



Foto 1. Monitor da aplicación PurinPreciso na cabina do tractor

Análise do contido en nutrientes do xurro no tanque distribuidor

Ante a obriga de rexistrar a composición do xurro no Caderno de explotación a partir de 2026, a precisión convértese en clave á hora de fertilización. Neste artigo analizamos as ferramentas máis efectivas existentes no mercado co obxectivo de medir coa maior exactitude os nutrientes aplicados, como son a condutividade eléctrica (CE) e a NIRS, e enumeramos algunhas das súas vantaxes e inconvenientes principais á hora de implementalas.

Javier Bueno Lema, Blanca Méndez López, Sergio López Botana

Departamento de Enxeñería Agroforestal, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría
Universidade de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo; javier.bueno@usc.es

1. MARCO NORMATIVO

A última modificación do Real Decreto 1051/2022 de nutrición sostible nos chans agrarios, publicada no BOE o pasado mes de outubro (RD 934/2025), establece que, a partir do 1 de xaneiro de 2026, a persoa titular da explotación agrícola ou forestal será responsable de que, nun prazo non superior a un mes desde a data en que se realice cada unha das operacións encamiñadas a achegar nutrientes ou materia orgánica ao

chan agrario, estean correctamente rexistradas nunha nova sección de “Fertilización” do Caderno de explotación (CUE).

Exceptúanse desta obriga aquelas explotacións agrarias que cumpran algunha das seguintes condicións:

a) Sobre o total da súa superficie de cultivos permanentes e terras de cultivo, excluídos os pastos temporais, contén cunha superficie menor ou igual a 5 hectáreas, a condición de que teñan unha superficie de regadío menor ou igual a 1 hectárea;

b) Dispoñan unicamente de superficie de pastos, tanto temporais coma permanentes, e non apliquen fertilizantes nas devanditas superficies.

As explotacións exceptuadas conforme ao apartado a) que contén con superficies de:

- 1.º Pastos, tanto temporais como permanentes, nos que se apliquen fertilizantes, ou
- 2.º Invernadoiros con superficie total baixo cuberta superior a 0,1 ha. Deberán anotar exclusivamente



no caderno de explotación a información relativa a esas superficies.

Na sección de fertilización do CUE deberase indicar, entre outra información, a composición analítica e, en particular, o contido en nitróxeno, fósforo e materia orgánica referidos a materia fresca dos esterco aplicados ao chan, que deberá ser proporcionada polo subministrador ou polo propio titular da explotación cando os esterco se xeren nesta. En consecuencia, a partir do ano que vén, en cada aplicación de xurro que se realice sobre chans agrarios, teremos que determinar dalgún xeito o seu contido en nutrientes para podelos incluír no CUE.

2. FORMAS DE DETERMINAR O CONTIDO EN NUTRIENTES DO XURRO

O contido dos principais nutrientes que contén o xurro (nitróxeno, fósforo, potasio...) pode ser determinado por métodos manuais ou automáticos. Os métodos manuais poden ir desde enviar mostras do xurro para a súa análise a un laboratorio (o cal

► A PARTIR DO ANO QUE VÉN, EN CADA APLICACIÓN DE XURRO QUE SE REALICE SOBRE CHANS AGRARIOS, TEREMOS QUE DETERMINAR DALGUNHA FORMA O SEU CONTIDO EN NUTRIENTES PARA PODELOS INCLUIR NO CUE

necesita o seu tempo) ata empregar algún método que permita a determinación na explotación sobre mostras de xurro tomadas da fosa ou do tanque distribuidor. Un dos máis económicos e fáciles de realizar é determinar o contido en nutrientes a partir da medida da condutividade eléctrica (CE).

Os traballos realizados no Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) sobre a determinación do contido de nutrientes do xurro a

partir da medida da súa CE e a súa densidade tiveron como resultado unhas táboas fáciles de utilizar que tamén están dispoñibles na aplicación web RAX (García *et al.*, 2015). Cun condutímetro de peto pódese tomar a medida da CE sobre unha mostra de xurro diluída (1:10) e cunha probeta de 1 litro e unha balanza a medida da densidade (ver foto 2, pág. seg.). O custo dos condutímetros de peto é moi alcanzable, xa que temos modelos no mercado a partir dos 75 €.



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. *Interes 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. *Interes 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**

O principal inconveniente dos métodos manuais é que requiren investir un tempo en sacar as mostras e analizalas, polo que adoitan provocar que durante toda a operación de baleirado da fosa de xurro e a súa distribución nas parcelas se tome con frecuencia unha única mostra que se supón representativa do contido en nutrientes medio en toda a fosa. A experiencia demóstranos que, mesmo despois de homoxeneizar o xurro na fosa mediante o emprego dun axitador accionado polo tractor, o contido en nutrientes varía dependendo da profundidade á que se tome a mostra na fosa (Abai-gar *et al.*, 2004). Elementos coma o fósforo e o nitróxeno orgánico tenden a concentrarse nos niveis máis profundos da fosa, polo que os seus contidos aumentan na fase final do baleirado desta (figura 1).

É por iso polo que, se desexamos coñecer con precisión a cantidade de nutrientes que estamos a achegar ao chan con cada tanque que sacamos da fosa, é recomendable analizar o contido de nutrientes en cada depósito que distribuimos na parcela. Isto podémolo facer cos sistemas automáticos de determinación do contido en nutrientes, que utilizan sensores instalados no tanque para analizar o xurro en tempo real mentres realizamos a súa distribución no campo. Con iso mello-ramos a precisión, xa que podemos variar sobre a marcha a velocidade de avance ou o caudal de saída para adaptar a dose de xurro por hectárea en función do seu contido en nutrientes. Tamén aumentamos a comodidade de realización da análise, xa que non hai que sacar mostras manualmente da fosa.

3. SISTEMAS DE ANÁLISE AUTOMÁTICA DE NUTRIENTES NOS TANQUES DISTRIBUIDORES DE XURRO

Na actualidade, dispoñemos no mercado de dúas tecnoloxías para a análise do xurro no tanque: **a condutividade eléctrica (CE)** e **a espectroscopía de reflectancia no infravermello próximo (NIRS)**.

A CE presenta coma vantaxe principal o posuír un custo máis reducido que os sistemas que utilizan NIRS.

Por iso, é un sistema máis alcanzable para ganderías pequenas e medianas que desexen instalar un



Foto 2. Determinación da CE do xurro mediante un condutímetro de peto

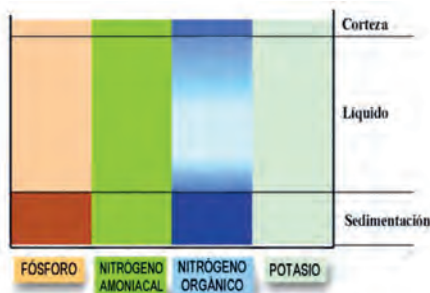
► SE DESEXAMOS COÑECER CON PRECISIÓN A CANTIDADE DE NUTRIENTES QUE ESTAMOS A ACHEGAR AO CHAN CON CADA TANQUE QUE SACAMOS DA FOSA, É RECOMENDABLE ANALIZAR O CONTIDO DE NUTRIENTES EN CADA DEPÓSITO QUE DISTRIBUÍMOS NA PARCELA

sistema automático de medida de nutrientes no seu tanque distribuidor. O principal inconveniente é que con algún elemento como o fósforo a precisión da súa determinación é baixa ou regular (Provolo e Martínez-Suller, 2007), ademais de que tampouco permite obter o contido en materia seca do xurro. Para a determinación do contido en nitróxeno, tanto total coma amoniacal, as ecuacións de regresión cando se combina a medida da CE coa densidade son boas e permiten unha determinación fiable da cantidade que achegamos durante a aplicación á parcela (Bueno *et al.*, 2025). Dado que o nitróxeno adoita ser o elemento que habitualmente limita a dose de xurro a utilizar, os sistemas en base á medida da CE son unha solución válida na maioría das situacións.

De feito, a normativa actualmente vixente centrouse no nitróxeno como elemento a limitar nas aplica-

cións de fertilizantes orgánicos, tal e como sucede nas Zonas Vulnerables a Nitratos derivadas da aplicación do Real Decreto 47/2022, do 18 de xaneiro, sobre protección das augas contra a contaminación difusa producida polos nitratos procedentes de fontes agrarias. ►►

Figura 1. Variación do contido en nutrientes do xurro coa profundidade na fosa



Fonte: 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 AUTOMATIZACIÓNS PERMITEN UNHA MELLOR PRECISIÓ DURANTE A APLICACIÓ CUNHA MAIOR COMODIDADE PARA O OPERARIO DURANTE O TRABALLO

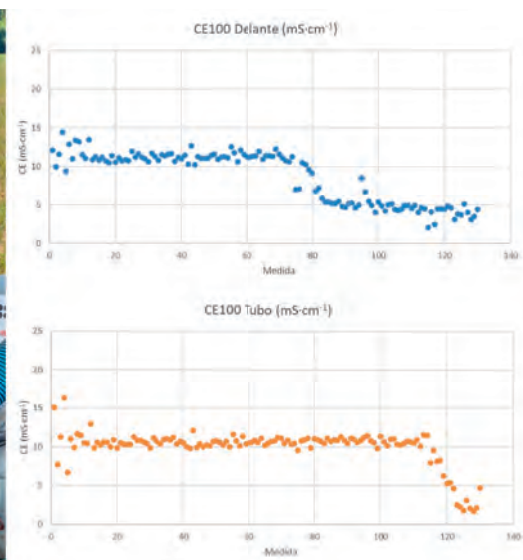


Foto 3. Comparación das medidas de CE co sensor colocado na parte frontal do depósito (arriba) ou na tubaxe externa (abaixo)

O grupo BioModem da USC, en colaboración con Talleres Carruxo SL, SAT As Pandas e a Fundación Empresa Universidade Galega (Feuga), puxo en marcha en 2023 o **Grupo Operativo PurinPreciso**, que ten como obxectivo principal deseñar e probar un equipo para análise, control e documentación dixital en tempo real da aplicación de xurros con tanques distribuidores para o seu uso como fertilizantes. Tamén forma parte do Grupo Operativo en calidade de membro cooperante o CIAM, pertencente á Axencia Galega da Calidade Alimentaria (Agacal).

O equipo deseñado en PurinPreciso realiza a determinación do contido de nutrientes do xurro baseándose na medida da CE e a densidade do xurro en tempo real. A aplicación permite observar no monitor instalado na cabina do tractor (ver foto 1) a dose de cada nutriente achegada por ha e, xa que logo, modificar os parámetros da aplicación en tempo real (velocidade de avance, caudal de saída do xurro) para conseguir a dose desexada do nutriente que se tome como referencia. No tanque experimental deseñado en colaboración coa empresa Talleres Carruxo probáronse distintos tipos e posicións dos sensores de CE para comparar os resultados obtidos con cada opción.

A posición habitual de colocación do sensor de CE nos tanques distribuidores é na parte frontal a unha

altura de arredor de 1/3 do diámetro do depósito. Esta colocación provoca que, cando o nivel de xurro dentro do tanque descende por baixo do punto ao que está colocado o sensor de CE, deixamos de ter información do contido en nutrientes do xurro que queda por aplicar.

No proxecto PurinPreciso probamos o comportamento do sensor na tubaxe externa que conduce o xurro ata o sistema de distribución (barra con tubos colgantes), comprobando que con esta localización se consegue ter información do contido de nutrientes do xurro durante todo o ciclo de baleirado (ver foto 3). Ademais, esta colocación fornece información do contido de nutrientes do xurro que está a saír nese momento cara ao sistema de distribución, polo que é máis preciso ao estar a analizar o xurro

que se está aplicando nesa zona concreta da parcela.

No sistema NIRS o xurro que pasa irradíase con luz infravermella próxima a través dunha xanela na tubaxe. A luz incidente é parcialmente absorbida e reflectida polos diferentes ingredientes. Isto crea unha reflectancia que é detectada polo sensor e enviada ao detector NIRS. A partir dunha comparación cos datos almacenados e unha calibración desenvolvida polo fabricante, pódese estimar o contido de nutrientes da suspensión. É un método rápido e sen contacto, pero necesita dunha boa calibración con xurros similares.

O seu elevado custo actual limita o uso destes equipos a empresas de servizos ou ganderías de gran tamaño cun elevado volume de xurro a aplicar cada ano. ▶▶



¡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

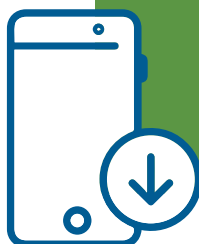


Encale y fertilice en la misma aplicación

1
Estimula la
nitrificación

2
Reduce los
malos olores

3
Reduce
los gases de
efecto inver-
nadero



Descargue aquí la presentación completa del producto con todas sus características



► OUTRO DOS ASPECTOS QUE PERMITEN OS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE ANÁLISE AUTOMÁTICA DE NUTRIENTES NOS TANQUES DISTRIBUIDORES DE XURRO É A POSIBILIDADE DE DOCUMENTAR DIXITALMENTE AS APLICACIÓNS



Foto 4. Equipo NIRS e caudalímetro instalados na tubaxe exterior de saída do xurro



Foto 5. Monitor G5 Plus coa pantalla principal de control do NIRS HarvestLab 3000 durante unha aplicación de xurro

Os equipos NIRS comerciais actualmente dispoñibles para análises de xurro en tanques distribuidores necesitan instalar tamén un caudalímetro para medir o caudal de xurro que circula pola tubaxe, un monitor de control da aplicación e un receptor GNSS (antena GPS) para xeorreferenciar as medidas. Se o tractor ao que se engancha o tanque distribuidor xa está equipado con receptor GNSS e monitor ISOBUS compatible co NIRS comercial, só se ten que adquirir e instalar o caudalímetro a maiores, pero, se non ten ningún dos equipos descritos anteriormente, o investimento necesario para montar o sistema completo incrementábase notablemente. Na foto 4 podemos observar o equipo NIRS xunto co caudalímetro montados na tubaxe externa de saída do xurro cara ao sistema de distribución.

O grupo BioModem da USC, en colaboración con Talleres Carruxo SL, SAT As Cavadas, a cooperativa Clun, as empresas Aotech e AMS Lab e a consultora Medrar Innovation Office, puxo en marcha en 2024 o **Grupo Operativo AgroLab_Biogal**, que ten como obxectivo principal o

desenvolvemento dun equipo NIRS de baixo custo para mellorar a xestión da fertilización con xurros.

O primeiro prototipo probarase nas probas de campo previstas para a primavera de 2026. Con iso preténdese conseguir un equipo NIRS de análise automática dos nutrientes do xurro que sexa accesible para gandaría de tamaño medio ao reducir o investimento necesario.

Os equipos NIRS permiten mellorar a determinación dos contidos en nutrientes do xurro en comparación coa condutividade eléctrica, sempre que as súas curvas de calibración estean obtidas con xurros de composición similar aos utilizados. Ademais, analizan o contido en materia seca (MS) do xurro.

Na foto 5 podemos observar a pantalla principal de control do equipo NIRS HarvestLab 3000 da casa comercial John Deere nun monitor G5 Plus. Durante o traballo podemos detectar o volume de xurro aplicado por hectárea (47,7 m³/ha) e tamén a dose de cada un dos nutrientes analizados (nitróxeno total, nitróxeno amoniacal, fósforo e potasio), así como o contido en MS (3,4 %).

En tractores John Deere da serie R este equipo permite automatizar a velocidade de avance para conseguir a dose de aplicación desexada, tanto en m³/ha como en kg/ha do nutriente que condicione a dose obxectivo. Esta dose pode variar para distintas zonas da parcela se introducimos un mapa de prescrición coa dose desexada para cada zona. Estas automatizacións permiten unha mellor precisión durante a aplicación cunha maior comodidade para o operario durante o traballo.

4. DOCUMENTACIÓN DAS APLICACIÓNS

Outro dos aspectos que permiten os sistemas electrónicos de análise automática de nutrientes nos tanques distribuidores de xurro é a posibilidade de documentar dixitalmente as aplicacións. Se, ademais, se combinan con receptores GNSS que xeolocalicen a aplicación, a distribución de xurro realizada queda asociada a unha parcela concreta, co que posibilita a trazabilidade das achegas de fertilizantes orgánicos ao longo das diferentes campañas. Esta documentación pode trasladarse ►►



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 PODE TRASLADARSE DESPOIS AO CUE, BEN POR UN PROCEDEMENTO MANUAL OU BEN MEDIANTE UNHA EXPORTACIÓN DOS ARQUIVOS ELECTRÓNICOS NUN FORMATO COMPATIBLE CO UTILIZADO POLOS CADERNOS DA EXPLOTACIÓN PÚBLICOS



Foto 6. Documentación dixital dunha aplicación de xurro na aplicación na nube do Centro de Operacións de John Deere

despois ao CUE, ben por un procedemento manual ou ben mediante unha exportación dos arquivos electrónicos nun formato compatible co utilizado polos cadernos da explotación públicos ou comercializados por empresas.

Na foto 6 podemos observar a documentación dunha aplicación de xurro realizada cun tanque distribuidor equipado cun sensor NIRS modelo HarvestLab da casa comercial John Deere. Por medio dun módem presente na cabina do tractor, a información sóbese en tempo real ao servidor do Centro de Operacións de John Deere, ao que se pode acceder vía internet para consultar, descargar ou exportar o arquivo dixital que documenta a aplicación realizada.

5. AGRADECEMENTOS

Os proxectos GO PurinPreciso e GO Agrolab_Biagal están financiados polas axudas para a execución de proxectos innovadores dos grupos operativos da Asociación Europea da Innovación (AEI), cofinanciadas nun 80 % co Fondo Europeo Agrícola de Desenvolvemento Rural (Feader) no marco do Plan Estratéxico da Política Agraria Común (PEPAC) 2023-2027, con fondos propios da

Xunta de Galicia nun 14 % e con fondos do Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación nun 6 %. A Consellería do Medio Rural é o órgano da Administración galega á que lle corresponde propor e executar as directrices xerais no ámbito rural, e engloba as competencias en materia de agricultura, gandería, desenvolvemento rural e ordenación comarcal, estruturas rurais, industrias agroalimentarias e forestais, montes, prevención e defensa dos incendios forestais. ■

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

