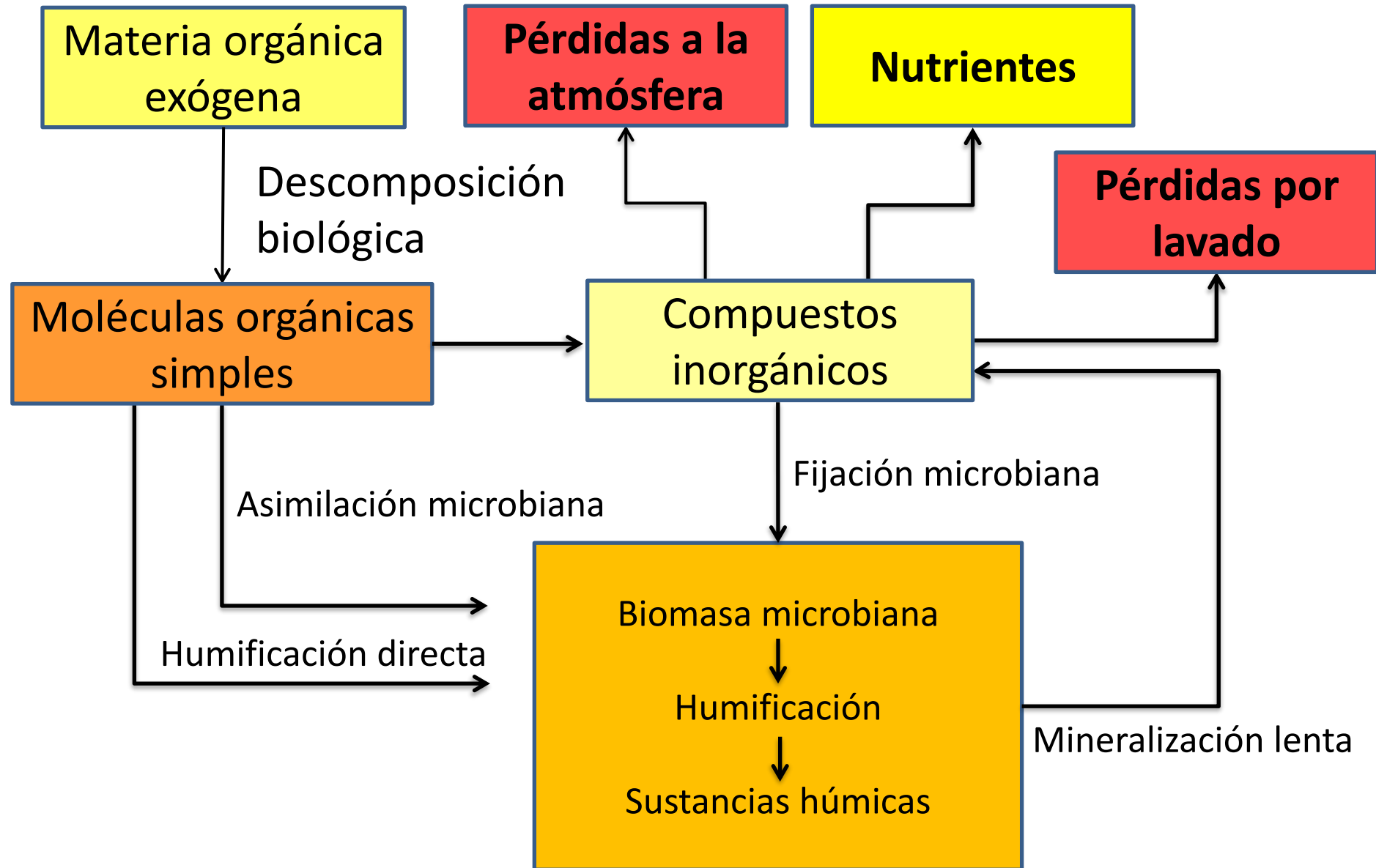
---

- ◆ El fósforo: un macronutriente esencial y finito
- ◆ **Residuos orgánicos y economía circular**
- ◆ Un uso seguro de los residuos orgánicos
- ◆ Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales
- ◆ La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes
- ◆ El proyecto TRIBIOME

► El ciclo de los nutrientes en la producción agraria



## ► Integración en el suelo de los residuos orgánicos



## Propiedades físicas

Mejora de la estructura

Mayor porosidad y aireación

Aumento de la capacidad de retención de agua

Mejor capacidad para el laboreo

Facilita el crecimiento radicular

**MOS**  
1-5%

## Propiedades químicas

Corrección del pH de suelos ácidos

Incrementa la CIC

Capacidad de adsorción de plaguicidas y xenobióticos

Mayor biodisponibilidad de oligoelementos

Control de la salinidad

## Propiedades biológicas

Fuente de nutrientes para las plantas

Estimulo de la actividad microbiana

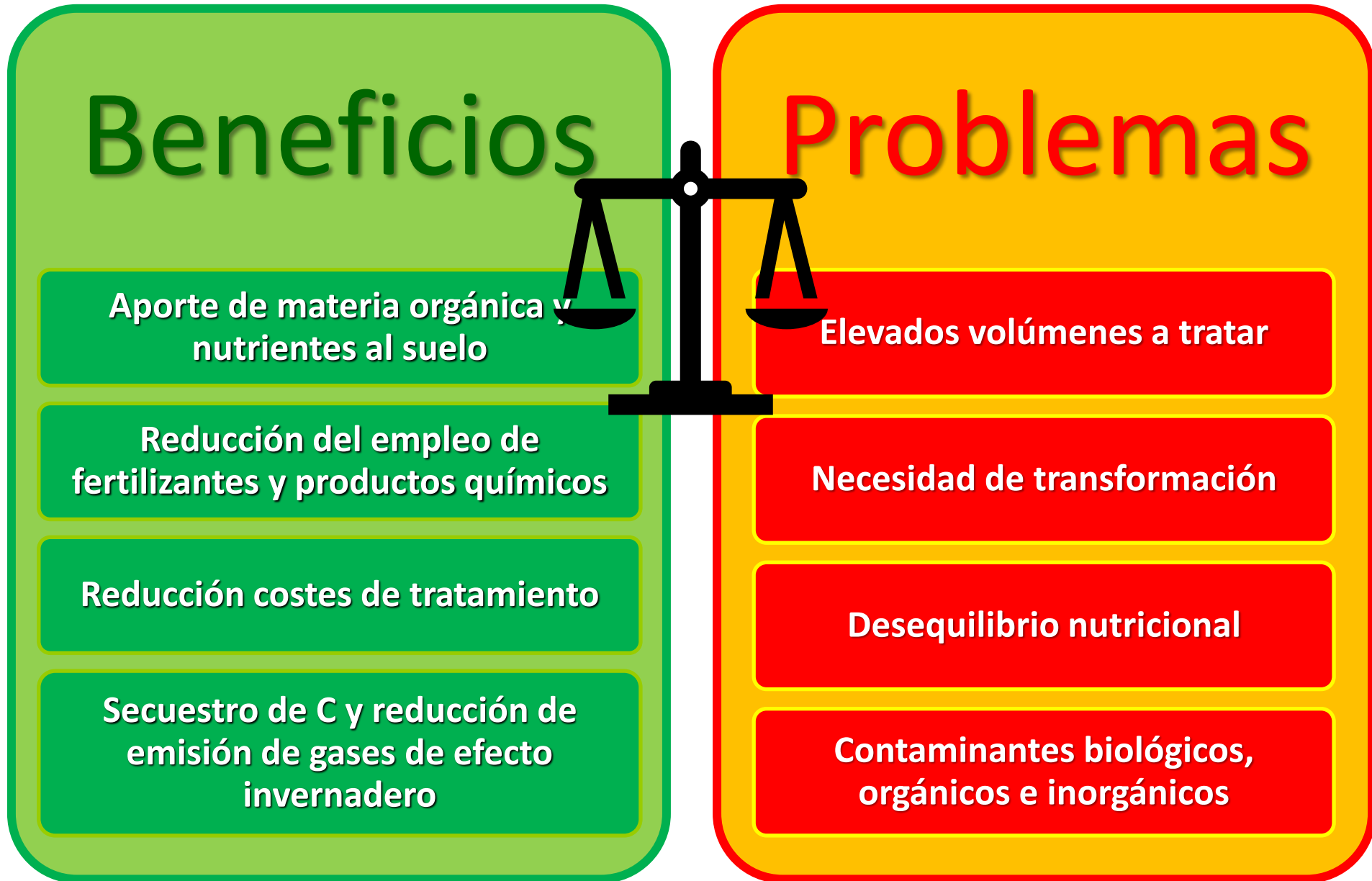
Mejora de la red trófica del suelo

Función fitohormonal

## ► Funciones de la Materia Orgánica del Suelo (MOS)

**Objetivo: Aumentar la MOS**

➤ **Aprovechamiento agronómico de los residuos orgánicos**



## ► Opciones de tratamiento de los residuos orgánicos

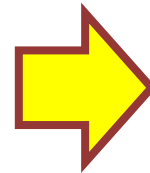
# Objetivos

Producir enmiendas orgánicas de calidad

Reducir los riesgos para la salud y el medio ambiente

Mejorar las características de manejo

Incrementar su valor económico



COMPOSTAJE



ESTABILIZACIÓN ALCALINA



EXTRACCIÓN NUTRIENTES



DIGESTIÓN ANAEROBIA



SECADO TÉRMICO



LAGUNAJE







# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

---

- ◆ El fósforo: un macronutriente esencial y finito
- ◆ Residuos orgánicos y economía circular
- ◆ **Un uso seguro de los residuos orgánicos**
- ◆ Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales
- ◆ La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes
- ◆ El proyecto TRIBIOME

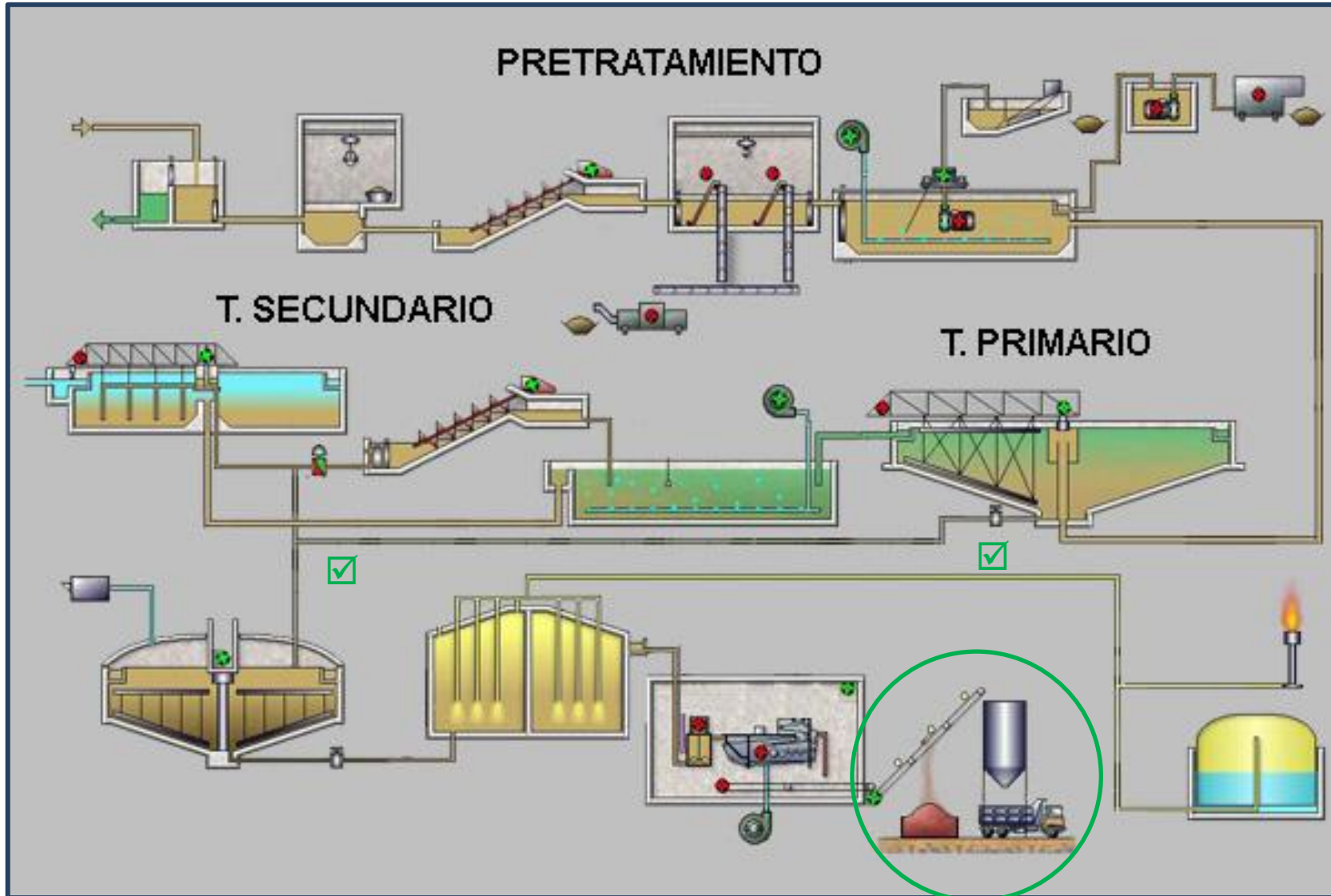
## ► Propuesta Fin de Residuo (EoW, JCR 2016)

	CALIDAD "PRODUCTO" COMPOST/DIGESTATO (FdR-EoW)	CALIDAD MÍNIMA PARA Lodos Y BIO-RESIDUOS	POR DEBAJO DE LOS LÍMITES MÍNIMOS DE CALIDAD
<b>Material de entrada</b>	Residuos de recogida selectiva	Todos los residuos biodegradables (incluyendo mezcla de residuos municipales y lodos de EDAR)	Todos los residuos biodegradables
<b>Denominación</b>	<b>Compost</b>	Residuo bioestabilizado, Lodo compostado, etc.	Residuo bioestabilizado no apto suelos agrícolas
<b>Uso</b>	No restrictivo	Permitido su uso en agricultura, salvo en suelos con alto riesgo de contaminación	No está permitido su uso en agricultura. Posibles usos en suelos no agrarios, para la recuperación de tierras o con fines de construcción
<b>Monitoreo</b>	Sólo en fase de producción	Durante la producción y uso en suelos, también seguimiento periódico de los suelos	No regulado a nivel de la UE, dejado a las normativas de los Estados Miembros
<b>Regulada por:</b>	FdR-EoW para bio-residuos	Nueva Directiva de Lodos	Dejado a normativas de los Estados Miembros

- *End-of-Waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): Technical proposals. 2016*

## ► Los lodos de depuración

Mezcla de agua y sólidos separada del agua residual, como resultado de procesos naturales o artificiales



## ► Propiedades de los fangos EDAR

	Fangos T. Primario	Fangos T. Secundario
SS (g/hab.día)	30-36	18-29
SSV (%SS)	70-80	80-90
Humedad (%)	92-96	97,5-98
pH	5,5-6,5	6,5-7,5
N total (%SS)	2-5	1-6
Patógenos (UFC/100 mL)	$10^3$ - $10^5$	$10^2$ - $10^3$
Cantidad (L/hab.día)	0,70	1,70



- Alto contenido de agua
- Alta inestabilidad
- Diferente biodegradabilidad
- Alto contenido de patógenos

## ► Estabilización química de los fangos EDAR

### Ventajas

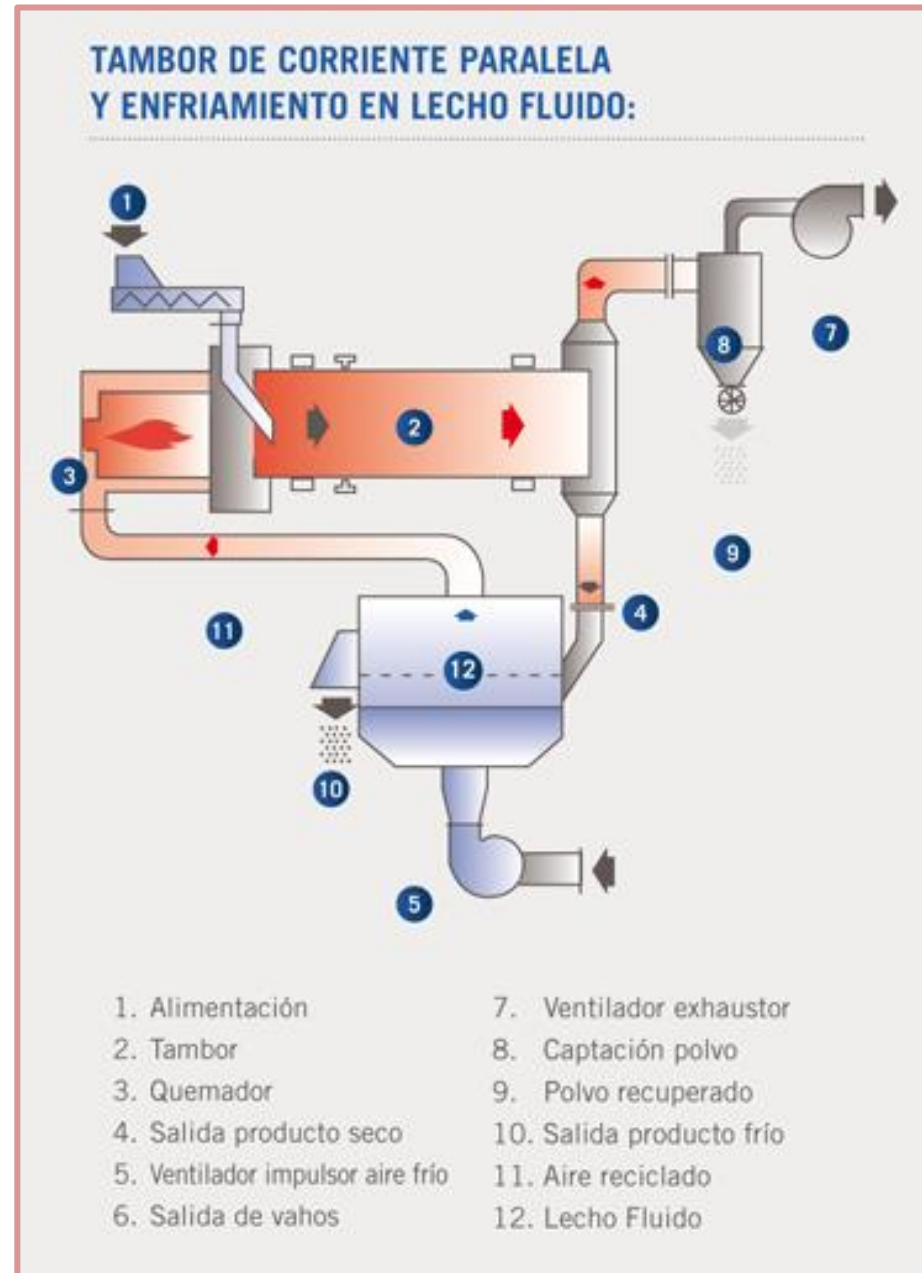
- Uso de cal CaO
- Estabilización química
- Valor de pH >12
- Reacción exotérmica
- Eliminación patógenos
- Insolubilización de metales pesados
- Eliminación olores

### Inconvenientes

- Inertización de la MO
- Valor inadecuado de pH
- Pérdidas de N por volatilización

## ► Estabilización térmica de los fangos EDAR

- Utilización de sistemas de cogeneración:
  - uso de gas natural
  - generación de electricidad
- Obtención de un fertilizante orgánico granulado de fácil aplicación
- Problemas de estabilidad
- Falta de rentabilidad



## ► Nuevas limitaciones legislativas

- Valores límite de **Metales Pesados en lodos**



Metal Pesado	Valor límite
	mg/kg MS
Cadmio (Cd)	10
Cobre (Cu)	1000
Níquel (Ni)	300
Plomo (Pb)	750
Zinc (Zn)	2500
Mercurio (Hg)	10
Cromo (VI)	2
Arsénico (As)	40

- Valores límite de **Metales Pesados**



Metal Pesado	Valor límite
	kg/ha/año
Cadmio (Cd)	0.15
Cobre (Cu)	2.4
Níquel (Ni)	0.6
Plomo (Pb)	1.5
Zinc (Zn)	6
Mercurio (Hg)	0.15

- Valores límite de **Metales Pesados en suelos**



Metal Pesado	Valor límite en suelo (mg/kg MS)	
	pH<7	pH>7
Cadmio (Cd)	1	1.5
Cobre (Cu)	50	100
Níquel (Ni)	30	70
Plomo (Pb)	50	100
Zinc (Zn)	150	200
Mercurio (Hg)	0.5	1

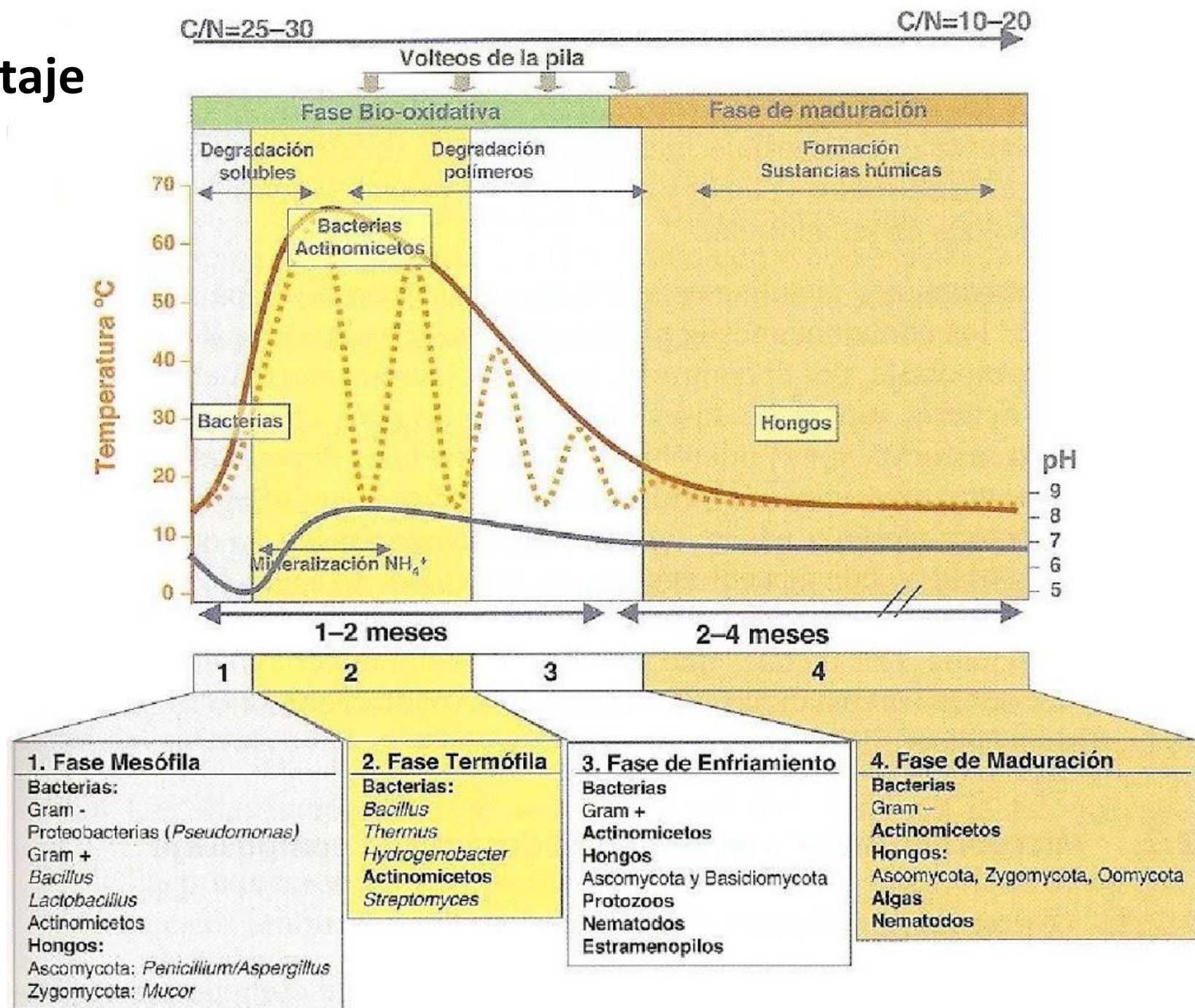
- Materia orgánica total  $\geq 25$  %.
- Declarar contenido en *Salmonella* sp.
- Declarar contenido en *Escherichia coli*.
- Aportar análisis de los nutrientes que aportan, en particular, nitrógeno, fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O).
- Cumplir con todos los requisitos adicionales incluidos en su autorización de valorización R1001.

## ► **Estabilización biológica de los residuos orgánicos**

- **Compostaje: degradación aerobia y termófila** del residuo (50-60% MS)
- Se necesita un **medio rico en oxígeno**:
  - el residuo debe tener una **porosidad** adecuada: mezcla con otros residuos lignocelulósicos
  - **humedad** adecuada: 50-60%
  - **relación C/N** de 25-35
  - suministro continuo de aire por volteo o por aireación forzada el interior de la masa:  $O_2 > 10\%$
- Se debe alcanzar la **sanitarización** del residuo 50-70°C:
  - Garantiza la eliminación de patógenos, semillas, compuestos orgánicos tóxicos
- **Materia orgánica final** similar a la MO del suelo:
  - C/N: 10-12
  - Estable a la descomposición
  - Parcialmente humificada
- **Desequilibrio nutricional**
- Presencia de **elementos potencialmente contaminantes**: metales pesados, compuestos orgánicos persistentes



# Compostaje



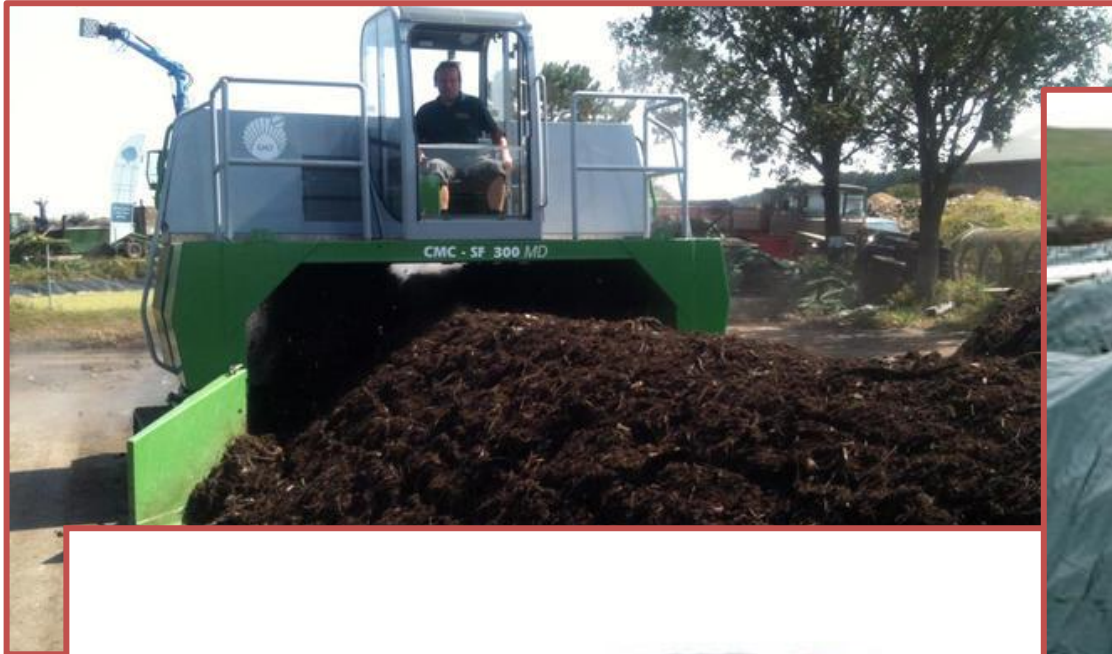


## ► Sistemas de compostaje





## ► Sistemas de compostaje



## ► Criterios de calidad en el compost

- **Residuos orgánicos de recogida selectiva**
- **Porcentaje N orgánico:** el 80% del N total
- **Humedad:** en granulados y peletizados máximo el 14%
- **Granulometría:** 90% tamaño inferior a 10 mm
- **Microorganismos:**
  - *Salmonella*, ausente en 25 g
  - *Escherichia coli*,  $<10^3$  CFU/g

- **Metales Pesados:**

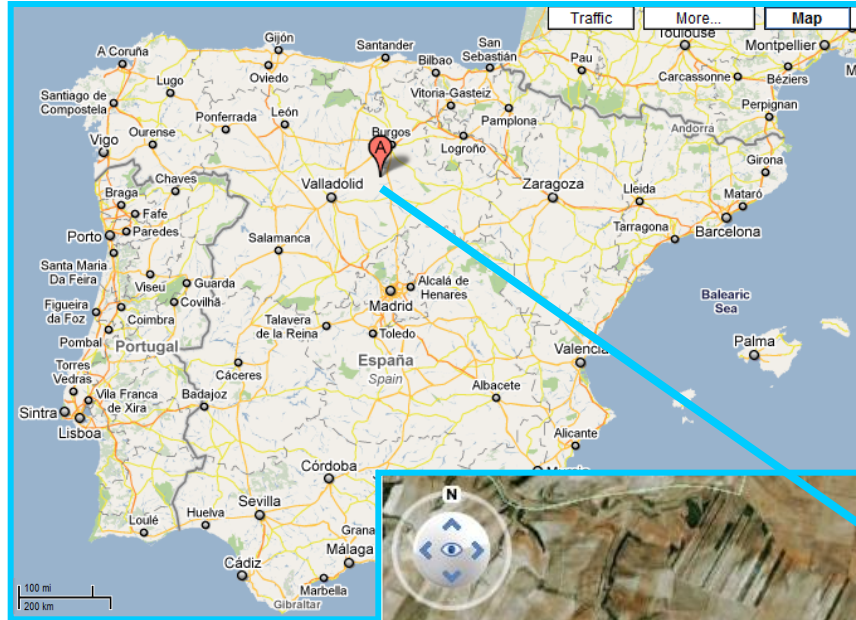
**Clase C**, aplicación inferior a 5 t/ha.año

Metal Pesado	Límites de concentración mg/kg		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cd	0,7	2	3
Cu	70	300	400
Ni	25	90	100
Pb	45	150	200
Zn	200	500	1000
Hg	0,4	1,5	2,5
Cr (total)	70	250	300
Cr (VI)	ND	ND	ND

- **Furfural:** no superará el 0,05% p/p si hay lignosulfonatos, lodos de papelera o de azucarera
- **Polifenoles:** no superarán el 0,8% p/p en residuos de almazara

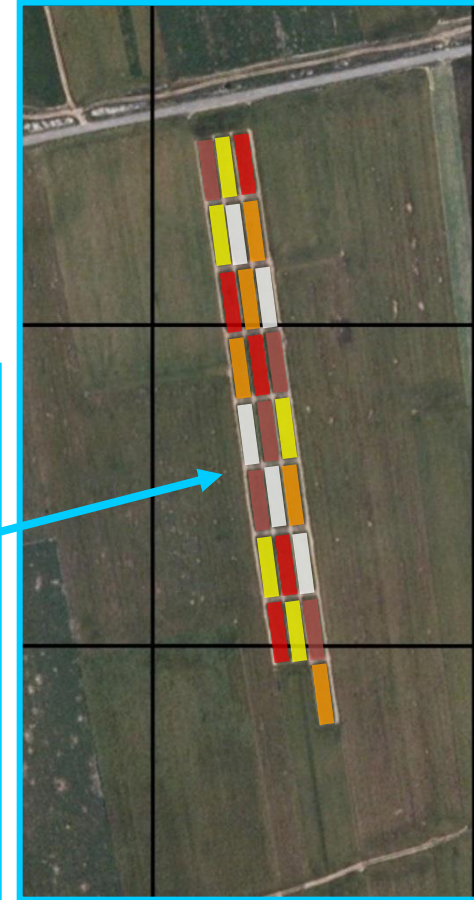
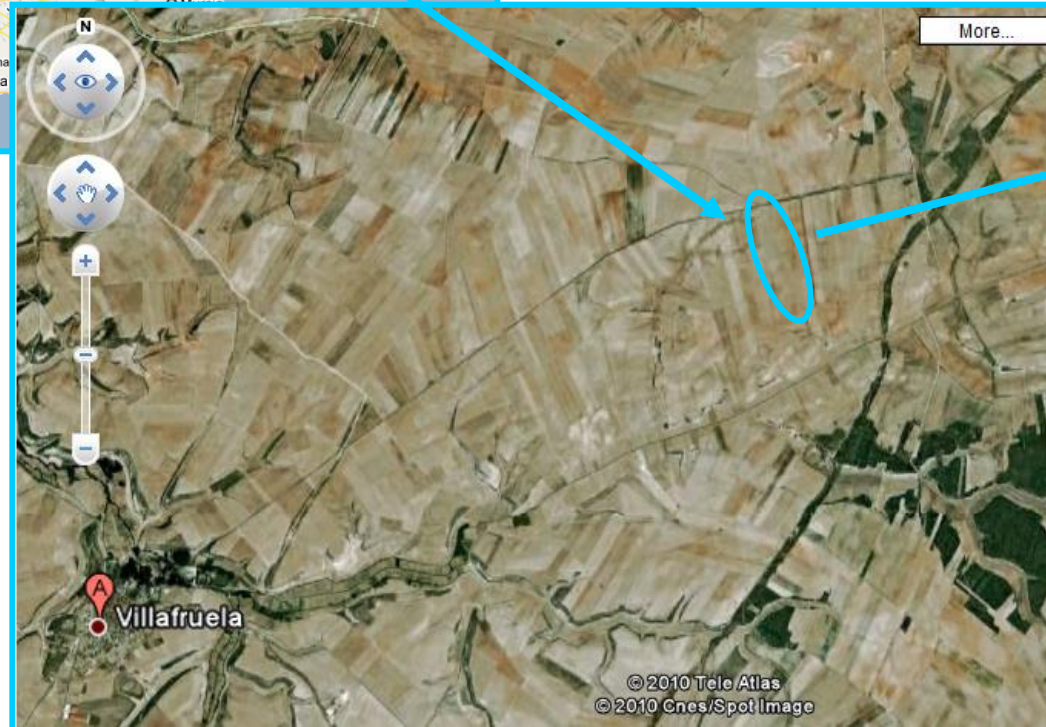


# ► Experiencia con compost de fangos EDAR



**Término municipal de  
Villafruela  
(Burgos)**

N: 41°56'32"  
W: 3°51'13"

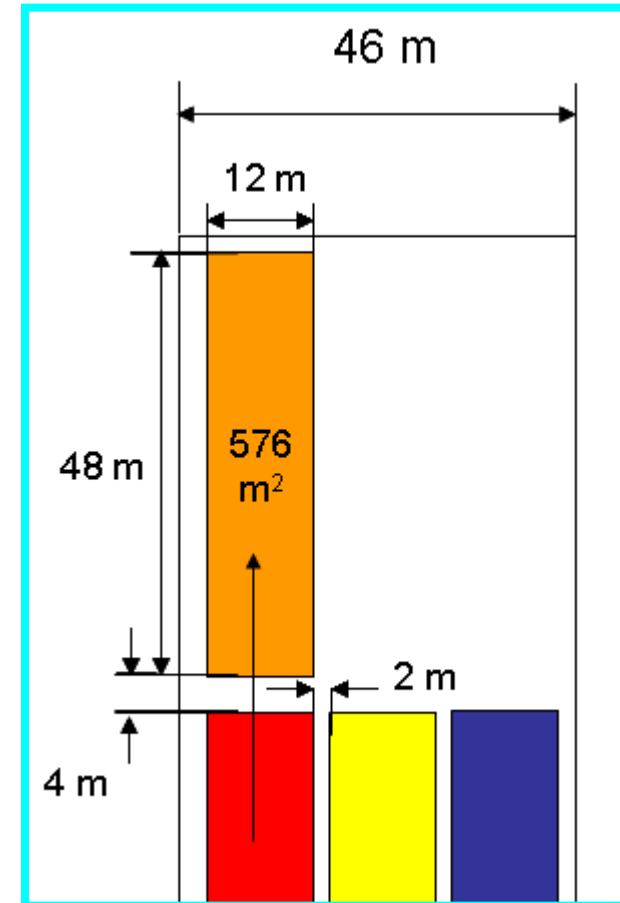


## ➤ Experiencia con compost de fangos EDAR

- Diseño aleatorizado
- Cinco réplicas por tratamiento
- Cinco tratamientos diferentes en las distintas parcelas

Tratamientos	
(SC) Control	Blue
(SI) NPK 350 kg ha <sup>-1</sup>	Yellow
(SL <sub>1</sub> ) CSS 3.5 t ha <sup>-1</sup>	Red
(SL <sub>2</sub> ) CSS 7.5 t ha <sup>-1</sup>	White
(SL <sub>3</sub> ) CSS 17.5 t ha <sup>-1</sup>	Orange

- Subdivisión de las parcelas y aplicación continua (SLL) o intermitente (SL) de CSS.









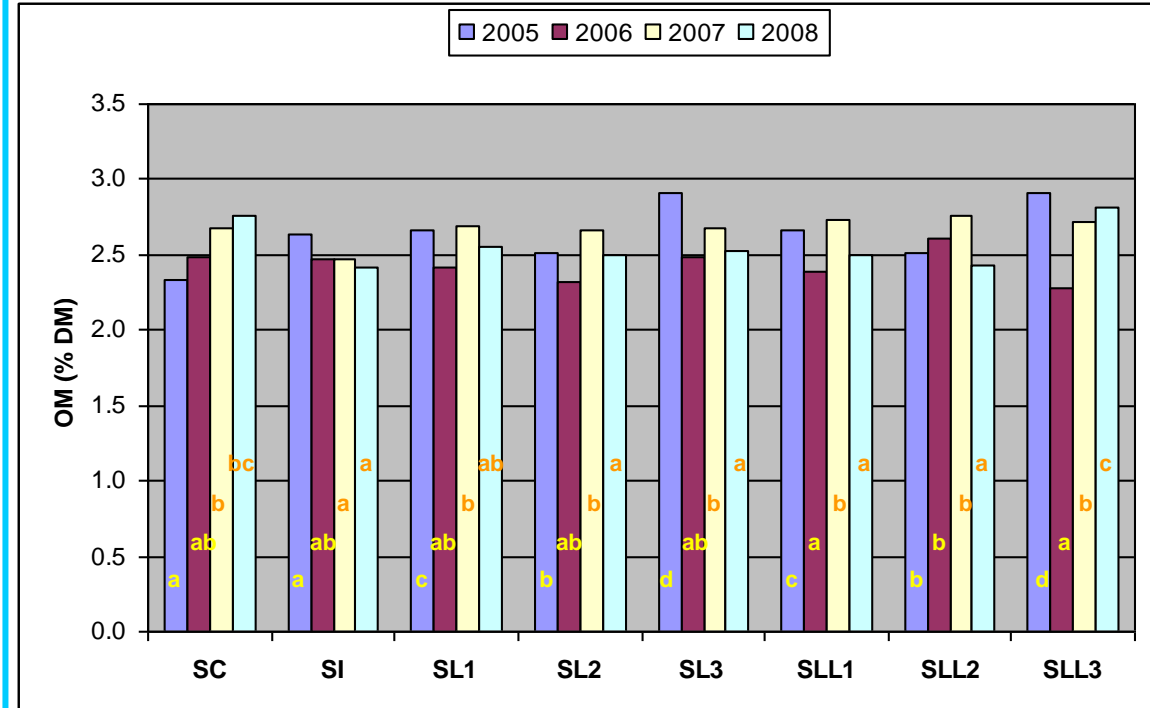




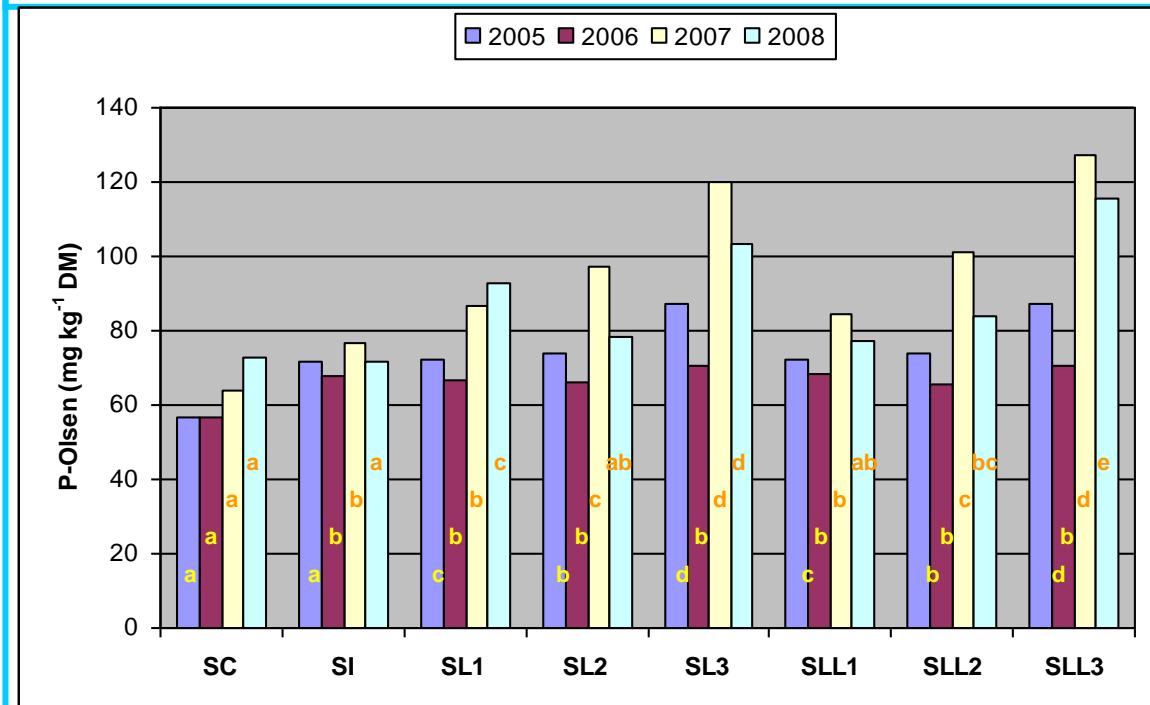
## ► Propiedades físico-químicas

Parámetros químicos	Muestras	
	Suelo	CSS
pH (1:2.5 agua)	8.31 ± 0.07	7.50 ± 0.05
EC (1:5 agua 25°C dS m <sup>-1</sup> )	0.270 ± 0.024	1.420 ± 0.037
OC (% DM)	2.34 ± 0.13	26.51 ± 0.22
N-total (% DM)	0.26 ± 0.02	1.77 ± 0.05
C.E.C. (meq/100g)	26.18 ± 2.08	---
Carbonato (% DM)	18.65 ± 4.66	---
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (% DM)	0.03 ± 0.001	0.32 ± 0.06
P Olsen (mg kg <sup>-1</sup> DM) / Total (% DM)	58.76 ± 12.32	2.51 ± 0.74
K <sup>+</sup> cambiable (mg kg <sup>-1</sup> DM) / T (% DM)	421.7 ± 78.76	0.40 ± 0.07
Ca <sup>2+</sup> cambiable (mg kg <sup>-1</sup> DM) / T (% DM)	4783.3 ± 167.3	11.29 ± 0.89
Mg <sup>2+</sup> cambiable (mg kg <sup>-1</sup> DM) / T (% DM)	83.15 ± 12.50	0.78 ± 0.12
Na <sup>+</sup> cambiable (mg kg <sup>-1</sup> DM) / T (% DM)	3.68 ± 0.80	0.14 ± 0.04
Fe (mg kg <sup>-1</sup> DM)	21916.2 ± 2219.0	12196.6 ± 769.4
Mn (mg kg <sup>-1</sup> DM)	591.0 ± 41.5	288.3 ± 12.82
Cd (mg kg <sup>-1</sup> DM)	1.45 ± 0.11	4.60 ± 0.39
Cr (mg kg <sup>-1</sup> DM)	41.85 ± 3.92	716.2 ± 26.2
Cu (mg kg <sup>-1</sup> DM)	12.51 ± 1,62	217.2 ± 7.8
Ni (mg kg <sup>-1</sup> DM)	25.26 ± 2.98	45.70 ± 3.61
Pb (mg kg <sup>-1</sup> DM)	27.81 ± 1.85	62.20 ± 8.36
Zn (mg kg <sup>-1</sup> DM)	47.78 ± 4.49	507.4 ± 45.9

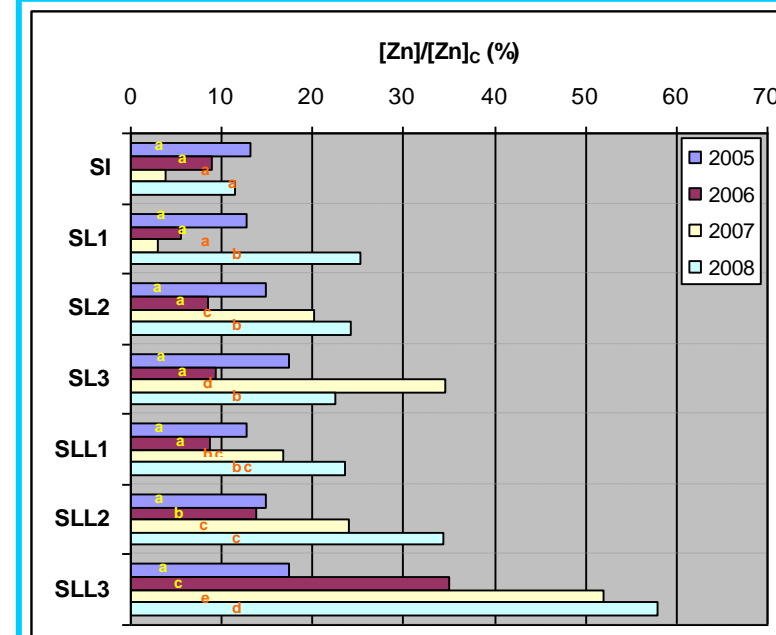
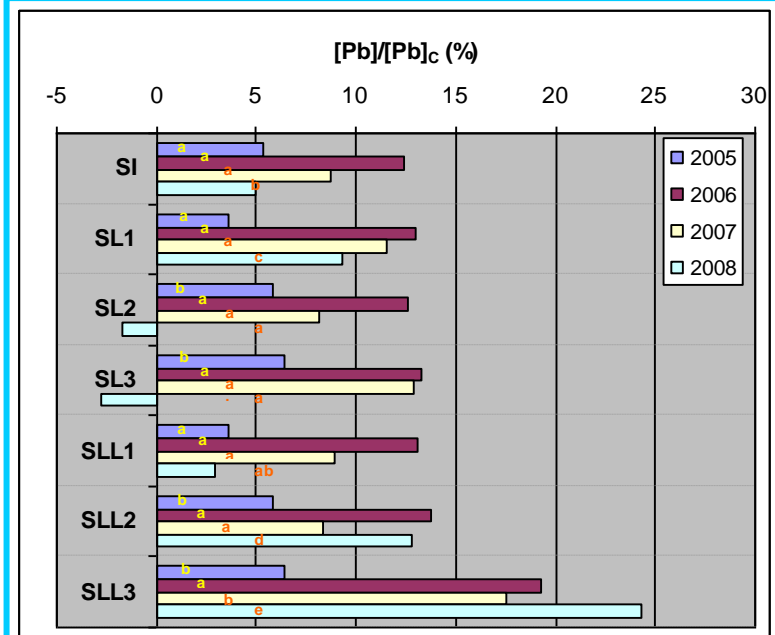
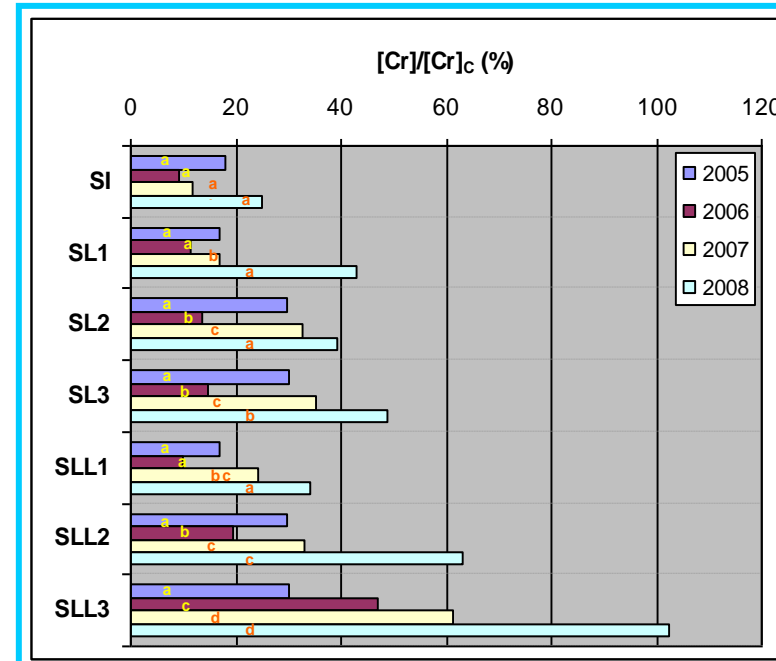
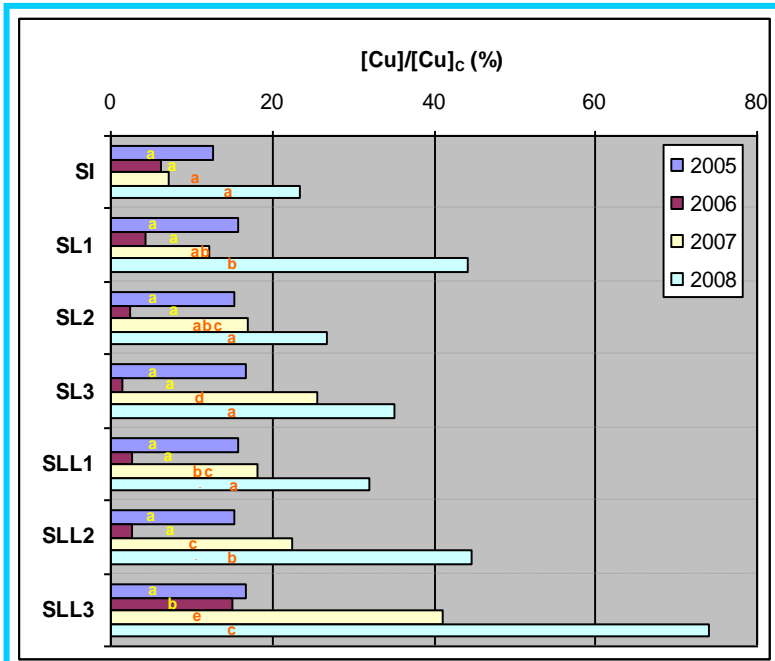
- Sin efecto sobre el contenido de MO del suelo



- Acumulación de P en el suelo



# ► Riesgo metálico



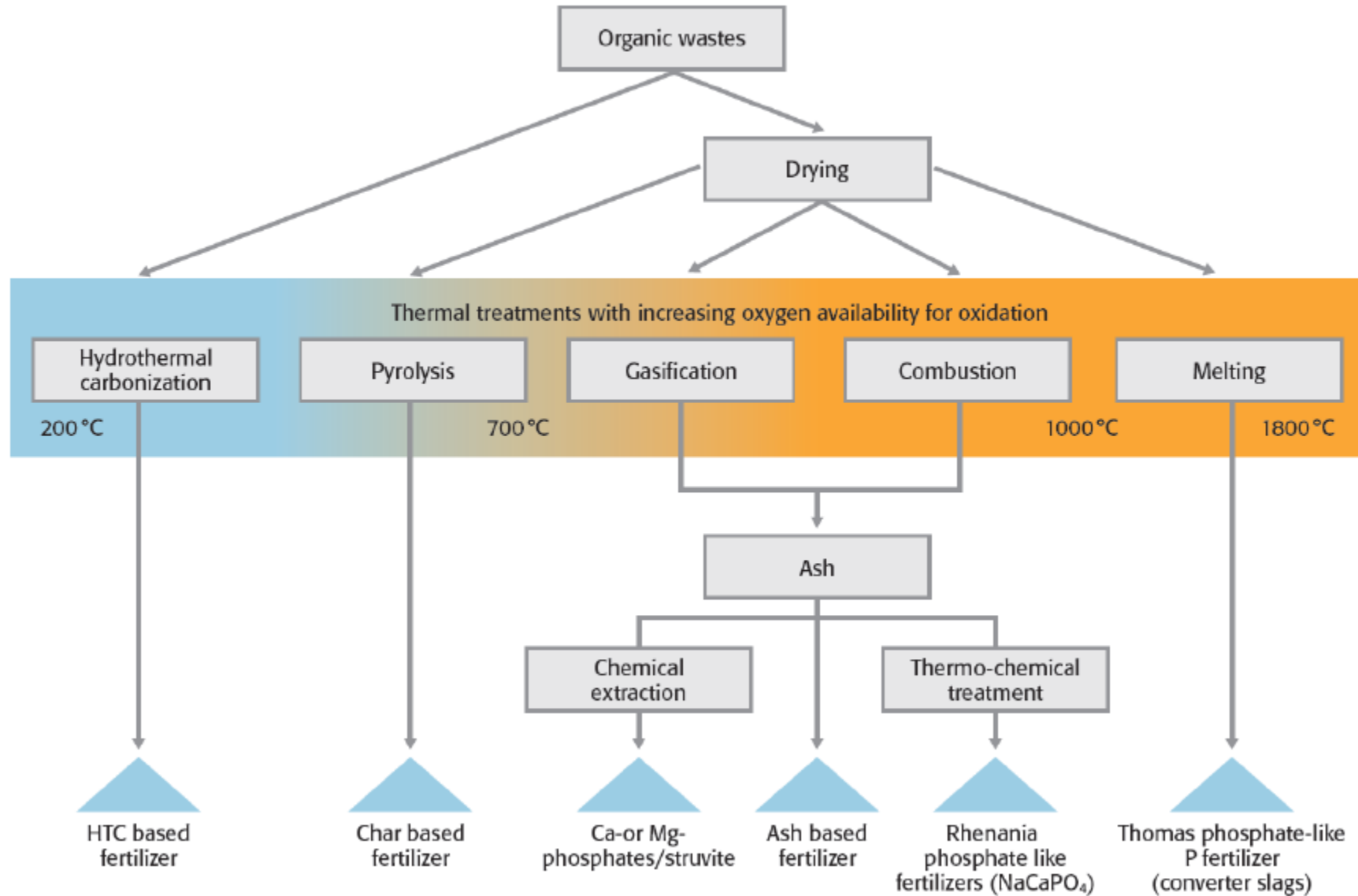


# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

---

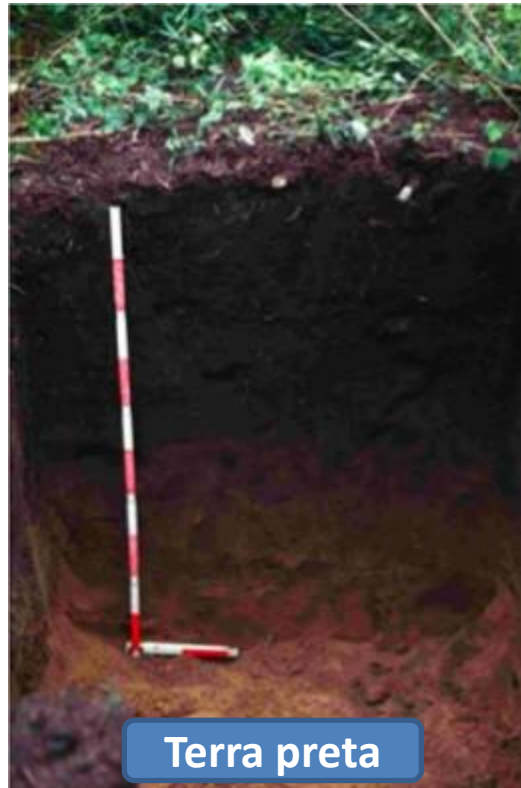
- ◆ El fósforo: un macronutriente esencial y finito
- ◆ Residuos orgánicos y economía circular
- ◆ Un uso seguro de los residuos orgánicos
- ◆ **Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales**
- ◆ La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes
- ◆ El proyecto TRIBIOME

## ► STRUBIAS: STRUvite, Blochar, ASH



## ► Biocarbón o biochar

**Biochar:** sustancia heterogénea rica en carbono aromático y minerales. Resultado del proceso de pirólisis de la biomasa en condiciones controladas.



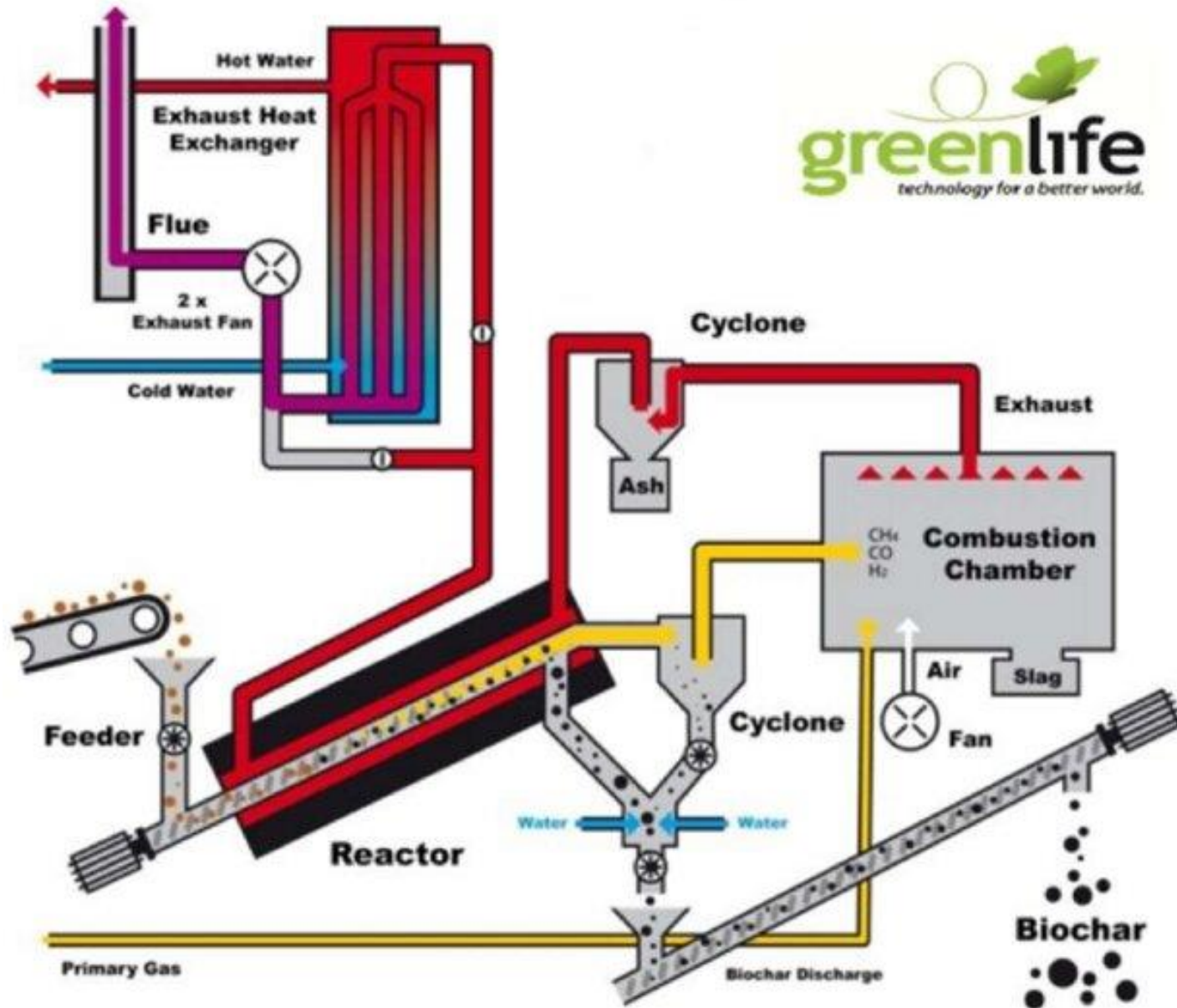
Terra preta



Oxisol

- Es un carbono refractario que se incorpora al suelo, no se mineraliza. **Sumidero de C.**
- Mejora las **propiedades físicas** (porosidad, estructura) y **químicas** (retención de nutrientes, compuestos orgánicos).
- Posible toxicidad por compuestos aromáticos solubles y mayor concentración metálica.

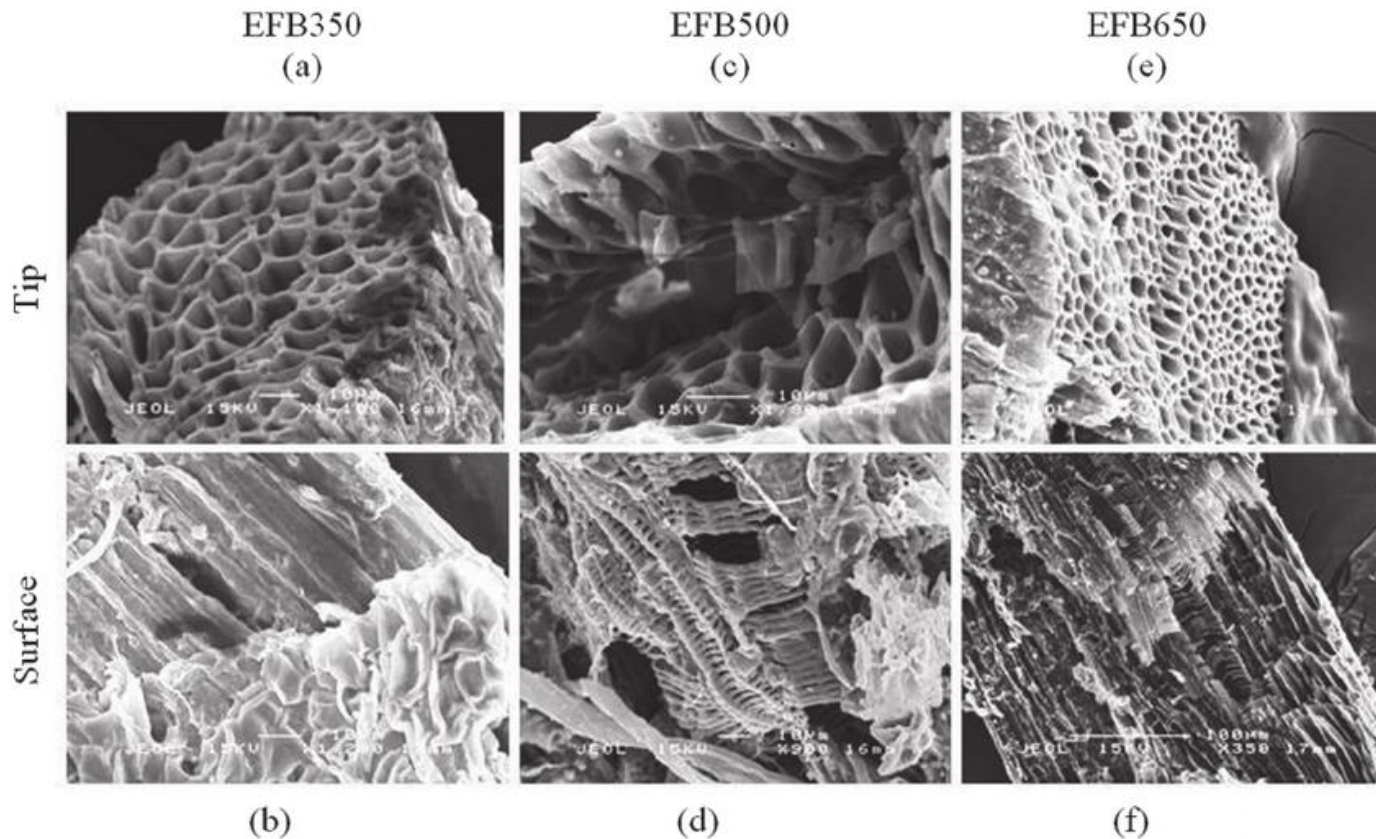
## ► Procesos pirolíticos





## ► Características de los biocharres

- **Materiales pirogénicos carbonáceos**
  - (TC <50% MS). Rico en minerales (P, K).
  - Producido a partir de huesos (TC <10%, alto contenido en P)
  - Producido a partir de estiércol (TC <25%), gallinaza (alto contenido K)
- **Materiales lignocelulósicos (TC >50% MS)**



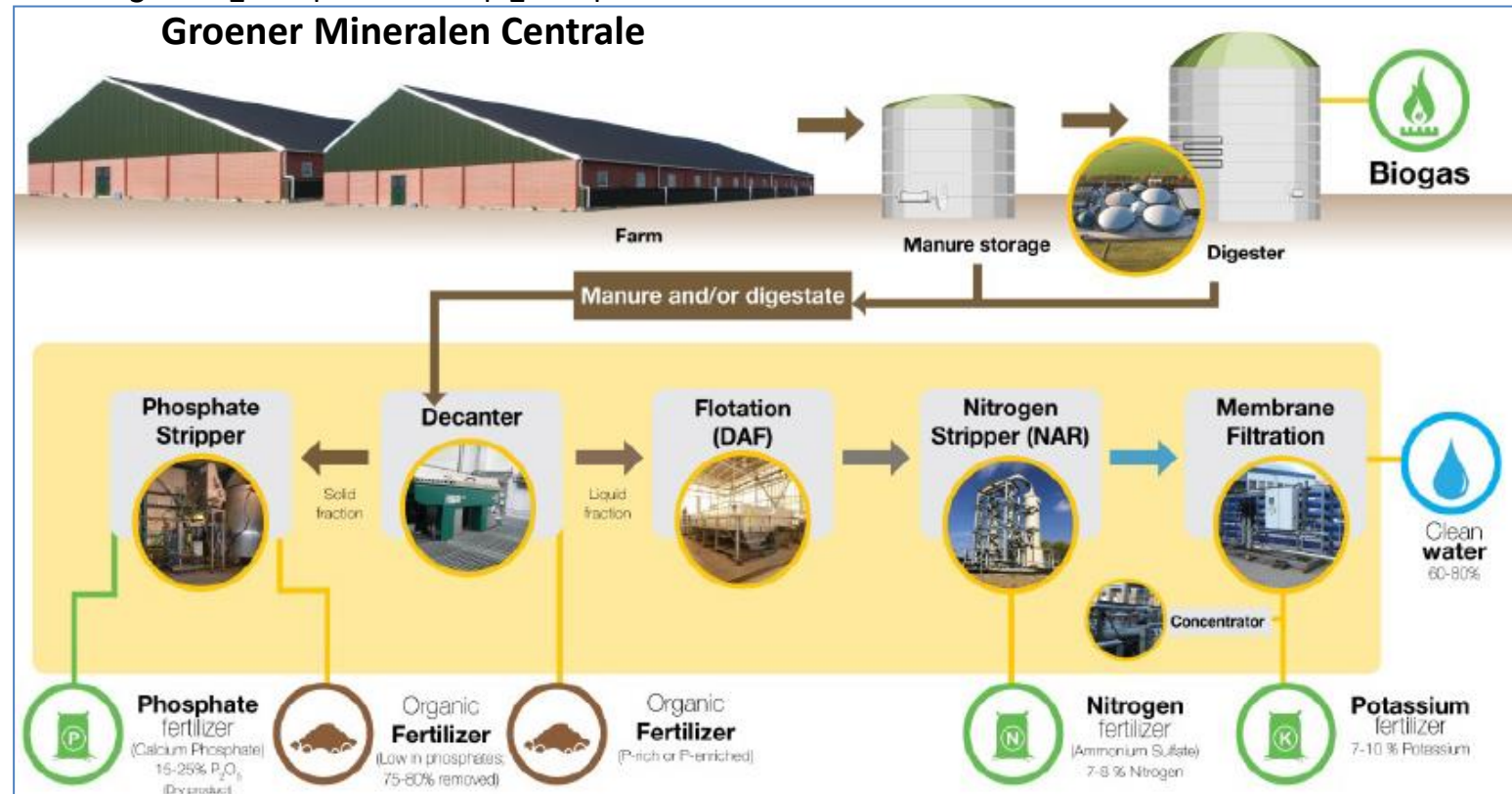
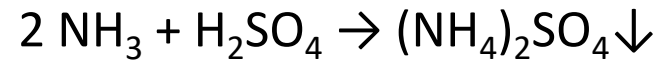
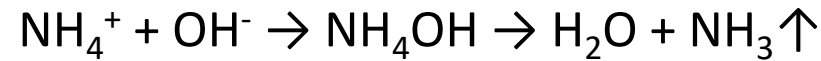


## ➤ Extracción de elementos fertilizantes

- **Precipitación estruvita:**



- **Obtención de sulfato amónico:**



## ► **Análisis de costes**

- Coste de Inversión: 1,5 M€ (100.000 t/año)
- Coste reactivos: 1,40€/t digestato
- Coste depreciación, manejo, mantenimiento: 300.000€/año
- Beneficio P recuperado: 19.500€/año (<2€/t purín)
- Coste tratamiento y transporte: 23€/m<sup>3</sup> (3-4€ adicionales/100 km)
- La recuperación de N no está incluida en el estudio económico
- El valor del digestato sólido con menor contenido en P y N tampoco

## ► Aplicación de fertilizantes recuperados

Fosfato recuperado Vía Húmeda (ESTvh)		
% N	7,167	
% P / %P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,490	8,00
% K / %K <sub>2</sub> O	0,067	0,08
% Mg / %MgO	3,038	5,04

Sulfato Amónico Recuperado Vía Húmeda (ASvh)		
% N	20,359	
% K / %K <sub>2</sub> O	0,003	0,01
% S / %SO <sub>3</sub>	24,584	61,46

Fosfato recuperado Vía Seca (ESTvs)		
% N	2,715	
% P / %P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,672	19,87
% K / %K <sub>2</sub> O	0,137	0,16
% Mg / %MgO	8,935	14,82

Sulfato Amónico Recuperado Vía Seca (ASvs)		
% N	19,710	
% K / %K <sub>2</sub> O	0,003	0,01
% S / %SO <sub>3</sub>	20,566	51,42



Mezcla con K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y caolinita  
NPK 7-18-18

## ► Aplicación de fertilizantes recuperados

BI_I	BI_II	BI_III	BI_IV		
1 C_I	2 FC2_II	3 FRvs2_III	4 FRvs5IV	↓ 0,5 m	Nº Cod
5 FRvh2_I	6 FRvh3_II	7 FC3_III	8 FC2_IV		
9 FC5_I	10 FRvs5_II	11 FC5_III	12 FC3_IV	↑ 0,5 m	
13 FRvh3_I	14 FC5_II	15 FC2_III	16 FRvh3_IV		
17 FRvs3_I	18 FRvh5_II	19 FRvh2_II	20 FRvs2_IV	24,5 m	
21 FC3-I	22 FRvs3_II	23 FRvh2_III	24 FRvs3_IV		
25 FRvs2_I	26 FRvs2_II	27 FRvh5_III	28 FC5_IV		
29 FRvs5_I	30 FRvh3_III	31 C_III	32 C_IV		
33 FC2_I	34 FC3_II	35 FRvs5_III	36 FRvh5_IV	↓ 2 m	
37 FRvh5_I	38 C_II	39 FRvs_III	40 FRvh2_IV		
0,5 m		2 m			
9,5 m					
Área Total (m <sup>2</sup> )		232,8			



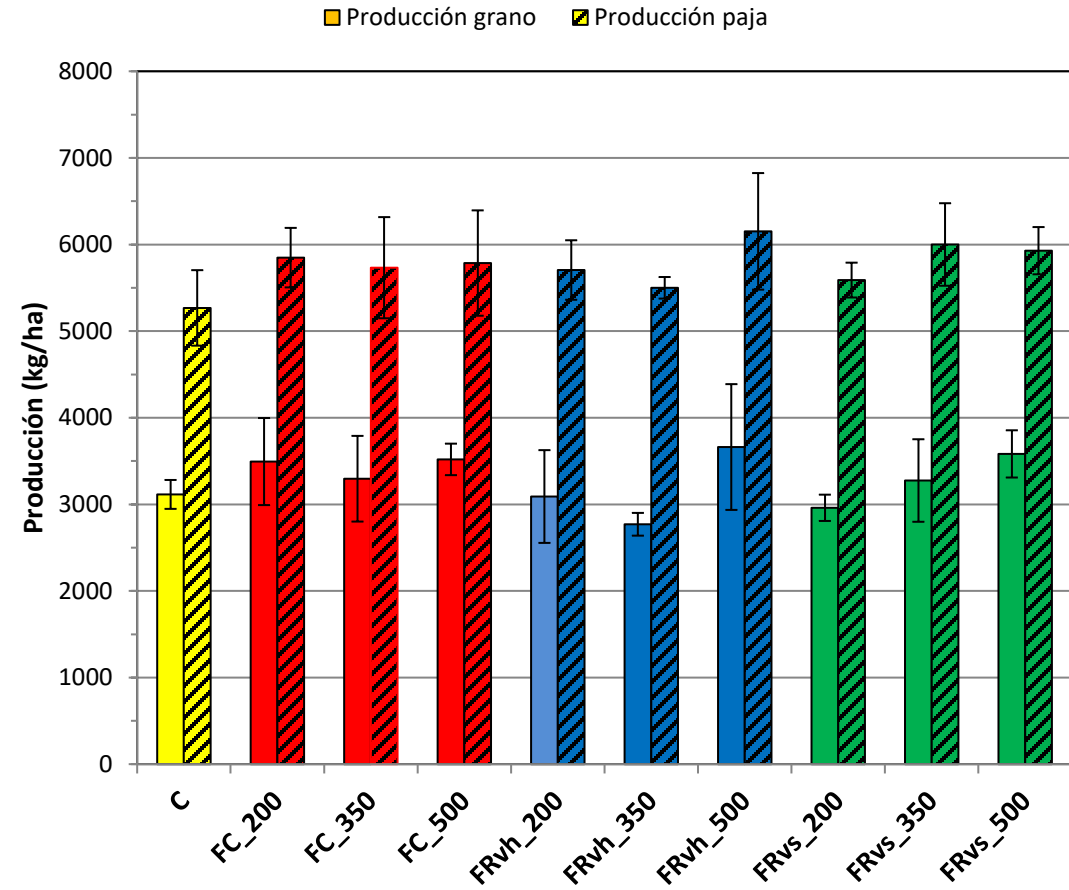
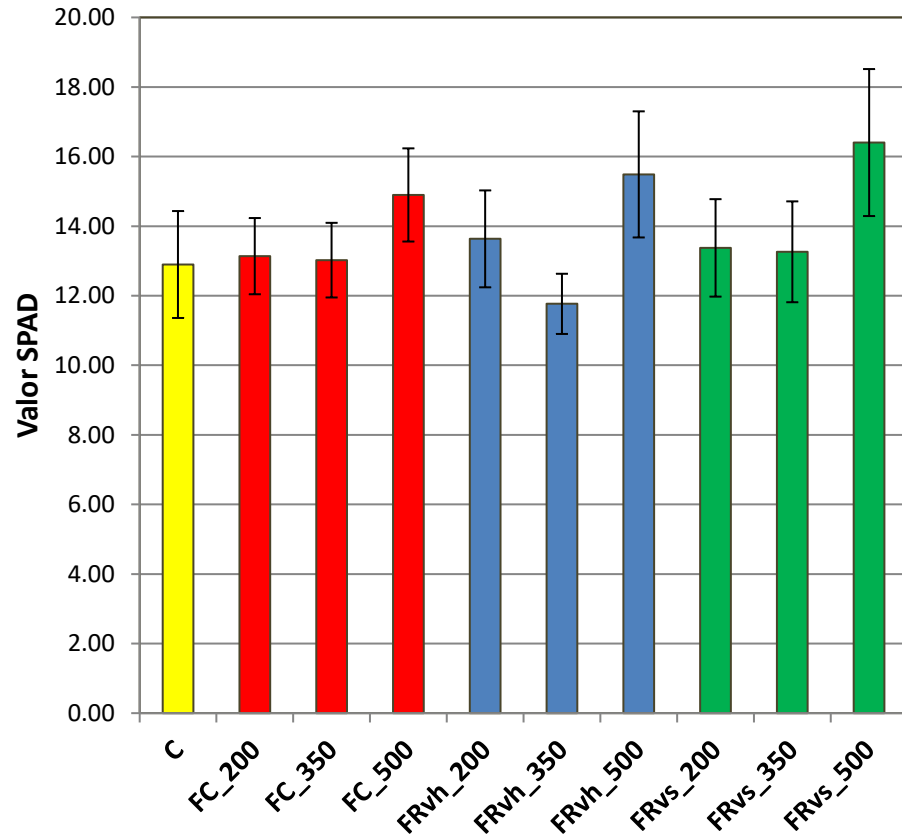
- Ros, Valle de Santibañez (BU)
- Cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*)
- Suelo básico , textura franco arcillosa
- Fertilizantes NPK 7-18-18
- Comercial, Recuperado vía seca, Recuperado vía húmeda
- Dosis: 200, 350, 500 kg/ha
- Microparcels 2x2 m, 4 réplicas



## ► Aplicación en campo



# Resultados de la cosecha



Comportamiento en campo similar al fertilizante comercial



# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

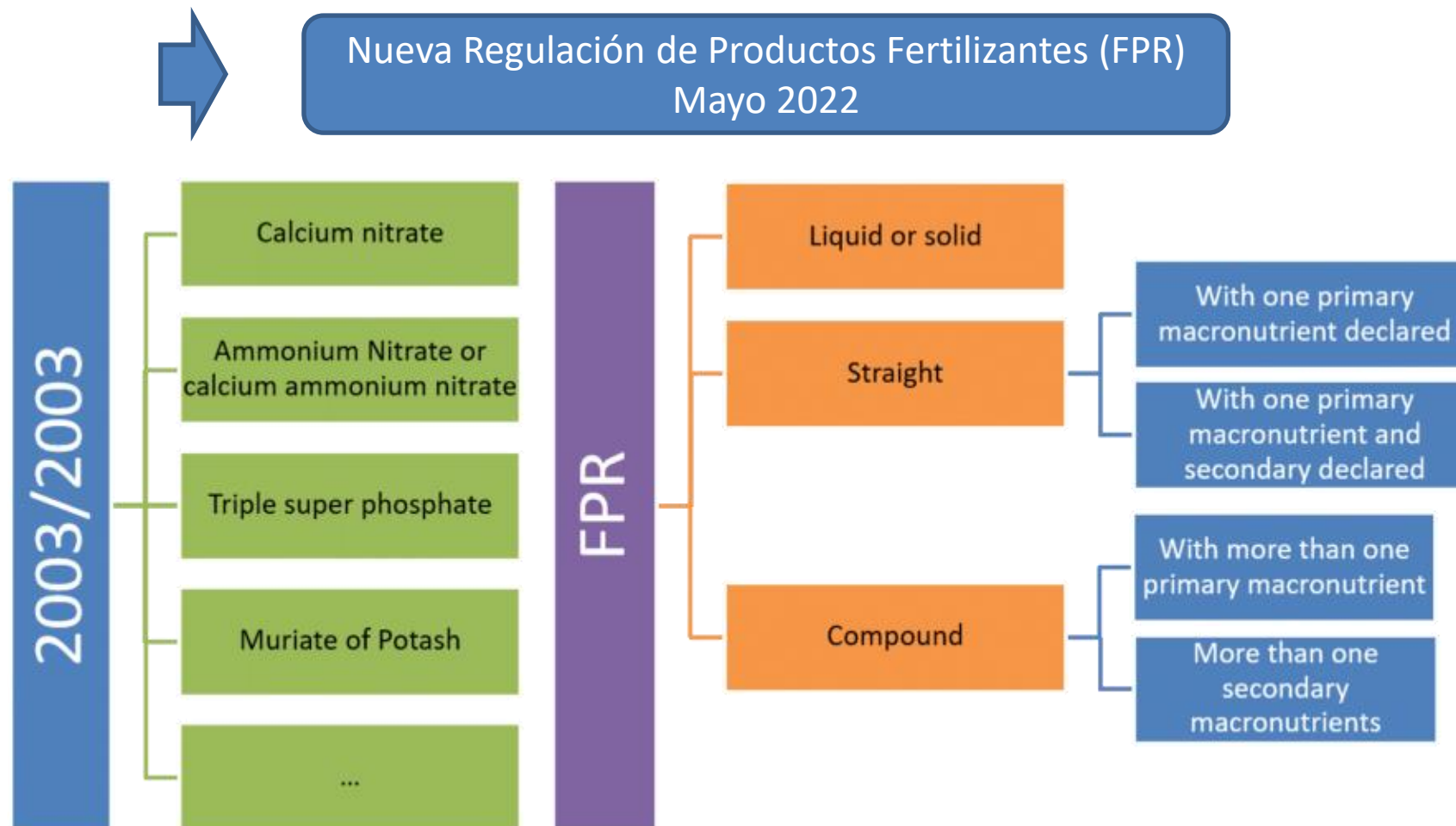
---

- ◆ El fósforo: un macronutriente esencial y finito
- ◆ Residuos orgánicos y economía circular
- ◆ Un uso seguro de los residuos orgánicos
- ◆ Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales
- ◆ **La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes**
- ◆ El proyecto TRIBIOME



## ► Avances legislativos para el compost

**REGLAMENTO (UE) 2019/1009** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de junio de 2019 por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE y se modifican los Reglamentos (CE) n. o 1069/2009 y (CE) n. o 1107/2009 y se deroga el Reglamento (CE) n. o 2003/2003.



# ► Avances legislativos para el compost

## ► Categorías Funcionales de Productos (CFP)

1. Abono o fertilizante
  - 1A. Abono orgánico: origen biológico (leonardita)
  - 1B. Abono organo-mineral
  - 1C. Abono inorgánico
2. Enmiendas calizas
3. Enmiendas de suelo: orgánicas e inorgánicas
4. Sustratos de cultivo
5. Inhibidores: nitrificación, desnitrificación y ureasa
6. Bioestimulantes de plantas: microbianos y no-microbianos
7. Mezclas fertilizantes



## ► Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos

### ► **Identificación y caracterización de los microorganismos:**

- Identificación a nivel de género o especie en base a la secuencia genética
- Descripción del método de aislamiento y cuantificación de los microorganismos
- Condiciones de crecimiento en el laboratorio de los microorganismos y de purificación del material genético para poder realizar su caracterización molecular
- Condiciones de la PCR para amplificar: secuencia de los cebadores

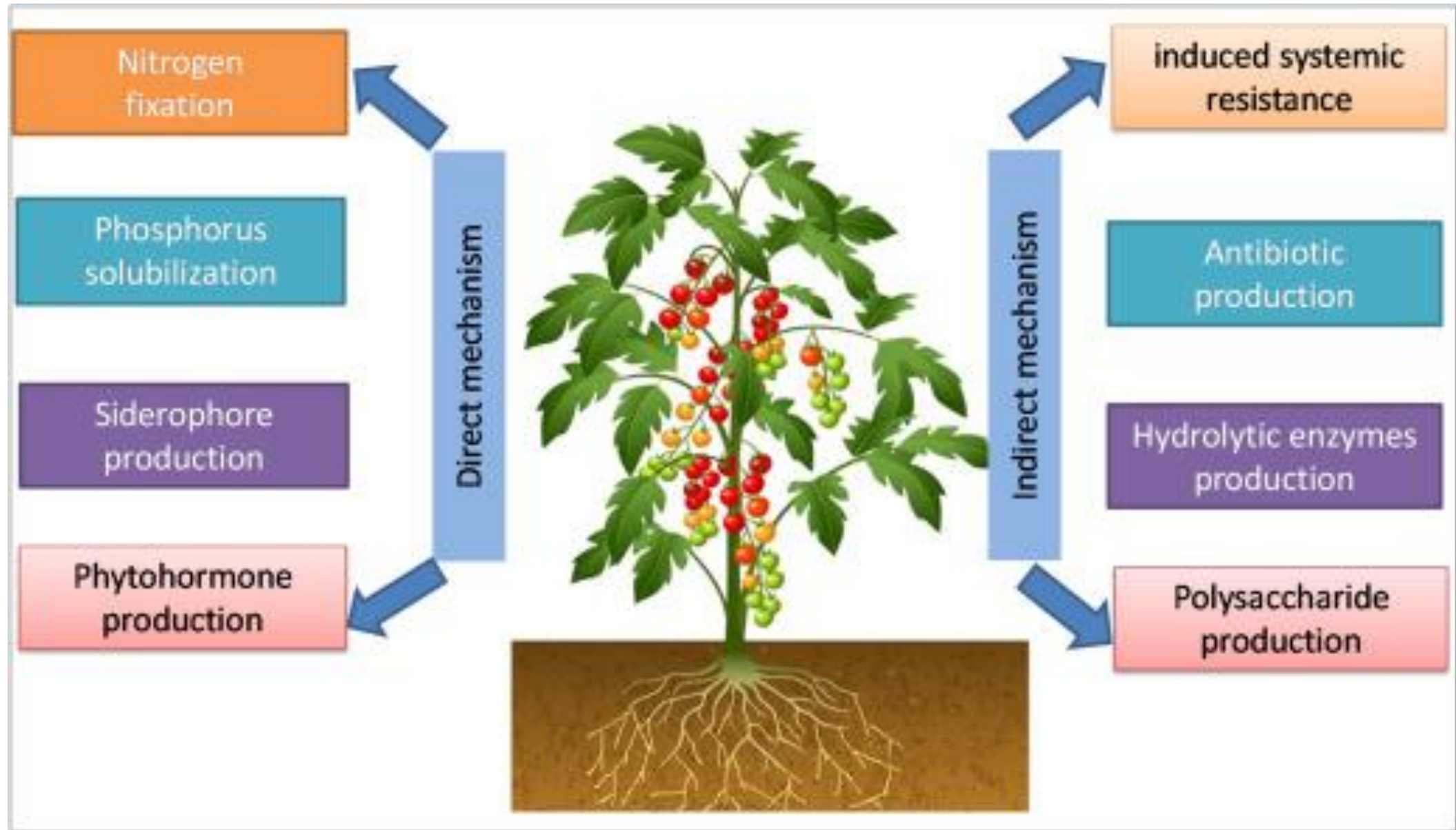
### ► **Demostración de la eficiencia agronómica del producto:**

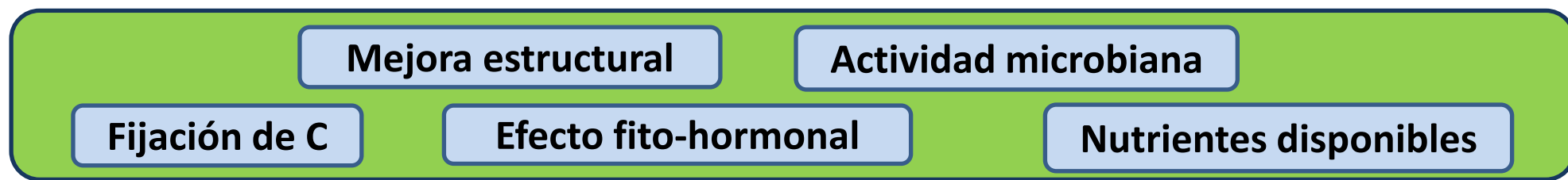
- Conclusión favorable de la eficiencia agronómica del producto objeto de ensayo: condiciones de uso, dosis, formas de aplicación, cultivos, incompatibilidades e interferencias detectadas
- Cada producto se autoriza sólo en aquellos grupos de cultivos en los que se ha demostrado su eficiencia agronómica

### ► **No son biofertilizantes:**

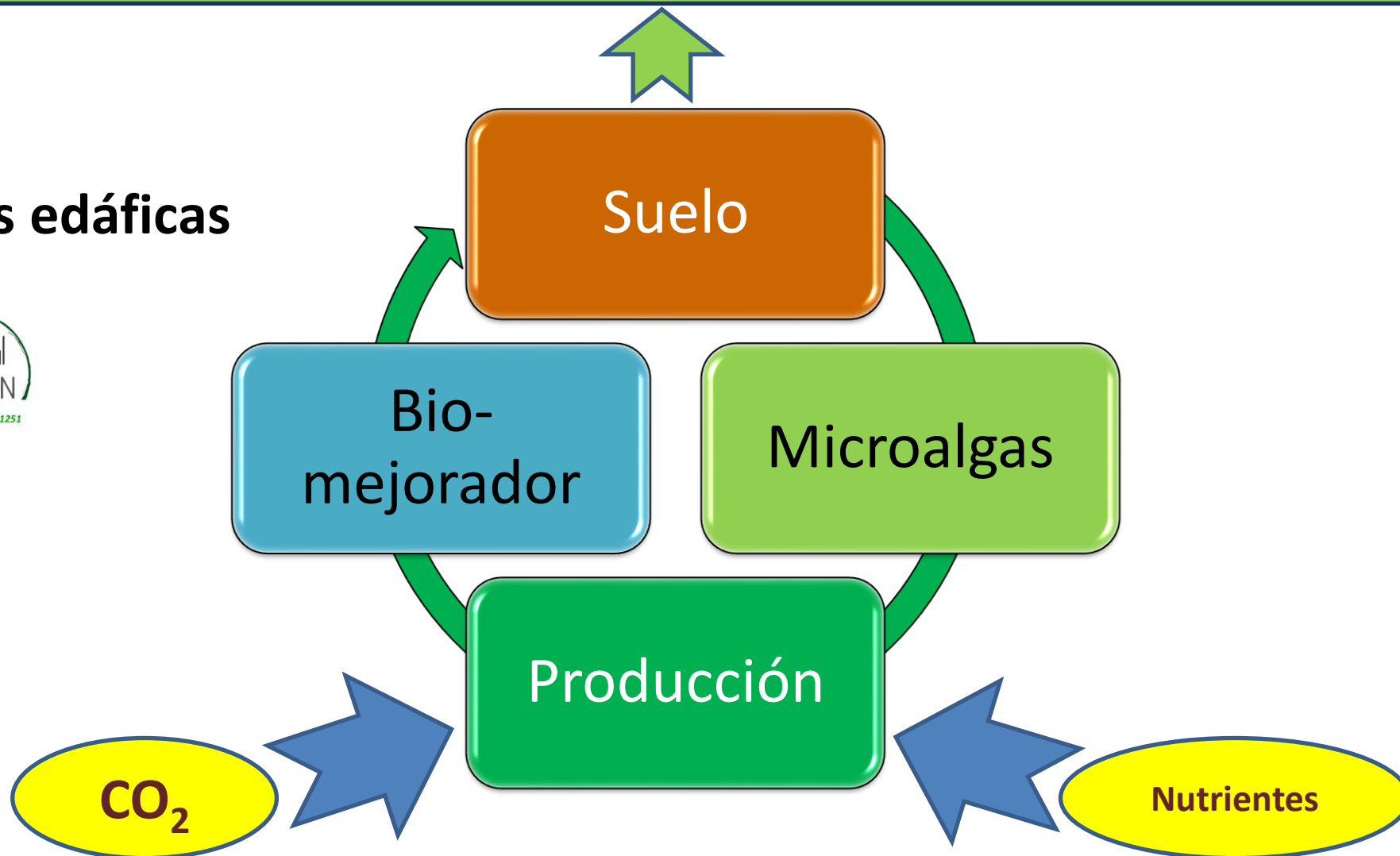
- Compost
- Digestatos
- Fermentados microbianos

## ► Mecanismos de actuación





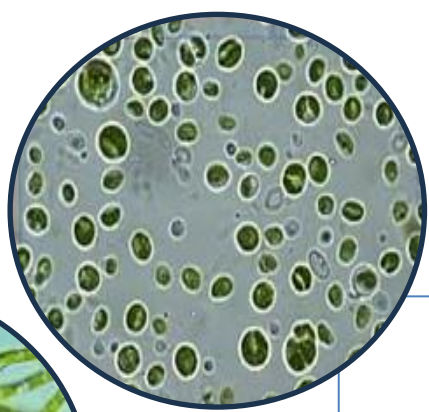
▶ **Microalgas edáficas**



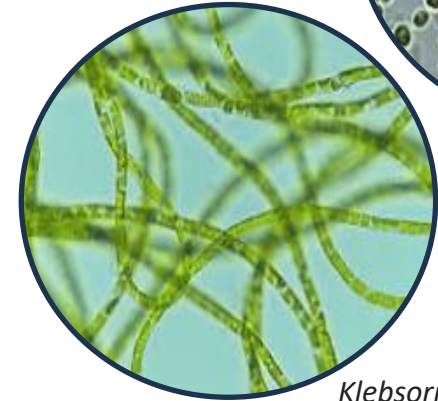
# Microalgas edáficas

## Efecto biomejorador del suelo

## Efecto bioestimulador de la planta



*Chlorella sorokiniana*



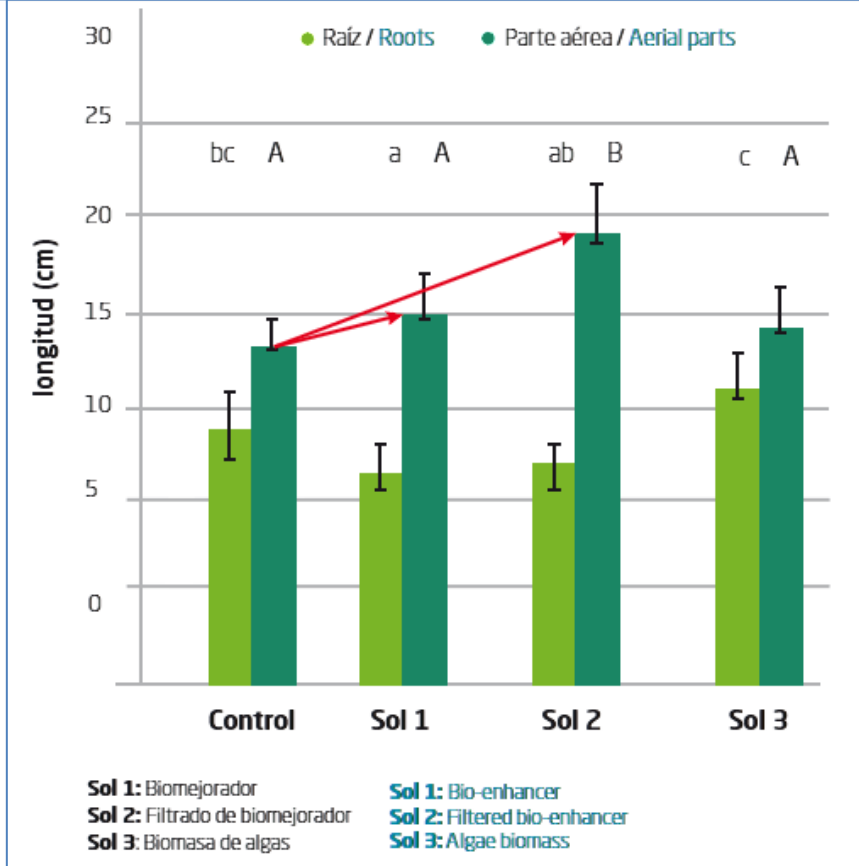
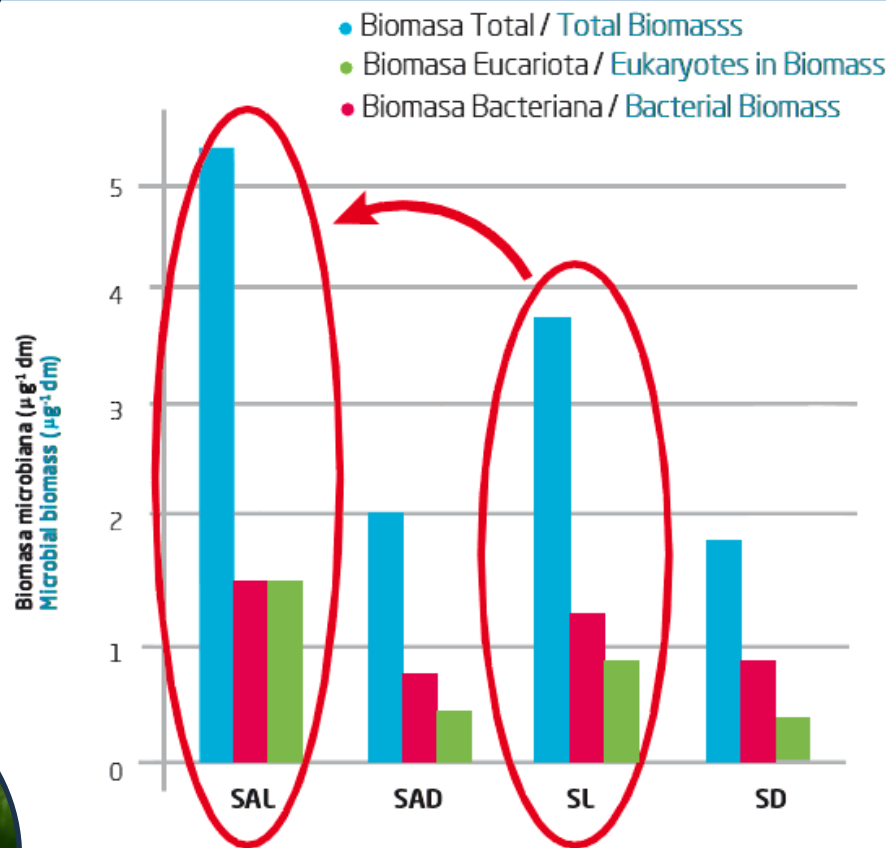
*Klebsormidium flaccidum*



*Anabaena cylindrica*



*Calothrix* sp.



**Proyecto ecoSEED+:** Desarrollo de semillas recubiertas con agentes biológicos para una agricultura sostenible (PID2022-139246)



# ***“Fuentes alternativas de fósforo para una agricultura más sostenible”***

---

- ◆ El fósforo: un macronutriente esencial y finito
- ◆ Residuos orgánicos y economía circular
- ◆ Un uso seguro de los residuos orgánicos
- ◆ Nuevas formas de aprovechamiento de los nutrientes residuales
- ◆ La oportunidad de los biofertilizantes y bioestimulantes
- ◆ **El proyecto TRIBIOME**



**TRIBIOME: Herramientas avanzadas para la integración y conexión sinérgica de los microbiomas para el logro de sistemas agroalimentarios resilientes**

**TRIBIOME: Advanced tools for integration and synergistic interconnection of microbiomes in resilient food systems**

<https://www.tribiome.eu/>

**TRIBIOME** 

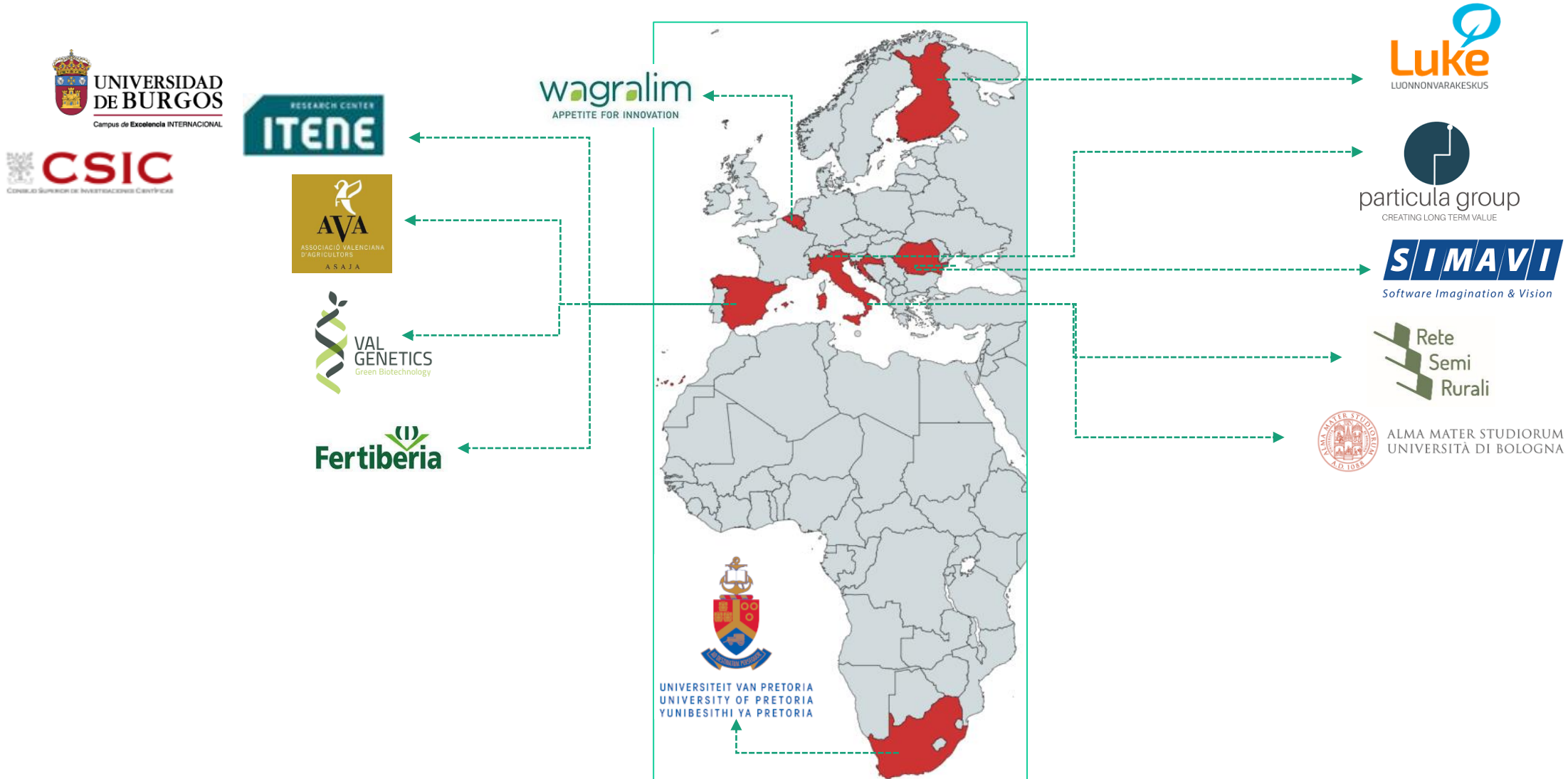


- Profundizar en el conocimiento del microbioma del suelo y de la planta, estudiando la variabilidad bajo diferentes estreses bióticos y abióticos
- Buscar nuevas herramientas para modular y mejorar el rendimiento de los cultivos, así como mejorar la producción agrícola
- Lograr alimentos avanzados, mejorados y más nutritivos con un impacto positivo directo en el microbioma tanto en animales como en humanos



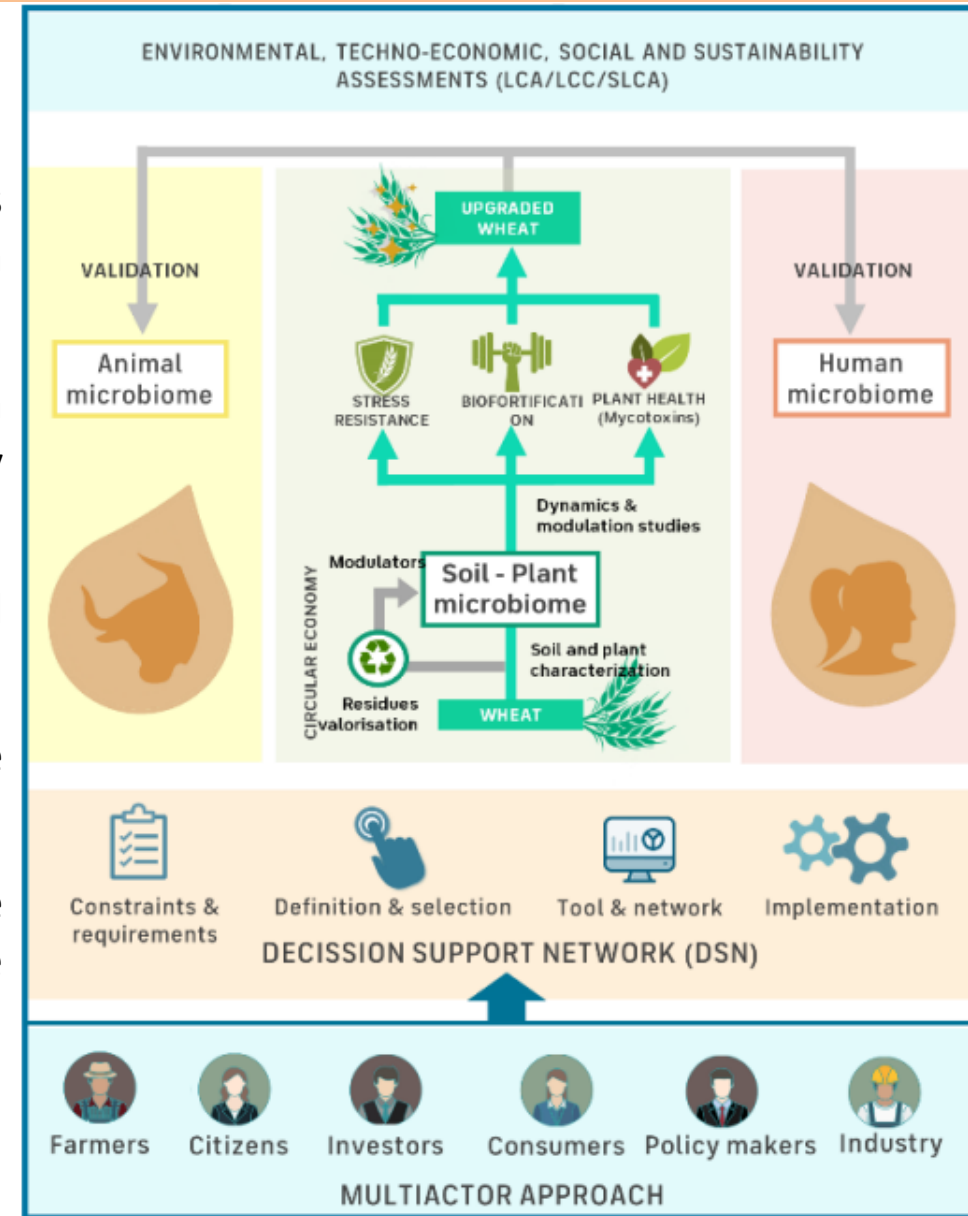
# TRIBIOME: entidades participantes

El Proyecto TRIBIOME

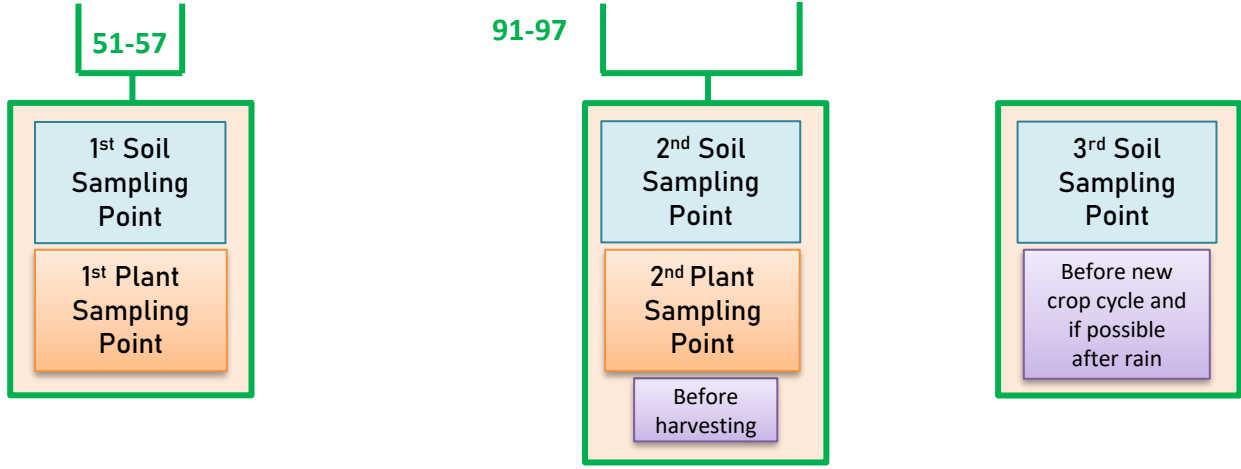
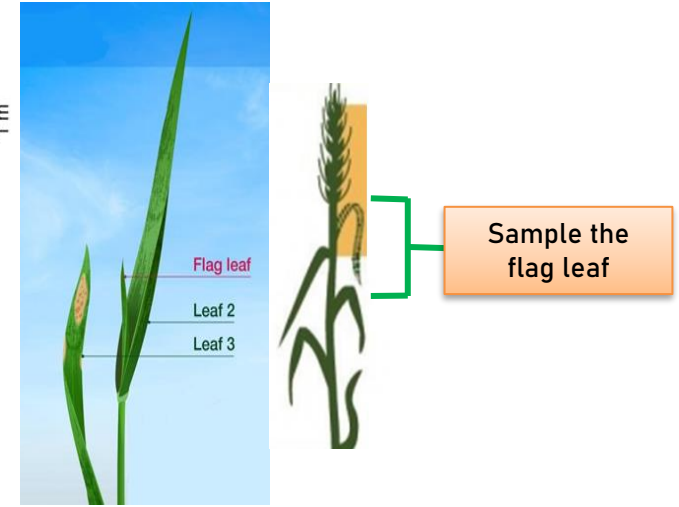
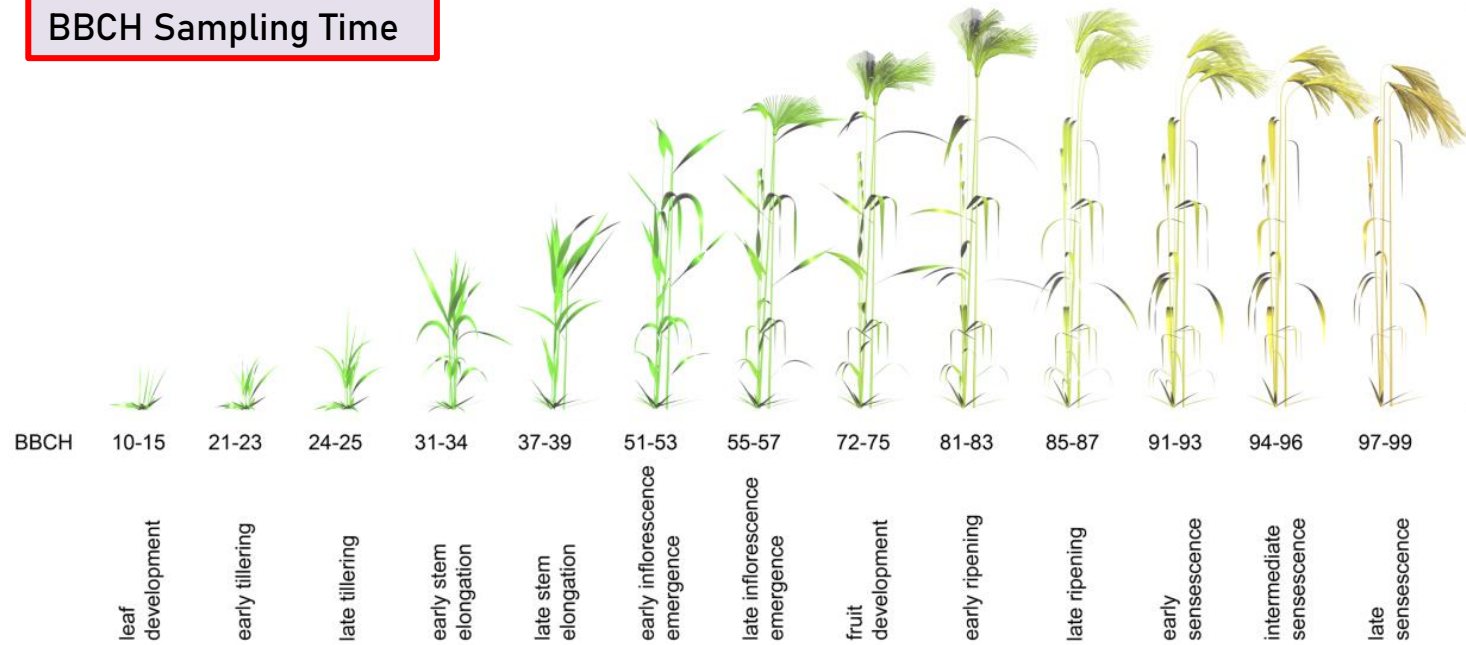


# TRIBIOME: Objetivos

- **Objetivo 1:** Abordar un enfoque innovador de múltiples partes interesadas para la sostenibilidad agroalimentaria a través de una red de apoyo a la toma de decisiones.
- **Objetivo 2:** Modelar los microbiomas para impulsar la dinámica del microbioma del suelo para una mejor calidad y productividad de los cultivos.
- **Objetivo 3:** Garantizar la circularidad y la adaptación al cambio climático mediante procesos de valorización.
- **Objetivo 4:** Demostrar y validar las nuevas herramientas de microbioma desarrolladas.
- **Objetivo 5:** Establecer una interconexión sólida y fiable entre los microbiomas de plantas, animales y humanos que contribuya a una nutrición saludable y sostenible.



**BBCH Sampling Time**





Spain						Italy						South Africa					
Castilla y León (Standard)			Andalucía (Drought)			Tuscany (Standard)			Sicily (Drought)			Swellendam (Standard)			Swellendam (Drought)		
TP1	TP2	TP3	TP1	TP2	TP3	TP1	TP2	TP3	TP1	TP2	TP3	TP1	TP2	TP3	TP1	TP2	TP3

TP = Time Point

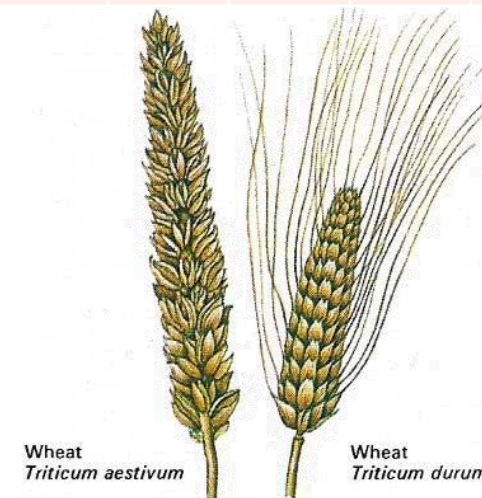
## TP1 and TP2

From each field, each condition at each timepoint samples will be divided in:

- 30 **root** samples for Microbiome analysis (UNIBO)
- 10 **root** samples for Metabolomic analysis (UNIBO)
- 5 **root** samples for ITENE
- 4 **soil** samples for Microbiome/Metabolomic analysis (UNIBO)
- 1 **soil** sample for ITENE
- 5 **soil** samples for physico-chemical analyses (UBU).



*Triticum durum*  
and *Triticum aestivum*



## TP3

From each field and each condition:

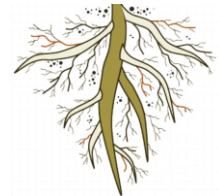
- 4 **soil** samples for Microbiome/Metabolomic analysis (UNIBO).
- 5 **soil** samples for physico-chemical analyses (UBU).



1 30 root samples for Microbiome analysis (UNIBO)



2 5 root samples for ITENE



3 10 root samples for Metabolomic analysis (UNIBO)



X Soil samples should be taken inside the field, on the lateral sides, at a depth of 20-30 cm. About 4-5 g are taken.



X 1 soil sample for ITENE in the middle of the field. About 10 g are taken.

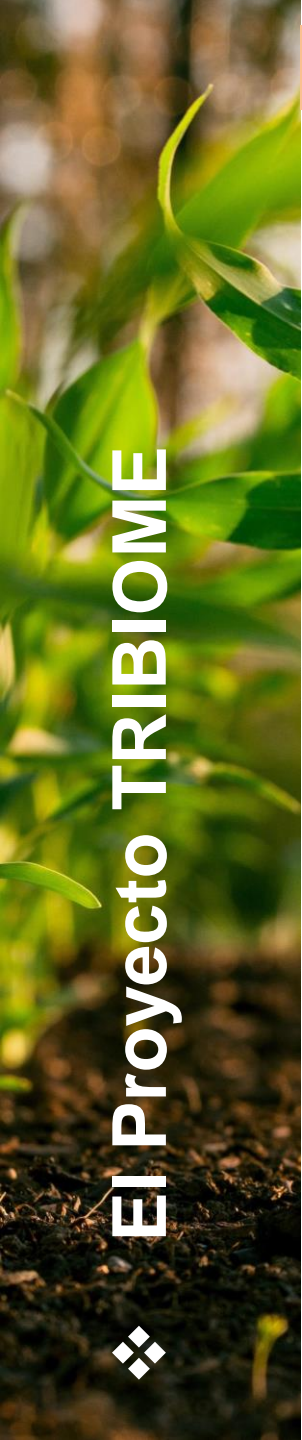


X 5 soil sample for UBU. About 500 g are taken. Sieved at 2mm and not dry.



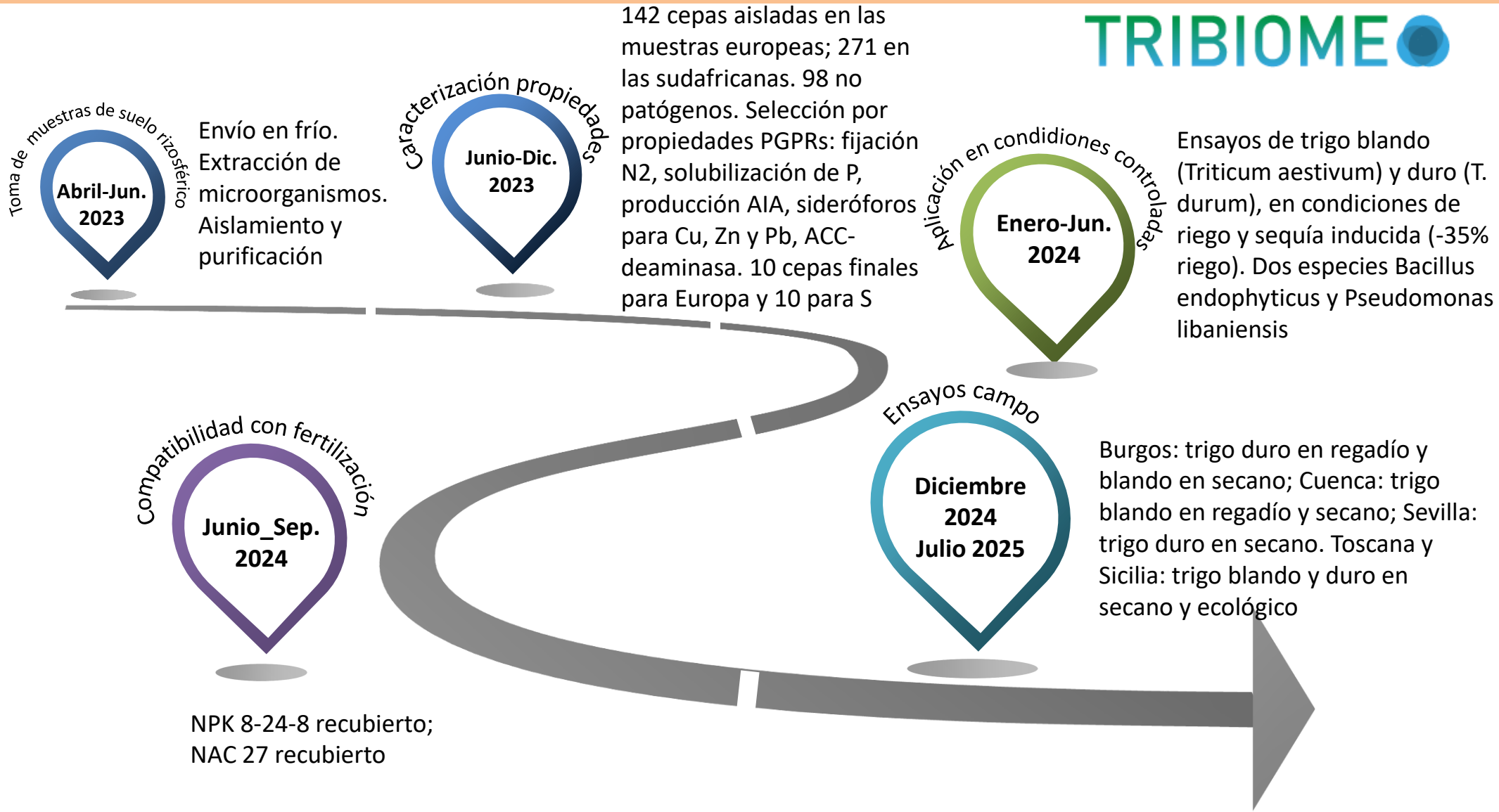






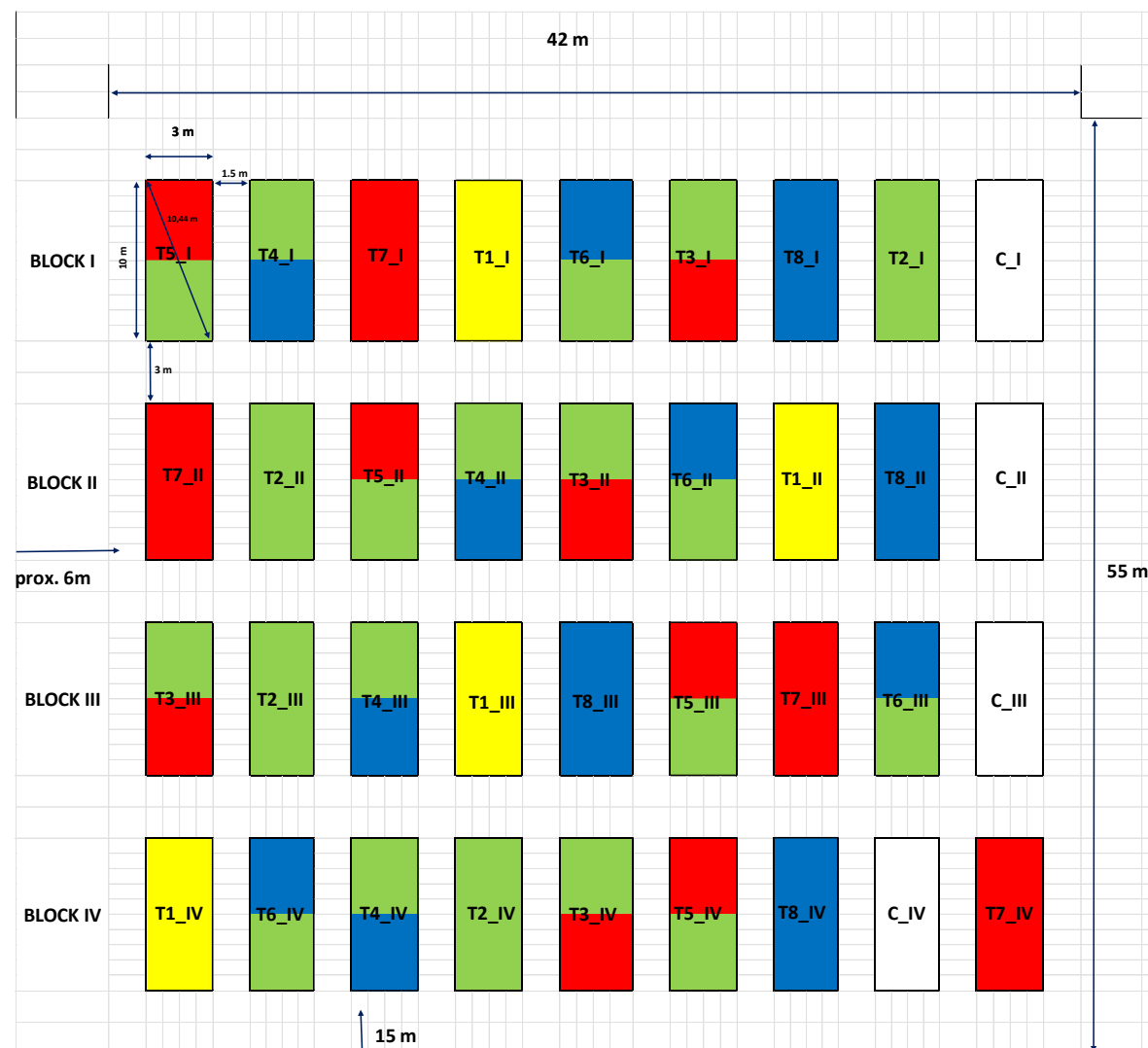
# El Proyecto TRIBIOME

## TRIBIOME: Ensayo de moduladores



TRATAMIENTOS	FONDO	COBERTERA	MOD1	MOD2
C		0	0	no no
T1		100	100	no no
T2		75	75	no no
T3		75M1	75	yes no
T4		75M2	75	no yes
T5		75	75M1	yes no
T6		75	75M2	no yes
T7		75	75	yes no
T8		75	75	no yes

- **Belorado** (Burgos): Trigo blando seco
- **Torrepedierne** (Burgos): Trigo duro regadío
- **Guillena** (Sevilla): Trigo duro seco
- **Sisante** (Cuenca): Trigo blando seco y regadío
- **Tocana y Sicilia** (Italia): Trigo blando y duro seco y ecológico
- **Pretoria** (Sudáfrica): Trigo blando seco y regadío







**MUCHAS GRACIAS !!!**