



Foto 1. Monitor de la aplicación PurinPreciso en la cabina del tractor

Análisis del contenido en nutrientes del purín en el tanque distribuidor

Ante la obligación de registrar la composición del purín en el Cuaderno de explotación a partir de 2026, la precisión se convierte en clave a la hora de fertilización. En este artículo analizamos las herramientas más efectivas existentes en el mercado con el objetivo de medir con la mayor exactitud los nutrientes aplicados, como son la conductividad eléctrica (CE) y la NIRS, y enumeramos algunas de sus ventajas e inconvenientes principales a la hora de implementarlas.

Javier Bueno Lema, Blanca Méndez López, Sergio López Botana

Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo; javier.bueno@usc.es

1. MARCO NORMATIVO

La última modificación del Real Decreto 1051/2022 de nutrición sostenible en los suelos agrarios, publicada en el BOE el pasado mes de octubre (RD 934/2025), establece que, a partir del 1 de enero de 2026, la persona titular de la explotación agrícola o forestal será responsable de que, en un plazo no superior a un mes desde la fecha en que se realice cada una de las operaciones encaminadas a aportar nutrientes o materia orgánica al suelo agrario, estén correctamente registradas en una

nueva sección de “Fertilización” del Cuaderno de explotación (CUE).

Se exceptúa de esta obligación a aquellas explotaciones agrarias que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Sobre el total de su superficie de cultivos permanentes y tierras de cultivo, excluidos los pastos temporales, cuenten con una superficie menor o igual a 5 hectáreas, siempre y cuando tengan una superficie de regadío menor o igual a 1 hectárea;
- Dispongan únicamente de superficie de pastos, tanto temporales

como permanentes, y no apliquen fertilizantes en dichas superficies.

Las explotaciones exceptuadas conforme al apartado a) que cuenten con superficies de:

- Pastos, tanto temporales como permanentes, en los que se apliquen fertilizantes, o
- Invernaderos con superficie total bajo cubierta superior a 0,1 ha. Deberán anotar exclusivamente en el cuaderno de explotación la información relativa a esas superficies.

En la sección de fertilización del CUE se deberá indicar, entre otra



información, la composición analítica y, en particular, el contenido en nitrógeno, fósforo y materia orgánica referidos a materia fresca de los estiércoles aplicados al suelo, que deberá ser proporcionada por el suministrador o por el propio titular de la explotación cuando los estiércoles se generen en esta. En consecuencia, a partir del año que viene, en cada aplicación de purín que se realice sobre suelos agrarios, tendremos que determinar de alguna forma su contenido en nutrientes para poderlos incluir en el CUE.

2. FORMAS DE DETERMINAR EL CONTENIDO EN NUTRIENTES DEL PURÍN

El contenido de los principales nutrientes que contiene el purín (nitrógeno, fósforo, potasio...) puede ser determinado por métodos manuales o automáticos. Los métodos manuales pueden ir desde enviar muestras del purín para su análisis a un laboratorio (lo cual necesita su tiempo) hasta emplear algún método que permita la determinación en la

▶ A PARTIR DEL AÑO QUE VIENE, EN CADA APLICACIÓN DE PURÍN QUE SE REALICE SOBRE SUELOS AGRARIOS, TENDREMOS QUE DETERMINAR DE ALGUNA FORMA SU CONTENIDO EN NUTRIENTES PARA PODERLOS INCLUIR EN EL CUE

explotación sobre muestras de purín tomadas de la fosa o del tanque distribuidor. Uno de los más económicos y fáciles de realizar es determinar el contenido en nutrientes a partir de la medida de la conductividad eléctrica (CE).

Los trabajos realizados en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) sobre la determinación del contenido de nutrientes del purín a partir de la medida

de su CE y su densidad han tenido como resultado unas tablas fáciles de utilizar que también están disponibles en la aplicación web RAX (García *et al.*, 2015). Con un conductímetro de bolsillo se puede tomar la medida de la CE sobre una muestra de purín diluida (1:10) y con una probeta de 1 litro y una balanza la medida de la densidad (ver foto 2, pág. sig.). El coste de los conductímetros de bolsillo es muy asequible, ▶▶



YA DISPONIBLES EN



MILLARES TORRÓN SL



**4 AÑOS
AL 0% T.I.N
*0,86% T.A.E**

**4 AÑOS
AL 0% T.I.N
*0,80% T.A.E**

0,86% T.A.E. Ejemplo basado para un importe máximo a financiar de 50.000 euros. Operación de leasing 4 cuotas anuales de 12.499,75€ +IVA. Cuotas Postpagables, (con la primera cuota a los 6 meses desde el inicio del contrato). Comisión de apertura de 725€. Gastos de inscripción en el Registro por cuenta del cliente. El importe del valor residual sería de 1€. Además de las cuotas el cliente deberá abonar el importe derivado de la protección de equipo **Asset Protection de 483,25 € anuales **Interés subvencionado por JCB SALES LTD. Financiación realizada por JCB FINANCE S.A.S. Sucursal en España. Operación sujeta a estudio y aprobación. Oferta válida desde el 1/01/2026 hasta 31/03/2026
Importe variable según el precio del equipo financiado

0,80% T.A.E. Ejemplo basado para un importe máximo a financiar de 100.000 euros. Operación de leasing 4 cuotas anuales de 24.999,75€ +IVA. Cuotas Postpagables, (con la primera cuota a los 6 meses desde el inicio del contrato). Comisión de apertura de 1450€. Gastos de inscripción en el Registro por cuenta del cliente. El importe del valor residual sería de 1€. Además de las cuotas el cliente deberá abonar el importe derivado de la protección de equipo **Asset Protection de 1440,63 € anuales **Interés subvencionado por JCB SALES LTD. Financiación realizada por JCB FINANCE S.A.S. Sucursal en España. Operación sujeta a estudio y aprobación. Oferta válida desde el 1/01/2026 hasta 31/03/2026
Importe variable según el precio del equipo financiado

ya que tenemos modelos en el mercado a partir de los 75 €.

El principal inconveniente de los métodos manuales es que requieren invertir un tiempo en sacar las muestras y analizarlas, por lo que suelen provocar que durante toda la operación de vaciado de la fosa de purín y su distribución en las parcelas se tome con frecuencia una única muestra que se supone representativa del contenido en nutrientes medio en toda la fosa. La experiencia nos demuestra que, incluso después de homogeneizar el purín en la fosa mediante el empleo de un agitador accionado por el tractor, el contenido en nutrientes varía dependiendo de la profundidad a la que se tome la muestra en la fosa (Abaigar *et al.*, 2004). Elementos como el fósforo y el nitrógeno orgánico tienden a concentrarse en los niveles más profundos de la fosa, por lo que sus contenidos aumentan en la fase final del vaciado de esta (figura 1).

Es por ello por lo que, si deseamos conocer con precisión la cantidad de nutrientes que estamos aportando al suelo con cada tanque que sacamos de la fosa, es recomendable analizar el contenido de nutrientes en cada depósito que distribuimos en la parcela. Esto lo podemos hacer con los sistemas automáticos de determinación del contenido en nutrientes, que utilizan sensores instalados en el tanque para analizar el purín en tiempo real mientras realizamos su distribución en el campo. Con ello mejoramos la precisión, ya que podemos variar sobre la marcha la velocidad de avance o el caudal de salida para adaptar la dosis de purín por hectárea en función de su contenido en nutrientes. También aumentamos la comodidad de realización del análisis, ya que no hay que sacar muestras manualmente de la fosa.

3. SISTEMAS DE ANÁLISIS AUTOMÁTICO DE NUTRIENTES EN LOS TANQUES DISTRIBUIDORES DE PURÍN

En la actualidad, disponemos en el mercado de dos tecnologías para el análisis del purín en el tanque: **la conductividad eléctrica (CE)** y **la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS)**.

La CE presenta como ventaja principal el poseer un coste más reducido que los sistemas que utilizan NIRS.



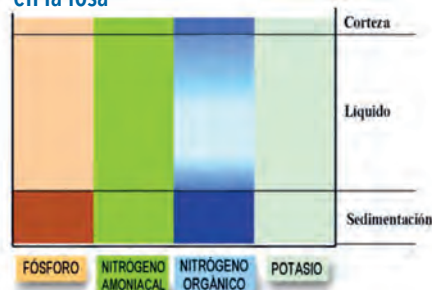
Foto 2. Determinación de la CE del purín mediante un conductímetro de bolsillo

► SI DESEAMOS CONOCER CON PRECISIÓN LA CANTIDAD DE NUTRIENTES QUE ESTAMOS APORTANDO AL SUELO CON CADA TANQUE QUE SACAMOS DE LA FOSA, ES RECOMENDABLE ANALIZAR EL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN CADA DEPÓSITO QUE DISTRIBUIMOS EN LA PARCELA

Por ello, es un sistema más asequible para ganaderías pequeñas y medianas que deseen instalar un sistema automático de medida de nutrientes en su tanque distribuidor. El principal inconveniente es que con algún elemento como el fósforo la precisión de su determinación es baja o regular (Provolo y Martínez-Suller, 2007), además de que tampoco permite obtener el contenido en materia seca del purín. Para la determinación del contenido en nitrógeno, tanto total como amoniacal, las ecuaciones de regresión cuando se combina la medida de la CE con la densidad son buenas y permiten una determinación fiable de la cantidad que aportamos durante la aplicación a la parcela (Bueno *et al.*, 2025). Dado que el nitrógeno suele ser el elemento que habitualmente limita la dosis de purín a utilizar, los sistemas en base a la medida de la CE son una solución válida en la mayoría de las situaciones.

De hecho, la normativa actualmente vigente se ha centrado en el nitrógeno como elemento a limitar en las aplicaciones de fertilizantes orgánicos, tal y como sucede en las Zonas Vulnerables a Nitratos derivadas de la aplicación del Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida ►►

Figura 1. Variación del contenido en nutrientes del purín con la profundidad en la fosa



Fuente: Abaigar *et al.*, 2004

A large green circle containing the word "bisannia" in a lowercase, sans-serif font. The letter 'a' features a small green leaf icon.

bisannia

**ABONOS
PARA LOS
GANADEROS
MÁS EXIGENTES**



delagro®

► ESTAS AUTOMATIZACIONES PERMITEN UNA MEJOR PRECISIÓN DURANTE LA APLICACIÓN CON UNA MAYOR COMODIDAD PARA EL OPERARIO DURANTE EL TRABAJO

por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

El grupo BioModem de la USC, en colaboración con Talleres Carruxo SL, SAT As Pandas y la Fundación Empresa Universidad Gallega (Feuga), puso en marcha en 2023 el **Grupo Operativo PurinPreciso**, que tiene como objetivo principal diseñar y probar un equipo para análisis, control y documentación digital en tiempo real de la aplicación de purines con tanques distribuidores para su uso como fertilizantes. También forma parte del Grupo Operativo en calidad de miembro cooperante el CIAM, perteneciente a la Agencia Gallega de la Calidad Alimentaria (Agacal).

El equipo diseñado en PurinPreciso realiza la determinación del contenido de nutrientes del purín basándose en la medida de la CE y la densidad del purín en tiempo real. La aplicación permite observar en el monitor instalado en la cabina del tractor (ver foto 1) la dosis de cada nutriente aportada por ha y, por lo tanto, modificar los parámetros de la aplicación en tiempo real (velocidad de avance, caudal de salida del purín) para conseguir la dosis deseada del nutriente que se tome como referencia. En el tanque experimental diseñado en colaboración con la empresa Talleres Carruxo se han probado distintos tipos y posiciones de los sensores de CE para comparar los resultados obtenidos con cada opción.

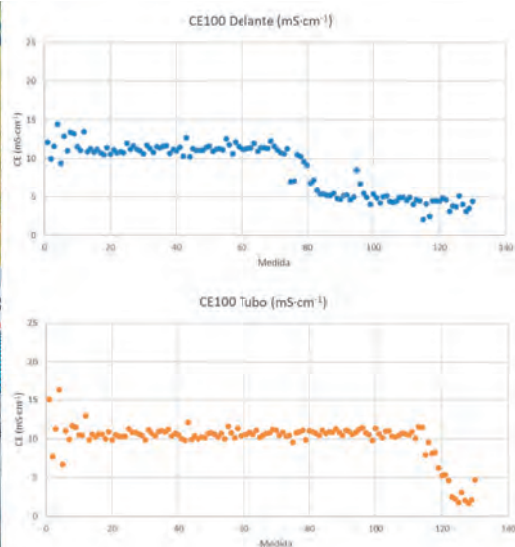


Foto 3. Comparación de las medidas de CE con el sensor colocado en la parte frontal del depósito (arriba) o en la tubería externa (abajo)

La posición habitual de colocación del sensor de CE en los tanques distribuidores es en la parte frontal a una altura de en torno 1/3 del diámetro del depósito. Esta colocación provoca que, cuando el nivel de purín dentro del tanque desciende por debajo del punto al que está colocado el sensor de CE, dejamos de tener información del contenido en nutrientes del purín que queda por aplicar.

En el proyecto PurinPreciso hemos probado el comportamiento del sensor en la tubería externa que conduce el purín hasta el sistema de distribución (barra con tubos colgantes), comprobando que con esta ubicación se consigue tener información del contenido de nutrientes del purín durante todo el ciclo de vaciado (ver foto 3). Además, esta colocación suministra información del contenido de nutrientes del purín que está saliendo en ese momento hacia el

sistema de distribución, por lo que es más preciso al estar analizando el purín que se está aplicando en esa zona concreta de la parcela.

En el sistema NIRS el purín que pasa se irradia con luz infrarroja cercana a través de una ventana en la tubería. La luz incidente es parcialmente absorbida y reflejada por los diferentes ingredientes. Esto crea una reflectancia que es detectada por el sensor y enviada al detector NIRS. A partir de una comparación con los datos almacenados y una calibración desarrollada por el fabricante, se puede estimar el contenido de nutrientes de la suspensión. Es un método rápido y sin contacto, pero necesita de una buena calibración con purines similares.

Su elevado coste actual limita el uso de estos equipos a empresas de servicios o ganaderías de gran tamaño con un elevado volumen de purín a aplicar cada año. ►►



¡La única enmienda líquida a base de carbonato de calcio para mezclar con purín!

Calcimag flow es una enmienda cálcica líquida a base de carbonato de calcio en suspensión (flow) **para mezclar con los purines.**

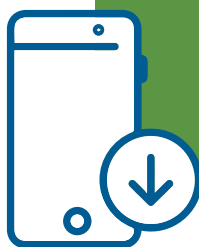
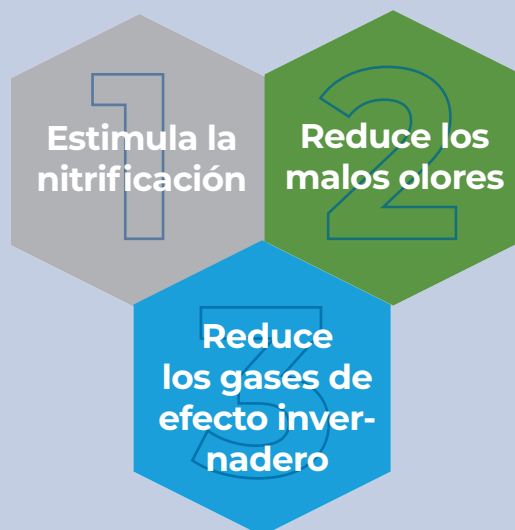
Calcimag flow es la cal con mayor finura de molienda del mercado (60% pasa a través del tamiz de 2 micras y el 98% pasa a través del tamiz de 6 micras), que junto con su origen y su proceso de fabricación **le confieren unas características únicas en el mercado.**

- Encalas y fertilizas en una única aplicación (facilidad de manejo)
- Reduce las pérdidas de nitrógeno del purín (más calidad del purín, menos costes de fertilización).
- Reduce la emisión de gases de efecto invernadero, menos contaminación (RD uso sostenible de suelos).
- Reduce los olores del purín.

CALCIMAG FLOW ES
LA INNOVACIÓN AL
SERVICIO DEL
GANADERO



Encale y fertilice en la misma aplicación



Descargue aquí la presentación completa del producto con todas sus características



▶ OTRO DE LOS ASPECTOS QUE PERMITEN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE ANÁLISIS AUTOMÁTICO DE NUTRIENTES EN LOS TANQUES DISTRIBUIDORES DE PURÍN ES LA POSIBILIDAD DE DOCUMENTAR DIGITALMENTE LAS APLICACIONES



Foto 4. Equipo NIRS y caudalímetro instalados en la tubería exterior de salida del purín



Foto 5. Monitor G5 Plus con la pantalla principal de control del NIRS HarvestLab 3000 durante una aplicación de purín

Los equipos NIRS comerciales actualmente disponibles para análisis de purín en tanques distribuidores necesitan instalar también un caudalímetro para medir el caudal de purín que circula por la tubería, un monitor de control de la aplicación y un receptor GNSS (antena GPS) para georreferenciar las medidas. Si el tractor al que se engancha el tanque distribuidor ya está equipado con receptor GNSS y monitor ISOBUS compatible con el NIRS comercial, solo se tiene que adquirir e instalar el caudalímetro a mayores, pero, si no tiene ninguno de los equipos descritos anteriormente, la inversión necesaria para montar el sistema completo se incrementa notablemente. En la foto 4 podemos observar el equipo NIRS junto con el caudalímetro montados en la tubería externa de salida del purín hacia el sistema de distribución.

El grupo BioModem de la USC, en colaboración con Talleres Carruxo SL, SAT As Cavadas, la cooperativa Clun, las empresas Aotech y AMS Lab y la consultora Medrar Innovation Office, ha puesto en marcha en 2024 el **Grupo Operativo Agro-Lab_Biogal**, que tiene como obje-

tivo principal el desarrollo de un equipo NIRS de bajo coste para mejorar la gestión de la fertilización con purines.

El primer prototipo se probará en las pruebas de campo previstas para la primavera de 2026. Con ello se pretende conseguir un equipo NIRS de análisis automático de los nutrientes del purín que sea accesible para ganaderías de tamaño medio al reducir la inversión necesaria.

Los equipos NIRS permiten mejorar la determinación de los contenidos en nutrientes del purín en comparación con la conductividad eléctrica, siempre que sus curvas de calibración estén obtenidas con purines de composición similar a los utilizados. Además, analizan el contenido en materia seca (MS) del purín.

En la foto 5 podemos observar la pantalla principal de control del equipo NIRS HarvestLab 3000 de la casa comercial John Deere en un monitor G5 Plus. Durante el trabajo podemos detectar el volumen de purín aplicado por hectárea (47,7 m³/ha) y también la dosis de cada uno de los nutrientes analizados (nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio), así como el contenido en MS (3,4 %).

En tractores John Deere de la serie R este equipo permite automatizar la velocidad de avance para conseguir la dosis de aplicación deseada, tanto en m³/ha como en kg/ha del nutriente que condicione la dosis objetivo. Esta dosis puede variar para distintas zonas de la parcela si introducimos un mapa de prescripción con la dosis deseada para cada zona. Estas automatizaciones permiten una mejor precisión durante la aplicación con una mayor comodidad para el operario durante el trabajo.

4. DOCUMENTACIÓN DE LAS APLICACIONES

Otro de los aspectos que permiten los sistemas electrónicos de análisis automático de nutrientes en los tanques distribuidores de purín es la posibilidad de documentar digitalmente las aplicaciones. Si, además, se combinan con receptores GNSS que geolocalicen la aplicación, la distribución de purín realizada queda asociada a una parcela concreta, con lo que posibilita la trazabilidad de los aportes de fertilizantes orgánicos a lo largo de las diferentes campañas. Esta documentación puede trasladarse después al CUE, ▶



Bomech aplicadores de purín

Especialistas en el montaje en
cisternas existentes.

#CadaCisternaUnBomech



Escanea el código QR para el
contacto de venta en la Península
Iberica.

► ESTA DOCUMENTACIÓN PUEDE TRASLADARSE DESPUÉS AL CUE, BIEN POR UN PROCEDIMIENTO MANUAL O BIEN MEDIANTE UNA EXPORTACIÓN DE LOS ARCHIVOS ELECTRÓNICOS EN UN FORMATO COMPATIBLE CON EL UTILIZADO POR LOS CUADERNOS DE LA EXPLOTACIÓN PÚBLICOS



Foto 6. Documentación digital de una aplicación de purín en la aplicación en la nube del Centro de Operaciones de John Deere

bien por un procedimiento manual o bien mediante una exportación de los archivos electrónicos en un formato compatible con el utilizado por los cuadernos de la explotación públicos o comercializados por empresas.

En la foto 6 podemos observar la documentación de una aplicación de purín realizada con un tanque distribuidor equipado con un sensor NIRS modelo HarvestLab de la casa comercial John Deere. Por medio de un módem presente en la cabina del tractor la información se sube en tiempo real al servidor del Centro de Operaciones de John Deere, al que se puede acceder vía internet para consultar, descargar o exportar el archivo digital que documenta la aplicación realizada.

5. AGRADECIMIENTOS

Los proyectos GO PurinPreciso y GO Agrolab_Biogal están financiados por las ayudas para la ejecución de proyectos innovadores de los grupos operativos de la Asociación Europea de la Innovación (AEI), cofinanciadas en un 80 % con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) en el marco del Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PE-PAC) 2023-2027, con fondos propios

de la Xunta de Galicia en un 14 % y con fondos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en un 6 %. La Consellería del Medio Rural es el órgano de la Administración gallega a la que le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales. ■

REFERENCIAS

- Abaigar, A.; Irañeta, I.; Pérez de Ciriza, J.J.; Pérez, B. Fertilización con purines de ganado porcino – Equipos de reparto. INTIA, ITG Ganadero. 2004.
- Bueno, J.; López, S.; Comesaña, E.; Pardo, F.; Méndez, B.; Báez, D.; García, M.I. PurinPreciso: sistema inteligente para la medición del contenido de nutrientes en tanques distribuidores de

purín. XIII Congreso Ibérico de Agroingeniería. Coimbra. 2025

García, M.I.; Báez, D.; Castro, J.; Gilsanz, C. A aplicación web RAX de recomendación de abonado con xurro no millo forraxeiro. Utilización de métodos rápidos de análise de xurro. Afriga 2015, 115, 132-140.

Provolo, G.; Martínez-Suller, L. In situ determination of slurry nutrient content by electrical conductivity. Bioresource Technology 98 (2007) 3235–3242.

<https://doi.org/10.1016/j.bior-tech.2006.07.018>.

**EXTENDIDO
CON CONTROL GPS**

MODALIDADES DE SERVICIO:



APLICADO SOBRE
EL TERRENO



BIG BAG DE 1.000 KG



A GRANEL



SACO DE 25 KG

a calfensa
la caliza de tu tierra®

CALIZA AGRÍCOLA

CALIZA MAGNESIANA



CARBONATO CÁLCICO de calfensa PARA CAMAS

La **prevención** es la mejor fórmula para el **ahorro**, y el carbonato cálcico **calfensa** para camas **es tu herramienta**

La acción secante del carbonato en contacto con ubres y pezuñas, aleja al animal de infecciones indeseables, que pueden derivar en pérdida de producción y en los recurrentes problemas en las patas.

Controlar el exceso de humedad, durante períodos prolongados de tiempo, en las partes delicadas del animal, es posible gracias al carbonato cálcico de **calfensa** en su utilización en camas.

El maíz y las praderas precisan de pH próximo a la neutralidad. Tanto la Caliza Agrícola como la Magnesiana que ofrece Calfensa ayudan a corregir la acidez de nuestros suelos, evitando la toxicidad del aluminio y favoreciendo la asimilación del fósforo. Así mismo, mejoran su estructura, aumentando la aireación y el drenaje.

La caliza de Calfensa proviene de calcita que, una vez molida, es de efecto más rápido que la proveniente de dolomita.

Gracias a la finura de la molienda con la que trabaja Calfensa, sus productos son altamente solubles. Rápida acción difícilmente superable por otras calizas menos molidas o granuladas.

A diferencia de la cal viva, la caliza de Calfensa no es agresiva, no produce quemaduras, lo que facilita su manipulación, siendo, del mismo modo, respetuosa con los microorganismos beneficiosos del suelo.

Dado que se trata de un producto extraído directamente de la tierra, no produce efectos negativos para el medio, siendo reconocido por el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica.

AENOR certifica los sistemas de Gestión de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud en el Trabajo de Calfensa.

**NUEVO PRODUCTO
GRANULADO**

Corrección de pH y
aporte de Magnesio



Ctra. Lugo - Sarria LU-546 km 2 · 27161 Santa Comba (LUGO)

info@calfensa.com · www.calfensa.com

982 305 902

