

La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas

La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos constituye uno de los principales problemas de la contaminación de las aguas subterráneas en España, siendo el origen de la existencia de acuíferos actualmente afectados, la persistente y creciente acción, entre otros factores, de diversas fuentes, tanto puntuales - actividades industriales y urbanas: vertidos líquidos y lixiviados de residuos sólidos-, como difusas -sector agrícola-. De estas pueden destacarse:

- *El nitrógeno de origen atmosférico, especialmente importante en áreas industriales.*
- *Los vertidos inadecuados de las actividades industriales o almacenamiento de materias primas sin el debido control.*
- *Los vertidos a cauces superficiales o directamente al suelo, de efluentes urbanos con o sin tratamiento previo.*
- *La inadecuada gestión de lixiviados procedentes de vertederos de residuos sólidos urbanos.*
- *El excedente de nitrógeno procedentes de fertilizante, no asimilado por los cultivos y lixiviado al acuífero a través de la zona no saturada.*
- *Los efluentes originados en las explotaciones ganaderas intensivas, por acumulación e incorrecta eliminación de los mismos.*



Olivares en la unidad hidrogeológica de Grajales-Pandera.

De entre todas las actividades o instalaciones potencialmente contaminantes por compuestos de nitrógeno, son las prácticas agrarias, -abonado, riego y residuos ganaderos-, por su amplitud y volúmenes de aplicación, el factor principal de alteración de la calidad de las aguas subterráneas, aunque sin olvidar que las fuentes puntuales de contaminación pueden repercutir, de forma intensa y localizada, sobre áreas concretas.

El ciclo de nitrógeno en los suelos agrícolas, comprende un conjunto de transformaciones y procesos de transporte en el suelo que, unido al conjunto de variables que introducen, las actividades desarrolladas en la superficie del terreno, la naturaleza de la zona no saturada, espesor, tipo de riego, etc, van a condicionar la incorporación de compuestos de nitrógeno en mayor o menor volumen al flujo subterráneo

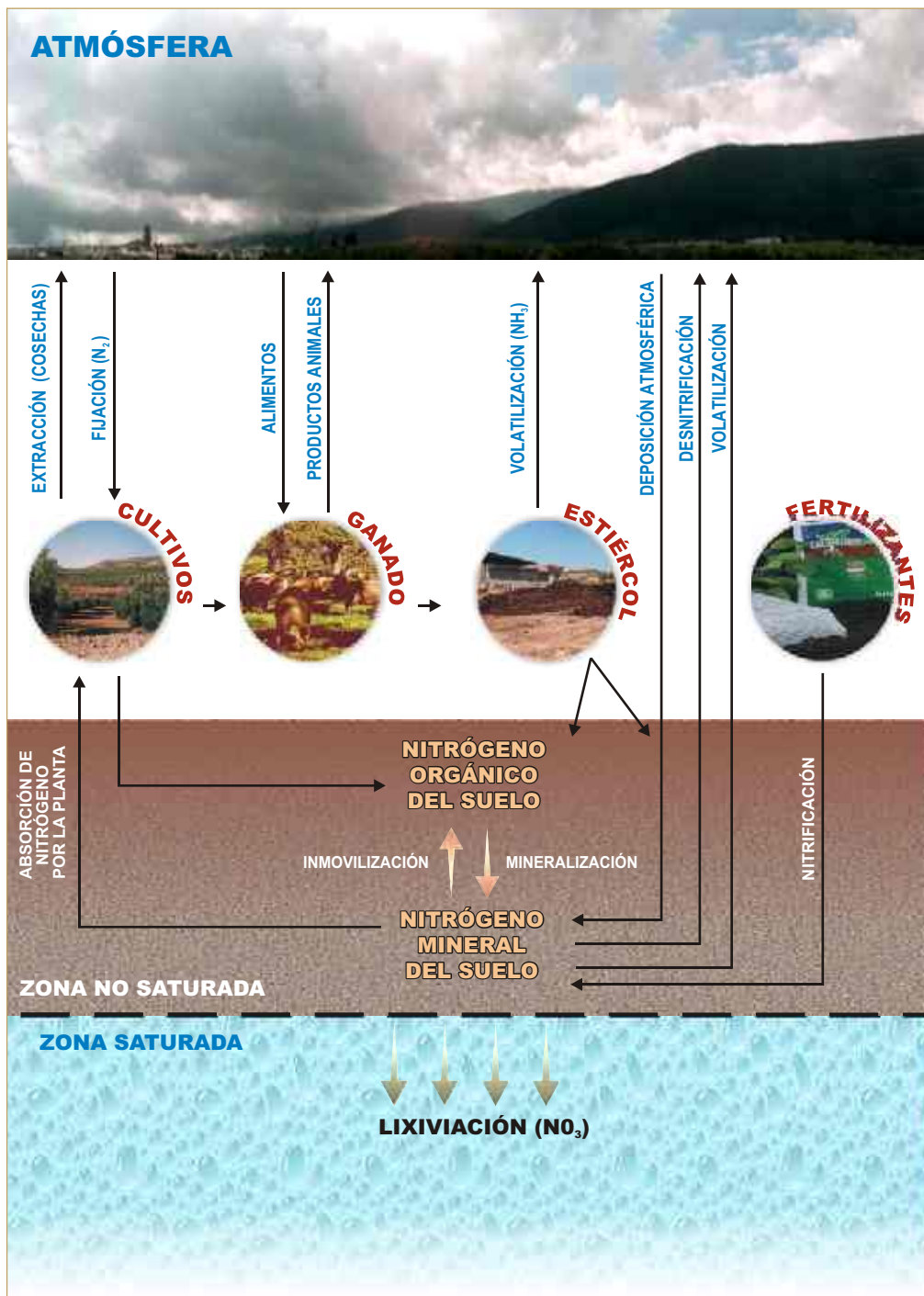


Figura 8. Ciclo del nitrógeno.

En el esquema que se presenta en la figura 8, se recoge, de forma sintética, algunos de los principales procesos que tiene lugar en el ciclo del nitrógeno y que se describen a continuación:

- **Absorción de nitrógeno por la planta**, del que parte vuelve al suelo después de la cosecha (raíces, tallos, ...) y es aprovechado o puede serlo por los cultivos de la siguiente cosecha.
- **Mineralización**, transformación del nitrógeno orgánico del suelo en amonio debido a la acción de los microorganismos mientras que la inmovilización es el proceso contrario. El balance entre ambos se denomina mineralización neta.
- **Volatilización**, emisión de amoníaco gaseoso desde el suelo a la atmósfera. Si los estiércoles no se incorporan al suelo, pierden una parte importante de nitrógeno que contienen en forma amónica.
- **Nitrificación**, transformación del amonio en nitrito y posteriormente en nitrato debido a la acción de las bacterias aeróbicas del suelo.
- **Desnitrificación**, conversión del nitrato en nitrógeno gaseoso, o en óxidos de nitrógeno.
- **Deposición atmosférica**, nitrógeno que en distintas formas contienen las precipitaciones procedente de la lluvia.
- **Lixiviación**, arrastre del nitrato no aprovechado por debajo de la zona radicular a través de la lluvia o riego, produciendo la contaminación de las aguas subterráneas.

Enunciados los principales procesos constituyentes del ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas (Ramos y Ocio, 1992) se pasa a analizar la problemática que las elevadas concentraciones de nitratos suponen para las aguas subterráneas.

La consideración, muy generalizada en la literatura científica, de que las prácticas agrarias son las principales responsables de la contaminación por nitratos en las aguas

subterráneas, se sustenta, entre otros argumentos, en la relación existente entre el incremento del contenido en nitratos, con el uso del suelo para el desarrollo agrícola, la evolución en los últimos años del consumo de fertilizantes y los cambios en el sistema de producción ganadera.



La lixiviación de suelos agrícolas fertilizados con abonos inorgánicos, la eliminación o aplicación de los residuos ganaderos y el sostenido aumento en el uso de los plaguicidas es en el contexto general de la contaminación de las aguas subterráneas, uno de los capítulos de mayor interés en razón del importante número de abastecimientos afectados en el territorio peninsular, que es preciso controlar, a fin de evitar el progresivo deterioro de tan valioso recurso.



Campo de olivos.

Otro de los factores, que junto con las prácticas agrarias va a contribuir de forma significativa a la incorporación de nitratos al flujo subterráneo, es el hidrogeológico. La litología, permeabilidad y espesor de la zona no saturada del acuífero, va a condicionar las reacciones que se producen en el tránsito del nitrato desde la zona radicular de los cultivos hasta el nivel de agua y, por tanto, la cantidad de nitrato que se incorpore al flujo subterráneo.

En lo referente a las principales prácticas agrarias, aunque no de forma exclusiva, va a condicionar la lixiviación de nitratos, la fertilización nitrogenada, tipo de cultivo, el riego, junto con la gestión y valorización de los residuos ganaderos.

La aplicación de fertilización nitrogenada puede ocasionar problemas, cuando la cantidad de nitrógeno aplicado excede de la dosis crítica adecuada para cada tipo de cultivo, al aumentar rápidamente la lixiviación de nitratos y, por tanto, el riesgo de incorporación a las aguas subterráneas, mientras que la producción apenas se incrementa.

Otra de las variables a tener en cuenta es la forma química en la que se presenta en el abono

el nitrógeno. Aquellos fertilizantes que se presentan en forma de nitratos, de elevada movilidad, son fácilmente arrastrados por el agua de infiltración procedente de la lluvia, riego o de ambos, frente a los amoniacales que presentan una baja movilidad (Ramos, 1996). El paso de la urea y de los compuestos amoniacales a la forma más estable de nitrógeno, los nitratos, se realiza con rapidez, siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, lo que aumentará el riesgo de contaminación.

Los abonos orgánicos, en los que el nitrógeno se presenta en forma orgánica (no asimilable por las plantas pero que se transforma en mineral por la acción de los microorganismos del suelo) y mineral, se han aplicado habitualmente como abono en las áreas de cultivo, disminuyendo claramente su aplicación con la aparición de los fertilizantes sintéticos y por la especialización de la actividad agraria.

La producción de estiércol en España, generado por animales estabulados, es de 76 millones de toneladas anuales de las cuales 30 corresponden a estiércol sólido y 46 al líquido o semi-pastoso (Bigeriego, 2001). El gran volumen de estiércol líquido, sobre todo el de porcino, generada en zonas de agricultura intensiva está dando problemas importantes de contaminación por nitratos de las aguas subterráneas, ya sea por el inadecuado aprovechamiento para la agricultura, lo que ocasiona una pérdida importante de nutrientes, o por su incorrecto tratamiento o depuración.

Durante los últimos cincuenta años, la disminución de pastos permanentes y zonas “tampón” (zanjas, setos, humedales,...), que favorecen la erosión, la escorrentía y el drenaje más rápido de nutrientes a las aguas subterráneas, ha sido una de las características de la evolución de las prácticas agrícolas. En España se ha perdido un 60% de las zonas húmedas en el último siglo, debido al drenaje del suelo para su cultivo, plantación de árboles o el desarrollo urbano; estas zonas húmedas pueden llegar a eliminar del agua hasta 2 kg N/ha/día, por lo que es evidente que su pérdida va en detrimento de la calidad de las aguas.

La lluvia y el riego ejercen un importante papel, como vehículo de transporte a través de la zona no saturada y saturada de los compuestos de nitrógeno, en el problema de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas, siendo del máximo interés optimizar la eficiencia (fracción del agua aplicada que se evapotranspira) y uniformidad del riego, que a su vez está íntimamente relacionado con los métodos de irrigación que se empleen, para conseguir que las pérdidas por infiltración sean las mínimas.



Sondeo surgente en la unidad hidrogeológica de Jaén.

La máxima concentración permitida de nitratos en las aguas de consumo público en los países de la UE es de 50 mg/L, por lo que todas las medidas legales y actuaciones técnicas que se encuentran en desarrollo, se dirigen a conseguir una rebaja sustancial en los contenidos de este compuesto en las aguas de infiltración, para alcanzar los niveles permitidos por la legislación, lo que conlleva ajustes de gran importancia en las prácticas agrarias que se desarrollan, al ser esta actividad una de las máximas causantes del deterioro de la calidad de los recursos hídricos subterráneos por este compuesto (Fernández Ruiz 2002).

En la Unión Europea la concentración de nitratos en el agua potable ha estado regulada desde 1975 por la Directiva relativa a las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y desde 1980 por la Directiva 80/778/CEE relativa a las aguas destinadas a consumo humano, en las que se establece una concentración máxima admisible de 50 mg/L, manteniéndose ese límite máximo en la nueva Directiva 98/83/CE revisión de la antes citada.

El incremento de las concentraciones de nitratos en las aguas, por encima de los niveles establecidos, en algunas regiones de los Estados miembros, que tiene su origen principal en la lixiviación de suelos agrícolas y en una mayor estabulación del ganado en pequeñas superficies de terreno son, junto con la eutrofización, las causas, entre otras, que condujeron, no sin reticencias por una gran parte de los países de la UE, a la aprobación de la Directiva 91/676/CE relativa a nitratos.

El objetivo de la Directiva adoptada por el Consejo en 1991, - cuyo ámbito de aplicación comprende las aguas superficiales, subterráneas, lagos naturales de agua dulce, otras masas de agua dulce naturales, estuarios, aguas costeras y aguas marinas -, es el de reducir la contaminación de las aguas atribuible de modo directo o indirecto a los nitratos de origen agrario y prevenir su extensión, para lo cual establece una serie de actuaciones, a incorporar mediante la transposición al ordenamiento jurídico de los distintos Estados de la UE, que

para España han quedado recogidas en el RD 261/1996, que se pasan a sintetizar en los siguientes puntos:

- **Determinación de aguas afectadas** por la contaminación originada por nitratos de origen agrario o que podrían verse afectadas de no tomarse medidas. La determinación corresponde al MIMAM, en el caso de aguas continentales de cuencas hidrográficas que excedan el ámbito de una Comunidad Autónoma, y a los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en el resto de los casos.
- **Designación de zonas vulnerables** que corresponderán a aquellas superficies del territorio cuya escorrentía afecte o pueda afectar a la contaminación por nitratos de las aguas contempladas en el apartado anterior. La designación, así como su revisión, corresponde a las Comunidades Autónomas, al ser competentes en materia de medio ambiente.
- **Elaboración de uno o más códigos de buenas prácticas agrarias** que podrán poner a efecto los agricultores de forma voluntaria. Los códigos tiene como objetivo fundamental el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente considerando el uso óptimo de las aportaciones nitrogenadas al suelo debidas a las prácticas agrícolas y ganaderas, así como otras actuaciones en la actividad agraria.

- **Establecimiento de programas de actuación**, que se aplicarán durante los cuatro años siguientes a su elaboración, en las zonas vulnerables designadas y contendrán obligatoriamente normas relativas a los periodos donde está prohibida la aplicación a las tierras de determinados tipos de fertilizantes, la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol y la limitación de la aplicación de fertilizantes al terreno, que se basará en el equilibrio entre la cantidad previsible de nitrógeno que necesiten los cultivos, la cantidad de nitrógeno que éstos van a tener disponible y la dispuesta en los códigos de buenas prácticas agrarias.

Son los órganos competentes de las Comunidades Autónomas los encargados de la elaboración de los códigos de buenas prácticas agrarias, así como de establecer los programas de actuación en las zonas designadas como vulnerables con objeto de prevenir y reducir la contaminación.

- **Presentación de un informe cuatrienal a la Comisión de la UE**. En la actualidad poco se puede hablar de la operatividad en la aplicación de la normativa y la incidencia real en la mejora de la calidad de las aguas subterráneas en las zonas designadas como vulnerables, debido a que los programas de acción, núcleo de la norma, se han iniciado en el año 2002 y, por tanto, ha transcurrido poco tiempo para determinar su eficacia.