



## Biofertilización nitroxenada, a alternativa ao emprego dos fertilizantes minerais tradicionais

O cambio de paradigma nos sistemas agrícolas regulado por Europa conducirá á substitución dos produtos químicos, como fertilizantes e pesticidas, por produtos de base biolóxica con escaso ou nulo perigo para os ecosistemas agrícolas. Vémoslo nas seguintes páxinas.

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

A poboación mundial medrou de maneira exponencial nos últimos anos, o que intensificou a demanda de alimentos. Este aumento levou os sistemas agrícolas ao desafío de incrementar aínda máis as producións obtidas por unidade de superficie, tendo en conta factores como a limitación cada vez máis grande do uso de produtos químicos na agroindustria en Europa e factores non menos importantes coma o cambio climático.

Europa está a dirixir as súas políticas agrarias a un sistema onde as emisións de contaminantes están cada vez máis restrinxidas, implantando políticas como o *Green Deal* ou a estratexia *Farm to Fork*. Isto signi-

fica que as políticas actuais e futuras teñen como obxectivo a limitación da aplicación de produtos fertilizantes de orixe mineral debido á súa influencia negativa sobre o medioambiente. Este racionamento no uso dos fertilizantes químicos desembocou nunha constante procura de novos produtos de orixe natural para suplantar os produtos químicos nos sistemas agrícolas, sen perder de vista que os produtos que vaian substituír estes deben mellorar as producións agrícolas obtidas ata o momento ou, polo menos, obter producións agrícolas similares.

Desta forma, o RD 999/2017 e o Regulamento Europeo 1009/2019 regulan e lexislan os produtos fertilizantes, clasificándoos en distintas categorías segundo a súa composición. Este é o regulamento que lles permite tanto ás empresas de I+D

coma a aquelas produtoras de subministracións agrícolas rexistrar e comercializar os seus produtos baixo este marco legal.

Este cambio de paradigma nos sistemas agrícolas conducirá á substitución dos produtos químicos, como fertilizantes e pesticidas, por produtos de base biolóxica con escaso ou nulo perigo para os ecosistemas agrícolas.

### BIOFERTILIZANTES OU FERTILIZANTES BIOLÓXICOS

Desta maneira xurdiron os biofertilizantes ou fertilizantes biolóxicos, que están baseados en microorganismos ou en substancias derivadas destes, que promoven e benefician a nutrición e o crecemento das plantas. Estes microorganismos viven de maneira natural no chan e non son patóxenos para as plantas; pola contra, asóciase ás súas raíces e promoven o seu crecemento e desenvolvemento. Trátase de microorganismos do chan, xeralmente fungos e bacterias, que forman coa planta un tipo relación beneficiosa para ambos, que se coñece como simbiose.



► ESTES MICROORGANISMOS VIVEN DE MANEIRA NATURAL NO CHAN E NON SON PATÓXENOS PARA AS PLANTAS

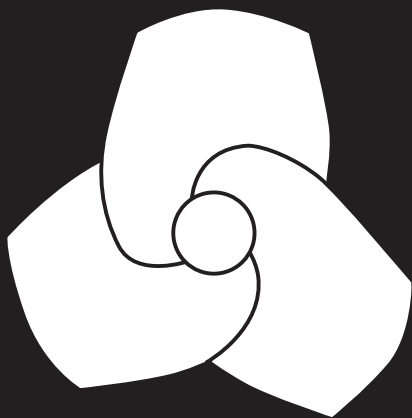
fósforo e a auga, ademais de producir substancias similares ás fitohormonas producidas pola propia planta, que son promotoras do crecemento vexetal. Coa intención de diminuír o uso dos fertilizantes químicos, os microorganismos con efecto benéfico sobre as plantas teñen un potencial considerable como biofertilizantes e como axentes de biocontrol. Poden distinguirse tres grandes grupos: fixadores de nitróxeno; fungos micorrízicos e promotores do crecemento vexetal, entre os que atopamos bacterias e fungos. Ás bacterias coñéceselles como bacterias promotoras do crecemento vexetal (PGPB). Esta designación refírese a bacterias de vida libre que se localizan moi preto ou dentro das raíces das plantas e que teñen un efecto benéfico sobre o seu crecemento. Estas bacterias foron atopadas en asociación coas raíces de numerosas especies de plantas, mesmo foron tamén reportadas en ambientes mariños (manglares).

Algúns destes microorganismos pódense combinar, o que resulta en

efectos sinérxicos cando se aplican de maneira conxunta. O uso de biofertilizantes orixina procesos rápidos, consomen pouca enerxía e non contaminan o medio ambiente. O seu uso representa unha importante alternativa para limitar o uso de fertilizantes químicos, á vez que reduce o seu negativo impacto ambiental e mellora a produtividade dos cultivos. Así mesmo, os biofertilizantes poden ser de grande utilidade na recuperación de terreos marxinais para o seu aproveitamento agrícola e forestal. Ao utilizalas como biofertilizantes, as bacterias PGPB necesitan localizarse nun gran número nas raíces tras a súa inoculación. Isto é debido a que teñen que competir coas bacterias nativas dese chan para poder colonizar as raíces do cultivo de maneira efectiva. Outra característica moi importante é que deben ser capaces de colonizar as raíces do cultivo para poder influír de maneira positiva no crecemento da planta e, por suposto, resaltar que non sexan patóxenas para os seres humanos.

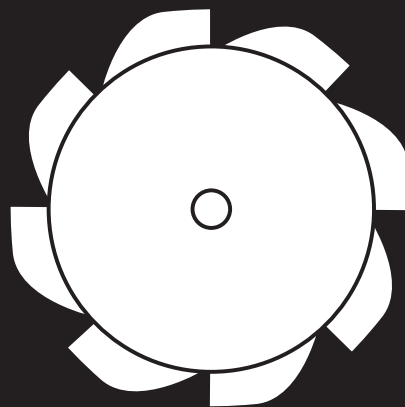
Estes microorganismos poden facilitar, de maneira directa ou indirecta, a dispoñibilidade de determinados nutrientes, tales como o nitróxeno, o

## 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

Respecto dos mecanismos de acción das bacterias PGPB, sábese que ▶ producen a fixación biolóxica de nitróxeno, a solubilización de fósforo, a produción de compostos quelantes de ferro e a produción de fitohormonas, que disparan respostas e reaccións clave no crecemento das plantas. Ademais, inflúen de maneira indirecta no crecemento da planta ao producir a síntese da encima ACC desaminasa. Esta encima está relacionada coa produción de etileno en resposta a un estrés. Cando a planta sofre unha situación deste tipo, prodúcese etileno para deter o crecemento da planta durante ese estado. A produción da encima ACC está relacionada cunha adaptación da planta a situacións de estrés. Por último e non menos importante, é que producen a inhibición do crecemento de microorganismos fitopatóxenos a través de substancias que son liberadas na zona da raíz como antibióticos, sideróforos e encimas con actividade lítica sobre a parede de moitos fungos e bacterias.

Dentro dos microorganismos promotores do crecemento das plantas podemos atopar cepas de diferentes xéneros como *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Burkholderia* e *Ervwinia*, entre outros.

A biofertilización nitroxenada constitúe unha interesante alternativa ao emprego dos fertilizantes minerais tradicionais na agricultura moderna. Isto implica o uso de bacterias fixadoras de nitróxeno nos sistemas agrícolas. O obxectivo do uso deste tipo de biofertilizantes é diminuír as achegas nitroxenadas inorgánicas para evitar que se produza a lixiviación de nitróxeno aos corpos de auga, anulando desta maneira as consecuencias ambientais negativas da fertilización química.

O nitróxeno é o elemento máis abundante da atmosfera da terra, que constitúe o 78 % desta. A pesar de que é o elemento maioritario da atmosfera, non pode ser utilizado polas plantas nin polos animais nesta forma química. O nitróxeno da atmosfera atópase no que se denominou un estado inerte. A molécula de nitróxeno presenta unha tripla ligazón que une os dous átomos de nitróxeno entre si de maneira moi forte e moi estable. Con todo, algunhas bacterias poden romper esa ligazón, convertendo o nitróxeno noutras formas químicas, coma o amonio, que si pode ser utilizado polas plantas. Para que isto ocorra, este tipo de bacterias deben atoparse formando nódulos radicais,

como é o coñecido caso dos rizobios. Estes de forma independente non poden fixar nitróxeno, senón que requiren unha planta hospedante, xa que nin as plantas nin as bacterias destes xéneros poden fixalo de maneira independente. A outra opción está representada por bacterias de vida libre, que non forman nódulos nas raíces, pero que se atopan nas súas inmediacións fixando nitróxeno ambiental.

Neste sentido, utilizar estas bacterias fixadoras de nitróxeno como fertilizante representa unha gran vantaxe para os ecosistemas agrícolas. Unha delas é a proximidade destas bacterias simbiotes coas raíces das plantas, evitando desta maneira lixiviacións de nitróxeno co correspondente risco para o medio ambiente que isto implica. Doutra banda, a enerxía necesaria para producir este tipo de microorganismos é moito menor que a que se necesita para producir nitróxeno sintético como fertilizante. Diferentes estudos apuntan que, utilizando bacterias fixadoras de nitróxeno como fertilizante para os cultivos, podería chegar a reducir os lixiviados de nitróxeno ata nun 50 %. Hai que ter en conta que a excesiva lixiviación dos fertilizantes inorgánicos deu lugar á contaminación das augas subterráneas, ríos e lagos, o que causa danos ecolóxicos e xera as zonas vulnerables a nitratos, como as que se atopan en Murcia e Huelva.

As bacterias fixadoras de nitróxeno dos xéneros *Azotobacter*, *Rhizobium* e *Azospirillum* foron as máis empregadas en agricultura como biofertilizantes. Os mecanismos mediante os que estas bacterias exercen estes efectos son variados.

No caso concreto de *A. brasilense*, é capaz de promover o crecemento das plantas a través da secreción de fitohormonas; a máis común é o ácido indolacético (AIA). *A. brasilense* produce AIA utilizando o aminoácido triptófano como precursor. O AIA, xunto con varias outras fitohormonas, alteran o metabolismo e a morfoloxía da planta en favor dunha mellor absorción de minerais e auga. Ademais, observouse en diferentes estudos que *Azospirillum* estimula a densidade e lonxitude dos pelos radiculares, así como o crecemento de raíces secundarias e a superficie radicular. Así mesmo, *A. brasilense* é capaz de fixar nitróxeno ambiental mediante a asimilación do amonio e a actividade da encima nitroxenasa. A intensidade destes

▶ O USO DE BIOFERTILIZANTES ORIXINA PROCESOS RÁPIDOS, CONSOMEN POUCA ENERXÍA E NON CONTAMINAN O MEDIO AMBIENTE

efectos sobre a raíz depende da especie vexetal e do cultivar empregado e, sobre todo, da concentración de *Azospirillum* no medio.

A importante capacidade de *Azospirillum* para fixar nitróxeno é particularmente interesante dentro dunha agricultura ecolóxica, pero, sobre todo, para permitir o desenvolvemento de cultivos en zonas vulnerables á contaminación por nitratos. Nas devanditas zonas reduciuse considerablemente as achegas de fertilizantes nitroxenados, co cal a única maneira de realizar unha achega de nitróxeno ao cultivo é inoculando bacterias fixadoras de nitróxeno como *Azospirillum*. Ademais, é tamén recomendable o seu uso naqueles chans pobres, cunha actividade microbiana escasa ou nula. En chans onde a actividade microbiana é baixa e a achega de materia orgánica é alta, é aconsellable aplicar microorganismos que mineralicen a devandita materia orgánica, mellorando desta forma a calidade e a fertilidade do chan.

Ademais, o fósforo é un dos nutrientes esenciais para as plantas xunto co nitróxeno, xa que forma parte do metabolismo do carbono, a xeración e transferencia de enerxía, a activación de encimas, a formación de membranas e a fixación de nitróxeno. Ademais, inclúese nas moléculas biolóxicas clave, como o ATP, ADN e fosfolípidos. A deficiencia de fósforo é un factor limitante importante para o crecemento e o rendemento dos culti-



# 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!**



vos, que afecta aproximadamente ao 50 % de todos os ecosistemas agrícolas do mundo, o que orixinou un enorme aumento do uso de fertilizantes fosforados. A alta demanda de fósforo nos sistemas agrícolas puxo en dúbida a sustentabilidade da súa extracción para a produción de fertilizantes. Os fertilizantes fosfatados a miúdo conducen á adición dun grande exceso de fósforo nos chans agrícolas. Desafortunadamente, máis do 80 % dos fertilizantes fosfatados aplicados ao chan pérdese por procesos de absorción e fixación ou transfórmase en formas orgánicas, que representan do 40 ao 80 % do fósforo total do chan, sendo os fitatos a forma máis común. Por tanto, a súa dispoñibilidade para as plantas é limitada (ao redor do 0,1 % do P total).

Desta forma, unha das posibilidades á hora de satisfacer as necesidades de fósforo do cultivo é utilizar microorganismos que proveñan deste nutriente á planta e que mineralicen as achegas de fósforo orgánico, como os fitatos que non poden ser utilizados pola planta. No caso das bacterias solubilizadas de fósforo, atopamos diversas especies, entre elas destaca *Pseudomonas putida*. Unha das principais características deste microorganismo é a da solubilizar fosfatos. Estes microorganismos porían a disposición da planta a fracción de fósforo que se atopa no chan, pero que non está dispoñible para a planta. O mecanismo polo cal isto ocorre é a través da produción dunha encima que libera os grupos fosfatos que se localizan presentes na materia orgánica do chan, mineralizando desta maneira fósforo que se atopa alí retido. Ademais, presentan un efecto antagonista contra diferentes patóxenos das plantas como *Fusarium* e *Pythium*. Probablemente o efecto funxida de *Pseudomonas* se deba a que producen sideróforos, que son proteínas que secuestran o ferro do medio, restrinxindo desta forma o crecemento de diversas especies fúncicas. Este efecto sobre o crecemento funxico é moi interesante cando falamos de micotoxinas. As micotoxinas son toxinas producidas por fungos, que afectan principalmente aos grans. Estímase que o 25 % das colleitas a nivel mundial se perde debido aos fungos e ás súas micotoxinas, o que xera

enormes perdas agrícolas e industriais de miles de millóns de euros.



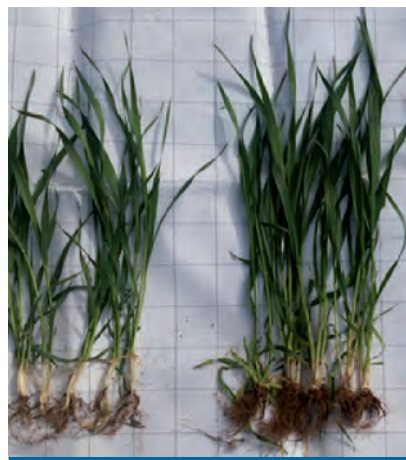
Ensaio in vitro de inhibición do crecemento dos fungos produtores de micotoxinas *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* por *Pseudomonas putida*

Algúns deles, como a aflatoxina causada por *Aspergillus*, demostraron ser perigosos tanto para humanos coma para animais, co cal é moi recomendable o uso de microorganismos como *Pseudomonas putida* que presentan un efecto fertilizante no cultivo, debido á mineralización do fósforo orgánico e ao efecto de control de fungos de chan produtores de micotoxinas a través da produción de sideróforos.



Ensaio en forraje levados a cabo por Ideagro en Córdoba no ano 2017, realizados cunha aplicación conxunta de dous microorganismos *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas putida* cunha concentración de  $1 \times 10^7$  ufc por gramo de produto aplicado (esq., parcela tratada; dta., parcela convencional)

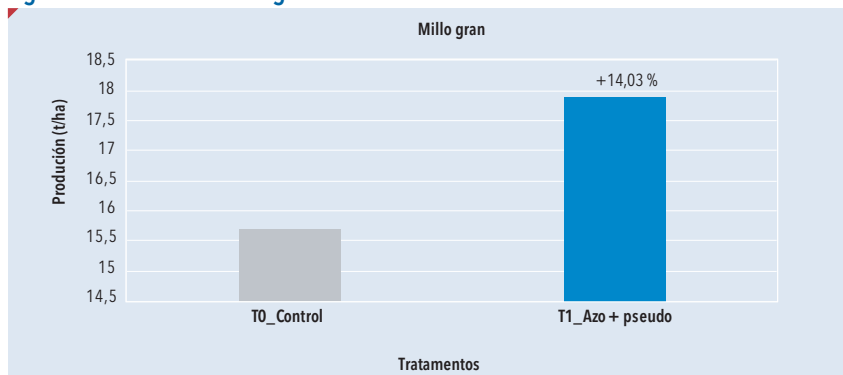
► ESTÍMASE QUE O 25 % DAS COLLEITAS A NIVEL MUNDIAL SE PERDE DEBIDO AOS FUNGOS E ÁS SÚAS MICOTOXINAS



Diferenza no desenvolvemento radicular e vexetativo mediante a aplicación conxunta de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas putida* cunha concentración de  $1 \times 10^7$  en trigo (esq., convencional; dta., tratado)

Observouse que a aplicación do produto ao chan producía un incremento en diversos elementos, coma o contido de nitróxeno, fósforo, ferro, manganeso, calcio e magnesio. Ademais, en cultivos extensivos como millo detectouse un incremento da produción de gran dun 14 % (figura 1). ►►

Figura 1. Producción de millo gran



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

# FIMA

26-30 ABRIL / APRIL

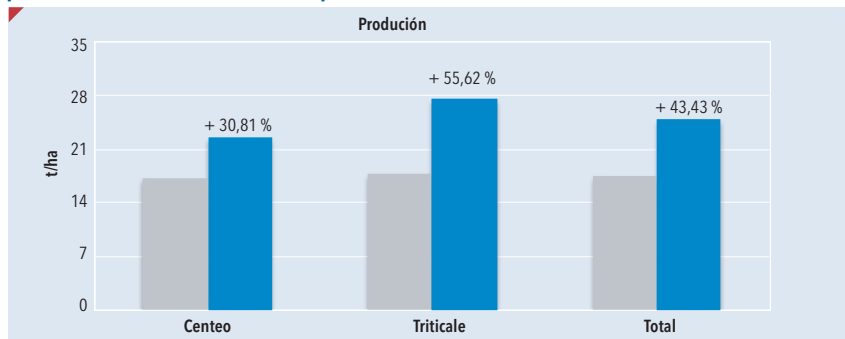
2022

ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

WWW.FIMA-AGRICOLA.ES



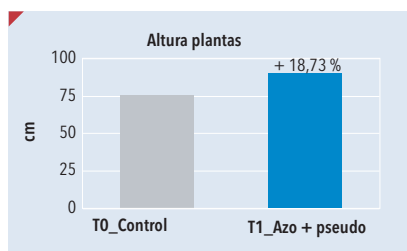
**Figura 2. Efecto da aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre a produción de centeo e tritcale e a produción total (centeo, aveia e tritcale)**



Con respecto á produción de forraxes con cultivos como a aveia, o centeo e o tritcale, a aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* aumentou a produción nun 43 % con respecto ao tratamento convencional. Cando se contabilizou a produción de tritcale por separado, esta incrementouse nun 55 %, mentres que a de centeo o fixo nun 31 % (figura 2).

O efecto observado sobre a produción de forraxe debeuse probablemente a un crecemento da altura das plantas dun 19 % con respecto ao tratamento control onde non se aplicaron os microorganismos (figura 3).

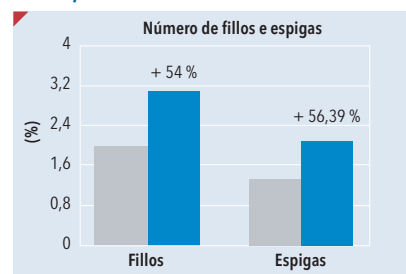
**Figura 3. Efecto da aplicación *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre a altura das plantas de centeo, aveia e tritcale**



Tamén se observou un incremento do afillado nun 54 % e dun 56 % do número de espigas con respecto

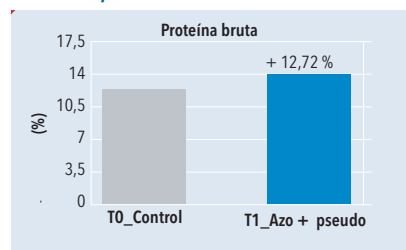
ao tratamento convencional sen microorganismos (figura 4).

**Figura 4. Efecto da aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre o número de fillos e espigas en plantas de centeo, aveia e tritcale**

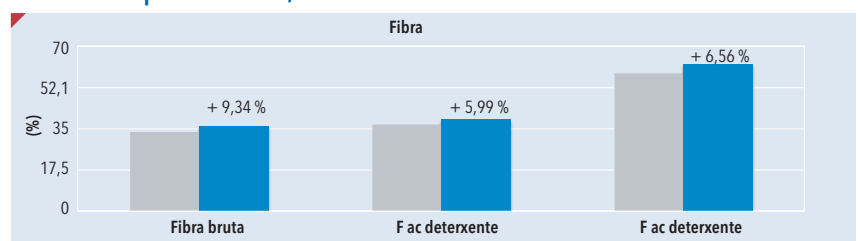


Con respecto á calidade da forraxe obtida, a aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) produciu un aumento do 14 % da proteína bruta con respecto ao tratamento control (figura 5).

**Figura 5. Efecto da aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre a porcentaxe de proteína bruta en plantas de centeo, aveia e tritcale**



**Figura 6. Efecto da aplicación de *Azospirillum* + *Pseudomonas* (Azos+Pseudo) sobre o contido de fibra en plantas de aveia, centeo e tritcale**



▶ A IMPORTANTE CAPACIDADE DE *AZOSPIRILLUM* PARA FIXAR NITRÓXENO É PARTICULARMENTE INTERESANTE [...] PARA PERMITIR O DESENVOLVEMENTO DE CULTIVOS EN ZONAS VULNERABLES Á CONTAMINACIÓN POR NITRATOS

Finalmente, advertiuse tamén un incremento no contido de fibra (figura 6).

## CONCLUSIÓN

Foi amplamente demostrado que os microorganismos do chan interactúan coas raíces das plantas e constituíntes do chan na interfase raíz-chan. Este gran conxunto de interaccións entre chan, raíces e microorganismos dá lugar ao desenvolvemento dun ambiente dinámico coñecido como rizosfera, onde unha variedade de formas microbianas poden desenvolverse activamente e en equilibrio. Mediante o uso de biofertilizantes, o conxunto de aspectos e mellores conseguidos tradúcese nunha planta/cultivo máis sa, con maior achega nutritiva e lógrase, ademais, unha maior resistencia a enfermidades e maiores rendementos produtivos.

Os biofertilizantes representan unha nova vía de traballo en prol dunha agricultura máis sustentable e eficiente, claramente beneficiosa para a sociedade e para os produtores agrícolas. Trátase dunha tecnoloxía limpa, aliñada con principios da agricultura sustentable e que pretende facer fronte ao aumento abusivo da utilización de pesticidas e fertilizantes nestes últimos tempos, ao cumprimento dos ODS (Obxectivos Desenvolvemento Sustentable) e o resto das políticas agroambientais, así como unha ferramenta eficaz e segura para responder ante a falta de dispoñibilidade de fertilizantes de orixe mineral actual. ■

# GRUPO AGROAMB

SENTIDO DA RECICLAXE

## VANTAXES

- ✓ Melloran a estrutura do solo, drenaxe, retención de auga e aireación, proporcionando un mellor ambiente de enraizamento das plantas.
- ✓ Posúen calidades de liberación de nutrientes lenta. O material continúa a súa descomposición dentro do solo, reducindo a cantidade de nitróxeno e fosfato que pode orixinarse cos fertilizantes químicos.
- ✓ Melloran a capacidade de traballo dos chans, especialmente arxilosos pesados.
- ✓ Melloran a retención de auga nos solos lixeiros.
- ✓ Melloran a resistencia á compactación do solo e á erosión.
- ✓ Reducen a necesidade de fertilizantes artificiais.
- ✓ Regulan o pH do solo, ao achegar cal.

## PRODUTOS FERTILIZANTES

O seu contido en materia orgánica, nitróxeno e fósforo fanos especialmente atractivos para a elaboración de fertilizante no sector agroforestal. Entre as súas variadas vantaxes hai que destacar que melloran a estrutura do solo, o seu grao de porosidade e a capacidade de retención de auga debido fundamentalmente á achega de materia orgánica. Ademais, proporciónalle ao solo nitróxeno, fósforo e potasio de liberación lenta, e, ao achegar cal, permite regular o pH do solo. AGROAMB ten inscritos os diferentes produtos fertilizantes que elabora no Rexistro de Produtos Fertilizantes do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente.

### FERTILIZANTES AUTORIZADOS

| CÓDIGO        | TIPO                                                | NOME COMERCIAL                   |
|---------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| F0001757/2022 | Fertilizante orgánico NPK de orixe animal e vexetal | AGROTHAME ORGANITE START         |
| F0001894/2022 | Emenda orgánica compost                             | AGROTHAME ORGANITE COMPOST       |
| F0001895/2022 | Emenda orgánica compost                             | AGROTHAME ORGANITE COMPOST START |
| F0001896/2022 | Emenda orgánica húmica                              | AGROTHAME ORGANITE HUMICO START  |
| F0001897/2022 | Emenda orgánica húmica                              | AGROTHAME ORGANITE HUMICO        |
| F0001919/2023 | Fertilizante órgano-mineral nitroxenado 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 | Emenda 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 | Emenda 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)