



## Biofertilización nitrogenada, la alternativa al empleo de los fertilizantes minerales tradicionales

El cambio de paradigma en los sistemas agrícolas regulado por Europa conducirá a la sustitución de los productos químicos, como fertilizantes y pesticidas, por productos de base biológica con escasa o nula peligrosidad para los ecosistemas agrícolas. Lo vemos en las siguientes páginas.

**Pedro A. Palazón Monreal**  
Director técnico de Ideagro

La población mundial ha crecido de manera exponencial en los últimos años, lo que ha intensificado la demanda de alimentos. Este aumento ha expuesto a los sistemas agrícolas al desafío de incrementar aún más las producciones obtenidas por unidad de superficie, teniendo en cuenta factores como la limitación cada vez más grande del uso de productos químicos en la agroindustria en Europa y factores no menos importantes como el cambio climático.

Europa está dirigiendo sus políticas agrarias a un sistema donde las emisiones de contaminantes están cada vez más restringidas, implantando políticas como el *Green Deal* o la estrategia *Farm to Fork*. Esto

significa que las políticas actuales y futuras tienen como objetivo la limitación de la aplicación de productos fertilizantes de origen mineral debido a su influencia negativa sobre el medioambiente. Este racionamiento en el uso de los fertilizantes químicos ha desembocado en una constante búsqueda de nuevos productos de origen natural que suplanen a los productos químicos en los sistemas agrícolas, sin perder de vista que los productos que vayan a suplantar a los fertilizantes químicos deben mejorar las producciones agrícolas obtenidas hasta el momento o, al menos, obtener producciones agrícolas similares.

De esta forma, el RD 999/2017 y el Reglamento Europeo 1009/2019 regulan y legislan los productos fertilizantes, clasificándolos en distintas categorías según su composición. Este

es el reglamento que permite tanto a las empresas de I+D como a aquellas productoras de suministros agrícolas registrar y comercializar sus productos bajo este marco legal.

Este cambio de paradigma en los sistemas agrícolas conducirá a la sustitución de los productos químicos, como fertilizantes y pesticidas, por productos de base biológica con escasa o nula peligrosidad para los ecosistemas agrícolas.

### BIOFERTILIZANTES O ABONOS BIOLÓGICOS

De esta manera han surgido los biofertilizantes o abonos biológicos, que están basados en microorganismos o en sustancias derivadas de estos, que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. Estos microorganismos viven de manera natural en el suelo y no son patógenos para las plantas; por el contrario, se asocian a sus raíces y promueven su crecimiento y desarrollo. Se trata de microorganismos del suelo, generalmente hongos y bacterias, que forman con la planta un tipo relación beneficiosa para ambos, que se conoce como simbiosis.



► ESTOS MICROORGANISMOS VIVEN DE MANERA NATURAL EN EL SUELO Y NO SON PATÓGENOS PARA LAS PLANTAS

Estos microorganismos pueden facilitar, de manera directa o indirecta, la disponibilidad de determinados nutrientes tales como el nitrógeno, el fósforo y el agua, además de producir sustancias similares a las fitohormonas producidas por la propia planta, que son promotoras del crecimiento vegetal. Con la intención de disminuir el uso de los

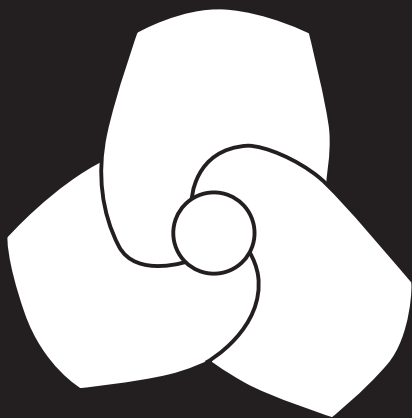
fertilizantes químicos, los microorganismos con efecto benéfico sobre las plantas tienen un potencial considerable como biofertilizantes y como agentes de biocontrol. Pueden distinguirse tres grandes grupos: fijadores de nitrógeno; hongos micorrízicos y promotores del crecimiento vegetal, entre los que encontramos bacterias y hongos. A las bacterias se les conoce como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB). Esta designación se refiere a bacterias de vida libre que se localizan muy cerca o dentro de las raíces de las plantas y que tienen un efecto benéfico sobre su crecimiento. Estas bacterias se las han encontrado en asociación con las raíces de numerosas especies de plantas, incluso han sido también reportadas en ambientes marinos (manglares).

Algunos de estos microorganismos se pueden combinar, lo que resulta en efectos sinérgicos cuando se aplican de manera conjunta. El uso de biofertilizantes origina proce-

sos rápidos, consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Su uso representa una importante alternativa para limitar el uso de abonos químicos, a la vez que reduce su negativo impacto ambiental y mejora la productividad de los cultivos. Por otro lado, los biofertilizantes pueden ser de gran utilidad en la recuperación de terrenos marginales para su aprovechamiento agrícola y forestal. Al utilizarlas como biofertilizantes, las bacterias PGPB necesitan encontrarse en un gran número en las raíces tras su inoculación. Esto es debido a que tienen que competir con las bacterias nativas de ese suelo para poder colonizar las raíces del cultivo de manera efectiva. Otra característica muy importante es que deben ser capaces de colonizar las raíces del cultivo para poder influir de manera positiva en el crecimiento de la planta y, por supuesto, resaltar que no sean patógenas para los seres humanos.

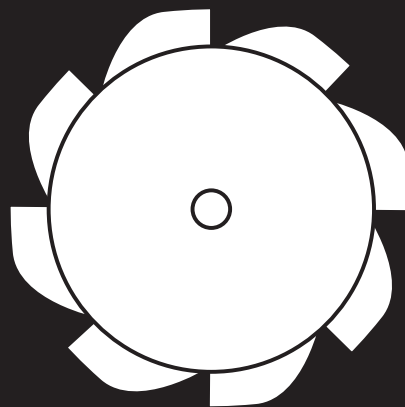
Al respecto de los mecanismos de acción de las bacterias PGPB, se sabe ►►

## BATIDORES DE PURIN



Batidores de toma de fuerza, batidores eléctricos, batidores con motor hidráulico y agitadores sumergidos. ¡Tenemos el batidor apropiado para sus necesidades individuales!

## DISTRIBUIDORES DE ENSILAJE DE HIERBA



Agratechnik Landmaschinen Ibérica S.L.  
+34 (0) 678432835  
+34 (0) 982314029

**RECK** [www.reck-agrar.com](http://www.reck-agrar.com)

MÁS  
POTENCIA

que producen la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de fósforo, la producción de compuestos quelantes de hierro y la producción de fitohormonas, que disparan respuestas y reacciones claves en el crecimiento de las plantas. Además, influyen de manera indirecta en el crecimiento de la planta al producir la síntesis de la enzima ACC desaminasa. Esta enzima está relacionada con la producción de etileno en respuesta a un estrés. Cuando la planta sufre una situación de este tipo, se produce etileno para detener el crecimiento de la planta durante ese estado. La producción de la enzima ACC está relacionada con una adaptación de la planta a situaciones de estrés. Por último y no menos importante, es que producen la inhibición del crecimiento de microorganismos fitopatógenos a través de sustancias que son liberadas en la zona de la raíz como antibióticos, sideróforos y enzimas con actividad lítica sobre la pared de muchos hongos y bacterias.

Dentro de los microorganismos promotores del crecimiento de las plantas podemos encontrar cepas de diferentes géneros como *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Burkholderia* y *Erwinia*, entre otros.

La biofertilización nitrogenada constituye una interesante alternativa al empleo de los fertilizantes minerales tradicionales en la agricultura moderna. Esto implica el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno en los sistemas agrícolas. El objetivo del uso de este tipo de biofertilizantes es disminuir los aportes nitrogenados inorgánicos para evitar que se produzca la lixiviación de nitrógeno a los cuerpos de agua, anulando de esta manera las consecuencias ambientales negativas de la fertilización química.

El nitrógeno es el elemento más abundante de la atmósfera de la tierra, que constituye el 78 % de esta. A pesar de que es el elemento mayoritario de la atmósfera, no puede ser utilizado por las plantas ni por los animales en esta forma química. El nitrógeno de la atmósfera se encuentra en lo que se ha denominado un estado inerte. La molécula de nitrógeno presenta un triple enlace que une los dos átomos de nitrógeno entre sí de manera muy fuerte y muy estable. Sin embargo, algunas bacterias pueden romper ese enlace, convirtiendo el nitrógeno en otras formas químicas, como el amonio, que sí puede ser utilizado por las plantas. Para que esto ocurra, este tipo de bacterias deben encontrar-

se formando nódulos radicales, como es el conocido caso de los rizobios. Estos de forma independiente no pueden fijar nitrógeno, sino que requieren una planta hospedante, ya que ni las plantas ni las bacterias de estos géneros pueden fijarlo de manera independiente. La otra opción está representada por bacterias de vida libre, que no forman nódulos en las raíces, pero que se encuentran en sus inmediaciones fijando nitrógeno ambiental.

En este sentido, utilizar estas bacterias fijadoras de nitrógeno como fertilizante representa una gran ventaja para los ecosistemas agrícolas. Una de las ventajas es la proximidad de estas bacterias simbiotes con las raíces de las plantas, evitando de esta manera lixiviaciones de nitrógeno con el correspondiente riesgo para el medioambiente que esto implica. Por otro lado, la energía necesaria para producir este tipo de microorganismos es mucho menor que la que se necesita para producir nitrógeno sintético como fertilizante. Diferentes estudios apuntan que utilizando bacterias fijadoras de nitrógeno como fertilizante para los cultivos podría llegar a reducir los lixiviados de nitrógeno hasta en un 50 %. Hay que tener en cuenta que la excesiva lixiviación de los fertilizantes inorgánicos ha dado lugar a la contaminación de las aguas subterráneas, ríos y lagos, lo que causa daños ecológicos y genera las zonas vulnerables a nitratos, como las que se encuentran en Murcia y Huelva.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno de los géneros *Azotobacter*, *Rhizobium* y *Azospirillum* han sido las más empleadas en agricultura como biofertilizantes. Los mecanismos mediante los que estas bacterias ejercen estos efectos son variados.

En el caso concreto de *A. brasilense*, es capaz de promover el crecimiento de las plantas a través de la secreción de fitohormonas; la más común es el ácido indolacético (AIA). *A. brasilense* produce AIA utilizando el aminoácido triptófano como precursor. El AIA, junto con varias otras fitohormonas, alteran el metabolismo y la morfología de la planta en favor de una mejor adsorción de minerales y agua. Además, se ha observado en diferentes estudios que *Azospirillum* estimula la densidad y longitud de los pelos radiculares, así como el crecimiento de raíces secundarias y la superficie radicular. Asimismo, *A. brasilense* es capaz de fijar nitrógeno

► EL USO DE BIOFERTILIZANTES ORIGINA PROCESOS RÁPIDOS, CONSUMEN POCOA ENERGÍA Y NO CONTAMINAN EL MEDIO AMBIENTE

ambiental mediante la asimilación del amonio y la actividad de la enzima nitrógenasa. La intensidad de estos efectos sobre la raíz depende de la especie vegetal y del cultivar empleado y, sobre todo, de la concentración de *Azospirillum* en el medio.

La importante capacidad de *Azospirillum* para fijar nitrógeno es particularmente interesante dentro de una agricultura ecológica, pero, sobre todo, para permitir el desarrollo de cultivos en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos. En dichas zonas se ha reducido considerablemente los aportes de fertilizantes nitrogenados, con lo cual la única manera de realizar un aporte de nitrógeno al cultivo es inoculando bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azospirillum*. Además, es también recomendable su uso en aquellos suelos pobres, con una actividad microbiana escasa o nula. En suelos donde la actividad microbiana es baja y el aporte de materia orgánica es alto, es aconsejable aplicar microorganismos que mineralicen dicha materia orgánica, mejorando de esta forma la calidad y la fertilidad del suelo.

Por otro lado, el fósforo es uno de los nutrientes esenciales para las plantas junto con el nitrógeno, ya que forma parte del metabolismo del carbono, la generación y transferencia de energía, la activación de enzimas, la formación de membranas y la fijación de nitrógeno. Además, se incluye en las moléculas biológicas clave, como el ATP, ADN y fosfolípidos. La deficiencia de fósforo es un factor limitante importante para el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, que afecta aproximadamente al 50 % de todos los ecosistemas ►►



# BLUE STAR

## Fertilizantes bioestimulantes **del futuro**



Pradera



Maíz



Cereales



Cultivos  
hortícolas



Cultivos  
leñosos

Bueno para el suelo  
Bueno para los cultivos  
Bueno para tu bolsillo

Incrementa  
la microbiota  
del suelo



Reduce la  
lixiviación



Aumenta la  
disponibilidad  
de nitrógeno



Facilita la  
absorción de  
nutrientes por  
la planta



Optimiza la  
fertilización  
y sus costes



¡Adelántate en el **cumplimiento de las medidas medioambientales**,  
huella de carbono y sostenibilidad necesarias para las **ayudas de la PAC!**



agrícolas del mundo, lo que ha originado un enorme aumento del uso de fertilizantes fosforados. La alta demanda de fósforo en los sistemas agrícolas ha puesto en duda la sostenibilidad de su extracción para la producción de fertilizantes. Los fertilizantes fosfatados a menudo conducen a la adición de un gran exceso de fósforo en los suelos agrícolas. Desafortunadamente, más del 80 % de los fertilizantes fosfatados aplicados al suelo se pierde por procesos de adsorción y fijación o se transforma en formas orgánicas, que representan del 40 al 80 % del fósforo total del suelo, siendo los fitatos la forma más común. Por lo tanto, su disponibilidad para las plantas es limitada (alrededor del 0,1 % del P total).

De esta forma, una de las posibilidades a la hora de satisfacer las necesidades de fósforo del cultivo es utilizar microorganismos que provean de este nutriente a la planta y que mineralicen los aportes de fósforo orgánico, como los fitatos que no pueden ser utilizados por la planta. En el caso de las bacterias solubilizadas de fósforo, encontramos diversas especies, entre ellas destaca *Pseudomonas putida*. Una de las principales características de este microorganismo es la de la solubilizar fosfatos. Estos microorganismos pondrían a disposición de la planta la fracción de fósforo que se encuentra en el suelo, pero que no está disponible para la planta. El mecanismo por el cual esto ocurre es a través de la producción de una enzima que libera los grupos fosfatos que se localizan presentes en la materia orgánica del suelo, mineralizando de esta manera fósforo que se encuentra allí retenido. Además, presentan un efecto antagonista contra diferentes patógenos de las plantas como *Fusarium* y *Pythium*. Probablemente el efecto fungicida de *Pseudomonas* se deba a que producen sideróforos, que son proteínas que secuestran el hierro del medio, restringiendo de esta forma el crecimiento de diversas especies fúngicas. Este efecto sobre el crecimiento fungico es muy interesante cuando hablamos de micotoxinas. Las micotoxinas son toxinas producidas por hongos, que afectan principalmente a los granos. Se estima que el 25 % de las cosechas a nivel mundial se pierde debido a los hongos y sus micotoxinas,

lo que genera enormes pérdidas agrícolas e industriales de miles de millones de euros.



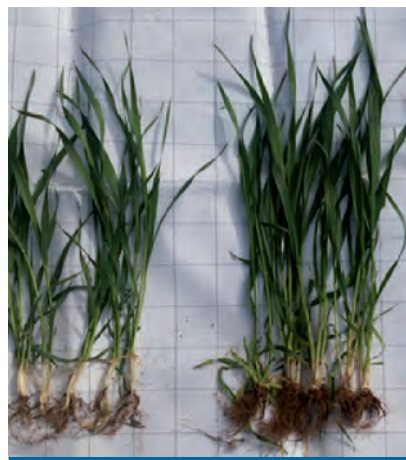
Ensayo *in vitro* de inhibición del crecimiento de los hongos productores de micotoxinas *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* por *Pseudomonas putida*

Algunos de ellos, como la aflatoxina causada por *Aspergillus*, han demostrado ser peligrosos tanto para humanos como para animales, con lo cual es muy recomendable el uso de microorganismos como *Pseudomonas putida* que presentan un efecto fertilizante en el cultivo debido a la mineralización del fósforo orgánico y al efecto de control de hongos de suelo productores de micotoxinas a través de la producción de sideróforos.



Ensayos en forraje llevados a cabo por Ideagro en Córdoba en el año 2017, realizados con una aplicación conjunta de dos microorganismos *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas putida* con una concentración de  $1 \times 10^8$  ufc por gramo de producto aplicado (izq., parcela tratada; dcha., parcela convencional)

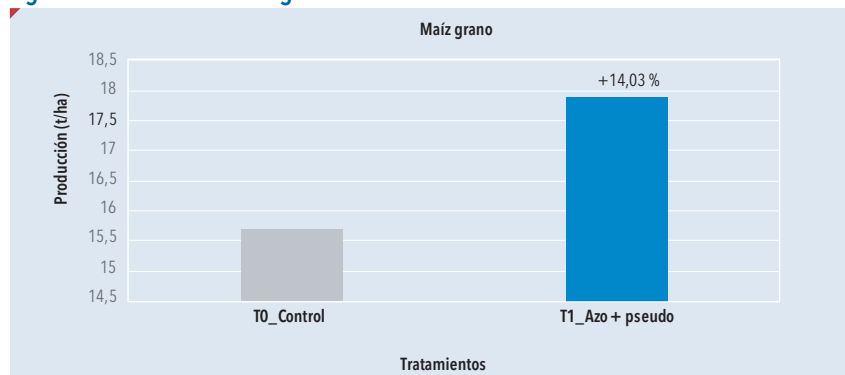
► SE ESTIMA QUE EL 25 % DE LAS COSECHAS A NIVEL MUNDIAL SE PIERDE DEBIDO A LOS HONGOS Y SUS MICOTOXINAS



Diferencia en el desarrollo radicular y vegetativo mediante la aplicación conjunta de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas putida* con una concentración de  $1 \times 10^8$  ufc en trigo (izq., convencional; dcha., tratado)

Se observó que la aplicación del producto al suelo producía un incremento en diversos elementos, como el contenido de nitrógeno, fósforo, hierro, manganeso, calcio y magnesio. Además, en cultivos extensivos como maíz se detectó un incremento de la producción de grano de un 14 % (figura 1). ►►

Figura 1. Producción de maíz grano



42 INTERNATIONAL FAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY  
FERIA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

# FIMA

26-30 ABRIL / APRIL

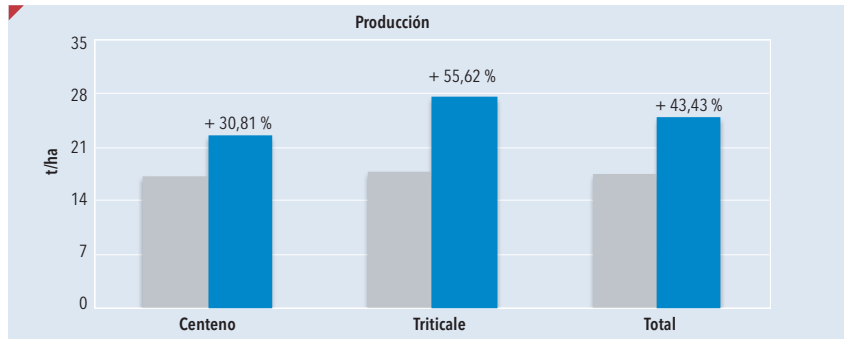
2022

ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

WWW.FIMA-AGRICOLA.ES



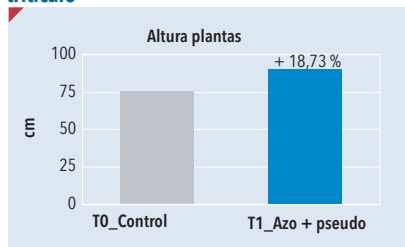
**Figura 2. Efecto de la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre la producción de centeno y triticale y la producción total (centeno, avena y triticale)**



Con respecto a la producción de forrajes con cultivos como la avena, el centeno y el triticale, la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* aumentó la producción en un 43 % con respecto al tratamiento convencional. Cuando se contabilizó la producción de triticale por separado esta se había incrementado en un 55 %, mientras que la de centeno lo hizo en un 31 % (figura 2).

El efecto observado sobre la producción de forraje se debió probablemente a un crecimiento de la altura de las plantas de un 19 % con respecto al tratamiento control donde no se habían aplicado los microorganismos (figura 3).

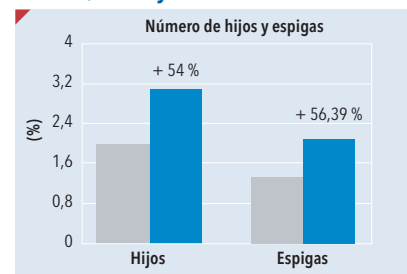
**Figura 3. Efecto de la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre la altura de las plantas de centeno, avena y triticale**



También se observó un incremento del ahijado en un 54 % y de un 56 % del número de espigas con

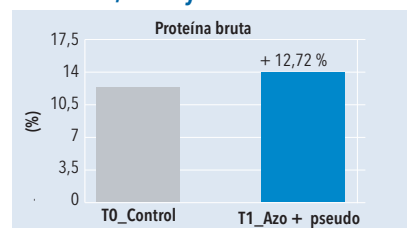
respecto al tratamiento convencional sin microorganismos (figura 4).

**Figura 4. Efecto de la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre el número de hijos y espigas en plantas de centeno, avena y triticale**

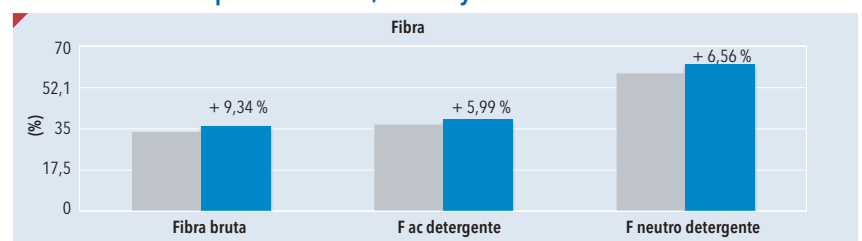


Con respecto a la calidad del forraje obtenido, la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) produjo un aumento del 14 % de la proteína bruta con respecto al tratamiento control (figura 5).

**Figura 5. Efecto de la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre el porcentaje de proteína bruta en plantas de centeno, avena y triticale**



**Figura 6. Efecto de la aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre el contenido de fibra en plantas de avena, centeno y triticale**



► LA IMPORTANTE CAPACIDAD DE *AZOSPIRILLUM* PARA FIJAR NITRÓGENO ES PARTICULARMENTE INTERESANTE [...] PARA PERMITIR EL DESARROLLO DE CULTIVOS EN ZONAS VULNERABLES A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS

Finalmente, se advirtió también un incremento en el contenido de fibra (figura 6).

## CONCLUSIONES

Ha sido ampliamente demostrado que los microorganismos del suelo interactúan con las raíces de las plantas y constituyentes del suelo en la interfase raíz-suelo. Este gran conjunto de interacciones entre suelo, raíces y microorganismos da lugar al desarrollo de un ambiente dinámico conocido como rizosfera, donde una variedad de formas microbianas pueden desarrollarse activamente y en equilibrio. Mediante el uso de biofertilizantes, el conjunto de aspectos y mejoras conseguidos se traduce en una planta/cultivo más sana, con mayor aporte nutritivo y se logra, además, una mayor resistencia a enfermedades y mayores rendimientos productivos.

Los biofertilizantes representan una nueva vía de trabajo en pro de una agricultura más sostenible y eficiente, claramente beneficiosa para la sociedad y para los productores agrícolas. Se trata de una tecnología limpia, alineada con principios de la agricultura sustentable y que pretende hacer frente al aumento abusivo de la utilización de pesticidas y fertilizantes en estos últimos tiempos, al cumplimiento de los ODS (Objetivos Desarrollo Sostenible) y el resto de las políticas agroambientales, así como una herramienta eficaz y segura para responder ante la falta de disponibilidad de fertilizantes de origen mineral actual. ■

# GRUPO AGROAMB

SENTIDO DEL RECICLAJE

## VENTAJAS

- ✓ Mejoran la estructura del suelo, drenaje, retención de agua y aireación, proporcionando un mejor ambiente de enraizamiento de las plantas.
- ✓ Poseen cualidades de liberación de nutrientes lenta. El material continúa su descomposición dentro del suelo, reduciendo la cantidad de nitrógeno y fosfato que puede originarse con los fertilizantes químicos.
- ✓ Mejoran la capacidad de trabajo de los suelos, especialmente arcillosos pesados.
- ✓ Mejoran la retención de agua en los suelos ligeros.
- ✓ Mejoran la resistencia a la compactación del suelo y a la erosión.
- ✓ Reducen la necesidad de fertilizantes artificiales.
- ✓ Regulan el pH del suelo, al aportar cal.

## PRODUCTOS FERTILIZANTES

Su contenido en materia orgánica, nitrógeno y fósforo los hacen especialmente atractivos para la elaboración de fertilizante en el sector agroforestal. Entre sus variadas ventajas hay que destacar que mejoran la estructura del suelo, su grado de porosidad y la capacidad de retención de agua debido fundamentalmente al aporte de materia orgánica. Además, le proporciona al suelo nitrógeno, fósforo y potasio de liberación lenta, y, al aportar cal, permite regular el pH del suelo. AGROAMB tiene inscritos los diferentes productos fertilizantes que elabora en el Registro de Productos Fertilizantes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

### FERTILIZANTES AUTORIZADOS

| CÓDIGO        | TIPO                                                 | NOMBRE COMERCIAL                 |
|---------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| F0001757/2022 | Fertilizante orgánico NPK de origen animal y vegetal | AGROTHAME ORGANITE START         |
| F0001894/2022 | Enmienda orgánica compost                            | AGROTHAME ORGANITE COMPOST       |
| F0001895/2022 | Enmienda orgánica compost                            | AGROTHAME ORGANITE COMPOST START |
| F0001896/2022 | Enmienda orgánica húmica                             | AGROTHAME ORGANITE HUMICO START  |
| F0001897/2022 | Enmienda orgánica húmica                             | AGROTHAME ORGANITE HUMICO        |
| F0001919/2023 | Fertilizante órgano-mineral nitrogenado líquido      | AGROTHAME ORGANITE N-LIQ         |
| F0001925/2023 | Fertilizante órgano-mineral NK líquido               | AGROTHAME ORGANITE PURINE        |
| F0001926/2023 | Fertilizante órgano-mineral NP líquido               | AGROTHAME ORGANITE LIQUID        |
| F0001980/2023 | Enmienda orgánica húmica                             | AGROTHAME ORGANITE HUMICO ZEN    |
| F0002420/2025 | Fertilizante órgano-mineral NPK                      | AGROTHAME ORGANITE AGRO          |
| F0002421/2025 | Fertilizante órgano-mineral NPK                      | AGROTHAME ORGANITE SULFAGRO      |
| F0002422/2025 | Enmienda orgánica húmica                             | AGROTHAME ORGANITE HUMOST        |



AGROAMB

Ponte de Outeiro, 10 | 27256 Castro de Rei (Lugo)

Teléfono (+34) 982 231 365 | Fax (+34) 982 240 534

E-mail [agroamb@agroamb.com](mailto:agroamb@agroamb.com) | Web [www.agroamb.com](http://www.agroamb.com)