

MEMORIA DE EXECUCIÓN PROXECTO SENSORSOIL  
FEDER 2021/016A



**SENSORSOIL**

## ÍNDICE

### Contenido

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 3  |
| MOTIVACIÓN DO PROXECTO.....                       | 6  |
| OBXECTIVOS DO PROXECTO.....                       | 7  |
| FASES DO PROXECTO.....                            | 8  |
| SEGUIMENTO E CONTROL DO PROXECTO.....             | 8  |
| FASE DE CAMPO .....                               | 9  |
| FASE TECNOLÓXICA .....                            | 11 |
| VALIDACIÓN DO SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....      | 17 |
| PLAN DE COMUNICACIÓN E DIFUSIÓN DO PROXECTO ..... | 24 |
| INFORME DE RESULTADOS .....                       | 35 |

## INTRODUCCIÓN

O proxecto Sensorsoil é un proxecto piloto que se solicitou a Asociación de desenvolvemento rural ÓDEGA ó abeiro da “RESOLUCIÓN do 3 de febreiro de 2021 pola que se establecen as bases reguladoras da concesión, en réxime de concorrència competitiva, das axudas para o apoio de proxectos piloto, desenvolvemento de novos produtos, prácticas, procesos e tecnoloxías no ámbito agroforestal, cofinanciadas co Fondo Europeo Agrícola de Desenvolvemento Rural (Feader) no marco do Programa de desenvolvemento rural (PDR) de Galicia 2014-2020, e se convocan para o ano 2021 (código de procedemento MR331A) (DOG Núm. 33 do 18 de febreiro de 2021).

Un dos maiores retos dos agricultores é acadar unha maior eficiencia no uso dos fertilizantes. Non só por tratar de evitar a posible contaminación de chans e augas, senón por aforrar nunha das maiores partidas de gasto na explotación agrícola.

Neste senso é necesario coñecer as características de partida do solo e facer unha análise axeitada dos datos dispoñibles, xa que a absorción de nutrientes vese afectada por outras características do solo, as interaccións entre os elementos e o cultivo que se vai a sementar.

A monitorización do solo permite coñecer a concentración de nutrientes dispoñibles para a absorción polas raíces das plantas, e desta forma adiantarse para tomar as decisións acertadas en canto a dose axeitada de nutrientes que necesitan as plantas e así non engadir un exceso de nutrientes ós solos que poden ir parar ós cursos de auga e producir problemas como é o caso da eutrofización, aporte en exceso de nutrientes inorgánicos procedentes de actividades humanas principalmente nitróxeno e fósforo, nun ecosistema acuático, producindo unha proliferación descontrolada de algas fitoplanctónicas e provocando efectos adversos nas masas de auga afectadas.

Pero actualmente, a medición dos nutrientes da terra para a mellora dos tratamentos de abonado non está moi estendida no uso agrario do pequeno agricultor galego. Un dos principais problemas é a ausencia de equipos de medida de nutrientes como o fósforo, o nitróxeno e o potasio, que sexan económicos, sendo as analíticas do terreo o método mais estendido. As analíticas requiren levar mostras ó laboratorio ou empregar kits de análise manuais. Existe algún proxecto en vías de desenvolvemento dun dispositivo portátil para realizar estas medicións, pero con modelos de negocio asociados a custos recorrentes ó ano por dispositivo.

O obxectivo xeral do proxecto Sensorsoil é o desenvolvemento dun sistema de monitorización de nutrientes do solo en tempo real e de baixo custo, que lle sirva ao agricultor para facer unha mellor xestión da fertilización do solo.

O sistema de monitorización consiste nun sensor portátil baseado na medición da electroconductividade dos nutrientes dispoñibles para a planta.

O sensor incorpora unha batería e un módulo de comunicacións bluetooth para emparellarse co teléfono móbil do agricultor. A través dunha aplicación móbil, o teléfono permitirá recibir a información do sensor, xeoreferenciarla e crear plans de abonado a medida en función das necesidades reais do terreo e do cultivo.

Para poder testar o sensor estableceranse tres parcelas de estudo de tres grupos de cultivos agrícolas que son os máis representativos en Galicia:

- Dentro dos cultivos herbáceos, fíxose o estudo en parcelas de cultivos forraxeiros (millo forraxeiro) e en parcelas de tubérculos (patacas).
- En canto aos cultivos leñosos, o estudo levouse a cabo en parcelas de froiteiras, mais concretamente de mazá.

Tomáronse mostras das parcelas de estudo para poder realizar as análises do solo en laboratorio e establecer así unha comparativa cos datos recollidos polo sensor desenrolado polo Instituto Tecnolóxico de Galicia.

A aplicación móbil coa que conta o sistema de monitorización, permitirá tamén visualizar as recomendacións de abonado racional e científico segundo os datos recollidos, baseados no coñecemento do estado nutricional do solo, o que lle proporcionará unha información útil e necesaria ao agricultor, de cara a unha boa xestión económica e medioambiental dos insumos.

Configurouse un sistema para mostrar as recomendacións de abonado a través de alertas verde, amarelo e vermello de forma que se indica a necesidade de abonado con respecto á recomendación para unha determinada produción. Así, para unha produción de 30 kg/ha representaríase a cor verde cando a recomendación estivese ente 0 e 1000, a cor amarela para a recomendación entre 1000 e 2000, e vermello para unha recomendación de máis de 2000.

Para o desenvolvemento do proxecto “SensorSoil” asinouse un acordo de colaboración entre a Asociación de desenvolvemento rural ÓDEGA, Unión Leiteira Galega (ULEGA), Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG) e a Universidade de Santiago de Compostela.

O obxecto deste acordo é regular a colaboración entre ÓDEGA e os Axentes Cooperantes (ULEGA, USC e ITG) para a realización dos traballos de investigación do proxecto titulado “SensorSoil”, solicitado por ÓDEGA.

A duración prevista para o desenvolvemento dos traballos abarca dende o 1 de abril de 2021 ata o 31 de xullo de 2023.

ÓDEGA como entidade beneficiaria da axuda concedida, asumirá a coordinación técnica, administrativa e a xestión económica do proxecto de cara á Axencia Galega de Calidade Alimentaria.

As actividades e tarefas a desenvolver por cada unha das partes no marco da execución do proxecto presentado son as que se reflicten no seguinte cadro:

As actividades e tarefas a desenvolver por cada unha das partes no marco da execución do proxecto presentado son as que se reflicten a continuación:

- Ulega Unión Leiteira Galega, é a que establece o contacto cos produtores polo que desenvolve un gran papel na fase de campo e tamén colabora con ÓDEGA no plan de comunicación e difusión do proxecto.
- O Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG), colabora na fase tecnolóxica e na fase de validación do sistema de monitorización co desenrolo do sensor prototipo, o testeado do mesmo e o desenrolo da plataforma de visualización de datos.
- A Universidade de Santiago de Compostela (USC), participa na análise química das mostras de laboratorio na fase de campo e na comparativa de datos na fase de validación do sistema de monitorización.

## MOTIVACIÓN DO PROXECTO

Cada tipo de cultivo ten uns requirimentos nutricionais e o solo contén estes elementos en cantidades variables que poden ou non satisfacer dita demanda nutricional. Para coñecer en que compoñentes se debe axustar o solo, en cada área de cultivo e en relación ao tipo de cultivo, débese determinar mediante análises que permitan deseñar as recomendacións máis axeitadas.

Ao solo débenselle de realizar análises periódicas que permitan coñecer algunhas propiedades físicas e de fertilidade química para programar un plan de fertilización. Pero, de non realizarse un plan de fertilización adecuado de acordo á análise do solo, as plantas empezan a sufrir unha serie de desordes fisiolóxicos e nutricionais que van afectar ao seu rendemento.

Ante esta necesidade anteriormente exposta, nace este proxecto que servirá como ferramenta de axuda na xestión a curto, medio e longo prazo do agricultor, favorecendo a súa autonomía con respecto ás presións informativas e comerciais, e que sexa capaz de tomar decisións adecuadas, aforrando insumos e protexendo o medio ambiente. Este sistema de monitorización será en tempo real, de baixo custo e fácil de usar para o agricultor.

Con sensorsoil afrontarase todo o anteriormente descrito proporcionando os seguintes impactos:

- Coñecer o estado do solo en tempo real, o que permitirá elaborar unha memoria de campo real e obxectiva.
- Axudar na toma de decisión a hora de abonar, regar, sementar e aplicar fitosanitarios.
- Uso e xestión eficiente de insumos e recursos encamiñado a unha agricultura sostible.
- Mellorar a calidade intrínseca dos produtos e subprodutos agrícolas, revalorizándoos, xa que un consumidor vai preferir adquirir un alimento que sabe que ó longo do seu sistema produtivo estivo monitorizado e controlado e sen recibir máis fertilizantes dos necesarios, que outro que non ten ese tipo de trazabilidade.
- Trasladar ao pequeno agricultor galego as novas tecnoloxías dunha maneira sinxela e económica.

## OBXECTIVOS DO PROXECTO

O proxecto Sensorsoil presentouse coa finalidade de alcanzar un obxectivo xeral e varios obxectivos específicos.

A continuación, detállanse os obxectivos que se establecen e a finalidade dos mesmos:

En primeiro lugar, o obxectivo xeral do proxecto é desenvolver un sistema de monitorización de nutrientes do solo, en tempo real e de baixo custo, que lle sirva ao agricultor para facer unha mellor xestión do seu cultivo agrícola.

Por outra parte, o proxecto tamén conta cuns obxectivos específicos do proxecto que se detallan a continuación:

- Evaluar a fertilidade natural dos solos con anticipación á semente e durante o crecemento do cultivo, mellorando os métodos de monitorización, preservación e mellora da fertilidade do solo, ademais de aforrar no uso de fertilizantes do solo polo agricultor.
- Proporcionar información necesaria para a recomendación de fertilizantes que se deban aplicar no solo, mellorando o rendemento de produción das áreas de cultivo seleccionadas, e evitando que o exceso de fertilizantes poida afectar á calidade das augas superficiais e subterráneas.

Outros obxectivos específicos do proxecto SensorSoil son os seguintes:

- Fomentar a sostibilidade agrícola e loita contra o cambio climático.
- Poñer a tecnoloxía da información ao servizo da agricultura para melloralala.
- Racionalizar o uso de puríns para minimizar o uso de fertilizantes comerciais.
- Divulgar os resultados obtidos neste proxecto entre os grupos de interese e o público en xeral.
- Mellorar os métodos de monitorización, preservación e mellora da fertilidade do solo.
- Aforrar no uso de fertilizantes do solo polo agricultor.
- Mellorar o rendemento de produción das áreas de cultivo seleccionadas.
- Poñer a tecnoloxía da información ao servizo da agricultura para melloralala.

## FASES DO PROXECTO

A continuación faremos unha descrición de que en que consiste cada fase do proxecto, quenes participaron na mesma, como se levou a cabo e cales foron os resultados da mesma.

O proxecto Sensorsoil consta das seguintes fases ben definidas, que se foron executando ó longo do proxecto. Estas fases son:

- Seguimento e control do proxecto
- Fase de campo
- Fase tecnolóxica
- Validación do sistema de monitorización
- Plan de comunicación e difusión do proxecto

## SEGUIMENTO E CONTROL DO PROXECTO

Para a coordinación xeral do proxecto e do consorcio en cooperación usouse a metodoloxía de xestión de proxectos. Un correcto sistema de seguimento e monitorización do proxecto, permite documentar o estado do proxecto, identificar as posibles desviacións da liña base e tomar as decisións axeitadas. Esta estratexia mantívose grazas ás reunións e comunicacións periódicas que se mantiveron con todos os integrantes.

O seguimento do proxecto levouse a cabo mediante reunións entre os diferentes actores do mesmo:

- Asociación de Desenvolvemento Rural Ódega (coordinadora do proxecto)
- Universidade de Santiago de Compostela, responsables da analítica das mostras de solo en laboratorio.
- Instituto Tecnolóxico de Galicia, responsable da fase tecnolóxica do proxecto como é o desenvolvemento do hardware e o software.

Nas reunións que se produciron entre as entidades participantes no proxecto analizouse o estado actual do proxecto, o avance do mesmo, os inconvenientes que foron xurdindo e as tarefas pendentes. Analizáronse problemas como o carácter mais xenérico ou mais concreto das recomendacións de abonado ós produtores, a forma en que se podían mostrar os resultados para que os datos fosen sinxelos de interpretar, depurar a matriz de datos, facer coincidir a entrega do prototipo desenrolado polo ITG co ciclo de vida do cultivo, análise dos resultados obtidos no laboratorio, etc.

## FASE DE CAMPO

A primeira parte da fase de campo, consistiu no contacto cos produtores primarios cos que se asinou un acordo de colaboración para o uso das fincas. A través de dito acordo de colaboración, os produtores ceden de forma gratuíta á Asociación de Desenvolvemento Rural ÓDEGA o uso das parcelas para a toma de mostras de solo e o seu estudo.

A selección das parcelas de cultivo de tubérculos, forraxe e froiteiras baséase na climatoloxía, orografía e homoxeneidade do terreo, e dispoñibilidade de datos históricos das parcelas (cultivos, fertilización, abonado orgánico).

As mostras de solo foron tomadas de diferentes puntos da parcela seguindo unha liña en zigzag. O número de mostras recomendado para reducir o erro de mostraxe varía entre 15 e 40, dependendo do tamaño da parcela. As mostras, debidamente etiquetadas, serán analizadas no laboratorio.

Como xa se comentou anteriormente, manter a produtividade dos solos utilizados nas actividades produtivas, é unha cuestión de sostibilidade. os rexistros de produtividade, as propiedades físicas e químicas do solo, a oferta de produción, son algúns dos parámetros para comprobar se a actividade se axusta aos criterios de sostibilidade económica e ambiental para o agricultor; por iso é tan necesario a creación dunha matriz de datos de recomendacións. A metodoloxía para crear esta matriz, pasa polo traballo directo cos agricultores das parcelas de estudo mediante:

- Medir a produtividade das actividades agrícolas na área de cultivo
- Identificar as características do tipo de solo
- Identificar a topografía da parcela
- Rexistrar as condicións climáticas da zona
- Rexistrar as necesidades fisiolóxicas do tipo de cultivo
- Identificar o tipo de regadío
- Rexistrar a historia da produción da parcela
- Rexistrar o manexo específico polo agricultor
- Rexistrar a época de semente e colleita

Esta matriz de datos traducirase en información útil e crítica ao agricultor, e "alimentará" a aplicación móbil para dar as recomendacións adecuadas.

Para ter un maior número de datos e ver as variacións na dispoñibilidade de nutrientes ao longo dun ciclo enteiro de cultivo, instaláronse sensores convencionais nas parcelas de estudo.

En canto á tecnoloxía do sensor, para poder obter información da necesidade de nutrientes do terreo dunha forma aproximada empregárase a medida da electroconductividade (EC). A EC mide a capacidade do terreo para conducir corrente eléctrica ao aproveitar a propiedade das sales na condución desta, polo tanto, a EC mide a concentración de sales solubles presentes na solución de terreo. O seu valor é mais alto canto mais fácil se mova a corrente a través do mesmo terreo por unha concentración mais elevada de sales. As unidades empregadas para medir a EC son ds/m (decisiemens por metro). Os sensores deseñaránse para a súa conexión nun datalogger e para medición en continuo.

As estimacións obtidas mediante estes sensores foron testadas fronte as determinacións de nutrientes no laboratorio, avaliando o seu comportamento en distintos usos do solo, en diversos estádios vexetativos e tempo transcorrido desde a aplicación de fertilizantes.



*Ilustración 1: Foto medición en campo.*

Para o desenvolvemento do software e o hardware do proxecto empregáronse metodoloxías áxiles que permiten levar a cabo un desenvolvemento incremental e por fases, o que permite realizar validacións parciais de cada un dos compoñentes que se vaian desenvolvendo. Esta metodoloxía permite redeseñar e atopar erros durante o tempo de desenvolvemento, previos ás probas finais de campo.

Todos os datos recopilados dos sensores volcaranse nun sistema de procesamento de datos centralizado que proporcionará un mapa edáfico real sobre o estado dos solos dos principais cultivos de Galicia, a súa xeolocalización, características, etc.

## FASE TECNOLÓXICA

A fase tecnolóxica consta de varias actuacións como son o desenvolvemento do hardware e o software ao servizo do proxecto.

O que se pretende, é ter unha solución portátil que integre un sensor, un GPS para xeorreferenciar as medidas e conexión a internet para o envío de datos. Para isto, fíxose un estudo de mercado para analizar as distintas solucións dispoñibles. Finalmente a sonda seleccionada foi a sonda comercial TEROS 12 (ilustración 4) de MeterGroup, debido principalmente á precisión das medidas e a súa vida útil de o menos 3 anos, durante os cales garantiza que mantén a precisión.

As características desexables do sensor son as seguintes:

- Sensor dixital con autocalibración
- Compensación automática de temperatura e humidade para a medida de EC
- Rangos de medida e precisión moi competitivos
- Vida útil de mínimo 3 anos

Posto que se pretendía enviar os datos a un servidor propio, foi imposible atopar comercialmente un data logger que permitira configurar os envíos co formato aceptado por ese servidor xa que todos os fabricantes envían a súa propia plataforma sobre a que permiten posteriormente a exportación dos datos.

Polo exposto anteriormente o equipo involucrado no proxecto do ITG decidiu que ía resultar máis cómodo dispoñer dun equipo con GPS que medira e enviara directamente ó servidor onde se calcularán os plans de fertilización en base as necesidades do terreo. Por iso se propuxo o uso do data logger do ITG que precisamente inclúe GPS e comunicacións co servidor que se usou.

Dende o ITG, unha das asociacións colaboradoras no proxecto SensorSoil, desenrolou un dispositivo portátil (prototipo) capaz de realizar medidas de parámetros de solo de interese agrícola tales como humidade, temperatura e electroconductividade. A partir de estes valores pódese obter o valor da salinidade do solo que é unha medida altamente relacionada cos concentracións de nutrientes (nitratos, fosfatos, etc.).

O equipo de medida desenrolado polo ITG (prototipo) componse das seguintes partes:

- Maletín estanco onde se ubican todos os demais compoñentes
- Sonda MeterGroup Teros 12

- Antenas de GPS e GPRS
- Interfaz de usuario: selector, pulsador e pantalla
- Electrónica de control



*Ilustración 2: Maletín sensor ITG pechado.*



*Ilustración 3: Maletín sensor ITG aberto.*



*Ilustración 4: Sonda TEROS 12 de MeterGroup*



*Ilustración 5: Selector no modo GPS.*

O cadro de mando do sensor consta cun selector co que se poden seleccionar varias posicións. En función do modo seleccionado:

O **modo GPS** é o encargado de obter a posición GPS que se asignará a todas as medidas que se fagan. Esta acción é fundamental para asignar cada medida á súa parcela correspondente e así, cando se envíen ó servidor, poderán visualizalas correctamente nun mapa.

É necesario executar unha medida GPS cada vez que se cambie a sonda de situación, para actualizar a posición que se asignará ás medidas sucesivas.

O **modo MEDIDA** serve para executar baixo demanda unha lectura da sonda.

O **modo ENVÍO** permite enviar ó servidor todas as medidas almacenadas na memoria interna. Esta forma de operar é moito mais eficiente que enviar as medidas dunha en unha, xa que o modem tarda un tempo (entre 15 e 20 segundos) en acenderse e conectarse á rede GPRS antes de poder empezar a enviar.

O **modo AUTO** inclúese para poder facer series temporais deixando a sonda nun punto fixo. Está programado para facer medidas de forma automática cada 10 min i envíos cada hora.

O pulsador serve para iniciar a acción elixida co selector. Por exemplo, se estamos no modo medida, e queremos facer tres medicións dos parámetros de solo, teremos que apertar tres veces o botón.

Na fase tecnolóxica, Ódega desenvolveu unha matriz de recomendacións en base os datos históricos, datos dos sensores instalados nas parcelas, das analíticas edáficas e datos do sensor prototipo. Esta matriz alimentará o sistema de monitorización que xunto cos datos obtidos do sensor proporcionará a información necesaria para a toma de decisións en tempo real.

A partir dos datos recopilados deséñase un sistema de alertas coas recomendacións verde, amarelo e vermello. Así, por exemplo, con respecto á recomendación para produción de 30 Tn/ha configuráronse 3 cores, verde para unha necesidade de abonado entre 0 e 1000 Kg de N, amarelo entre 1000 e 2000 e vermello máis de 2000.

Outro dos obxectivos do proxecto é o desenrolo dunha plataforma web onde se monitorizan os datos recopilados polo sensor.

A plataforma de monitorización será capaz de recoller, procesar e almacenar información dos sensores do maletín prototipo a través dunha interfaz.

O módulo de cadro de mando ofrece unha sección onde ver de maneira resumida os valores almacenados no sistema.

No módulo mapa, o módulo GIS está encargado de representar xeograficamente todas as parcelas e subparcelas dispoñibles na plataforma.

O módulo de análise de datos está encargado de representar gráficamente cada un dos valores almacenados no sistema. O módulo permite configurar o tipo de gráfica, o período e os parámetros a mostrar.

No módulo subparcelas pódense crear puntos de medida tanto de forma manual (seleccionando no mapa o punto de medidas e asignarlle un nome) ou por lotes (importar un arquivo con todos os puntos de medida e as súas coordenadas).

A plataforma tamén dispón dun módulo para crear parcelas que se chama da mesma forma.

E por último temos o módulo usuario que serve para crear distintos perfís con distintos niveis de permisos de acceso.

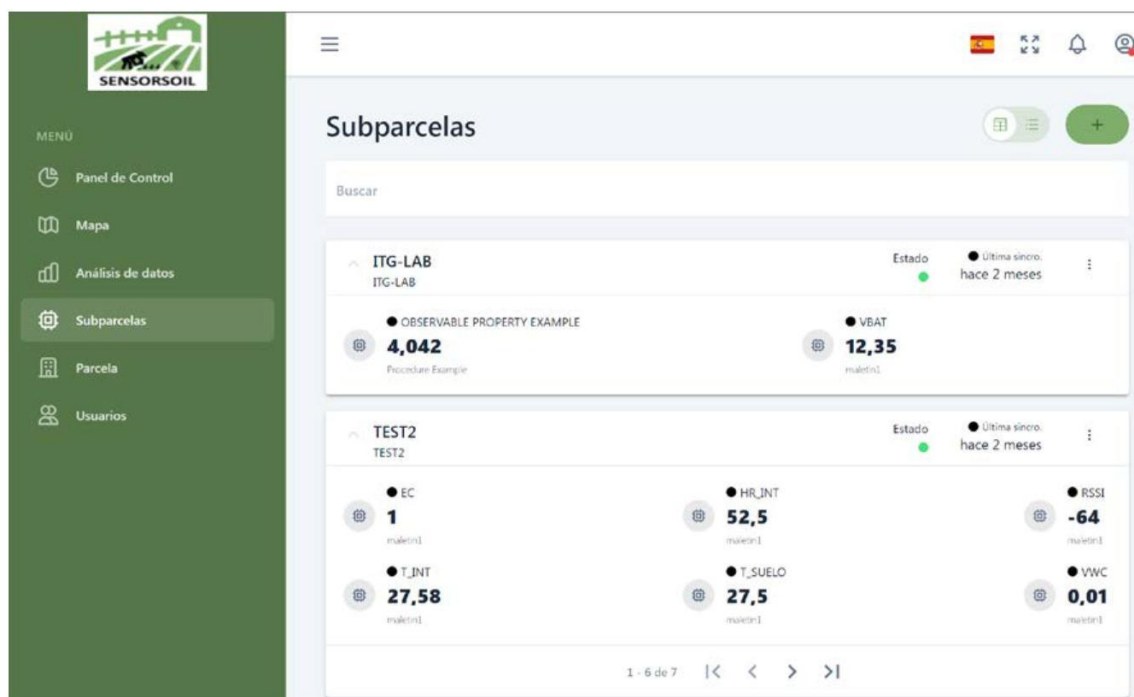


Ilustración 6: Módulo de subparcelas.

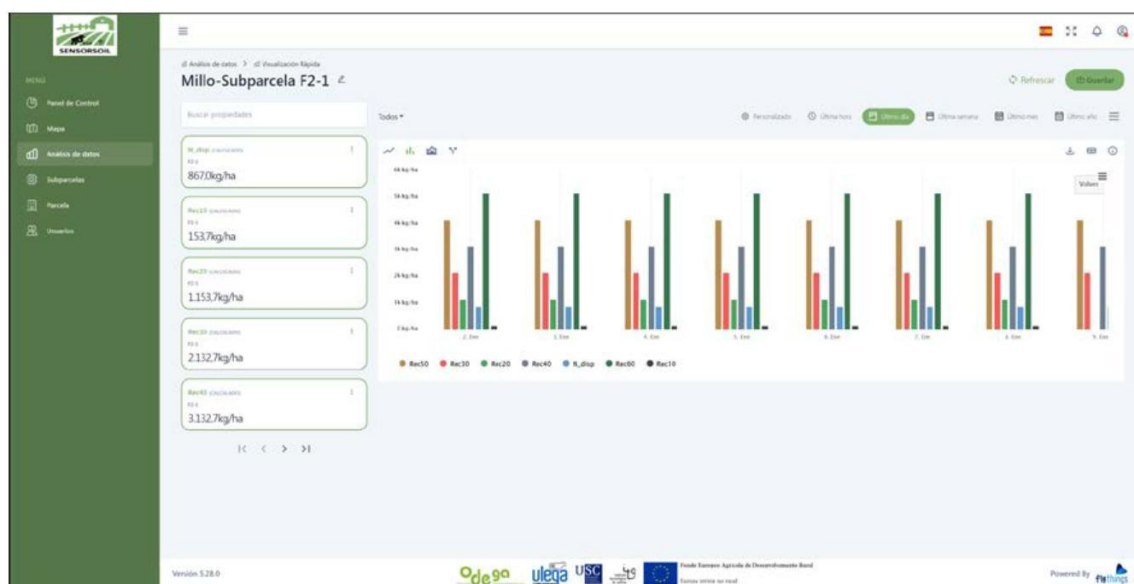


Ilustración 7: Recomendaciones de abonado.

## VALIDACIÓN DO SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

En canto á validación do sistema de monitorización, adoptarase unha metodoloxía de testeo de usabilidade, onde o sistema de monitorización someterase a continuas iteracións de deseño e funcionalidade. Ademais de conseguir que os usuarios teñan unha experiencia sinxela e intuitiva, facilita a modificación e avaliación xa que permite refinar o prototipo do sistema de monitorización antes de implementalo cos usuarios finais.

Unha vez creado o prototipo do sensor polo ITG a partir do sensor comercial TEROS 12 de Meter Group 1 procedeuse ao seu testeo nas 9 parcelas de estudo.

Para o testeo do sensor fixéronse medidas simultáneas co sensor creado para o proxecto e denominado como ITG e co sensor comercial TEROS 12. Na seguinte táboa, detállanse os datos obtidos polos dous sensores durante as medicións.

| DATA       | CULTIVO | PARCELA | MOSTRA | CONC. H <sub>2</sub> O (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |      | TEMP SOLO (°C) |      | EC (mS/cm) | EC (μS/cm) |
|------------|---------|---------|--------|----------------------------------------------------------|------|----------------|------|------------|------------|
|            |         |         |        | TEROS 12                                                 | ITG  | TEROS 12       | ITG  | TEROS 12   | ITG        |
| 07/11/2022 | Pataca  | T1      | 1      | 0,362                                                    | 0,3  | 13,1           | 13,5 | 0,11       | 109        |
| 07/11/2022 | Pataca  | T1      | 2      | 0,36                                                     | 0,37 | 12,2           | 12,8 | 0,085      | 83         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T1      | 3      | 0,365                                                    | 0,36 | 11,9           | 12,3 | 0,09       | 59         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T1      | 4      | 0,173                                                    | 0,23 | 11,6           | 11,8 | 0,015      | 23         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T2      | 1      | 0,33                                                     | 0,34 | 12,2           | 12,7 | 0,024      | 35         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T2      | 2      | 0,317                                                    | 0,31 | 12             | 12,4 | 0,029      | 27         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T2      | 3      | 0,18                                                     | 0,16 | 12,5           | 12,7 | 0,066      | 23         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T2      | 4      | 0,324                                                    | 0,34 | 12,5           | 12,6 | 0,029      | 28         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T3      | 1      | 0,338                                                    | 0,29 | 11,7           | 11,7 | 0,042      | 40         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T3      | 2      | 0,371                                                    | 0,38 | 11,8           | 11,8 | 0,04       | 40         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T3      | 3      | 0,353                                                    | 0,36 | 11,7           | 11,7 | 0,103      | 94         |
| 07/11/2022 | Pataca  | T3      | 4      | 0,363                                                    | 0,35 | 11,7           | 11,7 | 0,063      | 81         |
| 07/11/2022 | Millo   | F1      | 1      | 0,388                                                    | 0,37 | 17,7           | 17,5 | 0,069      | 67         |
| 07/11/2022 | Millo   | F1      | 2      | 0,33                                                     | 0,32 | 17,1           | 17   | 0,015      | 14         |
| 07/11/2022 | Millo   | F1      | 3      | 0,337                                                    | 0,34 | 16,7           | 16,7 | 0,018      | 14         |
| 07/11/2022 | Millo   | F1      | 4      | 0,278                                                    | 0,33 | 15,8           | 15,9 | 0,008      | 9          |
| 07/11/2022 | Millo   | F2      | 1      | 0,343                                                    | 0,31 | 15,5           | 15,6 | 0,022      | 19         |
| 07/11/2022 | Millo   | F2      | 2      | 0,304                                                    | 0,3  | 15,3           | 15,4 | 0,012      | 21         |
| 07/11/2022 | Millo   | F2      | 3      | 0,303                                                    |      | 15,4           |      | 0,016      |            |
| 07/11/2022 | Millo   | F2      | 4      | 0,339                                                    |      | 15,7           |      | 0,014      |            |
| 07/11/2022 | Millo   | F3      | 1      | 0,261                                                    |      | 15             |      | 0,099      |            |
| 07/11/2022 | Millo   | F3      | 2      | 0,301                                                    |      | 15             |      | 0,02       |            |
| 07/11/2022 | Millo   | F3      | 3      | 0,295                                                    |      | 15,2           |      | 0,019      |            |
| 07/11/2022 | Millo   | F3      | 4      | 0,201                                                    |      | 15,2           |      | 0,01       |            |

| DATA       | CULTIVO | PARCELA | MOSTRA | CONC. H <sub>2</sub> O (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |      | TEMP SOLO (°C) |      | EC<br>(mS/cm) | EC<br>(μS/cm) |
|------------|---------|---------|--------|----------------------------------------------------------|------|----------------|------|---------------|---------------|
|            |         |         |        | TEROS 12                                                 | ITG  | TEROS 12       | ITG  | TEROS 12      | ITG           |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR1     | 1      | 0,374                                                    | 0,34 | 14,7           | 14,6 | 0,037         | 33            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR1     | 2      | 0,372                                                    | 0,4  | 14,3           | 14,4 | 0,02          | 26            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR1     | 3      | 0,3                                                      | 0,32 | 14,1           | 14,2 | 0,021         | 26            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR1     | 4      | 0,317                                                    | 0,31 | 14             | 14   | 0,016         | 17            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR2     | 1      | 0,373                                                    | 0,35 | 14             | 14   | 0,029         | 31            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR2     | 2      | 0,401                                                    | 0,39 | 13,6           | 13,6 | 0,03          | 28            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR2     | 3      | 0,311                                                    | 0,33 | 14,1           | 13,7 | 0,019         | 27            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR2     | 4      | 0,346                                                    | 0,18 | 14             | 13,8 | 0,02          | 17            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR3     | 1      | 0,392                                                    | 0,37 | 14,6           | 14,6 | 0,056         | 64            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR3     | 2      | 0,392                                                    | 0,38 | 14,2           | 14,4 | 0,033         | 41            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR3     | 3      | 0,397                                                    | 0,38 | 13,9           | 14   | 0,054         | 34            |
| 08/11/2022 | Mazá    | FR3     | 4      | 0,297                                                    | 0,31 | 13,8           | 13,8 | 0,011         | 11            |

Tal e como reflexan os datos, as diferencias nas medicións son mínimas, polo que as medicións de condutividade do sensor creado polo ITG se mostran como válidas para poder seguir co correcto desenvolvemento do proxecto.

Por outro lado mencionar que durante o proceso de medición o sensor do ITG deixou de medir nas parcelas F2 e F3. Isto foi debido a un fallo puntual do GPS atribuído as inclemencias meteorolóxicas que impediron a correcta conexión ó datalogger. A xeolocalización é o inicio do proceso de medición, polo que se este proceso falla, desencadea un fallo completo e non se pode medir. O erro foi revisado e estudado, e a versión actual xa está optimizada.

Tomáronse mostras das parcelas de estudo para poder realizar as análises do solo en laboratorio e establecer así unha comparativa cos datos recollidos polo sensor desenrolado polo Instituto Tecnolóxico de Galicia.

Para a recollida de mostras tívose en conta a superficie da finca e onde se ían colocar os sensores para a monitorización, para que as mostras foran o máis representativas con respecto ós datos dos sensores.

O procedemento a seguir para a recollida de mostras nunha parcela foi o seguinte:

1. Elixíronse os puntos de mostraxe seguindo unha liña en zigzag a través da parcela.
2. No primeiro punto da parcela, eliminouse a cuberta superficial existente (raspado de herba no caso de habela).
3. Cavouse nunha profundidade de 20 cm. A profundidade de recollida de mostras é un parámetro importante a ter en conta.
4. A terra obtida foi recollida en bolsas de entre 1,5 e 2 kg. Pechado da bolsa e etiquetaxe da mesma para a súa posterior identificación e análise no laboratorio.

Para reducir o erro de mostraxe, recolléronse mostras en catro puntos diferentes da parcela. Para recoller mostras nos demais puntos da parcela, seguíronse as mesmas indicacións mencionadas anteriormente.

A continuación móstrase unha táboa na que se mostran os datos de conductividade eléctrica en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  obtidos no laboratorio e cos sensores tanto comercial TEROS 12 e o prototipo ITG.

Podemos observar que os datos obtidos en campo tanto polo sensor comercial TEROS 12 como os obtidos polo sensor prototipo desenrolado polo ITG, son similares, do mesmo orde de magnitude. Sen embargo, os datos das mostras que foron analizadas no laboratorio son na maior parte superiores os dos obtidos cos sensores, agás nas catro mostras da parcela F3, que os valores de laboratorio dan menos que os do sensor comercial. Nesta parcela o sensor ITG deixou de medir. Isto foi debido a un fallo puntual do GPS atribuído as inclemencias meteorolóxicas que impediron a correcta conexión ó datalogger.

|    | Mostra       | pHw | CE laborat       | CE ITG           | CE TEROS 12      |       |
|----|--------------|-----|------------------|------------------|------------------|-------|
|    |              |     | $\mu\text{S/cm}$ | $\mu\text{S/cm}$ | $\mu\text{S/cm}$ | mS/cm |
| T1 | 1            | 6,4 | 75               | 109              | 110              | 0,11  |
|    | 2            | 6,2 | 83               | 83               | 85               | 0,085 |
|    | 3            | 5,6 | 143              | 59               | 90               | 0,09  |
|    | 4            | 6,3 | 79               | 23               | 15               | 0,015 |
|    | <i>media</i> | 6,1 | 95               | 68,5             | 75,0             |       |
|    | <i>desv</i>  | 0,3 | 32               | 36,6             | 41,4             |       |
| T2 | 1            | 6,3 | 132              | 35               | 24               | 0,024 |
|    | 2            | 6,5 | 131              | 27               | 29               | 0,029 |
|    | 3            | 6,8 | 208              | 23               | 66               | 0,066 |
|    | 4            | 6,2 | 125              | 28               | 29               | 0,029 |
|    | <i>media</i> | 6,4 | 149              | 28,25            | 37               |       |
|    | <i>desv</i>  | 0,3 | 40               | 4,99             | 19,48            |       |
| T3 | 1            | 6,0 | 93               | 40               | 42               | 0,042 |
|    | 2            | 5,1 | 111              | 40               | 40               | 0,04  |
|    | 3            | 5,1 | 175              | 94               | 103              | 0,103 |
|    | 4            | 5,4 | 156              | 81               | 63               | 0,063 |
|    | <i>media</i> | 5,4 | 134              | 63,75            | 62               |       |
|    | <i>desv</i>  | 0,4 | 38               | 27,93            | 29,25            |       |
| F1 | 1            | 5,7 | 123              | 67               | 69               | 0,069 |
|    | 2            | 5,3 | 58               | 14               | 15               | 0,015 |
|    | 3            | 5,2 | 64               | 14               | 18               | 0,018 |
|    | 4            | 5,0 | 56               | 9                | 8                | 0,008 |
|    | <i>media</i> | 5,3 | 75               | 26               | 27,5             |       |
|    | <i>desv</i>  | 0,3 | 32               | 27,43            | 27,98            |       |
| F2 | 1            | 5,4 | 69               | 19               | 22               | 0,022 |
|    | 2            | 5,6 | 68               | 21               | 12               | 0,012 |
|    | 3            | 5,2 | 58               | Non<br>medida    | 16               | 0,016 |

|     |              |     |     |               |       |       |
|-----|--------------|-----|-----|---------------|-------|-------|
|     | 4            | 5,4 | 70  | Non<br>medida | 14    | 0,014 |
|     | <i>media</i> | 5,4 | 66  | 20            | 16    |       |
|     | <i>desv</i>  | 0,2 | 5   | 1,41          | 4,32  |       |
| F3  | 1            | 5,6 | 47  | Non<br>medida | 99    | 0,099 |
|     | 2            | 5,3 | 64  | Non<br>medida | 20    | 0,02  |
|     | 3            | 5,3 | 68  | Non<br>medida | 19    | 0,019 |
|     | 4            | 5,4 | 75  | Non<br>medida | 10    | 0,01  |
|     | <i>media</i> | 5,4 | 63  |               | 37    |       |
|     | <i>desv</i>  | 0,1 | 12  |               | 41,58 |       |
| FR1 | 1            | 5,9 | 93  | 33            | 37    | 0,037 |
|     | 2            | 5,6 | 86  | 26            | 20    | 0,02  |
|     | 3            | 5,7 | 79  | 26            | 21    | 0,021 |
|     | 4            | 5,5 | 75  | 17            | 16    | 0,016 |
|     | <i>media</i> | 5,7 | 83  | 25,5          | 23,5  |       |
|     | <i>desv</i>  | 0,2 | 8   | 6,56          | 9,26  |       |
| FR2 | 1            | 5,3 | 74  | 31            | 29    | 0,029 |
|     | 2            | 5,4 | 81  | 28            | 30    | 0,03  |
|     | 3            | 5,9 | 116 | 27            | 19    | 0,019 |
|     | 4            | 5,9 | 142 | 17            | 20    | 0,02  |
|     | <i>media</i> | 5,6 | 103 | 25,75         | 24,5  |       |
|     | <i>desv</i>  | 0,3 | 32  | 6,08          | 5,80  |       |
| FR3 | 1            | 5,5 | 152 | 64            | 56    | 0,056 |
|     | 2            | 5,3 | 123 | 41            | 33    | 0,033 |
|     | 3            | 5,4 | 125 | 34            | 54    | 0,054 |
|     | 4            | 5,1 | 89  | 11            | 11    | 0,011 |
|     | <i>media</i> | 5,3 | 122 | 37,5          | 38,5  |       |
|     | <i>desv</i>  | 0,2 | 26  | 21,83         | 21,08 |       |

Para a validación do sistema de monitorización levouse a cabo unha enquisa que se realizou a diferentes axentes involucrados no proxecto dende persoal de ÓDEGA, coordinador do proxecto, así como persoal do ITG encargado de desenrolar o sensor prototipo ITG, ata produtores dos tres tipos de cultivo nos que se recolleron mostras de terra para analizadas no laboratorio do Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola da facultade de Farmacia da Universidade de Santiago de Compostela. Así como os produtores dos tres tipos de cultivos onde se recolleron mostras tanto para analizar no laboratorio e nos que se fixeron medicións tanto co sensor comercial TEROS 12 de Meter Group 1 como co sensor prototipo ITG.

A enquisa elaborada para a validación do sensor tivo en conta denses aspectos de utilización do mesmo como a facilidade de utilización do sensor, o tempo de medición, a facilidade de visionado dos datos, e sobre a necesidade das posibles melloras.

Na enquisa explícase que se ten que marcar do 1 ao 5, sendo 1 a resposta mais desfavorable e 5 a mais favorable.

| ENQUIZA USABILIDADE                                       |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| <b>1. É fácil de usar?</b>                                |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>2. O seu uso é intuitivo?</b>                          |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>3. O tempo de medición é curto?</b>                    |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>4. Os datos proporcionados son de fácil visionado?</b> |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>5. Os datos proporcionados son entendibles?</b>        |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>6. As súas dimensións e pesos son adecuados?</b>       |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>7. Recomendaría o sensor a outros produtores?</b>      |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>8. Cree que necesita melloras?</b>                     |   |   |   |   |
| 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 |

Os resultados das enquisas, despois da utilización do sensor, foron os seguintes:

O sensor considerouse fácil de utilizar e intuitivo.

O tempo de medición foi a característica peor valorada do sensor, xa que se considera un tempo de medición longo. Sería unha das cousas que se propón mellorar.

Os datos considéranse de fácil visualización para o 75% dos enquisados e o 25% pensan que se pode mellorar esta característica.

En canto as dimensións e peso do sensor, é considerado axeitado para a maioría dos enquisados.

Todos os grupos enquisados recomendarían o sensor a outros produtores.

E por último, o 50% dos enquisado cree que necesita melloras sobre todo no que se refire ao tempo de medición e o peso do sensor e o outro 50 % cree que no necesita melloras.

## PLAN DE COMUNICACIÓN E DIFUSIÓN DO PROXECTO

Esta acción é unha acción transversal do proxecto e tivo como obxectivo divulgar o proxecto e difundir e dar a coñecer os beneficios do mesmo a nivel local, autonómico e europeo.

A divulgación de sensorsoil fíxose ó longo de todo o proxecto, xa que na propia execución divulgouse continuamente, ben sexa a través do propio contacto directo e continuo cos produtores primarios e donos das parcelas, como a través dos paneis informativos nas parcelas onde se fixo o estudo, ou a través das redes sociais e da web dos integrantes do proxecto, ou das propias actividades de divulgación.

O Plan de comunicación e difusión dos resultados do proxecto plasmasse a través da realización das seguintes actividades:

- Notas de prensa de desenvolvemento e finalización do proxecto
- Difusión do proxecto na web e nas redes sociais de ÓDEGA e ULEGA
- Publicación dun artigo nun medio especializado
- Xornadas de difusión.
- Talleres prácticos.
- Manual de uso do sensor e da aplicación para repartir nos talleres prácticos
- Dípticos e carteis para publicitar e difundir o proxecto
- Informe final de resultados. Farase un informe resumido para enviar aos produtores de tubérculos, forraxe e froiteiras de Galicia. Ademais enviarase aos organismos oficiais, tales como a medio rural, ministerio para a transición ecolóxica e o reto demográfico, ministerio de agricultura, pesca e alimentación, cooperativas e asociación do sector primario.

O alcance xeográfico das actividades de divulgación, foi de forma prioritaria, a nivel local en Ourense (zona da Limia), Lugo (zona Terra Chá), autonómico, e en segunda instancia a nivel estatal e europeo.

A continuación detallaranse cada unha das accións de divulgación que se levaron a cabo:

- **Cartel e díptico**

Para comunicar e divulgar o proxecto elaborouse un cartel e un díptico.

Publicouse un cartel A2 coa información no proxecto que se colocou en Ordes, onde figura o coordinador do proxecto ÓDEGA, o investimento do mesmo e cal é o programa polo que está subvencionado. A continuación móstrase unha imaxe do cartel.



*Ilustración 8: Cartel informativo*

Tamén se deseñou un díptico do proxecto onde se describían os obxectivos, vantaxes e actividades do proxecto como colaboración de produtores primarios, xornadas de difusión e talleres prácticos. A continuación móstrase unha imaxe do díptico:



#### OBXECTIVO

O proxecto **SENSORSOIL** consiste no desenvolvemento dun sistema de monitorización portátil de nutrientes do solo a tempo real e de baixo custo que lle vai a servir ao agricultor para facer unha mellor xestión da fertilización do solo.

#### VANTAXES

Obtención de datos a tempo real.  
Aforro no uso de insumos.  
Mellorar o rendemento de produción das áreas de cultivo seleccionadas.  
Mellora da calidade das terras e das augas.  
Contribuír a mitigación do cambio climático.

#### ACTIVIDADES

##### COLABORACIÓN DE PRODUTORES PRIMARIOS

Necesitamos produtores primarios de tubérculos, forraxe e froiteiras que nos permitan o uso das súas parcelas para os estudos do proxecto.

##### XORNADAS DE DIFUSIÓN

Explicaremos o proxecto e os seus resultados, para que todos aqueles interesados podan coñecer as aplicacións e vantaxes deste sistema de monitorización

##### TALLERES PRÁCTICOS

Daremos a coñecer a todos aqueles interesados que así o soliciten o funcionamento do sensor mediante talleres prácticos.

Ilustración 9: Díptico informativo Sensorsoil.

- **Notas de prensa**

Planificáronse dúas notas de prensa, unha ao principio do proxecto para explicar o seu contido e desenvolvemento e outra ó final do proxecto para explicar os resultados do mesmo.

- **Publicacións en medios especializados**

Fixéronse varias publicacións en medios especializados tanto en web como en papel explicando o proxecto.

O 12 de xaneiro de 2023 publícase na web de Somos Agro (o apartado especializado no medio rural de “La Voz de Galicia”) o seguinte artigo:



Ilustración 10: Artigo na web de Somos Agro.

O 12 de xaneiro de 2023 publícase un artigo coa explicación do proxecto en prensa escrita. No apartado Terras de Lemos de La Voz de Galicia. E o 16 de xaneiro de 2023 publícase na web de “La Voz de Galicia” un artigo sobre o proxecto no que se fai referencia a unha das zonas onde se testea o sensor con cultivo de pataca, A Limia. A continuación figuran os dous artigos publicados.

L2 • TERRAS DE LEMOS • Jueves, 12 de enero del 2023 • La Voz de Galicia

## Diseñan un sistema de bajo coste que mide la fertilización del suelo en tiempo real

Son unos sensores que transmitirán la información al móvil del agricultor

M. ALFONSO

REDACCIÓN / LA VOZ



Cada vez se hace más necesario controlar los aportes nutritivos que se realizan al suelo. No solo porque en los últimos meses los fertilizantes han disparado sus precios o porque una correcta nutrición suponga una clara mejora en la producción. Las últimas normativas sobre la materia, como el decreto de nutrición sostenible de suelos agrarios, apuestan por un mayor control de estas prácticas. Por eso, la Asociación de Desarrollo Rural Ódega, junto con la Universidad de Santiago, el Instituto Tecnológico de Galicia y Uleqa pusieron en marcha, hace ya algún tiempo, el proyecto Sensorsoil. La idea es diseñar un sistema de bajo coste y fácil manejo que permita a los agricultores conocer los nutrientes que tiene el terreno para una correcta aplicación de los fertilizantes.

«Un dos maiores retos dos agricultores é alcanzar unha maior eficiencia no uso dos seus

insumos», señalan los responsables de esta iniciativa. Una correcta aplicación de los productos, sean estos fitosanitarios o fertilizantes, les permitirá ahorrar costes y, al mismo tiempo, evitará la contaminación de suelos y cauces de agua. De hecho, la nutrición de los suelos «é unha das accións que máis repercusións pode ter nunha explotación agrícola», añaden. Una correcta aplicación de los fertilizantes se traducirá «nun incremento da produción e da calidade do cultivo», sostienen. Por el contrario, si esta práctica no se realiza adecuadamente, puede repercutir de forma muy negativa.

Sensorsoil nace como una herramienta para ayudar al agricultor a tomar una decisión sobre cuándo, cómo y en qué medida debe fertilizar sus suelos. Consiste en el desarrollo de un sistema de monitorización de nutrientes del suelo en tiempo real y de bajo coste. Está formado por un sensor portátil basado en electroconductividad, que mide los nutrientes que están disponibles para la planta. Incorpora una batería y un módulo de comunicaciones que, mediante el blue-



Fertilizante ecológico producido por una firma gallega. XOÁN CARLOS GIL

tooth, le permite conectarse al teléfono móvil del agricultor. A través de una aplicación web, se puede consultar toda la información que proporciona el sensor, que viene georreferenciada e incluye datos como la temperatura del suelo o la humedad, además de la cantidad de nutrientes que hay presentes.

Para poder testar este nuevo sistema, los responsables del proyecto establecieron tres parcelas de estudio en tres grupos de cultivos agrícolas que son los más representativos de Galicia. Las fincas en las que se está probando el sistema son tres de patatas en Xinzo de Limia, tres de manzana en A Estrada y otras tantas de maíz en Silleda. En cada una de ellas se están haciendo medidas de electroconductividad, temperatura del suelo y conte-

nido hídrico. Estas medidas se hacen con un sensor comercial y con el equipo que ha sido diseñado en el marco de este proyecto, para poder comparar resultados. Además, también se recogen muestras de tierra para que la Universidade de Santiago pueda hacer los análisis oportunos y comparar así los resultados obtenidos en el laboratorio con los que proporciona el nuevo sensor.

El proyecto, que está cofinanciado con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020, está todavía en fase de ejecución. Una vez finalice, los resultados serán comunicados al sector, que podrá disponer de una herramienta sencilla y barata para conocer el estado del suelo.

Ilustración 11: Artigo Terra de Lemos “La Voz de Galicia”

## Diseñan un sistema que mide la fertilización en tiempo real

Los sensores, de bajo coste, transmitirán la información al móvil del agricultor

M. ALFONSO

REDACCIÓN / LA VOZ



Cada vez se hace más necesario controlar los aportes nutritivos que se realizan al suelo. No

solo porque en los últimos meses los fertilizantes han disparado sus precios o porque una correcta nutrición suponga una clara mejora en la producción. Las últimas normativas sobre la materia, como el decreto de nutrición sostenible de suelos agrarios, apuestan por un mayor control de estas prácticas. Por eso, la Asociación de desarrollo rural Ódega, junto con la Universidad de Santiago, el Instituto Tecnológico de Galicia y Ulega pusieron en marcha, hace ya algún tiempo, el proyecto Sensorsoil. La idea es diseñar un sistema de bajo coste y fácil manejo que permita a los agricultores conocer los nutrientes que tiene el terreno para hacer una correcta aplicación de los fertilizantes.

«Un dos maiores retos dos agricultores é alcanzar unha maior eficiencia no uso dos seus insumos», señalan los responsables de esta iniciativa. Una correcta aplicación de los productos, sean estos fitosanitarios o fertilizantes, les permitirá ahorrar costes y, al mismo tiempo, evitará la contaminación de suelos y cauces de agua. De hecho, la nutrición de los suelos «é unha das accións que máis repercusión pode ter nunha explotación agrícola», añaden. Una correcta aplicación de los fertilizantes se traducirá «nun incremento da produción e da calidade do cultivo», sostienen. Por el con-



El sistema se está probando, entre outras zonas, en tres fincas de patatas de A Limia. SANTI M. AMIL

trario, si esta práctica no se realiza adecuadamente, puede repercutir de forma muy negativa.

Sensorsoil nace como una herramienta para ayudar al agricultor a tomar una decisión sobre cuándo, cómo y en qué medida debe fertilizar sus suelos. Consiste en el desarrollo de un sistema de monitorización de nutrientes del suelo en tiempo real y de bajo coste. Está formado por un sensor portátil basado en electroconductividad, que mide los nutrientes que están disponibles para la planta. Incorpora una batería y un módulo de comunicaciones que, mediante el bluetooth, le permite conectarse al teléfono móvil del agricultor. A través de una aplicación web, se puede consultar toda la informa-

ción que proporciona el sensor, que viene georreferenciada e incluye datos como la temperatura del suelo o la humedad, además de la cantidad de nutrientes que hay presentes.

Para poder testar este nuevo sistema, los responsables del proyecto establecieron tres parcelas de estudio en tres grupos de cultivos agrícolas que son los más representativos de Galicia. Las fincas en las que se está probando el sistema son tres de patatas en Xinzo de Limia, tres de manzana en A Estrada y otras tantas de maíz en Silleda. En cada una de ellas se están haciendo medidas de electroconductividad, temperatura del suelo y contenido hídrico. Estas medidas se hacen con un sensor comercial

y con el equipo que ha sido diseñado en el marco de este proyecto, para poder comparar resultados. Además, también se recogen muestras de tierra para que la Universidad de Santiago pueda hacer los análisis oportunos y comparar así los resultados obtenidos en el laboratorio con los que proporciona el nuevo sensor.

El proyecto, que está cofinanciado con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) en el marco del Programa de desarrollo rural (PDR) de Galicia 2014-2020, está todavía en fase de ejecución. Una vez finalice, los resultados serán comunicados al sector, que podrá disponer de una herramienta sencilla y barata para conocer el estado del suelo.

Las nueve parcelarias que reorganizarán 8.900 hectáreas de 5.600 gallegos

El Consello da Xunta ha dado el visto bueno a la puesta en marcha de nueve procesos de concentración parcelaria. Esta medida permitirá reorganizar más de 8.900 hectáreas de terreno y beneficiar a sus 5.600 propietarios. Según explicó el presidente de la Xunta, Alfonso Rueda, esta figura es «un instrumento fundamental» para desarrollar el campo gallego ya que permite reducir los costes de las explotaciones, ayuda a fijar población y resultan muy importantes a la hora de prevenir los incendios forestales. Siete municipios se verán beneficiados con estos nueve procesos de concentración: Touro, Cospeito, Boqueixón, Padrón, Santa Comba, Tordoia y Melide. En todos estos municipios se ubican un total de 562 explotaciones activas, de ahí la necesidad de reorganizar el territorio para mejorar las condiciones estructurales, técnicas y económicas de las explotaciones agrarias de la zona, explican en Medio Rural.

Tras la presentación de estos procesos, Rueda destacó la fuerte inversión que esta realizando la Xunta en esta materia, ya que desde el 2009 se han invertido más de 118 millones de euros. También adelantó que el Gobierno gallego seguirá trabajando en esa dirección y, por ello, durante el actual ejercicio se incrementarán hasta los 17 millones de euros la partida para continuar con las parcelarias.

Según la información del presidente de la Xunta, desde el 2021 se decretaron en Galicia 27 nuevas parcelarias, que abarcan un total de 22.589 hectáreas y 107.317 parcelas de 15.387 titulares. Con estos nuevos decretos están cumpliendo su compromiso de decretar una nueva concentración por cada proceso finalizado.

Ilustración 12: Artigo La Voz de Ourense

En canto a nota de prensa de final do proxecto enviouse o mes de xullo, pero debido as vacacións do período estival publicárase en agosto.

#### - Xornadas de difusión

Para a difusión do proxecto tanto ao sector agrogandeiro como ó público en xeral realizáronse 20 charlas informativas online. O alcance xeográfico das actividades de divulgación, foi de forma prioritaria, a nivel local en Ourense (zona da Limia), Lugo (zona terra Chá), autonómico, e en segunda instancia a nivel europeo.

O obxectivo das mesmas foi explicar en que consistía o proxecto, cales son os seus obxectivos e cales poden ser o beneficio da súa utilización.

En total realizáronse 20 charlas informativas de maneira online por técnicos de ÓDEGA e os participantes se conectaron online para asistir á mesma. Os participantes das charlas foron entre 15 e 20 participantes.

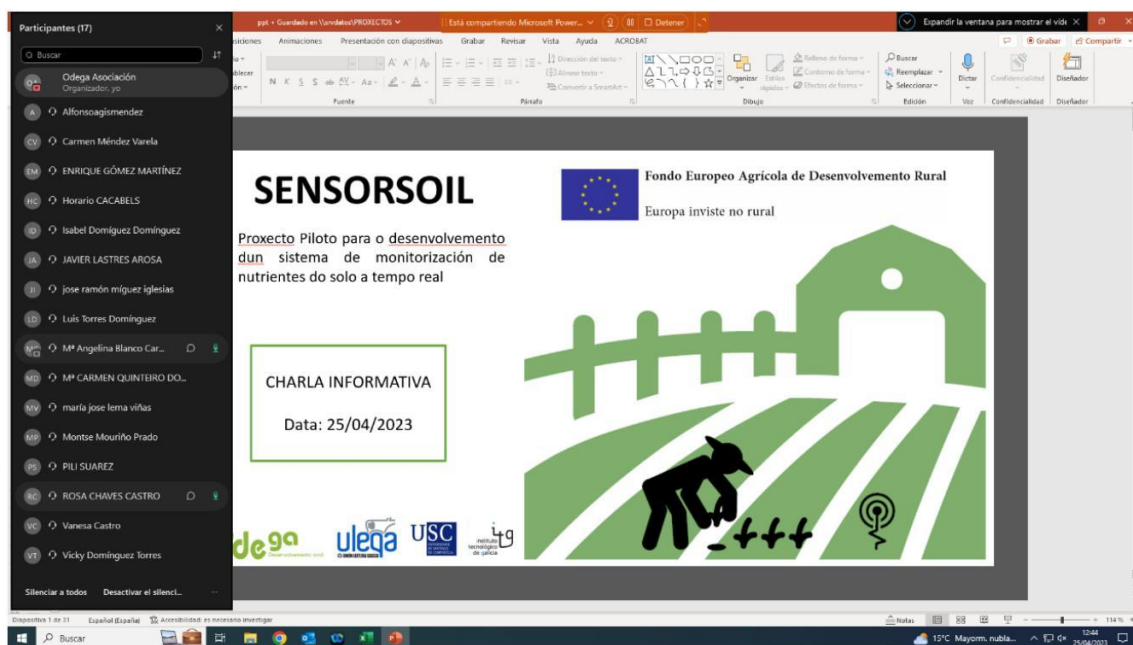


Ilustración 13: Imaxe charla de difusión

A nivel nacional, fíxose unha xornada en Madrid con diferentes representantes do sector para explicar o desenvolvemento do proxecto e os resultados acadados.



Ilustración 14: Imaxe xornada Madrid

Ademais fíxose unha asemblea a nivel europeo en Bruxelas, onde técnicos da entidade coordinadora do proxecto Asociación de Desenvolvemento Rural ÓDEGA, representantes do sector agro gandeiro tanto do Ministerio como en Europa (representante do consello europeo de xoves agricultores, representante da confederación de agricultores de Portugal e representante de Euroseeds), debateron sobre o desenrolo do proxectos, as súas vantaxes, os inconvenientes e o impacto que se poida trasladar ó sector tanto económico, ambiental como social.



Ilustración 15: Imaxe asemblea Bruselas

#### - Talleres prácticos

Realizáronse 15 talleres demostrativos ao longo dos anos 2022 e 2023 onde se explicaba, por parte do persoal técnico de ÓDEGA encargado do proxecto o funcionamento do sensor ó público interesado.

Para estes talleres deseñouse un manual de utilización do sensor ITG, onde se explica de forma sinxela a utilización do sensor en campo.

Entregóuselle un manual ós participantes dos talleres e de seguido fíxose unha demostración en campo.



*Ilustración 16: Imaxe taller práctico*

#### - Difusión do proxecto na web e nas redes sociais de ÓDEGA e ULEGA

A divulgación tamén se leva a cabo a través da web e das redes sociais de ÓDEGA e ULEGA.

Na web da Asociación de Desenvolvemento Rural Ódega (coordinadora do proxecto) está colgado un pequeno artigo sobre o proxecto indicando en que consiste, a convocatoria da axuda FEADER da Axencia Galega de Calidade Alimentaria coa que se financia o proxecto, obxectivos, prazo de execución e participantes do proxecto.

## PROXECTO SENSORSOIL: CREACIÓN DUN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE NUTRINTES DO SOLO

### RESUMO

O proxecto Sensorsoil consiste no desenvolvemento dun sistema de monitorización de nutrientes do solo a tempo real e de baixo custo, que lle sirva ao agricultor para facer unha mellor xestión da fertilización do solo.

O sistema de monitorización consistirá nun sensor portátil baseado en electroconductividade que mida os nutrientes dispoñibles para a planta. O sensor incorporará una batería e un módulo de comunicacións bluetooth para emparellarse co teléfono móbil do agricultor. A través dunha aplicación móbil, o teléfono permitirá recibir a información do sensor, xeorreferenciarla e crear plans de abonado a medida en función das necesidades reais do terreo e do cultivo.

Para poder testar o sensor estableceranse tres parcelas de estudo de tres grupos de cultivos agrícolas que son os máis representativos en Galicia:

-Dentro dos cultivos herbáceos, farase o estudo en parcelas de cultivos forraxeiros e en parcelas de tubérculos.

-En canto aos cultivos leñosos, o estudo levarase a cabo en parcelas de froiteiras.

Tomaranse mostras das parcelas de estudo para poder realizar as análises do solo en laboratorio e establecer así unha comparativa cos datos recabados polo sensor que se está a desenvolver.

A monitorización do solo permite coñecer a concentración de nutrientes dispoñibles para a absorción polas raíces das plantas, e desta forma adiantarse para tomar as decisións acertadas. A app coa que conta o sistema de monitorización, permitirá tamén visualizar as recomendacións de abonado racional e científico segundo os datos recollidos, baseados no coñecemento do estado nutricional do solo, o que lle proporcionará unha información útil e necesaria ao agricultor, de cara a unha boa xestión económica e medioambiental dos insumos.



### SENSORSOIL

PROXECTO PILOTO PARA O DESENVOLVEMENTO DUN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE NUTRIENTES DO SOLO A TEMPO REAL

SE ESTÁS INTERESADO, INFORMATE EN WWW.ODEGA.ES



### DÍPTICO DO PROXECTO

### CONVOCATORIA:

RESOLUCIÓN do 3 de febreiro de 2021 pola que se establecen as bases reguladoras da concesión, en réxime de concorrencia competitiva, das axudas para o apoio de proxectos piloto, desenvolvemento de novos produtos, prácticas, procesos e tecnoloxías no ámbito agroforestal, cofinanciadas co Fondo Europeo Agrícola de Desenvolvemento Rural (Feader) no marco do Programa de desenvolvemento rural (PDR) de Galicia 2014-2020, e se convocan para o ano 2021.

Ilustración 17: Artigo sobre o proxecto na web de ÓDEGA

## ▮ Campaña Facebook

No facebook da Asociación de Desenvolvemento Rural ÓDEGA realizouse unha campaña informativa do proxecto, onde se foi describindo o inicio do proxecto, o desenrolo do mesmo e os obxectivos perseguidos polo mesmo. Esta campaña compúxose por mais de 30 publicacións neste medio.



Ilustración 18: Captura facebook ÓDEGA

## INFORME DE RESULTADOS

O resultado principal que se obtivo coa realización do proxecto foi o desenvolvemento dun sistema de monitorización de nutrientes do solo en tempo real e de baixo custo, que lle sirva ao agricultor para facer unha mellor xestión da fertilización do solo.

O sistema de monitorización consiste nun sensor portátil baseado na electroconductividade que mide os nutrientes dispoñibles para a planta.

Outro dos resultados principais do proxecto é o desenvolvemento dunha plataforma web onde se monitorizan os datos recopilados polo sensor de EC (electroconductividade), VWC (contido volumétrico de auga) e temperatura.

A plataforma de monitorización será capaz de recoller, procesar e almacenar información dos sensores do maletín prototipo a través dunha interfaz.

A plataforma de monitorización consta de varios módulos onde se mostran de forma resumida os valores almacenados no sistema e a representación gráfica dos datos, a xeoreferenciación das parcelas de estudo, a oportunidade de creación dun punto de medida tanto de forma manual como por lote.

Outro resultado principal do sistema é a creación da matriz de recomendacións de abonado, en base os datos históricos, datos dos sensores instalados nas parcelas, das análises edáficas e datos do sensor prototipo. Esta matriz alimentará o sistema de monitorización que xunto cos datos obtidos do sensor proporcionará a información necesaria para a toma de decisións en tempo real.

A partir dos datos recompilados deséñase un sistema de alertas coas recomendacións verde, amarelo e vermello. Así, por exemplo, con respecto á recomendación para produción de 30 Tn/ha configúranse 3 cores, verde para unha necesidade de abonado entre 0 e 1000 Kg de N, amarelo entre 1000 e 2000 e vermello máis de 2000.

Outros dos resultados obtidos coa realización do proxecto foron os seguintes:

O agricultor pode obter resultados instantáneos do estado nutricional dos seus cultivos e incluso planificar a fertilización da súa explotación agrícola dunha forma máis precisa en cada zona, incrementase a eficacia dos fertilizantes e se reducen os custos operativos.

O coñecemento en tempo real das concentracións de nutrientes nos solos supón aplicar fertilizantes nas doses en momentos máis axeitados reducindo custos innecesarios. Esta

tecnoloxía axuda aos agricultores e o solo para producir con calidade e preservando o solo e as augas subterráneas. Facendo con todo isto que o proxecto fomente a agricultura sostible.

Outro beneficio do proxecto é a revalorización dos produtos e subprodutos agrarios, xa que un consumidor vai preferir adquirir un alimento que sabe que ó longo do seu sistema produtivo estivo monitorizado e controlado e sen recibir máis fertilizantes dos necesarios, que outro que non ten este tipo de trazabilidade.

O sistema de monitorización pon ao servizo do sector agrogandeiro, popularizando así a agricultura de precisión, de xeito que lle facilita ao agricultor a xestión das explotacións.

Con este proxecto os agricultores terán a satisfacción de saber que ademais dos resultados económicos, en termos de aforro, tamén están contribuíndo a loitar contra o cambio climático.

Outro dos resultados globais do proxecto é dar a coñecer a agricultura de precisión a diferentes niveis, tanto aos produtores primarios implicados no proxecto, ao sector agrogandeiro, e a nivel nacional e europeo a través das xornadas de difusión.

Presidente de Ódega

Firmado por \*\*\*5773\*\* MIGUEL SOTO (R: \*\*\*\*1730\*) el día 21/07/2023 con un certificado emitido por AC Representación

Miguel Soto Albores