

# Sensores ópticos para ajustar la fertilización con N

## Problema

La aplicación de fertilizantes de nitrógeno (N) por encima de las necesidades de los cultivos es una práctica agrícola común para garantizar la máxima producción. Sin embargo, suele ocasionar un coste adicional a los agricultores y un aumento del riesgo ambiental debido a las pérdidas de N.

## Solución

Los sensores ópticos pueden detectar el estado nutricional de los cultivos antes de que las deficiencias graves de nutrientes limiten su crecimiento. Además, permiten ajustar la dosis y el momento de fertilización para cumplir con las necesidades del cultivo. Este método ha sido desarrollado para varios cultivos (p. ej., trigo, maíz y patata) y bajo diversas condiciones ambientales. Los sensores ópticos se pueden comprar o alquilar para realizar medidas (Figura 1), aunque supone un coste adicional para el agricultor, a largo plazo se benefician económicamente por el ahorro de fertilizantes. Para mitigar los efectos de variedades y ambientales, es aconsejable tener una banda de referencia en campo con la dosis recomendada de N. Esto requiere un aporte adicional de N para conseguir la tasa recomendada.

## Beneficios

- Reducción de la aplicación de fertilizantes nitrogenados con un riesgo mínimo en la disminución del rendimiento.
- Reducción del coste de los fertilizantes nitrogenados, lo que se refleja en mayores márgenes de beneficio.
- Mejora en el momento de la aplicación del fertilizante para cumplir con las necesidades del cultivo.
- Mayor eficiencia del uso del N, ya que se garantiza la dosis óptima de fertilizante (i.e., el máximo beneficio) frente al rendimiento máximo.
- Reducción del excedente de N y así también del riesgo de pérdidas de N perjudiciales para el medio ambiente.

## Cuadro de aplicabilidad

### Tema

Uso de nutrientes, uso reducido de fertilizantes, trigo blando, trigo duro y patata.

### Condiciones Agronómicas

Los sensores se han utilizado en múltiples condiciones ambientales y diversos cultivos, y se pueden utilizar en cualquier lugar. En el Proyecto SolACE, los sensores se probaron para ajustar la dosis de fertilizante nitrogenado en trigo de invierno bajo condiciones limitantes y no limitantes de agua.

### Momento de aplicación

Antes de la aplicación de fertilizante; antes de la primera, la segunda o la tercera.

### Tiempo necesario

Se necesita poco tiempo adicional, solo el tiempo necesario para establecer una banda de referencia y tomar las medidas periódicas.

### Periodo de impacto

En el momento de la aplicación del fertilizante y la cosecha del cultivo.

### Material

Sensor óptico, ya sea de pinza de hoja o de proximidad (manual sin contacto o montado en un tractor).

### Éxito en

Cultivos con alta demanda de nitrógeno (p. ej., trigo, maíz y patata) y en los que se suministran aplicaciones fraccionadas de fertilizante.



Figura 1: Varios sensores ópticos manuales para medir el estado nutricional del cultivo. La imagen de la derecha muestra un espectrorradiómetro de campo más sofisticado que se utiliza para comparar la medición de los equipos comerciales.

**Recomendación práctica**

- **Planificación de la aplicación de fertilizantes.** El primer paso es determinar la cantidad óptima de fertilizante nitrogenado para un cultivo específico, el rendimiento esperado según las recomendaciones locales, y las medidas de campo si están disponibles (i.e., el contenido mineral de N del suelo antes de la fertilización). Después, la fertilización se divide en dos o tres aplicaciones para suministrar el N al cultivo lo más cercano posible al momento de satisfacer su demanda.
- **Análisis de suelo.** La primera aplicación de fertilizante en el trigo de invierno se administra normalmente al final del ahijamiento para asegurar la disponibilidad de N. Esta aplicación se puede ajustar en función de la cantidad de N mineral del suelo, que puede medirse mediante un muestreo del suelo en el ahijamiento. Si la cantidad de N en los primeros 0.40m de suelo es superior a 40 kg N/ha, esta aplicación no es necesaria.
- **Usando un sensor óptico.** La segunda aplicación ocurre normalmente en el alargamiento del tallo del trigo, cuando el cultivo empieza a acumular biomasa. Esta dosis se puede ajustar con sensores ópticos distinguiendo sitios sensibles de los no sensibles. La recomendación es incluir en el campo una banda de referencia que se fertilice con la tasa recomendada. Los sitios en los que la lectura del sensor está por encima del 95% de la lectura en la banda de referencia probablemente no respondan a la aplicación de fertilizante nitrogenado; en cambio, es probable que los sitios en los que la lectura esté por debajo del 95% de la banda de referencia respondan a la fertilización con N adicional. Si se administra una tercera aplicación de fertilizante nitrogenado durante la floración para mejorar el contenido de proteína en grano, se puede seguir una regla similar: solo los sitios que tienen lecturas del sensor óptico por debajo del 95% de la banda de referencia probablemente respondan a la fertilización con N adicional.

**Herramientas**

Los sensores ópticos manuales son económicos y fáciles de usar. Pueden ser sensores de pinza de hoja o proximales (sin contacto). Por lo general, proporcionan una estimación de la actividad clorofílica del área del cultivo medida por una aproximación basada en características ópticas (i.e., transmitancia o reflectancia). El número de medidas depende de la variabilidad del cultivo y de la capacidad del agricultor para aplicar diferentes dosis de fertilizante nitrogenado. Los sensores montados en el tractor conectados a los esparcidores de fertilizante de dosis variable (Figura 2) se utilizan cada vez más y pronto serán una práctica común. Se basan en los mismos principios, pero por el momento, requieren una mayor inversión y experiencia técnica por parte del usuario.



**Figura 2.** Sensores montados en una abonaora de dosis variable.

**Más información**

- Arregui et al. 2006. Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*. 24: 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.05.005>
- UK Cooperative extension service: Use of chlorophyll meters in wheat
- CIMMYT: Use of Greenseeker in various crops

**Sobre este resumen práctico y SolACE**
**Editor:**

Universidad Politécnica de Madrid. ETSIAAB and CEIGRAM.  
Avenida Puerta de Hierro 2. 28040 Madrid. España.  
Teléfono +34 910671079, <https://ceigram.upm.es>

**Autores:** Miguel Quemada, María Dolores Raya-Sereno

**Contacto:** miguel.quemada@upm.es

**Enlace:** <https://zenodo.org/record/5617191>

Este resumen práctico se elaboró en el proyecto SolACE, basado en el formato de resumen práctico de EIP AGRI. Fue probado en experimentos de campo de trigo de invierno realizados en el centro de España.

SolACE: El proyecto se lleva a cabo desde mayo de 2017 hasta abril de 2022. El objetivo de SolACE (Soluciones para mejorar el agroecosistema y la eficiencia de los cultivos para el uso del agua y los nutrientes) es ayudar a la agricultura europea para hacer frente a los principales desafíos, particularmente al aumento de la variabilidad de las precipitaciones y la reducción del uso de fertilizantes con N y P.

**Web del proyecto:** [www.solace-eu.net](http://www.solace-eu.net)

© 2021

El proyecto SolACE – “Soluciones para mejorar el agroecosistema y la eficiencia de los cultivos para el uso del agua y los nutrientes” está respaldado por el programa de investigación e innovación HORIZONTE 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n° 727247, y por la Secretaría de Estado de Educación, Investigación e Innovación (SERI) bajo contrato n° 17.00094. Las opiniones expresadas y los argumentos empleados en este documento no reflejan necesariamente las opiniones oficiales de la CE y el gobierno suizo. Ni la Comisión Europea / SERI es responsable del uso que pueda hacerse de la información proporcionada en este resumen práctico.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 727247 (SolACE)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs  
Education and Research EAER  
State Secretariat for Education,  
Research and Innovation SERI