

Desarrollo Sostenible

# Fertilización Nitrogenada en Sistemas de Regadío Intensivo en Zonas Vulnerables



Con la contribución del instrumento financiero de la Comunidad Europea

## XIII Reunión Buena y Talleres de Transferencia Life Nitratos y Life sigAGROasesor

Alberto Lafarga Arnal

INTIA

RUENA (Red del Uso Eficiente del Nitrógeno en Agricultura) es una organización que reúne a expertos y organizaciones públicas y privadas con un elevado nivel de cualificación profesional y conocimientos científicos en relación a la dinámica del nitrógeno como fertilizantes de los cultivos. En su seno la creación de conocimiento y la innovación para el sector son objetivos básicos y cotidianos.

Este año la XIII Reunión Buena acogió a más de cien expertos en torno a la fertilización nitrogenada en sistemas de regadío intensivo en zonas vulnerables. El encuentro tuvo lugar en Pamplona entre los días 27 y 29 de mayo, y durante el mismo se celebraron talleres en torno a dos importantes proyectos europeos Life Nitratos y Life sigAGROasesor. Ambos proyectos están liderados por las empresas públicas del Gobierno de Navarra INTIA (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias) y GAN (Gestión Ambiental de Navarra), que destacan por su compromiso con el desarrollo sostenible de la economía agraria de Navarra.

Entre otros objetivos de los citados proyectos está mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno en los cultivos y reducir sus impactos negativos en la contaminación de aguas por nitratos.

En el siguiente artículo se detallan los pormenores de este encuentro organizado por el Gobierno de Navarra e INTIA, junto con GAN y CRANA, y con la colaboración del Ministerio de Economía y Competitividad y la Universidad Pública de Navarra .

## INTRODUCCIÓN

La ciencia al servicio de los retos sociales: tomando como eje principal los cultivos de regadío intensivo más demandantes de nitrógeno (maíz, hortalizas, etc...) buscamos cómo hacer posible un manejo del nitrógeno con criterios de eficiencia (economía para el agricultor) y de protección medioambiental del agua (lixiviación, especialmente en zonas vulnerables).

La **XIII Reunión Buena** constituye una muestra del gran potencialidad que ofrece la cooperación técnica y científica y de cómo se pone el conocimiento al servicio de la sociedad buscando promover el desarrollo agrario y tratando a la vez de minimizar los impactos ambientales. En este caso se trata de poner al servicio de los agricultores medios innovadores con capacidad para orientar en la solución de problemas como la mejora de la eficacia y la competitividad en el uso del nitrógeno y que al mismo tiempo esto redunde en el control de la contaminación de aguas por nitratos.

Durante el encuentro se han desarrollado talleres específicos sobre dos proyectos europeos muy importantes en esta materia:

### Proyecto Life Nitratos

Estudio de la repercusión de las prácticas agrarias en la contaminación por nitratos de las aguas. Se trata de encontrar correlaciones entre las prácticas agrarias y la repercusión que estas pueden tener en la contaminación por nitrógeno de las aguas superficiales. Su objetivo final consiste en definir Buenas Prácticas en el uso eficiente y no contaminante del nitrógeno. <http://www.life-nitratos.eu/index.php/es/>

### Proyecto Life sigAGROasesor

Herramientas avanzadas de asesoramiento en soporte GIS para un desarrollo sostenible de los cultivos. Tiene como objetivo desarrollar y fortalecer los servicios técnicos, económicos y medioambientales al sector agrario, y entre ellos incluye el uso eficiente del nitrógeno como fertilizante. La Herramienta de nitrógeno gestiona la información de suelo, clima y cultivo, almacenada en capas GIS, para ofrecer una solución de precisión adecuada a cada parcela agrícola. <http://agroasesor.es/es/>

Tras la apertura del evento por parte del Director General de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Navarra, Ignacio Guembe, comenzaron las jornadas que estuvieron divididas en tres sesiones.

Todas las ponencias están disponibles en <http://agroasesor.es/es/actualidad/eventos-celebrados.html>

## PRIMERA SESIÓN: LA LIXIVIACIÓN DE LOS NITRATOS Y LA EFICIENCIA EN EL USO DEL NITRÓGENO

La primera sesión de la XIII Reunión Buena se inició con una conferencia marco de Miguel Quemada, doctor de la Universidad Politécnica de Madrid. En la misma presentó distintas estrategias para armonizar los dos objetivos: el control de la lixiviación de cara a reducir la contaminación del agua de drenaje en el regadío y el rendimiento de los cultivos.

Las conclusiones de este estudio ponen de relieve la importancia de un eficiente manejo del riego, además de una fertilización nitrogenada ajustada a las necesidades de los cultivos. También resalta la reducción de lixiviación conseguida al sustituir los barbechos por cultivos no leguminosas y, aunque en menor medida, con el uso de nuevos fertilizantes.

Con el mismo objetivo varios técnicos de INTIA presentaron las aplicaciones prácticas del proyecto Life Nitratos. Este proyecto ha analizado las prácticas agrarias en la microcuenca de Landazuría (Bardenas Reales-Navarra), en condiciones de riego, realizando balances de agua y nitrógeno en ensayos, en parcelas agrícolas e incluso en la propia microcuenca, que han ayudado a identificar tanto las épocas críticas como las prácticas agrícolas relacionadas con el riesgo de lixiviación.



Finca experimental del Proyecto Life Nitratos en Landazuría

Esta es una primera información relevante para actuar.

Cuando se trata épocas de lluvia habituales se propone evaluar este riesgo y conseguir que el nitrógeno mineral (NMIN) que hay en el suelo sea bajo (NMIN<100 KgN/ha en el horizonte 0-60).

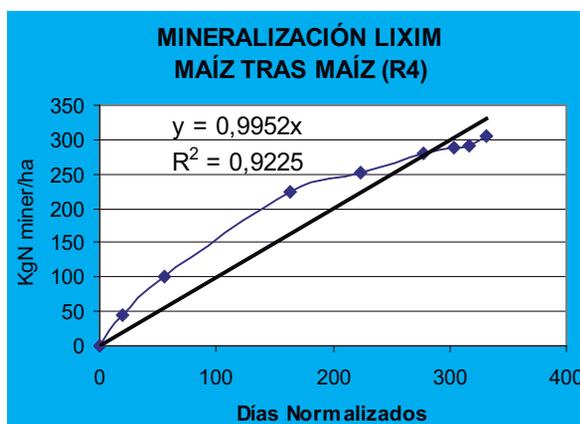
En los periodos de riego de primavera y verano, cuando los cultivos de regadío son más demandantes de agua y nitrógeno, el riesgo de lixiviación es elevado y en este caso el buen manejo de agua y nitrógeno es fundamental.

Por este motivo "Life Nitratos" ha profundizado también en la contribución del suelo a la nutrición de los cultivos, para intentar reducir el uso de fertilizantes. El modelo Lixim utilizado ha permitido identificar grandes aportes de nitrógeno mineralizado, especialmente en primavera e inicio del verano, pero también ha mostrado algunas limitaciones y riesgos que habrá que continuar investigando.

En el Gráfico 1 vemos un ejemplo Lixim de una parcela de Landazuría (Bardenas Reales-Navarra) en 2013. En el mismo pueden verse los valores de mineralización en relación a los días normalizados del cultivo. La ecuación indica una tasa de mineralización de 0,99 KgN/día normalizado.

De modo complementario INTIA presentó también la eficiencia de los fertilizantes orgánicos más comúnmente utilizados en regadío, ya que esta contribución a la fertilización es muy significativa y exige conocer bien tanto el contenido en nitrógeno del fertilizante orgánico como su velocidad de mineralización.

Gráfico 1. Ejemplo de Lixim de una parcela de Landazuría



● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al "Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías"

**SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA**

SISTEMA QUE UTILIZA AHI VA EL AGUA



SISTEMA TRADICIONAL



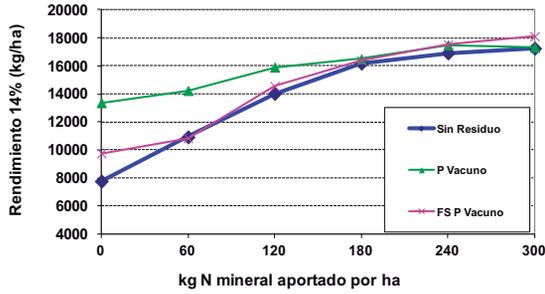
- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por "AHI VA

EL AGUA" logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salitrosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

En el Gráfico 2 vemos un ejemplo de los resultados productivos de una parcela de maíz con distintas dosis de nitrógeno aportadas sobre dos fertilizantes orgánicos y un testigo.

Gráfico 2. Resultados productivos según dosis de Nitrógeno aportadas



En la Tabla 1 se pueden ver los resultados experimentales de eficiencia del nitrógeno de varios fertilizantes orgánicos. Los datos han sido aportados por INTIA. F1 hace referencia al aporte todos los años y F2, al aporte sólo el primer año.

Tabla 1. Resultados experimentales

Abono Orgánico	EFICIENCIA DEL NITRÓGENO (%)		
	Año 1	Año 2	Media
Purín de porcino F1	32	48	40
Purín de vacuno F1	39	56	48
Estiércol de pollo F1	36	56	46
Purín de vacuno F2	39	10	
Fracción sólida purín de vacuno F2	10	5	
Lodos EDAR F2	20	12	

En esta misma sesión GAN, apoyándose en expertos de la empresa Zeta Amaltea, mostró los modelos de evaluación de las actuaciones realizadas en el aluvial del Ebro en Navarra,

para la zona no saturada el modelo SWAP y para la zona saturada el modelo MODFLOW, modelos que pueden ayudar a evaluar los cambios que se producen cuando introducimos las nuevas prácticas propuestas.

## SEGUNDA SESIÓN: MODELOS DE RECOMENDACIÓN Y HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA DECISIÓN

### INTIA. Proyecto LIFE sigAGROasesor

En la segunda sesión, 2º Taller de Transferencia Life sigAGROasesor, se centró en los modelos de recomendación y Herramientas de Ayuda a la Decisión (HAD) con el patrocinio específico del citado proyecto Life.

INTIA presentó el proyecto y la HAD de sigAGROasesor en el uso del nitrógeno como fertilizante de los cultivos. Este proyecto tiene como objetivo la puesta en marcha de servicios webgis para agricultores, trazabilidad y asesoramiento en el ámbito de parcela agrícola, integrando el conocimiento disponible de suelos, clima, cultivo, etc. para la toma de decisiones. La HAD de fertilización nitrogenada se fundamenta en un modelo de balances de nitrógeno que parte del nitrógeno mineral (NMIN) al inicio del cultivo y simula los procesos de lixiviación, mineralización y extracciones de nitrógeno.

### IRTA. Proyecto LIFE + Farms for the Future

Por parte de IRTA se presentó el proyecto LIFE+ Farms for the Future, concretamente la metodología de recomendación de fertilización orgánica y mineral en cultivos extensivos. Ésta combina herramientas informáticas basadas en el balance de nitrógeno, para las aplicaciones de fertilizante tempranas, y en el uso de la teledetección, a diferentes escalas, para las



aportaciones más tardías, en estadios avanzados del cultivo.

Este proyecto además desarrolla estrategias para el correcto manejo de los residuos ganaderos como fertilizantes: maquinaria apropiada, dosificación en continuo, caracterización del residuo, nitrógeno Nmin en suelo, etc.

### UPM. Modelo de estimación del lavado de nitratos de calibración inversa

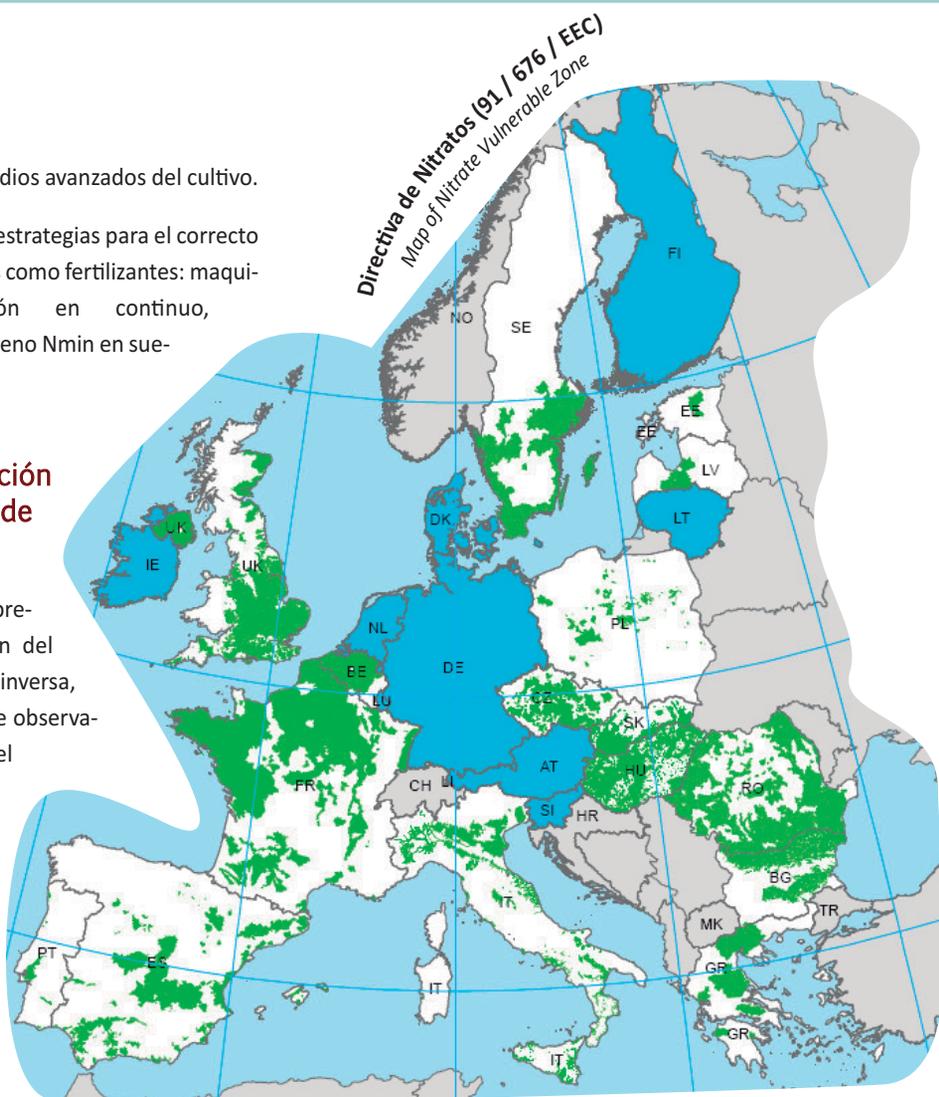
En tercer lugar desde la UPM se presentó un Modelo de Estimación del Lavado de Nitratos de calibración inversa, basado en valores más fácilmente observables sin grandes alteraciones del suelo. Esta calibración inversa se basa en simulaciones Monte Carlo, variando cada uno de los parámetros dentro de un rango de valores dado hasta encontrar el mejor ajuste.

Por último, se presentó una ponencia sobre las nuevas tecnologías de teledetección al servicio de la eficiencia en la fertilización nitrogenada, (Optical sensors for the adaptation of nitrogen fertilizer rates to crop needs, una contribución de Yara). La utilización de sensores ópticos colocados sobre un tractor equipado con una abonadora de dosificación variable permite, en la medida en la que el tractor avanza, leer las necesidades de nitrógeno reales del cultivo, y aplicar sólo las dosis necesarias. Esta tecnología se está aplicando en cultivos de trigo y maíz en un programa demostrativo de INTIA y YARA en Navarra.

### TERCERA SESIÓN: CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN ZONAS VULNERABLES

La tercera sesión, 2º Taller de Transferencia Life Nitratos, contribuyó a avanzar en la definición de nuevos Códigos de Buenas Prácticas en Zonas Vulnerables, siendo este uno de los objetivos de dicho proyecto Life.

El punto de partida fue la presentación, por parte de Miguel Angel Marín del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, del escenario actual de zonas vulnerables en España en el marco europeo de la Directiva de Nitratos. Las conclusiones de su intervención, aunque positivas, siguen mostrando un largo recorrido por hacer en la protección de



la calidad de las aguas superficiales y subterráneas: se ha incrementado el número de estaciones de control en la EU27 (+10% entre 2004-2007), la calidad del agua ha mejorado ligeramente en este periodo, aunque sigue habiendo zonas muy contaminadas, sigue siendo un desafío la eutrofización de algunas masas de agua, son necesarios programas de acción más eficaces, especialmente en zonas “problemáticas”.

Como se puede apreciar en el siguiente mapa, en 2008, el 42,29% de la superficie europea (1.768.271,03 ha) y en 2012 el 46,69% en color verde (1.952.086,48 ha) son declaradas zonas vulnerables a la contaminación de nitratos.

Este fue el marco en el que los siguientes ponentes, dos técnicos del Gobierno de Navarra, pasaron a evaluar los logros conseguidos, en primer lugar a través de la Red de Cuenas Experimentales de Navarra, que permite conocer la validez

del agua de drenaje de varias microcuencas confinadas, y en segundo lugar, a través de los Programas de Actuación, en una visión autocrítica de la eficiencia de las medidas tomadas. Los recursos públicos dedicados a la mejora de la calidad de las aguas vienen dando sus frutos, aunque sigue existiendo un largo recorrido por hacer.

- Las medidas del programa de actuaciones son obligatorias y están sometidas a controles oficiales e inspecciones vinculadas a las ayudas PAC.
- Los controles consisten en revisión del cuaderno de explotación, inspecciones sobre el terreno en parcelas y controles del almacenamiento de estiércoles en explotaciones ganaderas.
- Durante la vigencia del Programa de Actuaciones 2010 - 2013 se inspeccionaron 77 explotaciones agrarias de las 1.200 situadas en zonas vulnerables. De las 77 explotaciones inspeccionadas, en 7 se constató el incumplimiento de alguna medida del PA, aplicándose una reducción en sus ayudas PAC.

Es en este punto donde Life Nitratos pasó a presentar sus nuevas propuestas, como conclusión a los trabajos realizados a lo largo de los tres años de vida de este proyecto. Así se propusieron Buenas Prácticas como el uso de controles NMIN, HAD generalistas o de precisión en soporte GIS, Servicios de Asesoramiento al Regante SAR, Servicios de Evaluación de Riesgo de lixiviación, etc.

Es en este punto donde Life Nitratos pasó a presentar sus nuevas propuestas, como conclusión a los trabajos realizados a lo largo de los tres años de vida de este proyecto. Así se propusieron Buenas Prácticas como el uso de controles NMIN, HAD generalistas o de precisión en soporte GIS, Servicios de Asesoramiento al Regante SAR, Servicios de Evaluación de Riesgo de lixiviación, etc.

### BUENAS PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Conocer bien las necesidades de nitrógeno de los cultivos.
- Estimar correctamente la contribución del suelo a la nutrición del cultivo.
- Evitar las pérdidas de nitrógeno. Buena gestión del riego.
- Gestionar eficientemente la contribución de los aportes orgánicos al suelo.
- Evaluar el riesgo de lixiviación de nitratos.
- Utilizar los servicios de asesoramiento y herramientas de ayuda a la decisión.

Gráfico 3. Muestreo Nmin Inicial

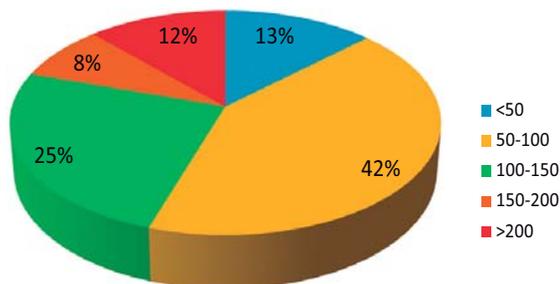


Gráfico 3.- Cuenca de regadío de Landazarúa: contenido de nitrógeno mineral NMIN (0-60cm) en el suelo, resultado de 67 parcelas muestreadas durante la duración del proyecto Life+ Nitratos. El 20% de las parcelas tienen valores muy altos, superiores a 150 kgN/ha.

Para finalizar se analizó, desde un punto de vista crítico, el seguimiento y evaluación de los programas de actuación que se vienen llevando a cabo en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario. Se considera zona vulnerable aquella superficie cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a la contaminación de las aguas, con una concentración superior a 50 mg/l.

Zonas Vulnerables declaradas en 2002 hasta 2009	
<b>Zona 1:</b> Viana – Mendavia	
<b>Zona 2:</b> Cabanillas, Buñuel, Fustiñana y Ribaforada	
Zonas Vulnerables revisadas en 2009:	
<b>Zona 1:</b> Mendavia	
<b>Zona 2:</b> Cabanillas, Buñuel, Fustiñana, Ribaforada y Cortes	
<b>Zona 3:</b> Aluvial del Cidacos (Tafalla-Murillo el Cuende)	
Última revisión de Zonas Vulnerables en diciembre 2013:	
<b>Zona 2:</b> Cabanillas, Buñuel, Fustiñana, Ribaforada y Cortes	
<b>Zona 3:</b> Aluvial del Cidacos	
<b>Zona 4:</b> Cuenca del río Robo hasta el río Arga	

Entre las conclusiones se apunta a la importancia de la mejora continua de las redes de control y de los programas de actuación; considerar la cantidad de N exportada en el agua del Ebro (5500 tN-NO3/año) como un indicador de impacto de la eficiencia en el uso de los recursos y por tanto como una oportunidad de mejora continua (Proyectos como LIFE Nitratos y LIFE sigAGROasesor deben continuar en la línea demostrativa y de transmisión de los resultados a los interesados para conseguir ser más eficientes).

Sobre esta idea finaliza el encuentro, debatiendo sobre cómo avanzar en soluciones armónicas que permitan un desarrollo agrícola que busque la eficiencia en el uso de los recursos a la par que cumplir con los objetivos de las políticas ambientales en materia de aguas