



DESAFÍOS DE LA BIOFERTILIZACIÓN

Dr. Pablo Quirós Fernández

RESPONSABLE DE PROYECTOS I+D+i DE FERTINAGRO BIOTECH

22 Abril 2025

Desde la necesidad a la sostenibilidad...

TÈRVALIS

1986

- 10 personas
- Residuos orgánicos



HOY

- 850 millones anuales de venta
- Más de 1.600 trabajadores
- 2,5% de todos los proyectos de I+D+i de colaboración público-privada en España
- Actividad comercial en 60 países
- Referente en uso circular de los subproductos



¿Como crecer?

- ¿Puertos y redes de comunicación?
- ¿Acceso a materias primas?
- ¿Amplio tejido industrial en la zona?

Recircularización de subproductos

Fábricas propias

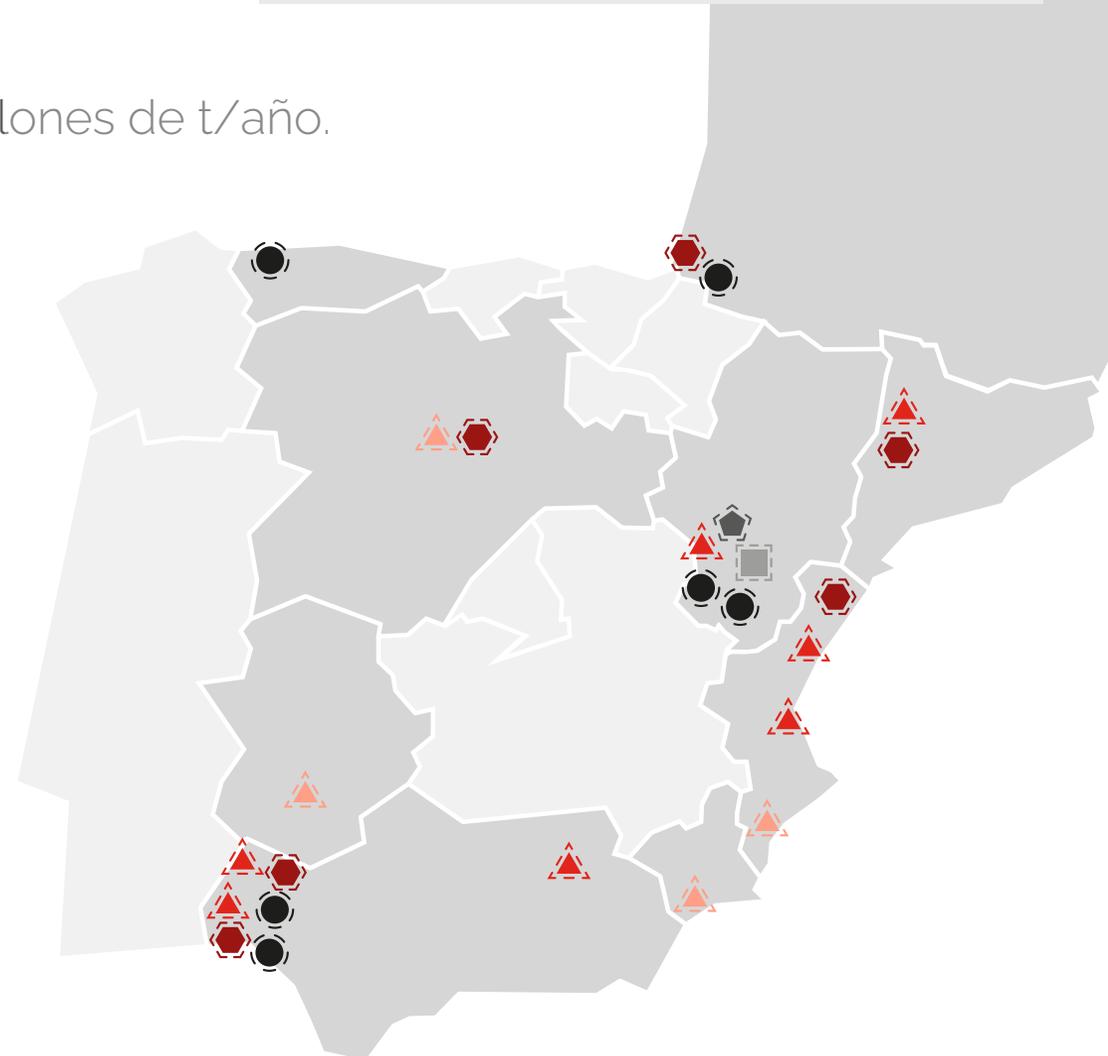
I+D+i

Líder en producción de fertilizantes

> 28 plantas con capacidad de producción superior a 2 millones de t/año.

- El mayor fabricante español de aminoácidos agrícolas.
- Las plantas de bioestimulantes microbianos y de abonos orgánicos más grandes de Europa.

| Centros de producción | Capacidad |
|--|-----------------|
|  GRANULACIÓN (6) | 1.200.000 t/año |
|  BIOESTIMULANTES (1) (con 7 plantas de producción) | 100.000 t/año |
|  ORGÁNICOS (1) | 250.000 t/año |
|  LÍQUIDOS (7) | 400.000 t/año |
|  BLENDING (7) | 100.000 t/año |
|  Plantas de producción de líquidos contratadas con externos | |



A la vanguardia en innovación y presencia global



56

COLABORACIONES CON
CENTROS DE INVESTIGACIÓN
Y UNIVERSIDADES



5

CÁTEDRAS*



37

PROYECTOS
DE INVESTIGACIÓN
EN CURSO



172

PATENTES EN 27 PAÍSES
Valoradas en 210 millones de €
según la EPO

* Bioeconomía y Sociedad (Universidad Zaragoza), Biotecnología Agrícola (U.P.V), Alimentación y Sostenibilidad (Universidad Huelva), UMVIP Universidad Politécnica Mohamed VI Marruecos y Universidad de Córdoba.

> Tenemos presencia comercial en 80 países alrededor del mundo y filiales comerciales en España, Francia, Portugal, Italia, Grecia, Ucrania, México, Argentina, China...

- 9 filiales internacionales.
- Socio prioritario del Grupo OCP (20% de acciones de Fertinagro).
- Más de 300 mil toneladas exportadas cada año.



URGENCIA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

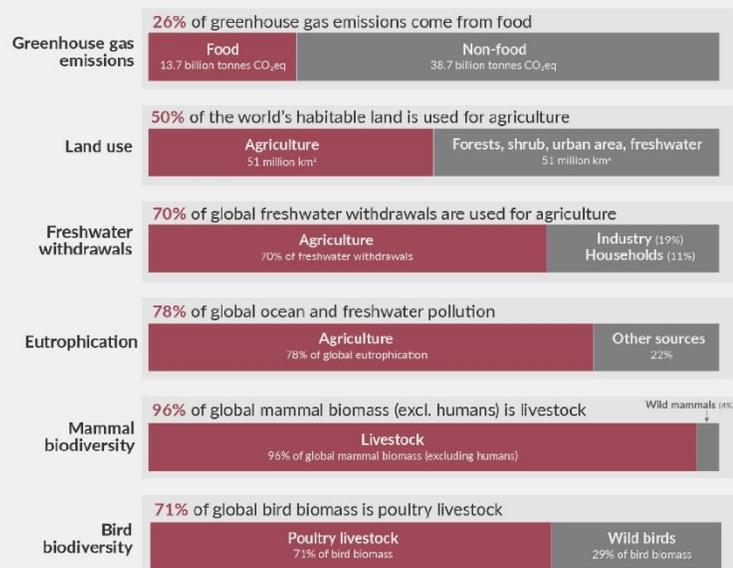
Productividad, impactos ambientales y desigualdad en el uso de los fertilizantes

Los impactos ambientales de los actuales sistemas alimentarios rebasan los límites de regeneración del planeta poniendo en peligro el futuro de muchos ecosistemas...

... adicionalmente el sistema alimentario actual no permite que 3.100 millones de personas no se puedan permitir una dieta saludable en 2023...

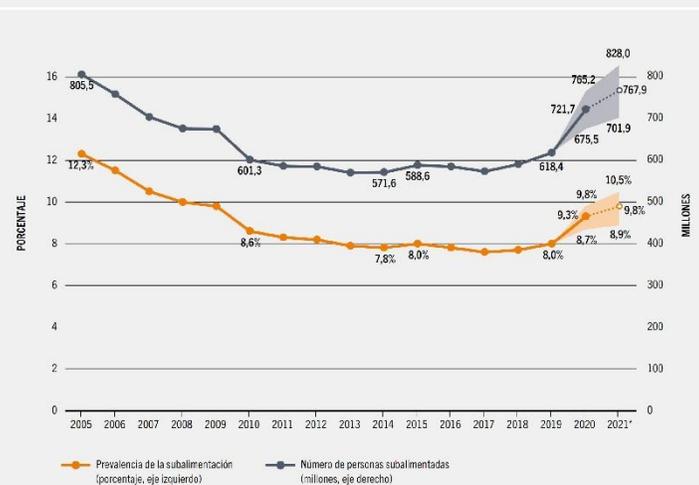
..aunque la forma de producir excedentes alimentarios suficientes de forma factible económicamente hace uso de los fertilizantes nitrogenados como factor fundamental de productividad.

The environmental impacts of food and agriculture



Data sources: Poore & Nemecek (2018); UN FAO; UN AQUASTAT; Bar-On et al. (2018). OurWorldInData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie. Date published: November 2022.

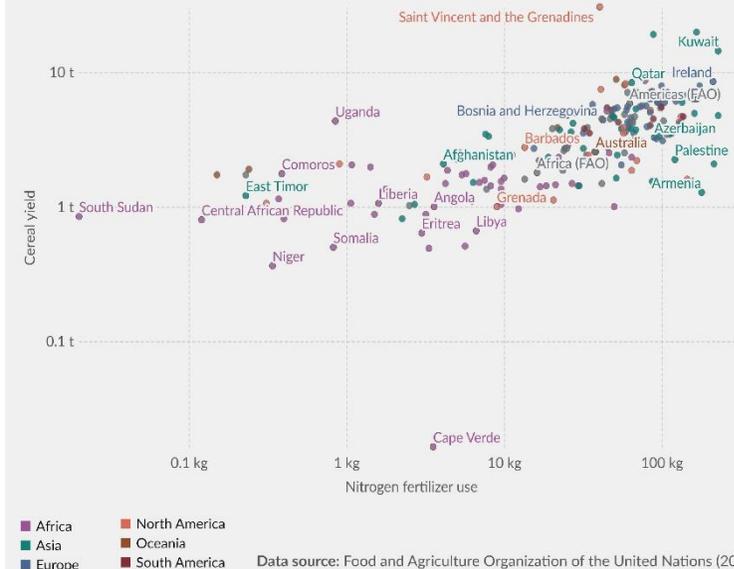
FIGURA 2 ENTRE 702 Y 828 MILLONES DE PERSONAS SE ENFRENTARON AL HAMBRE EN TODO EL MUNDO EN 2021. CONSIDERANDO EL PUNTO MEDIO DEL RANGO ESTIMADO (768 MILLONES), EN 2021 EL HAMBRE AFECTABA A 46 MILLONES DE PERSONAS MÁS QUE EN 2020 Y A UN TOTAL DE 150 MILLONES DE PERSONAS MÁS QUE EN 2019, ANTES DE LA PANDEMIA DE LA COVID-19



NOTAS: * Los valores previstos para 2021 se ilustran con líneas de puntos. Las zonas sombreadas indican los límites inferior y superior del rango estimado. FUENTE: FAO.

Cereal yield vs. fertilizer use, 2021

Yields are measured in tonnes per hectare. Fertilizer use is measured in kilograms of nitrogenous fertilizer applied per hectare of cropland.

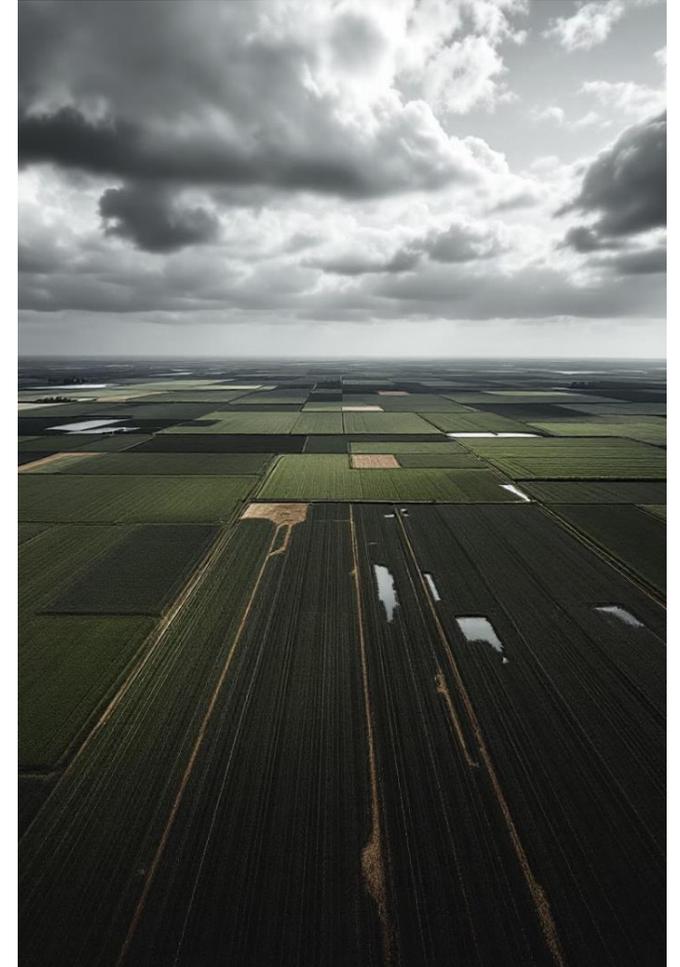


La Ineficiencia de la Fertilización Convencional, Problema Global Urgente

La fertilización convencional es costosa y poco eficiente:

Nitrógeno:

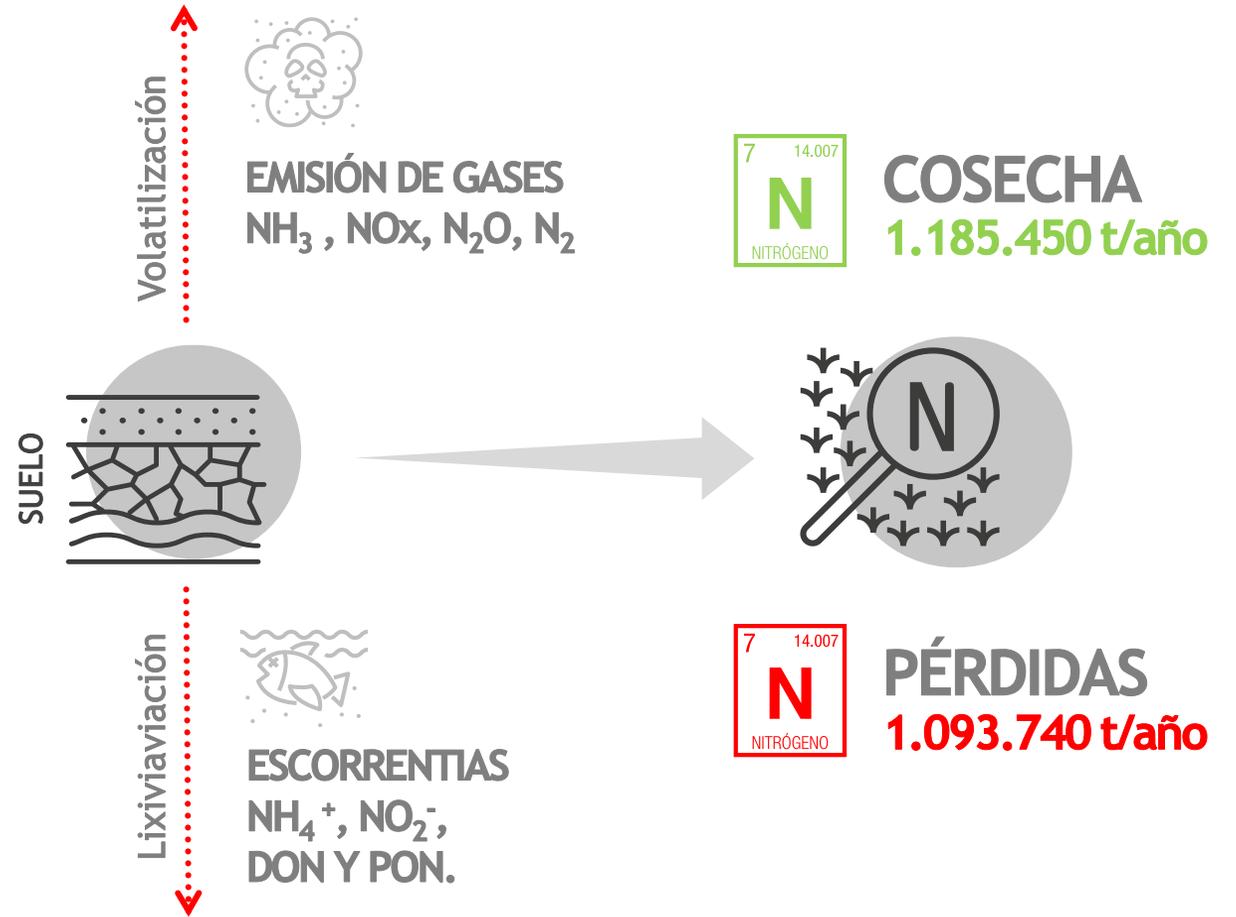
- Sólo entre el 40-60% del N aplicado es absorbido por las plantas.
- Contaminación de acuíferos (nitratos).
- Riesgo para la salud humana: enfermedades como metahemoglobinemia (“síndrome del bebé azul”) y posibles efectos cancerígenos.
- Grandes emisiones de amoníaco y GEI.
- Las **pérdidas** de nitrógeno en agricultura representan más de **100.000 millones de dólares al año a nivel global.**



ENTENDER EL NITRÓGENO: SUELOS COMO CAPITAL NATURAL CLAVE PARA EL DESARROLLO
CALCULO EFICIENCIA USO DEL NITRÓGENO EN ESPAÑA EN 2019

$$N.U.E. = \frac{\text{NITRÓGENO}}{\text{NITRÓGENO}} = 52\%$$

ENTRADAS
2.279.190 t/año



ESTRATEGIA CLAVE PARA UNA FERTILIZACIÓN EFICIENTE: SINCRONIZACIÓN

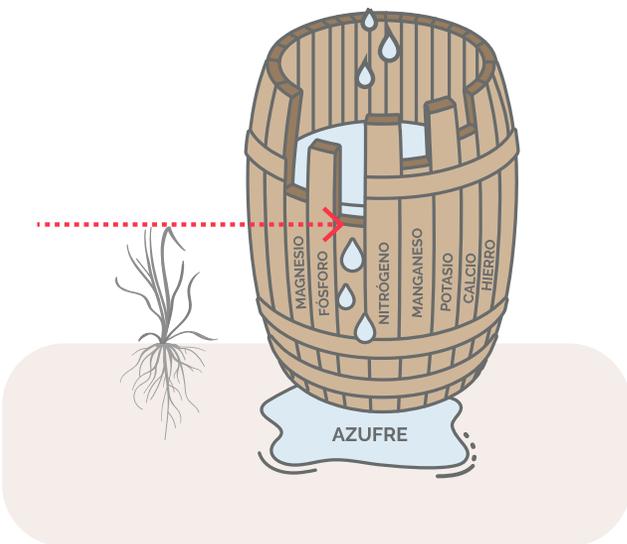
ESTRATEGIA CLAVE PARA UNA FERTILIZACIÓN EFICIENTE: SINCRONIZACIÓN

Sincronización fertilizante-suelo-cultivo

La sincronización entre la cesión de los nutrientes del suelo y la necesidad fisiológica de los cultivos es la clave de la eficiencia.

En 1986 apareció por primera vez el concepto de la necesidad de utilizar las 4 R's en el uso de los fertilizantes, y este concepto comenzó a divulgarse desde 2009 por la industria internacional de fertilizantes.

La misión fundamental del sector es proporcionar los fertilizantes correctos para la sincronización suelo-cultivo.



RELACIONES ADECUADAS



Para que un cultivo asimile 1 kg de nitrógeno, necesita 0,5 g de cobre, 1,5 g de zinc, 1,55 g de boro, 4 g de manganeso, 8 g de hierro, 68 g de azufre, 13 g de fósforo, 138 g de magnesio, 360 g de calcio y 700 g de potasio.



TIPO DE FERTILIZANTE



DOSIS DEL FERTILIZANTE



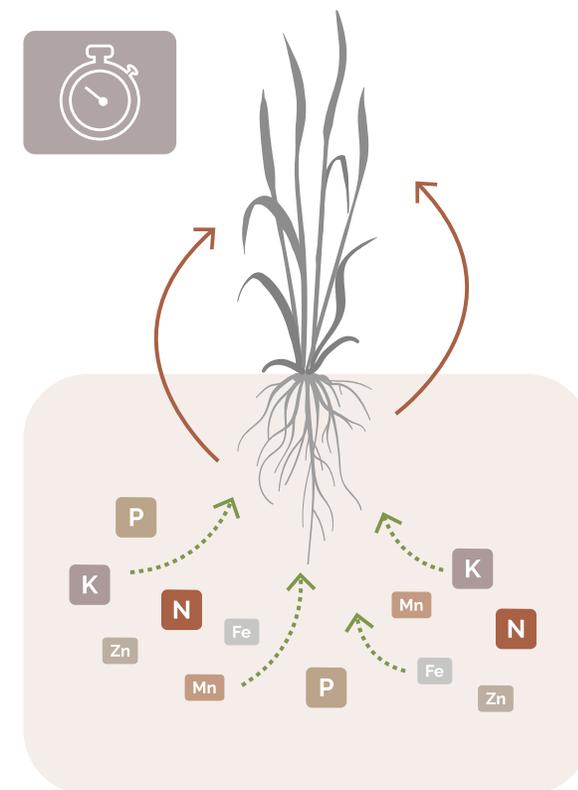
MOMENTO ADECUADO



UBICACIÓN FERTILIZANTE

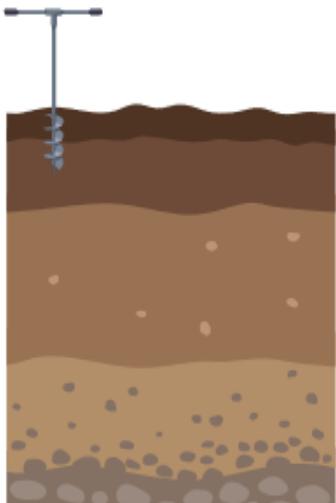
↑ N.U.E +22%

SINCRONIZAR LA CESIÓN DE LOS NUTRIENTES DESDE EL SUELO A LOS CULTIVOS EN TIEMPO Y FORMA.



Nutrición sincronizada: la importancia del suelo

Diferentes técnicas y nuevos conocimientos científicos permiten determinar la salud de los suelos como sistema vivo que cede nutrientes a los cultivos.



- Análisis físicos tradicionales, difractómetros de rayos X y laser etc., Para aumentar el conocimiento acerca de la textura de los suelos y el comportamiento de los recursos en los macro y microporos.
- Análisis elementales de suelos y nuevos conceptos de ionosfera de los suelos y estequiometría ecológica ofrecen nuevas bases científicas en cuanto a los ciclos de movilización-inmovilización de nutrientes.
- Análisis de la materia orgánica de suelos incluyendo análisis espectrofotométricos, dan lugar a nuevos conocimientos sobre la funcionalidad de la materia orgánica en los suelos.
- Análisis genómicos y transcriptómicos para conocer la riqueza biológica y permite conocer la expresión genética en cada momento en los suelos.
- Análisis metabolómicos permiten determinar las actividades de los microorganismos en suelos en función de la actividad enzimática y otros metabolitos presentes en el ecosistema.

Todos estos avances tecnológicos en técnicas analíticas, nuevos marcos conceptuales de la ecología de sistemas y la gran potencia de cálculo actual nos permite explorar nuevas propiedades de los suelos que antes permanecían ocultas.

BIOFERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN

Biofertilización: “La biofertilización se refiere a la **aplicación de insumos** que contienen **microorganismos vivos** que, cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelo, colonizan la rizosfera o el interior de la planta y **promueven el crecimiento vegetal al aumentar la oferta o disponibilidad de nutrientes.**” *FAO*

Bioestimulación: “Empleo de **productos (con o sin microorganismos)** que estimulan los procesos nutricionales de las plantas independientemente del contenido de nutrientes del producto, con el único objetivo de mejorar uno o más de los siguientes: **eficiencia del uso de nutrientes, tolerancia al estrés abiótico, características de calidad, o disponibilidad de nutrientes del suelo o rizosfera.**” *Reglamento (UE) 2019/1009*



¿Son conceptos equivalentes? →

Son categorías distintas, aunque pueden solaparse en algunos casos (por ejemplo, ciertos microorganismos pueden actuar como **biofertilizantes y bioestimulantes** a la vez).

BIOFERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN

Aspecto

| | Biofertilizantes | Bioestimulantes |
|-------------------------------------|---|--|
| ¿Qué hacen? | Aportan nutrientes o fijan/solubilizan nutrientes en el suelo | Estimulan procesos naturales de la planta (crecimiento, estrés, calidad) |
| ¿Cómo lo hacen? | A través de microorganismos (ej. bacterias fijadoras de N, solubilizadoras de P) | Con moléculas bioactivas o microorganismos que no aportan nutrientes |
| ¿Categoría Funcional aplicable? | CFP1 (fertilizantes con microorganismos) | CFP5 (bioestimulantes de plantas) |
| ¿Ejemplo típico? | <i>Rhizobium</i> para leguminosas | Extracto de algas, <i>Bacillus subtilis</i> no fijador, aminoácidos |
| ¿Regulados por el mismo reglamento? | <input checked="" type="checkbox"/> Sí – ambos bajo el Reglamento 2019/1009 | <input checked="" type="checkbox"/> Sí – pero bajo diferentes criterios técnicos |

DESAFIOS DE LA BIOFERTILIZACIÓN

Escalabilidad y Consistencia:



- Producir a gran escala y almacenar sin perder calidad.
- Variabilidad en la eficacia según condiciones ambientales, suelo, cultivo...
- Fermentación industrial genera diferencias en microorganismos.

Conocimiento y Regulación:



- Baja adopción por falta de información.
- Aproximadamente 10% de agricultores en España y 12% en Europa utilizan biofertilizantes.
- Ausencia de estándares y control facilita baja calidad.

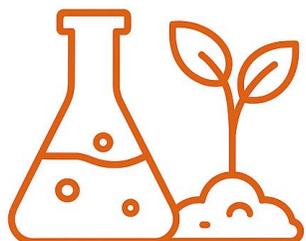
Investigación y Desarrollo:



- En Europa, la inversión en I+D es moderada, aunque varía según el país.
- Falta de adaptaciones específicas por cultivo y región.
- Desarrollo limitado de nuevas cepas debido a los desafíos técnicos y la necesidad de estudios rigurosos para garantizar eficacia y seguridad.

LEGISLACIÓN EUROPEA DE LA BIOFERTILIZACIÓN

REGULATION
(EU)
2019/1009



| Aspecto | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Normativa principal | Reglamento (UE) 2019/1009 sobre productos fertilizantes |
| Entrada en vigor | 16 de julio de 2022 |
| Categoría legal aplicable | “Producto fertilizante UE” con marcado CE |
| Incluye microorganismos? | <input checked="" type="checkbox"/> Sí (por primera vez a nivel comunitario) |
| Microorganismos autorizados | <i>Azotobacter spp.</i> , <i>Azospirillum spp.</i> , <i>Rhizobium spp.</i> , hongos micorrícicos |
| Requisitos para comercialización CE | - Identificación y recuento de microorganismos - Seguridad para salud y medio ambiente - Eficacia agronómica demostrada |
| Libre comercialización UE | <input checked="" type="checkbox"/> Sí, solo si tiene marcado CE . Si no, queda bajo regulación nacional |
| Tipos de productos incluidos | Biofertilizantes, enmiendas del suelo, bioestimulantes |
| Vigilancia y control | Evaluación por organismos notificados; control de calidad y trazabilidad |
| Exclusiones | Otros microorganismos (como <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , etc.) aún no incluidos |
| Contexto político | Parte del Pacto Verde Europeo , Estrategia “De la Granja a la Mesa” |

TECNOLOGÍA AZON

Biofertilizante/Biostimulante integral para potenciar la eficiencia de uso de nitrógeno

Bioestimulación integral: Prebiótico + Probiótico

PREBIÓTICO – Bioestimulante no microbiano

PROYECTO RETOS-COLABORACIÓN

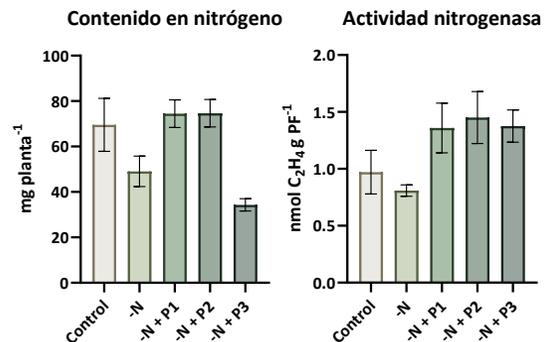
“FERTILIZANTES FOLIARES PARA POTENCIAR LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO”



N° patent: WO2019/073092
 “FOLIAR FERTILISER AND USE OF SAME”
 International submission date: October 9, 2017
 International publication date: April 18, 2019

Objetivo

- Incrementar la eficiencia nutricional de los cultivos mejorando el aprovechamiento de las unidades fertilizantes aplicadas.



PROBIÓTICO – Bioestimulante de origen microbiano

Azotobacter chroococcum

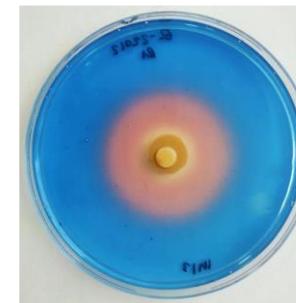
- Bacteria fijadora de nitrógeno (diazótrofa) de vida libre aislada de suelos agrícolas de España.

Caracterización funcional:

- Estimulación del crecimiento y desarrollo de los cultivos (fijación de nitrógeno, liberación de sideróforos, síntesis de fitohormonas (IAA), ...)
- Genes relacionados con procesos de colonización ambiental (tolerancia a salinidad y rangos de pH, resistencia a temperaturas, ...)



Nitrogen fixation (NF medium)



Siderophore synthesis (CAS medium)

| Trehalose metabolism | |
|--|--|
| treS | putative trehalose synthase |
| Genes involved in Na ⁺ and K ⁺ transport | |
| yrbG | putative calcium/sodium:proton antiporter |
| TC.CPA1 | Na ⁺ /H ⁺ antiporter |
| Acid expressed | |
| kdpA | potassium-transporting ATPase subunit A |
| kdpD | sensor protein KdpD |
| Alkaline expressed | |
| cvrA, nhaP2 | Control of cell volume in low-osmolarity condition |
| TC.KEF | putative cation:proton antiporter protein |
| Heat shock | |
| GRPE | heat shock protein GrpE; |
| yegD | DnaK domain protein |

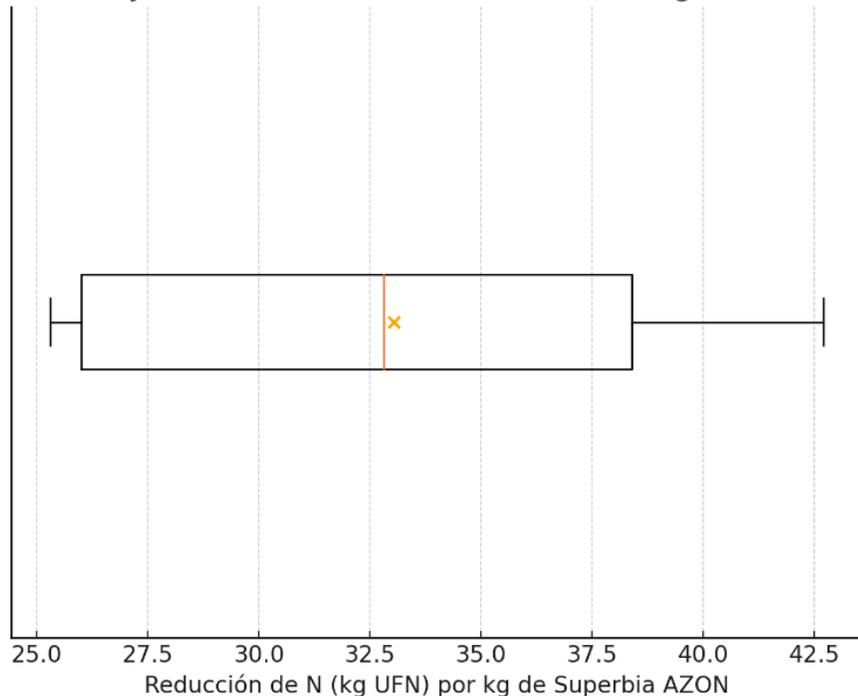
Ensayos en centros oficiales con tecnología AZON

En todos los ensayos, los tratamientos que incluyeron la reducción de nitrógeno junto con la aplicación de la tecnología AZON lograron un rendimiento igual o superior al obtenido en los tratamientos sin reducción de nitrógeno ni la tecnología AZON.



- **Superbia AZON:** En promedio, por cada kilogramo aplicado, se suplieron 33 UFN

Ensayos en centros oficiales con tecnología AZON





Juntos, cultivamos futuro.

Gracias por su atención