

MANUAL
DE BUENAS
PRACTICAS

ZONAS VULNERABLES A NITRATOS



AGROGESTOR

¿QUÉ ES LIFE AGROGESTOR?



Life AGROgestor es un proyecto demostrativo para el desarrollo de servicios sostenibles en agricultura, orientados a la gobernanza del agua, la eficiencia en el uso del agua de riego, y la calidad de las masas de agua.

AGROgestor contribuye a desarrollar herramientas y promover buenas prácticas, a través de la gestión colectiva de la información.

Se han desarrollado dos plataformas interconectadas: AGROgestor y AGROasesor, con instrumentos y utilidades de apoyo a la gestión colectiva de los cultivos, para la prestación de servicios de asesoramiento a nivel de parcelas y explotaciones agrícolas. El programa LIFE en el que se desarrolla AGROgestor, es el instrumento de financiación de la UE para el medio ambiente y la acción climática.



AGROASESOR

La plataforma AGROasesor integra la **gestión de actuaciones en parcela con el asesoramiento de cultivos, mediante herramientas de ayuda a la decisión.**



AGROGESTOR

La plataforma AGROgestor aporta los instrumentos necesarios para realizar **una evaluación de agrosistemas por indicadores.**



¿QUÉ SON LAS ZONAS VULNERABLES A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS?

El exceso de N procedente de fuentes agrícolas, es una de las causas que contribuyen a la contaminación difusa de las masas de agua en la UE.

- Se conoce que el N es un nutriente esencial para el crecimiento de cultivos agrícolas, pero en altas concentraciones es peligroso para personas y ecosistemas.
- Además la calidad de las masas de agua es esencial para la salud humana y para los ecosistemas naturales.

Como consecuencia la UE aprobó en 1991 la Directiva de Nitratos, con el objetivo de proteger la calidad del agua en toda Europa, evitando que los nitratos de fuentes agrícolas contaminen el suelo y aguas tanto superficiales como



Este manual de buenas prácticas es una revisión de las claves para la gestión de la fertilización en zonas vulnerables mediante los sistemas digitales

subterráneas, promoviendo el uso de buenas prácticas agrícolas. Cada estado miembro de la UE delimita en su territorio las zonas vulnerables a nitratos (ZVN) y define en cada zona los programas de acción que deben implementar los agricultores dentro de las ZVN con carácter obligatorio. Además, se establecen Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas, para ser ejecutados por los agricultores de manera voluntaria.

Este manual de buenas prácticas es el resultado de la revisión de las claves para la gestión de la fertilización en zonas vulnerables a la contaminación por Nitratos (ZVN), desde la perspectiva de los sistemas digitales de apoyo a la gestión agrícola.



CUÁLES SON NUESTROS RETO

Desarrollamos plataformas digitales como apoyo a planes estratégicos para fomentar el uso de prácticas sostenibles en los agrosistemas: generamos conocimiento y procesos de evaluación.

- [01] **Facilitar la fertilización razonada**
en zonas con riesgo ambiental
- [02] **Eficiencia y ahorro**
en la gestión de aportes de fertilizantes
- [03] **Establecer claves de gobernanza**
adaptadas al avance de herramientas digitales en la gestión de la fertilización
- [04] **Sistemas de evaluación por Indicadores**
de referencia para el seguimiento y mejora de las zonas vulnerables
- [05] **Visibilizar los sistemas**
de gestión eficiente
- [06] **Incentivar la digitalización**
de las explotaciones agrícolas

GUÍA DE CLAVES



Regulación territorial
y cumplimiento de la
condicionalidad



Fertilización eficiente
y sostenible: evitar las
pérdidas de N



Integración de
servicios de monitoreo
de cultivos



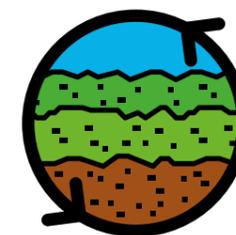
Conocer las
necesidades
en fertilización
nitrogenada



Gestionar la
contribución de los
aportes orgánicos



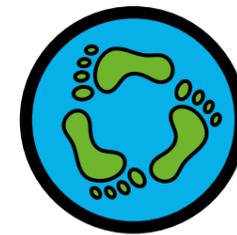
Servicios de
asesoramiento
técnico, económico y
ambiental



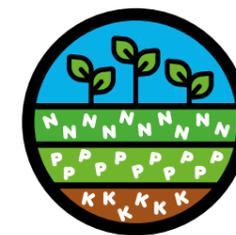
Mejorar el suelo
con prácticas
de conservación
integrada



Modelo de Balance
de N en parcela:
FaST Fertilización



Evaluación de un
Programa Ambiental
mediante Indicadores



Estimar la
contribución del
suelo en N, P y K



Manejar el riego para
reducir el riesgo de
lixiviación de nitratos





REGULACIÓN TERRITORIAL Y CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD



¿Cómo consulto los riesgos ambientales de mi explotación? ¿Puedo acceder a la información territorial de mis parcelas?

¿Qué normas de cumplimiento de condicionalidad me afectan?

¿Qué efectos nocivos producen los nitratos en la salud de las personas?
¿Y en los cauces y acuíferos?

¿Es representativa la medida de concentración en nitratos para evaluar las aguas subterráneas en las zonas vulnerables?

¿Son suficientes las medidas de control en ríos y acuíferos?



REGULACIÓN TERRITORIAL Y CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD

[01] Informar sobre los requerimientos de condicionalidad

La condicionalidad es la respuesta de la Política Agraria Común a la sensibilidad de la sociedad hacia el mantenimiento de los recursos naturales y productivos.

Los requisitos legales de gestión y las buenas condiciones agrarias y medioambientales que deben cumplir los agricultores que reciban pagos directos en el marco de la PAC se establecen en el **Real Decreto 1078/2014**.

El FEAGA (**Fondo Español de Garantía Agraria**) tiene como misión principal **que los fondos FEAGA** (Fondo Europeo Agrícola de Garantía Agraria) y FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) de la Política Agrícola Común (PAC) asignados a España, **se apliquen estrictamente** para lograr los objetivos de esta política, llegando de manera eficaz a los beneficiarios que cumplan con los requisitos establecidos para su concesión, dentro de los plazos previstos en la normativa reguladora y fomentando una aplicación homogénea de las ayudas de la PAC **en todo el territorio de España**.





REGULACIÓN TERRITORIAL Y CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD

La “Guía de campo para el control del cumplimiento de las Buenas Condiciones Agrarias y Medioambientales (BCAM)” >> es un buen instrumento para revisar las normas de condicionalidad en una explotación.

[02] Informar sobre los requerimientos específicos de las zonas vulnerables en cada CC.AA.

Los nitratos tienen un efecto nocivo directo en la salud, según su concentración en los alimentos, o en el agua de consumo. A nivel medioambiental la **contaminación por nitratos**, es uno de los **problemas de calidad de las aguas subterráneas** en España, y en Europa. La UE ha incluido medidas para mitigar su efecto: La **Directiva de Nitratos (1991)** tiene como objetivo **proteger la calidad del agua** en Europa, evitando que los nitratos de origen agrícola contaminen las aguas superficiales y subterráneas, y promoviendo el uso de buenas prácticas agrarias. Esta Directiva se encuentra integrada en la **Directiva Marco del Agua**, y es uno de los instrumentos claves en la protección de las aguas frente a las

DIRECTIVA DE NITRATOS (1991)

Tiene como objetivo proteger la calidad del agua en Europa evitando que los nitratos de origen agrícola contaminen las aguas superficiales y subterráneas

presiones agrícolas. A nivel en cada comunidad autónoma, se ha realizado la trasposición de la directiva a través de las distintas normativas, que se revisan periódicamente. Es importante preservar la calidad de las aguas que llegan a los ríos y acuíferos para que siga la vida en sus distintas formas en este medio. Los altos contenidos en nitratos de las aguas, provocan diversos problemas que van desde la proliferación de vegetación, que puede dificultar la fluidez, hasta problemas de proliferación de algas, que pueden llegar a reducir la cantidad de oxígeno disponible o incluso provocar toxicidades elevadas con alguno de sus componentes.

Agricultores, asesores y gestores deben conocer los problemas que **ocasionan los excesos de fertilizantes en el agua de drenaje y en los cursos de agua, a las personas o a la vida acuática de ríos y lagos**. Las distintas administraciones están encargadas de informar al sector de las normas vigentes.

El FEGA resume por CC. AA los accesos a las normativas de zonas vulnerables y manuales de BBPP >>





REGULACIÓN TERRITORIAL Y CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD

[03] Promover sistemas digitales para la consulta de la condicionalidad por parcela

Conocer la condicionalidad asociada a cada parcela es importante para agricultores y técnicos asesores. Las plataformas digitales son una gran oportunidad para ofrecer información de cada parcela o de explotación, de limitaciones o normas específicas en relación a la actividad agraria: zonas de conservación, restricciones de aportes a una distancia de cauces...

El FEGA mantiene la información actualizada anualmente del **SIGPAC nacional**.>>

Las infraestructuras de datos espaciales nacionales y de cada C. A. permiten el acceso a visores que incluyen información actualizada.

El Ministerio lidera un proyecto relativo al diseño de un sistema de información sobre explotaciones agrarias, a través de tecnología "open data", cuyo objetivo es construir una plataforma que habilite la comunicación entre distintas bases de datos y registros administrativos y registros administrativos de datos PAC.

OPEN DATA

El Ministerio lidera un proyecto dedicado a construir una plataforma que habilite la comunicación entre distintas bases de datos y registros administrativos, nacionales y autonómicos





REGULACIÓN TERRITORIAL Y CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD

[04] Informar con datos concretos de los riesgos de contaminación y sus efectos

Los servicios de extensión agraria tienen acceso directo a la información de los distintos niveles de contaminación, de tomas de agua de bebida, de los datos del estado de salud de ríos, etc, e informan con datos concretos de la zona en la que se desarrolla el Programa Ambiental. Visibilizar los riesgos y problemas asociados, es clave para que sea asumido por todos como propio, y por tanto las actuaciones sean responsables.

Cada C. A. difunde a través de sus webs oficiales, la información más actualizada sobre el seguimiento de puntos de control y de las medidas correctoras y de sensibilización.

[05] Proponer cambios normativos en las unidades de medida para la delimitación de zonas vulnerables

Las medidas de control en ríos con un caudal muy fluctuante, inciden directamente en un sistema de medida basado en la concentración de nitratos y no en el volumen exportado. La

CUANTIFICAR LOS NITRATOS EXPORTADOS

Para evaluar desde un punto de vista más agronómico la gestión de las estrategias de fertilización y riego en determinadas zonas vulnerables

distancia entre los puntos de drenaje de las parcelas agrícolas y las tomas de agua para abastecimiento son un factor importante. Los drenajes parten con concentraciones altas de nitratos y poco caudal. Que estos drenajes se viertan en cursos de agua mayores, supone la reducción de la concentración de nitratos por dilución debido al aumento de volumen.

La mejora de la eficiencia en el uso del agua de riego reduce la cantidad de agua drenada, lo que ocasiona una concentración natural de nitratos, a pesar de que la masa de nitratos exportada sea realmente baja. En lugar de la medida actual de concentración de nitratos, la medición de las masas de concentración de nitratos, tendría un significado más agronómico, y permitiría estrategias simultáneas de mejora de la eficiencia de los sistemas de riego, y del uso de los fertilizantes nitrogenados.





CONOCER LAS NECESIDADES, EN FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE LOS CULTIVOS



¿Podemos producir al máximo rendimiento, con las limitaciones de aporte de fertilizantes en una zona vulnerable a la contaminación por nitratos?

¿Cómo estimamos el potencial productivo de una parcela?

¿Cómo calculo las necesidades de N de mi cultivo?

¿Se adapta la información técnica de fertilización a los nuevos sistemas de manejo de cultivos?



CONOCER LAS NECESIDADES EN FERTILIZACIÓN NITROGENADA

[01] Bases de datos normalizada sobre necesidades de cultivos

Los aportes de fertilizantes nitrogenados realizados a los cultivos deben estar en relación con las necesidades de nutrientes de estos cultivos a lo largo de su ciclo vegetativo. La investigación y experimentación agraria deben promover el conocimiento compartido. Las redes de expertos en N, como [RUENA>>](#) a nivel nacional deben promover la homologación de modelos de cálculo de balances y extracciones por cultivos.

Las redes nacionales de experimentación permiten analizar condiciones agroclimáticas diversas, y realizar enfoques de adaptación y mitigación de cambio climático.

Las extracciones de N de un grupo amplio de cultivos se pueden consultar en:

- [Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España>>](#).
- La plataforma **AGROasesor** incorpora la información técnica actualizada coordinada por los servicios técnicos de las CC. AA en las que está disponible.





CONOCER LAS NECESIDADES EN FERTILIZACIÓN NITROGENADA

[02] Determinar el potencial productivo del sistema parcela-cultivo

El rendimiento esperado se debe planificar desde el inicio de la campaña y se deben, además, realizar ajustes en función de las condiciones y del desarrollo del cultivo. Las necesidades de aporte de N están determinadas por dicho rendimiento. Para estimar el potencial productivo, la plataforma **AGROasesor** incorpora la media de las tres mejores producciones del cultivo en dicha parcela. Las herramientas para ajustar el rendimiento se deben basar en el historial reciente de las parcelas, en el seguimiento de los factores limitantes por parte del servicio técnico y de los agricultores, y en el agrupamiento y simplificación práctica de las situaciones existentes. El análisis de datos desagregados, referidos a itinerarios técnicos en diferentes condiciones agroclimáticas, permite mejorar la información de potenciales productivos.

[03] Digitalización de los datos de trazabilidad por parcela-cultivo

Para estimar las necesidades de N del cultivo, es importante mantener un registro histórico de las cantidades aportadas



RENDIMIENTO ESPERADO DEL CULTIVO

La plataforma **AGROasesor** incorpora la media de las tres mejores producciones del cultivo en dicha parcela

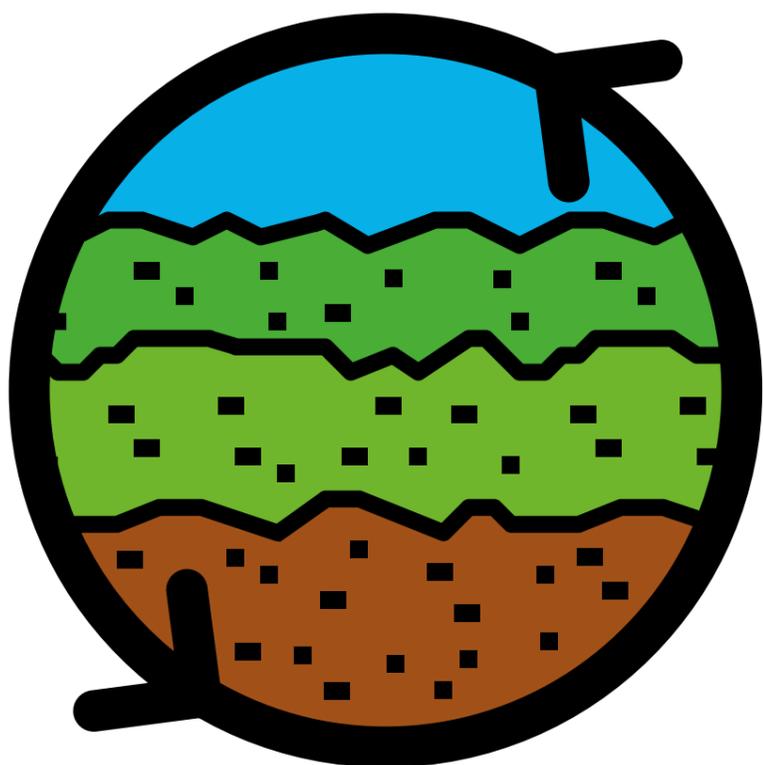
de fertilizante y del momento del aporte. La estandarización y digitalización de información, como por ejemplo las extracciones globales de N de un cultivo, facilitan en gran medida la utilización de herramientas/balances para el cálculo de las necesidades de N de ese cultivo.

[04] Análisis de series temporales históricas de teledetección

Actualmente se dispone de imágenes procedentes de satélites, con una temporalidad semanal y resolución media de 10 m, que permiten incorporar en el seguimiento de cultivos en campaña, índices de teledetección relacionados con el potencial productivo.

- **Análisis del historial de potencial productivo** de la parcela mediante la elaboración de mapas de potencial productivo relativo de campañas pasadas.
- **Selección de mapas históricos** que presenten una zonificación de producciones más estable y representativa del tipo de suelo.
- **Combinar la información** de campañas anteriores con mapas de NDVI actuales, para incorporar información actual del desarrollo del cultivo.



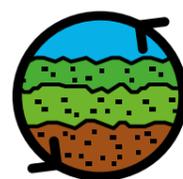


MEJORAR EL SUELO CON PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACION INTEGRADAS EN EL ECOSISTEMA



¿Cómo puedo mejorar la calidad del suelo agrícola?

¿Se puede incidir a largo plazo en mejorar el contenido de materia orgánica (MO) de los suelos de una explotación?



MEJORAR EL SUELO CON PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

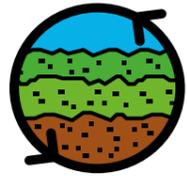
[01] Planificar rotaciones de al menos tres años con una alternativa mejorante

- Esta medida mejora la estructura del suelo, permite disminuir el aporte de fertilizantes, mejora el aprovechamiento del agua y puede aportar residuos orgánicos a la estructura del suelo del cultivo.
- Esta práctica permite **aumentar el contenido de materia orgánica** del suelo.
- En una rotación de cultivos se debe intentar **ajustar la rotación a la zona agroclimática**.
- Dedicar un 5% de la superficie a cultivos fijadores de N.

[02] Ajuste de los ciclos del cultivo a la disponibilidad de agua y requerimientos de fertilidad

- Seleccionar la variedad de cultivo adecuada a las necesidades del agricultor: variedades de ciclo corto o variedades locales que pueden mitigar los efectos de escasez de agua.
- **Adecuar las necesidades de la agroindustria** en cuanto a variedades o ciclos.





MEJORAR EL SUELO CON PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

[03] Promover el incremento de MO en los suelos agrícolas mediante el uso de fertilizantes orgánicos, abonos verdes, compost...

Es importante considerar al suelo agrícola como un proveedor de servicios, que tienen que mantenerse en equilibrio, y en donde la materia orgánica juega un papel esencial:

- proveedor de nutrientes
- capacidad de retención en agua
- resistencia a la erosión
- aumentar la biodiversidad
- secuestro de carbono

[04] Promover la cobertura del suelo para favorecer procesos de creación de MO y para reducir la erosión del suelo

- Se recomienda cubrir al menos el 30% de las superficies del suelo en la práctica de la agricultura de conservación.
- Promover Superficies de Interés ecológico (SIE): evitar

30%

Se recomienda cubrir al menos el 30% de las superficies del suelo con prácticas de agricultura de conservación

dejar sin cubierta vegetal la menor parte de la superficie agrícola, sembrando cultivos captadores de N en lugar del barbecho y contribuir a la rotación de especies para aportar beneficios sobre la fertilidad del suelo y sanidad de los cultivos.

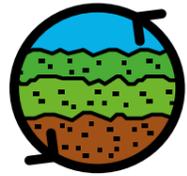
- Promover bandas de protección en cursos fluviales.

[05] Laboreo de conservación

Prácticas como el no laboreo o la siembra directa son una buena herramienta para la conservación del suelo:

- Disminución del número de labores y número de pases sobre el terreno para disminuir la compactación del terreno.
- Disminución de la profundidad e intensidad de los aperos sobre el suelo. Resulta una disminución de la degradación del suelo y del consumo de energía.
- Disminución de los costes de utilización, si los equipos mantienen el número de horas trabajadas por año.
- Poder adelantar la fecha de siembra, ventaja a la hora de adoptar estrategias de adaptación al cambio climático.





MEJORAR EL SUELO CON PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

- Suelo protegido contra la erosión, aumento del contenido de MO y mejor conservación de la humedad en el suelo.

[06] Incorporación de los restos de cultivo

La incorporación de restos vegetales al suelo contribuye positivamente al ecosistema del suelo:

- Retirar la paja (empacar) y dejar el rastrojo para incorporar con las labores.
- Picar la paja con la cosechadora e incorporarla con las labores de preparación del terreno.

[07] Indicadores económicos de explotación interanuales

La plataforma AGROgestor facilita el análisis de áreas de gestión colectivas, mediante 31 indicadores de gestión ambiental y económica. Por ejemplo: Consumo de agua, Consumo N total, Margen bruto, N^o Tratamientos fitosanitarios en una campaña y Rendimiento entre otros.



31 INDICADORES

AGROgestor facilita el análisis de áreas de gestión colectiva, mediante 31 indicadores de gestión ambiental y económica

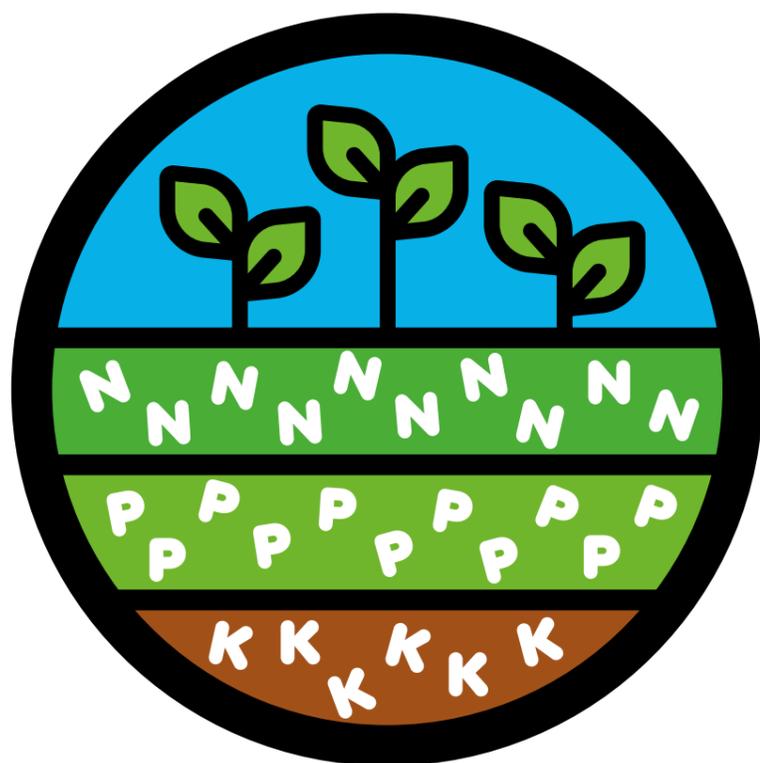
La plataforma AGROasesor permite comparar mediante indicadores de referencia, una parcela de una explotación, con los resultados generales de una cooperativa o una comunidad de regantes, que gestionen sus parcelas a través de esta plataforma. Algunos indicadores: Rendimiento (kg/ha), Margen Bruto (euros/ha), Consumo de agua (m³/ha, m³/t), Huella de Carbono (kg CO² eq/ha, kg CO² eq/t).

[08] Redes de experimentación para analizar las nuevas variedades y su adaptación agroclimática

El trabajo de las redes de experimentación de variedades y los servicios de extensión y experimentación agraria de las distintas CC. AA, permiten mantener la información actualizada sobre la adaptación agronómica, y la calidad de las nuevas variedades de cereales y cultivos extensivos en las distintas regiones agroclimáticas.

- Redes de experimentación y extensión agraria de las CC.AA.
- [GENVCE>>](#).
- Programas de mejora de casas comerciales.





ESTIMAR CORRECTAMENTE LA CONTRIBUCIÓN DEL SUELO EN N, P Y K



¿Es necesario conocer la contribución del suelo en cada parcela de la explotación?

¿Puedo estimar la contribución del suelo en función del manejo histórico de cada parcela?

¿Cuándo es recomendable un análisis de suelo?



ESTIMAR CORRECTAMENTE LA CONTRIBUCIÓN DEL SUELO EN N, P Y K

[01] Estimación del N mineral en suelo al inicio del cultivo

Es necesario implantar un sistema de estimación zonal de N_{min} en suelo (kg de N nítrico y amoniacal por ha). Se puede seleccionar una parcela tipo que sea representativa de la zona/cultivo/sistema de cultivo que se quiera evaluar. Se realiza mediante la **selección de parcelas representativas de un área de gestión colectiva**. Se seleccionan según las siguientes variables:

- Cultivo en la campaña (cereal de invierno, cereal de verano, hortícolas...)
- Precedente (leguminosa /barbecho/ resto de cultivos)
- Gestión de residuos del cultivo anterior (se incorporan/se retiran)
- Aportación de fertilizantes orgánicos en las dos campañas anteriores (si/no)

[02] Análisis de suelo

Se recomienda una analítica de suelo por parcela, para evaluar niveles de PK cada 5 años, y anualmente para N, si se han realizado aportes orgánicos en cultivos previos, o si se desconoce el historial previo de la parcela.





ESTIMAR CORRECTAMENTE LA CONTRIBUCIÓN DEL SUELO EN N, P Y K

La manera más eficiente de ajustar la dosis de nitrógeno que necesita el cultivo, en función de lo que el suelo ya puede aportar, consiste en analizar los contenidos de nitrógeno mineral (Nmin) del suelo, en las fases iniciales del cultivo.

El contenido de N en el suelo dependerá del nitrógeno residual del cultivo anterior, y de la mineralización de la materia orgánica a lo largo de su desarrollo. En situaciones donde ha habido un aporte elevado de fertilizantes minerales/orgánicos, incorporación de grandes cantidades de restos de cosecha, o riesgo elevado de lavado de nitratos, se recomienda un análisis de suelo o planta para poder ajustar mejor la cantidad de fertilizante a aportar. En caso de haber realizado un análisis de suelo, se debe anotar en el cuaderno de explotación y adjuntar los resultados (revisar normativa de registro de fertilizantes en las normativas de cada C. A.).

[03] Estimar la mineralización del suelo en campaña

Esta medida es necesaria en modelos de balances que simulan la contribución del suelo durante el ciclo del cultivo. En la



Nmin

medir el nitrógeno mineral en el suelo, previamente a las aportaciones de N en cobertura, permite estimar la cantidad de N que nos puede aportar el suelo

plataforma AGROasesor tenemos en cuenta este parámetro para realizar el balance diario de nutrientes. El conocimiento de la parcela por parte del agricultor o de un asesor, permite valorar el **nivel de mineralización en tres niveles: Alta** (en suelos con alto contenido en Materia Orgánica, fértiles y con niveles altos de producción e intensificación del sistema productivo), **Media** y **Baja** (sistemas más extensivos y poco productivos). AGROasesor recomienda utilizar las siguientes variables para definir los niveles de parametrización:

- Historial de la parcela
- Productividad de los cultivos
- Gestión del inter-cultivos
- Calidad del suelo de cultivo
- Zona agroclimática

[04] Estimar la lixiviación de N en el suelo en campaña

La lixiviación de N en suelos agrarios puede ser una de las causas principales de pérdidas importantes de Nitratos provenientes de los fertilizantes aportados al cultivo. Por





ESTIMAR CORRECTAMENTE LA CONTRIBUCIÓN DEL SUELO EN N, P Y K

ello hay que tener en cuenta la cantidad de agua drenada en el suelo (y la cantidad de N lixiviado) que depende de las precipitaciones y el manejo que se haga del riego.

El conocimiento de la parcela por parte del agricultor o de un asesor permite valorar el % de lixiviación para **tres niveles: Alto, Medio y Bajo**

AGROasesor recomienda utilizar las siguientes variables para definir los niveles:

- Historial de la parcela
- Productividad de los cultivos
- Gestión del intercultivos
- Calidad del suelo de cultivo
- Zona agroclimática



La plataforma AGROasesor, realiza una estimación de procesos de mineralización y lixiviación que se producen en el suelo.





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE NITRÓGENO



¿Aplicar menos fertilizantes es un riesgo para el cultivo y la rentabilidad?

¿Necesitamos calibrar la abonadora para dosis diferentes?

¿Realmente la agricultura contribuye tanto a la emisión de contaminantes a la atmósfera?



FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N

[01] Realizar aportes de nitrógeno en los momentos de demanda del cultivo

- Promover el fraccionamiento de la dosis total, en relación a la curva de demanda de nitrógeno del cultivo.
- Adecuar la normativa de zonas vulnerables, limitando aportaciones en los momentos de uso de mayor riesgo de lixiviación.
- Disminuir las emisiones a la atmósfera derivadas de la aplicación de urea:
 - Uso de abonos con inhibidores
 - Estrategias de optimización de la gestión de los estiércoles ganaderos y fertilizantes nitrogenados.
 - Incorporación de los estiércoles a una profundidad de 10 cm.
 - La incorporación de urea hasta los 5 cm.
 - Se ha conseguido reducir las emisiones en un 82% al combinar la incorporación de estiércoles y suprimir la aportación de fertilizantes ureicos, sin un impacto negativo en el rendimiento del cultivo (Sanz-Cobena et al., 2014).





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N



¿Cuanto más apporto más produzco?

Esta regla no es real, ya que existe un límite de cantidad de N aportado al cultivo a partir del cual el rendimiento del cultivo alcanza un máximo y no aumenta.

[02] Cálculo del óptimo económico de una aportación de fertilizante

Aunque el coste de los fertilizantes nitrogenados utilizados habitualmente, no se considera elevado por parte de los agricultores, es posible calcular el óptimo económico de un aporte de fertilizante ya que la regla de: cuanto más apporto más produzco no es real. Ya que **existe un límite de cantidad de N aportado al cultivo** a partir del cual el rendimiento del cultivo alcanza un máximo y no aumenta. Los valores óptimos de aporte de fertilizante deben tener en cuenta los aspectos económicos y agronómicos para alcanzar un manejo óptimo de la fertilización.

[03] Promover el uso de Fertilizantes más eficientes

- En zonas vulnerables es preferible el uso de **fertilizantes más eficientes** con ajustes de dosis correspondientes a la normativa.
- **Usar abonos con inhibidores** o recubrimientos que regulan la liberación del N, que permiten reducir el nº de coberturas





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N

debido a la progresiva y lenta disponibilidad del N. Esto facilita el acople de la demanda de N del cultivo, y el aporte de N aunque se haya reducido el nº de coberteras.

[04 Adecuar la dosis y cantidad de riego

Conocer el N aportado por el agua de riego es importante ya que es una fuente de nitratos que se tiene en cuenta a la hora de calcular la dosis adecuada de aporte de nitrógeno al cultivo.

Ejemplo de cálculo para una dosis de riego de 1000m³/ha, nitratos en agua de 10 ppm, con una eficiencia de riego del 85%, se aportarían 1.92 kg/ha de N.

$$(1000 \text{ m}^3/\text{ha}) \times (10 \text{ ppm}) \times (85 \%) \times 0.226 \times 0.001 = 1.92 \text{ kg/ha de N}$$

N aportado por el agua de riego

Conocerlo es importante ya que es una fuente de nitratos que se tiene en cuenta a la hora de calcular la dosis adecuada de aporte de nitrógeno al cultivo.

[05] Fertirrigación

La fertirrigación es especialmente útil en el caso del riego localizado, ya que los métodos tradicionales de fertilización son menos compatibles con este sistema de riego (MAPA, 2020a).

- En función del grado de asociación de los agricultores: puede ser colectivo (los equipos de fertirrigación se instalan en cada comunidad de regantes o a nivel de pequeña agrupación de agricultores para ahorrar costes de explotación de los sistemas) o individual.
- En función del modo en que se realiza la fertirrigación puede ser: fraccionada (los nutrientes sólo se aplican en determinados períodos del año, coincidiendo con desarrollos fenológicos determinados, es decir, cuando el cultivo lo necesita); o continuada (se inyectan los nutrientes de modo continuo a bajas dosis en la red).

El proyecto FERTINNOWA ha publicado [La biblia de la Fertirrigación](#)>> que proporciona información práctica útil al sector hortícola de las diversas tecnologías disponibles para todos los aspectos de la fertirrigación dentro de la UE.





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N

[06] Modelo de simulación de estados fenológicos en cada cultivo-parcela

Usar modelos de integral térmica, que permiten estimar la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos clave de un cultivo. AGROasesor utiliza el estandar BBCH de fenología y gestiona:

- Los °C acumulados en estados fenológicos clave.
- La Tº base y de corte del cultivo.
- Asocia la parcela y el cultivo a una estación meteorológica representativa para obtener valores de Tº diaria.

[07] Visibilizar el coste ambiental con la huella de carbono

AGROasesor visibiliza la contribución de los fertilizantes en la huella de carbono de un producto o de una explotación, como medida de sensibilización, debido a la importancia que los fertilizantes tienen en este indicador de las emisiones totales de gases de efecto invernadero.

La huella de carbono es un indicador ambiental que nos permite conocer la emisiones totales de gases de efecto



Huella de Carbono

Es un indicador ambiental que nos permite conocer la emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), directas e indirectas, emitidas.

invernadero (GEI), tanto directas como indirectas, emitidas por un producto o por una organización.

En el caso de los fertilizantes, las **emisiones directas** proceden del uso de los mismos, es decir se originan tras su aplicación en los cultivos (emitiéndose N₂O, además de CO₂ en el caso de la urea). En relación a las **emisiones indirectas** de GEI, se producen a lo largo de todo el proceso de producción industrial y durante el transporte de los fertilizantes hasta los puntos de venta.

En este sentido, dentro del proyecto **LIFE SEEDCAPITAL>>**, se estableció una contribución del fertilizante del 25-35 % de las emisiones directas de GEI tras su aplicación al suelo, llegando al 70% si añadimos el coste de fabricación industrial de los fertilizantes minerales. El resto de las emisiones, alrededor del 30% procedían de otras fuentes (semillas, fitosanitarios, combustibles, etc.). Estas cifras corresponden a parcelas en las que se cultivó cereal y colza en condiciones de Alava.

[08] Uso de parcelas de referencia y herramienta de teledetección para seguimiento nutricional

La HAD clasificación de la plataforma AGROasesor, permite una visión rápida para clasificar las parcelas, y poder detectar situaciones de diferente desarrollo vegetativo, por





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N

comparación entre parcelas, o por selección de un valor de referencia establecido como crítico para un cultivo.

Por ejemplo, la selección por UGC de referencia, permite abordar sistemas de manejo colectivo de la información, utilizando como referencia parcelas sobre-fertilizadas: el índice de vegetación medido en cultivo se interpreta para la gestión de N, comparándolo con mediciones tomadas en estas parcelas de referencia sin limitaciones de nitrógeno y los ajustes en la fertilización, se hacen siempre que las mediciones de los cultivos sean inferiores al 90-95% de las parcelas de referencia.

Esta herramienta permite la clasificación en función de 4 índices : NDVI, SAVI, NDWI y MTCI

- **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):** Es el índice de vegetación más conocido y utilizado para cuantificar la vegetación verde.
- **SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index):** Se utiliza para cuantificar la presencia de vegetación verde, de forma similar al NDVI, pero minimizando la influencia del suelo.

The screenshot shows the AGROASESOR web application interface. At the top, there are navigation links for 'explotaciones', 'avisos', and 'administración'. Below this is a search bar with 'luc' entered. A table lists various agricultural plots with columns for 'Nombre', 'Cultivo', 'Variedad', and 'Fecha sie...'. The table is filtered to show plots with 'Trigo Blando' as the crop. To the right of the table is a map titled 'Clasificación de parcelas por teledetección' showing the results of a classification process. The map displays four classes: Clase 1 (blue), Clase 2 (green), Clase 3 (orange), and Clase 4 (red). The map also includes a legend, a scale bar, and navigation controls. The interface includes logos for 'PYRENEOS', 'Interreg POCTEFA', and 'EUROPEA UNIÓN EUROPEA'.

Nombre	Cultivo	Variedad	Fecha sie...
Soto cementerio_1	Alholva	Variedad genérica	07/10/2019
Soto cementerio_2	Barbecho		01/09/2019
Cañada	Cebada	MESETA	29/10/2019
Cascajal	Cebada	MESETA	29/10/2019
Llano de la viña	Cebada	MESETA	29/10/2019
Río Zarbeta	Cebada	MESETA	29/10/2019
Zarbeta centro	Cebada	MESETA	29/10/2019
Soto Nogal_2	Colza de invierno	DK EXPRESSION	19/09/2019
Llano del pozo	Habas secas grano	DIANA	07/10/2019
Muga vertedero	Trigo Blando	MUFASA	19/10/2019
Playa Laquidain	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
RIA	Trigo Blando	FILON	19/10/2019
Monte	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
Indicador	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
Depósito	Trigo Blando	CAMARGO	03/10/2019
Indicador_2	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
La fuente	Trigo Blando	RGT MONTECARLO	28/10/2019
Soto Nogal_1	Veza+avena	Jose + Chimene	07/10/2019

- **NDWI (Normalized Difference Water Index (B08-B11)/(B08+B11)):** Es un índice de vegetación utilizado para cuantificar la cantidad de humedad que posee la cubierta

(vegetación, suelo o la combinación de ambas)

- **MTCI (MERIS Terrestrial Chlorophyll Index):** Es un índice sensible al contenido en clorofila y nitrógeno en hoja.





FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE: EVITAR LAS PÉRDIDAS DE N

En este enlace se puede consultar el manual de la herramienta: [Seguimiento de cultivos en la plataforma AGROasesor con imágenes de satélite >>](#)

[09] Clasificación intraparcelsaria de una parcela con imágenes de satélite

HAD clasificación por índice en AGROasesor permite analizar la variabilidad intraparcelsaria, en función de 4 índices vegetativos: NDVI, SAVI, NDWI y MTCI.

La información de zonificación en 4 clases puede utilizarse para dirigir muestreos de suelo o planta para evaluar las distintas respuestas del cultivo a nutrientes, o a características del suelo.

La zonificación permite además conocer valores absolutos de los índices evaluados en cada clase, mediante el valor mínimo y máximo de cada índice. El uso de esta herramienta permitirá apoyar las decisiones en campo.

Esta herramienta incluye la funcionalidad de exportar mapas en formato shp que se pueden integrar en la maquinaria de dosificación variable.

The screenshot shows the AGROasesor web application interface. At the top, there are navigation links for 'explotaciones', 'avisos', and 'administración'. The main content area is titled 'Clasificar una UGC' and shows 'Paso 3: Resultados'. A table on the left lists agricultural data with columns for 'Nombre', 'Cultivo', and 'Variedad'. The table includes entries like 'Soto cementerio_1' (Alholva, Variedad genérica), 'Cañada' (Cebada, MESETA), and 'Muga vertedero' (Trigo Blando, MUFASA). A map on the right shows the 'Mapa De Aplicación' with a legend for four classes: C1 (0.90 a 0.95), C2 (0.88 a 0.90), C3 (0.84 a 0.88), and C4 (0.35 a 0.84). The map also shows a 'Exportar Shp' button and navigation controls.

El mapa de aplicación es una clasificación de zonas homogéneas en comportamiento para el índice vegetativo seleccionado, Esto permite al agricultor o asesor, decidir si se ajusta a la distribución variable que quiera realizar en su parcelas, por ejemplo una aportación de N en

cobertera, previamente evaluada con la HAD NITRO.

En este enlace se puede consultar el manual de la herramienta: [Seguimiento de cultivos en la plataforma AGROasesor con imágenes de satélite >>](#)





GESTIONAR LA CONTRIBUCIÓN DE LOS APORTES ORGÁNICOS AL SUELO



¿Cómo realizar un buen reparto de fertilizantes orgánicos?

¿Cómo estimar la contribución en N de los aportes orgánicos?

¿Cuál es la eficiencia de los residuos orgánicos utilizados como fertilizantes?

¿Cuánto fertilizante mineral pueden sustituir?



GESTIONAR LA CONTRIBUCIÓN DE LOS APORTES ORGÁNICOS AL SUELO

[01] Optimización de los servicios de los gestores de residuos

- Los gestores de residuos promueven y ofrecen una dinámica de oferta utilizable, para que la gestión de estos servicios sea óptima.
- Mejoras en la maquinaria utilizada para optimizar el reparto.
- Conocimiento del producto orgánico y su eficiencia.
- Mejorar la homogeneidad del producto.
- Establecimiento de una red organizada para una buena coordinación de servicios de los gestores de residuos.
- Control de la maquinaria, de los análisis, de las anotaciones y del cuaderno de gestión específico por C. A.

[02] Ensayos de eficiencia de los recursos orgánicos disponibles

Es necesario conocer la eficiencia de los productos orgánicos disponibles para poder adecuar las dosis aportadas y el momento de aplicación al cultivo. Los valores de eficiencia pueden variar según zonas agroclimáticas y tipo de producto orgánico, por lo que es





GESTIONAR LA CONTRIBUCIÓN DE LOS APORTES ORGÁNICOS AL SUELO

importante generar y ofrecer acceso a información sobre las eficiencias de tipologías de productos orgánicos mediante:

- ensayos de caracterización de la eficiencia de los recursos orgánicos disponibles.
- experimentación colaborativa.
- bases de datos compartidas.

[03] Especificaciones recogidas en la normativa de aplicación en zonas vulnerables

Es importante considerar las especificaciones recogidas en la normativa, ya que incluyen información sobre los valores límites de UFN a aportar por cada tipo de cultivo. Suelen aportar información importante de coeficientes de equivalencia de las materias orgánicas, en fertilizantes nitrogenados, con efecto directo en el ciclo del cultivo.

Ejemplo en la comunidad foral de Navarra >>.

ASESORAR E INFORMAR

Es importante poner a disposición del agricultor los recursos necesarios para la interpretación de los resultados mediante asesoramiento o fichas informativas

[04] Conocer el contenido en nutrientes de las materias orgánicas que se aportan

Es importante saber interpretar los boletines de análisis y calcular las dosis de aporte, ya que los resultados de las analíticas pueden darse sobre materia seca o materia fresca. Esto puede llevar a confusión y resultados erróneos en el cálculo de las necesidades del cultivo. Es importante poner a disposición del agricultor los recursos necesarios para la interpretación de los resultados mediante un asesoramiento o fichas informativas. Si no dispone de un boletín de análisis puede utilizar valores de referencia en kg N/t de materia fresca. **Para obtener el % solo hay que dividir el valor por 10.**

Por ejemplo, si queremos aportar 170 kg N/ha con un purín de cerdo que tiene una riqueza de N del 0.13% :

$$170 \text{ (kg N/ha)} \div (0.13\% \times 10) = 130 \text{ m}^3/\text{ha}$$

de purín de cerdo





MODELO DE BALANCE DE N EN PARCELA: FaST FERTILIZACIÓN



¿Es necesario realizar un plan de abonado en cada parcela?

¿Qué herramientas me facilitan un modelo de balances en mi parcela?

¿Es necesario realizar un registro digital de las aportaciones que realizó?

Si no dispongo de datos precisos, ¿puedo realizar un balance?

¿Puedo realizar ajustes en el plan de abonado en función de las condiciones de la campaña?



MODELO DE BALANCE DE N EN PARCELA: FaST FERTILIZACIÓN

La UE promueve el uso de plataformas FaST (Farm Sustainability Tool for Nutrients). AGROasesor incorpora una herramienta FaST, para mejorar la fertilización de los cultivos a través del uso de balances de nutrientes personalizados para cada parcela, y cultivo en cada campaña.

[01] Balance de N en AGROasesor a nivel de cultivo en parcela

El modelo de Balance de N gestiona las entradas y salidas de N diarias en el sistema cultivo-suelo de cada parcela.

Permite el ajuste de N en función de las características del cultivo y según el desarrollo de la campaña.

Caracterización del suelo de la parcela por el usuario:

- Textura (ligera, media y pesada).
- Mineralización del suelo (según % materia orgánica en el suelo).
- Profundidad (superficial, media y profunda).
- Capacidad de retención de agua del suelo.

Definición del cultivo en la parcela en campaña por el usuario

- Fecha de siembra.
- Potencial productivo.





MODELO DE BALANCE DE N EN PARCELA: FaST FERTILIZACIÓN

- Sistema de manejo (secano/regadío).
- Sistema de producción (ecológica, calidad...).

Estimación de Nmin en suelo en la parcela:

- Mediante una muestra de suelo (0-30 cm) y análisis en laboratorio (nitratos+amoníaco)
- Tabla de valores tipo de Nmin según: cultivo, precedente, gestión de residuos, aportación de orgánicos.

El modelo de balance de N de AGROasesor calcula las siguientes variables:

- Extracciones del cultivo.
- Lixiviación del suelo.
- Mineralización del suelo.
- Volatilización-Eficiencia de la aplicación.
- Limitaciones por sistema de producción (e.g. zonas vulnerables).
- Planificación de estados clave de fenología en el cultivo.
- Planificación de repartos de cobertura de N.
- Estimación de la liberación de N aportada por materias orgánicas.

Nombre	Cultivo	Variedad	Fecha sie...
Cañada	Cebada	MESETA	29/10/2019
Cascajal	Cebada	MESETA	29/10/2019
Depósito	Trigo Blando	CAMARGO	03/10/2019
Indicador	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
Indicador_2	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
La fuente	Trigo Blando	RGT	28/10/2019
Llano de la viña	Cebada	MESETA	29/10/2019
Llano del pozo	Habas secas grano	DIANA	07/10/2019
Monte	Trigo Blando	CAMARGO	28/10/2019
Muga vertedero	Trigo Blando	MUFASA	19/10/2019
RIA	Trigo Blando	FILON	19/10/2019
Rio Zarbeta	Cebada	MESETA	29/10/2019
Soto cementerio_1	Alholva	Variedad genérica	07/10/2019
Soto cementerio_2	Barbecho		01/09/2019
Soto Nogal_1	Veza+avena	Jose +	07/10/2019

- ✓ Caracterización climática
- ✓ Analíticas y características del suelo
- ✓ Historial de la parcela
- ✓ Fecha de siembra y variedad
- ✓ Potencial productivo
- ✓ Sistema de cultivo y manejo del riego
- ✓ Sistema de producción
- ✓ Aportaciones de fertilizante
- ✓ Aportaciones de fitosanitarios
- ✓ Aportaciones de riego





MODELO DE BALANCE DE N EN PARCELA: FaST FERTILIZACIÓN

[02] Fomento del modelo de balances como un proceso de aprendizaje práctico colaborativo

- **Uso de los balances** como referencias activas que necesitan una validación y ajuste progresivo.
- **Acción colaborativa** de los grupos de agricultores con los gestores (experiencia de AGROgestor).
- **Demostraciones prácticas**, living labs para el seguimiento y monitoreo de parcelas.

[03] Gestionar las actuaciones de parcela en una plataforma según se realizan en campo

El desarrollo tecnológico permite la integración de actuaciones realizadas en los cultivos, en plataformas digitales, desde el propio campo:

- A través del **uso de app** en teléfonos móviles o tablets
- A través de la **gestión automática desde la maquinaria** de aplicación

REDES DE EXPERTOS EN N

Las redes de expertos en N, como RUENA a nivel nacional, pueden promover la homologación de modelos de cálculo de balances y extracciones por cultivos

[04] Redes para informar sobre herramientas digitales de apoyo a un sistema de balances

- **FAIRshare>>** base de datos de todas las herramientas disponibles según objetivos, en este caso herramientas para la fertilización
- **Smart-AKIS>>**, base de datos de las tecnologías desarrolladas para “smart farming” o la “agricultura inteligente”.

[05] Promover un estándar metodológico de referencia por grupos de cultivo

Las redes de expertos en N, como RUENA a nivel nacional pueden **promover la homologación de modelos de cálculo de balances y extracciones por cultivos**. La nueva PAC incorpora la recomendación del uso de herramientas de balances a nivel de cultivo, plataformas FaST (Farm Sustainability Tool for Nutrients). Numerosas herramientas se pueden poner en manos de usuarios para facilitar el cálculo, es importante el rigor en las recomendaciones.





MANEJAR EL RIEGO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LIXIVIACIÓN DE NITRATOS



¿Es posible la mejora de la eficiencia y productividad del agua de riego?

¿Cómo se pueden afrontar incertidumbres asociadas al cambio climático, en relación con la disponibilidad de agua?

¿Puedo gestionar la fertilización y el riego de manera coordinada?

¿Es necesario realizar un balance hídrico en cada parcela de una explotación?



MANEJAR EL RIEGO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LIXIVIACIÓN DE NITRATOS

[01] Selección de un sistema de riego eficiente

La eficiencia en el riego se entiende como la proporción entre el volumen del agua aprovechado por las plantas y la cantidad de agua que se distribuye a través del sistema de riego. Los sistemas de riego más eficientes a escala de parcela son los sistemas de riego localizado y por aspersión, con eficiencias superiores al 80%.

[02] Diseño hidráulico de parcela que garantice alta uniformidad de riego

La fase de diseño de riego en parcela se considera un momento crucial a la hora de definir la rentabilidad de la explotación, de hecho, cuanto mayor es el valor del coeficiente de uniformidad, menor es la aportación de agua de riego necesaria para alcanzar una determinada producción. Otro factor importante es la sectorización de la parcela regable de cara a establecer zonas comunes de manejo de riego, para gestionar cada zona de acuerdo a sus necesidades. Para ello es importante analizar los **Mapas de texturas de suelo**. En base a las mismas se podrá determinar con precisión el agua disponible para la planta. Un sistema bien diseñado y manejado puede producir ahorros importantes de agua y de energía, aumentando la rentabilidad del cultivo.





MANEJAR EL RIEGO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LIXIVIACIÓN DE NITRATOS

[03] Plan de formación para el regante

Basado en el aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones de riego así como del uso de nuevas tecnologías adaptadas al riego. Estos cursos deberán ser impartidos por asesores cualificados y estarán dirigidos a regantes de nueva instalación.

[04] Auditoría de las instalaciones

Los elementos de riego (desde hidrante o toma de riego hasta emisor) deberán revisarse antes del comienzo de cada campaña, con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación y posible detección de averías.

[05] Seguimiento de las recomendaciones de riego de los Servicios de Asesoramiento al Regante de cada zona

Estos servicios establecen los consumos de referencia por cultivos y zonas, suministrando la recomendación semanal de riego para orientar al agricultor sobre el uso eficiente del agua.

REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS DE RIEGO

Los elementos de riego (desde hidrante o toma de riego hasta emisor) deberán revisarse antes del comienzo de cada campaña con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento

[06] Uso de Herramientas de ayuda a la decisión en riego

Realizan balances hídricos en tiempo real. Estas herramientas combinan datos climáticos, con datos específicos del cultivo y del suelo para determinar la cantidad y el momento de aplicación del agua a nivel de parcela regable. Los cálculos de balance de agua permiten determinar diariamente el nivel de agua disponible en la zona radicular del suelo.

[07] Seguimiento del contenido de humedad foliar y de suelo

La colocación de sondas de humedad permite monitorizar en todo momento el contenido de humedad en el suelo, para poder ajustar las dosis de riego, y tener información del comportamiento del agua en la zona radicular de los cultivos.





MANEJAR EL RIEGO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LIXIVIACIÓN DE NITRATOS

[08] Control de la cantidad de agua de riego aportada

Las instalaciones deberán contar con un **sistema de control del volumen de agua** de cada parcela o a nivel colectivo que permita conocer la cantidad de agua aportada.

[09] Consulta de datos de caudal y presión

El seguimiento del suministro del riego se deberá realizar mediante la consulta de los datos de caudal y presión del hidrante. La consulta de estos datos se conseguirá gracias a los **sistemas de telecontrol** de cada uno de los hidrantes instalados en la red colectiva de riego que aseguran satisfacer los requerimientos de caudal, presión y frecuencia de suministro.

[10] Telecontrol en parcela

La **automatización de las instalaciones de riego** en parcela **permite aumentar la eficiencia en el uso de agua**, adaptando la programación del riego a las necesidades del cultivo en cada momento mediante el inicio y parada del riego de la parcela, consulta de riegos y programación.

RDC

RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

Para una correcta programación del RDC, se requiere un alto conocimiento de la fenología del cultivo y un seguimiento preciso del estrés hídrico.

[11] Teledetección

Los métodos de teledetección permiten visualizar la **variabilidad del estrés hídrico en la plantación**, condicionada por las propiedades del suelo y de la planta. Se basan en índices de vegetación calculados a partir de imágenes de satélite, aviones o drones, suministrando al regante una información adicional, para poder adaptar las dosis de riego de manera más eficiente. Además, la teledetección también permite ajustar la curva teórica del coeficiente de cultivo basal, a la evolución real del cultivo y así poder ajustar las dosis de riego.

[12] El riego deficitario controlado (RDC)

Es una estrategia en la que se prioriza la aplicación del agua en los periodos críticos del cultivo, en los que se cubre plenamente la demanda de la planta, mientras que esta se ve reducida en fases del cultivo menos exigentes. **Se considera una valiosa estrategia de optimización del recurso del agua.** Para una correcta programación del RDC, se requiere tener un alto conocimiento de la fenología del cultivo y un seguimiento preciso del estrés hídrico.





MANEJAR EL RIEGO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LIXIVIACIÓN DE NITRATOS

[13] Determinación del momento de corte de riego

Este momento dependerá de la cantidad de humedad retenida en el suelo. El riego se detendrá, de manera que en la última etapa del cultivo, las raíces utilicen el agua fácilmente aprovechable sin que la planta sufra estrés hídrico. Todo ello se verá apoyado por la medición de sondas de humedad.

[14] Uso de acolchados

El uso de acolchados en cultivos hortícolas ayuda a retener una mayor cantidad de agua en el suelo, siendo menor la componente de evaporación del agua.

[15] Fertirrigación

Los fertilizantes son suministrados a través del agua de riego. El uso de la fertirrigación permite un preciso suministro de nutrientes a las plantas. Aplicaciones pequeñas y frecuentes de fertilizantes, en cantidades exactas, que cumplan con los requerimientos del cultivo, aumentan

USO DE ACOLCHADOS

El uso de acolchados en cultivos hortícolas ayuda a retener una mayor cantidad de agua en el suelo, siendo menor la componente de evaporación del agua



La eficiencia de la absorción de nutrientes y la pérdida de nutrientes por lixiviación se reduce al mínimo.

[16] Elección del momento de riego

Evitar regar en las horas de día con más velocidad de viento e intentar regar en horas en las que la evaporación sea menor, minimizando las pérdidas de agua por evaporación.





SERVICIOS DE MONITOREO DE CULTIVOS EN TIEMPO REAL PARA LA GESTIÓN DEL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN



¿Requiere el uso de servicios de teledetección una alta cualificación técnica?

¿Cómo se puede acceder a los datos e integrarlos en la gestión de una explotación?

¿Qué limitaciones de uso tienen?



INTEGRACIÓN DE SERVICIOS DE MONITOREO DE CULTIVOS

[01] Ajustar plataformas de tomas de datos remotos al diseño de las explotaciones e itinerarios de los cultivos

El desarrollo de plataformas remotas de toma de datos, permite estimar la evolución de los cultivos. Es preciso analizar que necesidades se tienen en función de la temporalidad en la toma de imágenes, el tamaño del pixel de referencia, y las interferencias meteorológicas, para elegir entre las distintas plataformas:

- Satélites de alta resolución
- Satélites de resolución media y alta temporalidad (Sentinel)
- Drones
- Sensores manuales o montados en maquinaria

[02] Ajustar sensores de planta y suelo

El desarrollo de sensores de planta y suelo son un buen estimador de la evolución de parámetros como humedad, y nutrientes los cultivos, es preciso analizar qué necesidades se tienen en función del tipo de cultivo, la extensión de la explotación, y el elemento que se quiere monitorizar, para elegir entre los distintos tipos de sensores:

- Sondas de humedad
- Sondas de nitratos





INTEGRACIÓN DE SERVICIOS DE MONITOREO DE CULTIVOS

[03] Teledetección para el ajuste del riego

La plataforma AGROasesor incorpora un módulo de teledetección en la herramienta de ayuda a la decisión en Riego:

- Estimar a partir del índice de teledetección SAVI, el coeficiente de cultivo basal, utilizado en la evolución de la transpiración del cultivo a nivel de parcela agrícola.
- Observar si existe variabilidad dentro de la parcela y ajustar la dosis de agua de riego al crecimiento real del cultivo estimado a partir del SAVI.
- Mediante las herramientas de teledetección se pueden obtener imágenes para comparar el estado hídrico entre parcelas o para clasificar zonas en una misma parcela, con el índice NDWI.

[04] Teledetección para el ajuste de la dosis de nitrógeno

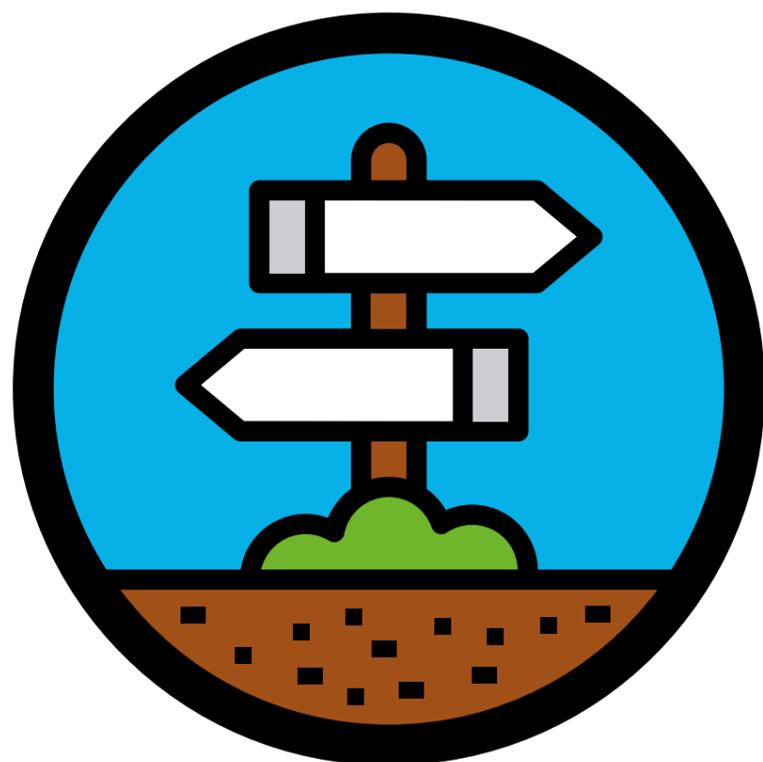
En la plataforma AGROasesor se han integrado herramientas que permiten dinámicas de trabajo diferentes para el apoyo a la fertilización, a través del uso de cada índice para el seguimiento (NDVI, MTCl y SAVI):

Nombre	Cultivo	Variedad	Fecha
Soto cementerio_1	Alhóva	Variedad genérica	07/11
Soto cementerio_2	Barbecho		01/01
Cañada	Cebada	MESETA	29/10
Cascajal	Cebada	MESETA	29/10
Llano de la viña	Cebada	MESETA	29/10
Río Zarbeta	Cebada	MESETA	29/10
Zarbeta centro	Cebada	MESETA	29/10
Soto Noagal_2	Colza de invierno	DK EXPRESSION	19/01
Llano del pozo	Habas secas grano	DIANA	07/11
Muga vertedero	Trigo Blando	MUFASA	19/11
Playa Laquidain	Trigo Blando	CAMARGO	28/11
RIA	Trigo Blando	FILON	19/11
Monte	Trigo Blando	CAMARGO	28/11
Indicador	Trigo Blando	CAMARGO	28/11
Depósito	Trigo Blando	CAMARGO	03/11
Indicador_2	Trigo Blando	CAMARGO	28/11
La fuente	Trigo Blando	RGT MONTECARLO	28/11
Soto Noagal 1	Veza + avena	Jose + Chimene	07/11

ugc		Cultivo		Variedad	
Nombre	Zarbeta Centro	Cultivo	Cebada	Variedad	MESETA
Superficie m²	69749	Fecha siembra	29/10/2019	Fecha producción	
ZAC Verano	Mayo	ZAC Invierno	Secano Húmedo Frio		

- Comparar estado del ciclo de parcelas de una misma variedad.
- Usar parcelas de referencia zonal, para reclasificar parcelas de usuarios y analizar evolución del cultivo.
- Seguir la evolución intraparceldaria, y tomar decisiones combinadas con el uso de la herramienta de balances, para aportar en cada zona diferencial la dosis de estrategia.
- Usar la herramienta de clasificación intraparceldaria por teledetección para decidir zonas diferenciales en la toma de muestras de suelo.
- Usar series históricas de teledetección para estimar el potencial productivo de la parcela.





SERVICIOS DE ASESORAMIENTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL



¿Cómo podemos apoyarnos en los instrumentos de la PAC para mejorar los servicios de asesoramiento necesarios en relación a la fertilización sostenible?

El consejo agrícola tiene que ser preciso, claro y puntual, las incertidumbres no ayudan a tomar decisiones”



SERVICIOS DE ASESORAMIENTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL

[01] Implantación de un Ecosistema de Asesoramiento

Los servicios de extensión agraria, asesoramiento y experimentación e investigación aplicada, tienen un papel clave en la transmisión del conocimiento agrario a todos los actores, y en incentivar el carácter colaborativo del conocimiento agrario. La implantación de un ecosistema de asesoramiento es de gran importancia, para asegurar y promover el flujo de conocimiento entre todos los actores que forman parte del sistema agrario. La implantación de AKIS (Sistemas de conocimiento e innovación agrarios), es una iniciativa para el impulso del asesoramiento, conocimiento e innovación en la agricultura y en zonas rurales.





SERVICIOS DE ASESORAMIENTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL

[02] Integración de la digitalización en el asesoramiento agrario

Importante definir instrumentos para ayudar a los agricultores y asesores agrícolas a hacer frente a la transición digital en la agricultura:

Incentivos para la adopción digital

- Mejorar la conectividad en el medio rural
- Vincular el apoyo financiero/incentivos al requisito de la digitalización de las explotaciones
- Apoyar el desarrollo de herramientas/elaboradores de herramientas
- Apoyar las inversiones en soluciones digitales
- Vigilancia y evaluación de los efectos
- Compartir y capitalizar datos

Incentivos para la formación

- Vincular el apoyo financiero para dispositivos/herramientas para la capacitación.
- Apoyar la dedicación para la gestión de datos en plataformas digitales
- Fomentar la mejora del nivel educativo de los agricultores

ASESORES

Facilitadores e integradores tecnológicos. Ayudan a los agricultores a hacer frente a la transición digital en la agricultura

Desarrollo de capacidades digitales

- Peer-to-peer: apoyar a las granjas/agricultores de demostración, grupos de discusión, living-labs
- Técnicas de facilitación
- Nuevos métodos interactivos
- Movilidad e intercambio internacional / transfronterizo
- Sensibilización: medios de comunicación.

Ecosistema, cooperación y asociaciones

- Fomentar los vínculos entre las políticas y los programas: CAP y ERASMUS, **educación y transferencia de conocimientos**, estrategias digitales y capacitación agrícola, etc.
- Apoyar a los centros de innovación digital como facilitadores de la transformación digital: **HUBs**
- Promover la digitalización a través de **AKIS** nacionales y regionales.
- Apoyar la cooperación y los **enfoques multi-actores** para la digitalización: los Grupos Operativos EIP-AGRI.

La Asociación Europea de Innovación para la Productividad y la Sostenibilidad Agrícola ([EIP-AGRI](#)) >> se ha puesto en





SERVICIOS DE ASESORAMIENTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL

marcha en 2012 para contribuir a la estrategia de la Unión Europea "Europa 2020" para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. La utilización de tecnologías digitales debe mejorar los enfoques de extensión y asesoramiento tradicionales, apoyando el cambio a la era digital en el sector agro. Las plataformas de conocimiento ayudan a asesores a impulsar la innovación.

[03] Plataformas de asesoramiento a nivel de parcela agrícola

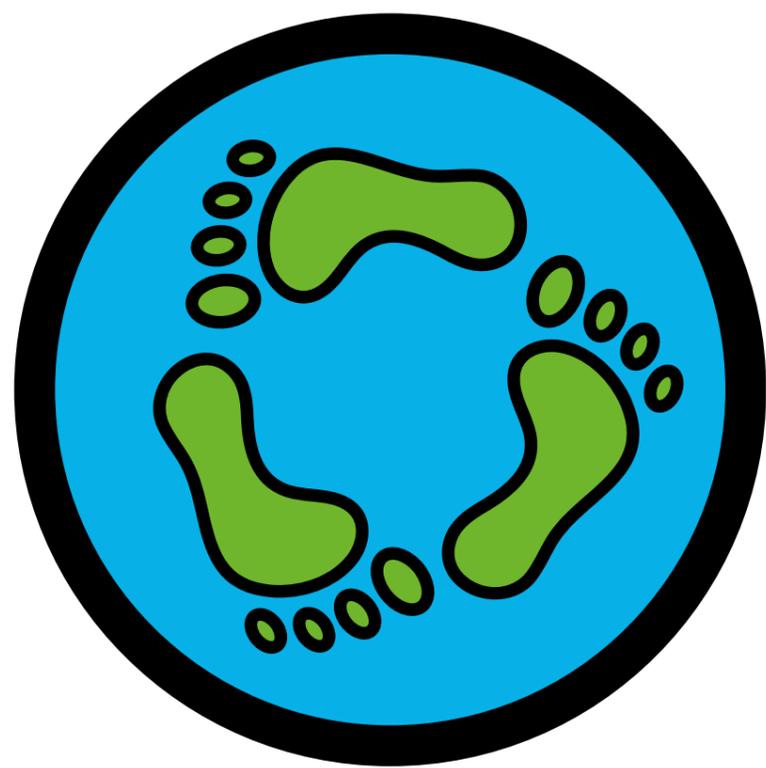
La EU promueve el desarrollo de plataformas FaST (Farm Sustainability Tool for Nutrients) para la gestión de los nutrientes a nivel de parcela agrícola, con el objetivo de reducción de las emisiones de amoníaco y N²O y mejorar la calidad del agua en Europa.

Las herramientas FaST, gestionan información procedente de datos satélites, muestras de suelos e información sobre los cultivos en parcela, y serán accesibles a los agricultores y asesores para apoyar la toma de decisiones sobre las necesidades de nutrientes. AGROasesor ofrece ya desde 2015 una herramienta FaST para agricultores y asesores.

HAD

Herramientas de Ayuda a la Decisión, que ofrecen recomendaciones dinámicas





EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA AMBIENTAL MEDIANTE SEGUIMIENTO POR INDICADORES



¿Qué programa ambiental queremos evaluar y analizar?

¿Qué parcelas y explotaciones se evalúan?

¿Qué actores están involucrados?

¿Qué indicadores y dónde obtener la información?



EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA AMBIENTAL

Los ECO-esquemas son una de las medidas clave propuestas en la nueva PAC para reducir el impacto del sector agrario en el medio ambiente y sobre el cambio climático.

Las herramientas digitales tienen un papel clave en el desarrollo de los ECO-esquemas: indicadores, gestión de datos de calidad, generación de conocimiento, evaluación de medidas...

AGROgestor es instrumento para la Gestión de Programas Ambientales por indicadores, que permite implantar y evaluar medidas promovidas por los ECO-esquemas. ¿Cómo se gestiona?

[01] Crear y analizar escenarios

AGROgestor permite seleccionar las parcelas y explotaciones que van a formar parte del programa ambiental.

En esta selección deben intervenir todos los actores involucrados en la gobernanza del programa ambiental.

La plataforma está dotada de un módulo de creación de Áreas de gestión colectiva (AGC), a partir de la información gestionada en la plataforma AGROasesor, y de características de las parcelas y de los cultivos implantados.





EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA AMBIENTAL

Para cada AGC, se calculan 31 indicadores, económicos, de rendimiento, de uso de nutrientes y fitosanitarios y del manejo de rotaciones...

Evaluamos en cada escenario la eficiencia en el uso del agua, nitrógeno y fósforo, así como las emisiones de gases de efecto invernadero, y los costes de producción de cada cultivo.

[02] Simular y proponer estrategias

El análisis de escenarios permite a los asesores y gestores, proponer a los actores del Programa Ambiental, estrategias en forma de Itinerarios de cultivo sostenible, y adaptados a cada zona agroclimática, cultivo y parcela agrícola.

AGROgestor dispone de un módulo de simulación, que permite evaluar, distintos escenarios de estrategia.

Los itinerarios de estrategia elegidos, se envían gracias al módulo de avisos de AGROasesor, a los agricultores que son actores activos del Programa ambiental. Se trata de una recomendación, en la que el agricultor toma la decisión final de adoptarla.



AGROGESTOR

Permite la evaluación en continuo de Programas Ambientales, como apoyo al seguimiento de ECO-esquemas

[03] Evaluación continua por campañas

Al finalizar la campaña el asesor podrá evaluar el grado de cumplimiento, a través de las anotaciones en el cuaderno de campo de AGROasesor. Se trata de un proceso de confianza mutua y evaluación continua de las recomendaciones, que va a estar en todo momento sujeto a variaciones propias de cada campaña agroclimática.

En un programa ambiental es importante disponer de un plan de gobernanza que articule la relación entre los distintos actores involucrados en la gestión del programa, y gestione el seguimiento del plan de acción propuesto.



[1] CREAR Y ANALIZAR ESCENARIOS



Últimas actuaciones

- Fitosanitaria** FIT01023
Aikido 24 ene. 2019
Sotocua Uriz, Casal Arruiz, +2
- Seguimiento** SEG01034
El Prado de Salinas texto ... 20 ene. 2019
- Labores** LAB01035
Tractor 14 ene. 2019
Tacoma Levante

[Ver todas](#)

Dashboard showing various metrics and charts:

- Indicadores Económicos: 8632, 273270, 38231, 235039
- Indicador Ambiental: 7.7
- Indicador Social: -215.11
- Indicador de Riego: 39

[2] SIMULAR Y PROPONER ESTRATEGIAS



Nombre	Cultivo	Sistema Cultivo	Estrategia	Programa gestor	Usuario	Campaña
<input type="checkbox"/> TRIGO Regadio ZV 2018	Trigo Blando	Riego	Estrategia Trigo Blando Regadio de Zona Vulnerable (H69)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2018
<input type="checkbox"/> MAIZ DULCE ZV R 2018	Maiz dulce	Riego	IT estrategia maiz dulce Zona Vulnerable regadio (H102 2018)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2018
<input type="checkbox"/> CEBADA ZV R 2018	Cebada	Riego	IT estrategia cebada Zona Vulnerable regadio (HIDRANTE 135 2018)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2018
<input type="checkbox"/> MAIZ GRANO ZV R 2018	Maiz grano	Riego	IT estrategia maiz grano Zona Vulnerable regadio (H12 2018)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2018
<input type="checkbox"/> MAIZ TRIGO BLANDO ZV R 2019	Trigo Blando	Riego	IT estrategia trigo blando Zona Vulnerable regadio (H6 2019)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2019
<input type="checkbox"/> GIRASOLZV R 2019	Girasol	Riego	IT estrategia girasol Zona Vulnerable regadio (H60 2019)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2019
<input type="checkbox"/> GIRASOLZV R 2018	Girasol	Riego	IT estrategia girasol Zona Vulnerable regadio (HIDRANTE 175 2018)	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2018
<input type="checkbox"/> prueba 29 junio	Maiz dulce	Riego	it sobre parcela 2020	Coop. Orvalaiz	Jtorrecilla	2019

Programa ambiental

Nombre: Zona vulnerable a la contaminación de nitratos Rio Robo Valdizarbe
Campaña: 2018

Detalle Simulación

AGC: PILOTO RIO ROBO 2018 REGADIO ZV (Tri, Ceb, Col, Ave, Gui, Gir, Mai)

Itinerario:

- CEBADA ZV R 2018 -IT estrategia cebada Zona Vulnerable regadio (HIDRANTE 135 2018) -Cebada -Riego
- TRIGO Regadio ZV 2018 -Estrategia Trigo Blando Regadio de Zona Vulnerable (H69) -Trigo Blando -Riego
- MAIZ GRANO ZV R 2018 -IT estrategia maiz grano Zona Vulnerable regadio (H12 2018) -Maiz grano -Riego
- GIRASOLZV R 2018 -IT estrategia girasol Zona Vulnerable regadio (HIDRANTE 175 2018) -Girasol -Riego
- MAIZ DULCE ZV R 2018 -IT estrategia maiz dulce Zona Vulnerable regadio (H102 2018) -Maiz dulce -Riego

[3] EVALUACIÓN POR CAMPAÑAS

- 31 indicadores para una evaluación continua por campañas
- Indicadores económicos, ambientales, de sostenibilidad
- Seguimiento de un plan de Gobernanza en el Programa Ambiental
- Reevaluación de las estrategias propuestas





AGROGESTOR



LIFE16 ENV/ES/287

Con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Comunidad Europea

www.agrogestor.es >>



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

