



**El Azufre de Repsol**  
Enmienda para  
suelos agrícolas





ANESTHESIOLOGY

the Technology Lab



ANESTHESIOLOGY  
the Technology Lab

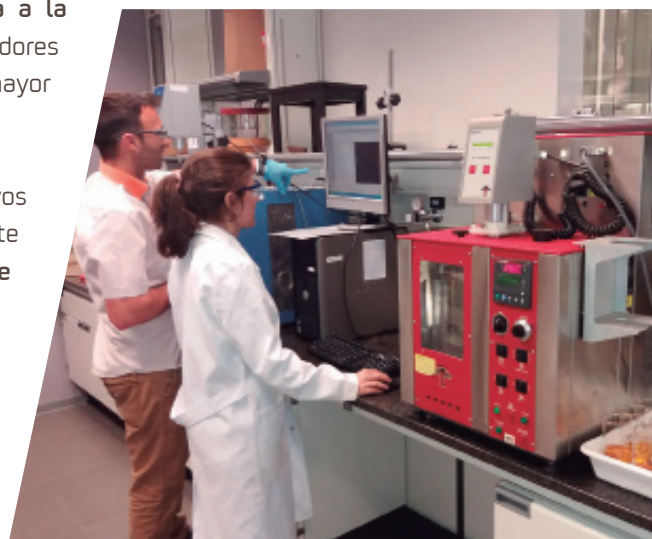
Cuando eliges el Azufre de Repsol, eliges mucho más. Porque además de **un producto de la más alta calidad**, obtienes toda la **garantía de Repsol**. Una compañía energética integrada y global, que desarrolla actividades de exploración, producción, refinación, distribución y marketing en más de 90 países, proporcionando **las soluciones más eficientes, responsables e innovadoras** a millones de personas y empresas en todo el mundo.

## A la vanguardia de la innovación

En Repsol contamos con un **Centro de Tecnología que está a la vanguardia mundial en I+D+i**, donde nuestros técnicos e investigadores realizan una mejora continua de cada producto, asegurando la mayor eficiencia, calidad técnica y medioambiental.

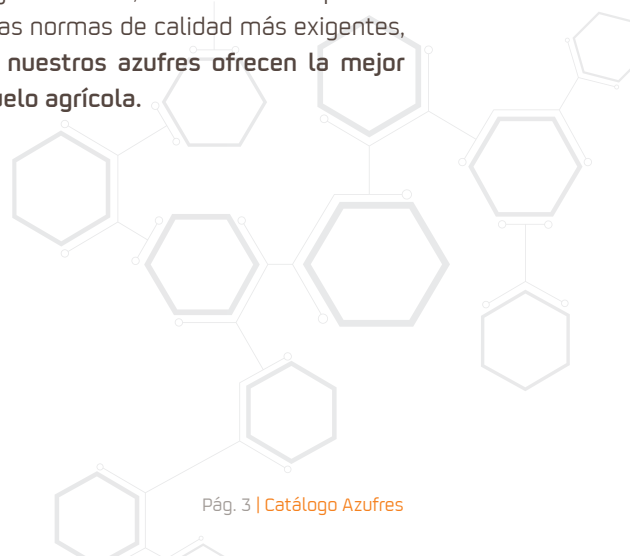
En un sector como el agrícola, al que cada día se incorporan nuevos avances tecnológicos, en Repsol estamos constantemente investigando para poner a su disposición **el azufre que mejor se adapta a sus necesidades específicas**.

El azufre es un producto natural; lo emiten volcanes y fumarolas, así como bacterias anaerobias que transforman los sulfuros (piritas) en azufre nativo. En refinerías, el azufre se produce como co-producto del refinado de los combustibles, gasolinas y gasóleo. De esta manera **contribuimos a la reducción de la contaminación atmosférica**, convirtiendo nuestro azufre en un fertilizante ecológico.



En la unidad pastilladora de azufre se obtiene un **producto homogéneo y de fácil distribución** en forma de lentejas, llamadas *prill*, de 3-4 mm de diámetro.

El azufre está reconocido por el Ministerio de Agricultura como enmienda y como fertilizante en agricultura ecológica. Por eso, además de cumplir con los estándares y las normas de calidad más exigentes, **la alta pureza de nuestros azufres ofrecen la mejor solución para su suelo agrícola**.



# El Azufre de Repsol, la mejor inversión

Siguiendo nuestra filosofía de innovar y mejorar cada día para ofrecer los mejores productos, en 2012 iniciamos un proyecto con el objetivo de **revalorizar el azufre de refinería y su utilización como enmienda** de terrenos agrícolas: el **Proyecto ESFER**.

Este proyecto fue subvencionado por el CDTI [Centro Desarrollo Tecnológico Industrial] y el Fondo Tecnológico, y contó con el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad y de la Consejería de Economía e Industria de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación [GAIN].

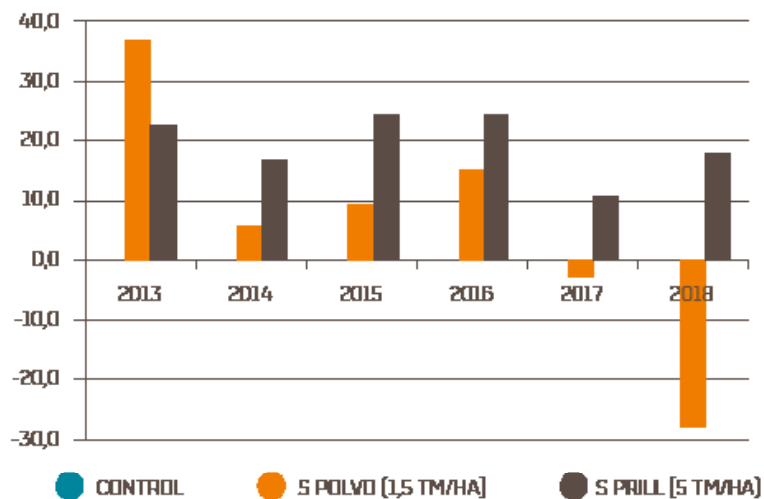
Este proyecto, **recogía todo el ciclo de producción y uso del azufre**, desde su generación en la refinería hasta la recogida de la cosecha, pasando por su incorporación en abonos orgánicos e inorgánicos.

Los estudios del azufre como **enmienda correctora del pH** se realizaron en colaboración con el Centro Tecnológico ITAGRA en Palencia y la Universidad de Santiago, tanto en invernadero como en campo abierto. Su duración fue de 6 campañas [2013-2018]

Los cultivos utilizados fueron **trigo, principalmente**. Se estudiaron diversos regímenes hídricos y se realizó exclusivamente un abonado inicial.

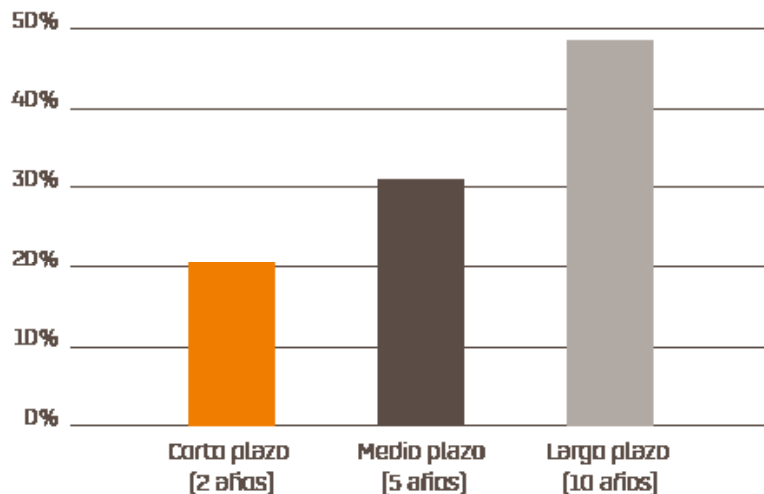


Los resultados obtenidos en estas condiciones fueron realmente reveladores: se obtuvieron **incrementos de cosecha cercanos al 20%**. Se comparó la eficacia del formato prill (de transformación progresiva) con el formato polvo (rápida actuación) durante las 6 campañas respecto de un control sin azufre. Se comprobó que con el formato prill obteníamos incrementos del 20% sostenidos en el tiempo. Como se puede observar en esta gráfica:



INCREMENTO DE RENDIMIENTO SEGÚN FORMATO DE AZUFRE

Además de los estudios de cosecha, también se experimentó con el **comportamiento del Azufre de Repsol en diferentes suelos españoles**. De esta forma se estableció la cinética del azufre en función del terreno en el que se añade. En esta gráfica se puede observar la actividad aproximada del Azufre de Repsol en función del tiempo:



ACTIVIDAD DEL AZUFRE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

Repsol ofrece, a través de sus expertos del Centro de Tecnología, un **servicio integral de asesoramiento al agricultor sobre el uso de azufre**. La distribución del azufre en formato *prill* con maquinaria agrícola convencional es segura y con anchos de calle adecuados: de 15 a 20 metros dependiendo de la máquina.

# La importancia del azufre en el suelo como nutriente y enmienda

Desde el punto de vista nutricional, **los abonos químicos más utilizados tradicionalmente están basados en nitrógeno, fósforo y potasio**, al ser considerados los elementos más importantes para el crecimiento de los vegetales.

Pero no son los únicos: los cereales, por ejemplo, absorben cantidades muy importantes de **calcio, magnesio y azufre**, que ya están alcanzando el status de macroelemento debido al déficit de estos que sufren los cultivos, que son también necesarios para el crecimiento de los cultivos.

**Este déficit es ocasionado por la disminución de la lluvia ácida con el nuevo marco regulatorio. El azufre es un nutriente esencial para el desarrollo vegetal**, con unos requerimientos por parte de los cultivos similares al fósforo [P], pero considerablemente más bajos que el nitrógeno [N] y el potasio [K]. Dentro de los macronutrientes es considerado un elemento secundario, junto al Calcio [Ca], el Magnesio [Mg] y el Sodio [Na].

Desde el punto de vista productivo agrícola, las **deficiencias de azufre en agro-ecosistemas** se observan a través de la disminución en el rendimiento, la menor calidad del producto cosechado, la mayor susceptibilidad a enfermedades y la reducción en la eficiencia de uso de otros nutrientes como N o P y algunos micronutrientes como Zn, Fe, Cu, Mn y B, entre otros.

Como corrector del suelo [enmienda], **el azufre se suele añadir en suelos básicos directamente al terreno en forma de azufre elemental**. Al ser insoluble en agua, permanece en el suelo el tiempo suficiente para ejercer su efecto y no se lixivia por el agua de riego. No obstante, para que la planta lo pueda asimilar y utilizar en su metabolismo, tiene que estar en la forma de ion sulfato [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>].



La transformación de azufre elemental a ion sulfato  $\text{SO}_4^-$  (biooxidación) se debe a la **acción de bacterias oxidantes presentes en todos los suelos** (género *Thiobacillus*), que se alimentan de la energía de la reacción química:



En la reacción **se libera ácido sulfúrico**, que acidifica el suelo de manera progresiva y controlada puede reaccionar con algunos compuestos del suelo, especialmente los carbonatos:



De esta manera se produce una liberación del ion calcio en forma de sulfato y una **reducción neta de pH**.

**En España, el 60% de los suelos son alcalinos** ( $\text{pH} > 7$ ). En estas condiciones, la absorción de algunos nutrientes (N, Fe, Mn, Zn,) está bloqueada, lo que **exige aportes extra de fertilizantes**.

Cada suelo es diferente y es necesario **tener en cuenta sus propiedades fisicoquímicas** (pH, capacidad tampón, contenido en caliza) para estimar correctamente el efecto de la adición de azufre.



MAPA DE PH DE ESPAÑA





# Características del Azufre de Repsol

El azufre producido por Repsol en sus refinerías es un **producto de alta pureza: cerca del 99,5%**. Está exento de contaminantes y cuenta con un tamaño de partícula idóneo para una actividad continua y duradera en el suelo.

Su baja solubilidad en agua garantiza la baja pérdida de producto por lixiviación, por lo que **una adición inicial adecuada puede ser suficiente para mantener los aumentos de cosecha durante años**. Además, la distribución de azufre con los modelos habituales de abonadoras (centrífugas) es homogénea y tiene unos rendimientos similares a la mayoría de fertilizantes que existen en el mercado.

En **agricultura ecológica**, está incluido en el Anexo I del REGLAMENTO (CE) N°889/2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) N° 834/2007 del Consejo sobre Producción y Etiquetado de los Productos Ecológicos. A nivel estatal, está recogido en la legislación española en el RD 506/2013 sobre productos fertilizantes.

El azufre empleado como enmienda y/o fertilizantes se comercializa bajo el nombre de Sulphur Técnico.



## OTRAS ESPECIALIDADES: AZUFRE FITOSANITARIO

### Descripción

En Repsol también llevamos muchos años suministrando azufre como materia prima para productos fitosanitarios. Este azufre (AZUFRE PRILL) está incluido como Sustancia Activa en el Anexo I de la Directiva 20009/70/CEE. En este sentido Repsol tiene la facultad de proporcionar Carta de Acceso y Carta de Suministro a sus clientes para el formulado de sus productos fitosanitarios. Estos productos, mantenidos en condiciones adecuadas de almacenamiento, preservado del agua y de otros agentes, no sufren degradación. No obstante, comercialmente podemos indicar una fecha de caducidad de cuatro años a partir de la fecha de fabricación, siempre que el envase permanezca precintado.

### Aplicaciones

La alta pureza de nuestro azufre y la ausencia de contaminantes permiten su aplicación como materia prima de numerosos procesos de fabricación como fertilizantes y productos fitosanitarios. También se puede emplear en suelos básicos para corregir el pH y mejorar la absorción de nutrientes, así como componente en cualquier tipo de fertilizantes, incluidos los fertilizantes ecológicos.

A continuación, se muestra una tabla con los datos técnicos de nuestro azufre.

	Unidad	Método	Azufre prill	Azufre Sulphur Técnico
Pureza	% p	RR-825	99.5	99.5
Humedad	% p	RR-728	0.3	--
Cenizas	% p	ASTM D-4574	0.03	0.5
Insolubles en Tolueno	% p	ASTM D-4578	0.3	--
Acidez	% p	ASTM D-4569	0.05	0.05
Materia orgánica	% p	ASTM D-4571	0.03	--
Color	% p	Visual	Amarillo	Amarillo
Pérdidas a 100-105 °C	% p	RR-768	--	0.3

### Normativa aplicable

- Directiva 2009/770/CEE sobre productos fitosanitarios.
- Anexo I del REGLAMENTO (CE) N° 8899/2008 sobre productos autorizado por la UE en agricultura ecológica.
- Anexo I del REGLAMENTO (CE) N° 20033/2003 Productos fertilizantes y enmiendas.

## FORMATOS DE VENTA

■ Big-bags de 1000 kg

■ A granel

## OFICINAS COMERCIALES



### Oficinas Centrales

C/ Méndez Álvaro, 44  
28045 Madrid, España



### Delegación Norte

Escolástica Leandro Macías  
eleandrom@repsol.com  
tlf. Móvil: 638 55 77 44



### Delegación Noreste

Manuel de la Calzada Giménez  
mcalzadag@repsol.com  
tlf. Móvil: 629 75 61 91



### Delegación Centro y Sur

Manuel Colino Rivas  
mcolinor@repsol.com  
tlf. Móvil: 650 26 99 83



### Delegación Este y Sureste

Francisco José Murcia Navarro  
fmurcian@repsol.com  
tlf. Móvil: 619 75 30 54



**REPSOL**



Repsol Lubricantes y Especialidades S.A.

C/ Méndez Álvaro, 44  
28045 Madrid  
[repsol.com](http://repsol.com)