Impacto de la agricultura en el medio ambiente (1)

CONTAMINACION AGRARIA DIFUSA

Nekazaritzan bide berriak urratzeak aldaketak eskatzen ditu eta nekazariek eta teknikoek ingurigiroari ahalik eta aklte gutxien egiteko produkzio-sistemak erabili behar dituzte. nekazaritzak sortzen dituen azpiproduktu eta hondakinen tratamendua kontestu honetan aztertzen da. Poluzioa nekazaritzan toki jakinetan azal daiteke (azienden isurketa likidoetan eta tratamendu zoosanitarioen hondakinetan) edo hain jakinak ez direnetan (lurra eta atmosfera). Lehen artikulu honetan azken arrazoi hauek aztertzen dira.

La contaminación producida por la actividad agraria puede provenir de los vertidos líquidos de deyecciones de animales, de los residuos de tratamientos zoosanitarios, de los efluentes de ensilado o de los sistemas de drenaje de los cultivos de regadío. Son los llamados focos puntuales. Se trata de residuos que, análogamente a los de origen industrial, pueden ser vertidos a los cauces o sistemas de depuración a través de tuberías o canalizaciones de descarga. Por eso, afectan principalmente a las aguas superficiales. Estas características

los hacen fácilmente identificables, medibles y susceptibles de ser controlados. Ello explica que estos residuos puedan recibir un tratamiento semejante al de los vertidos industriales.

En contraste con esto, la contaminación agraria difusa -argumento de este primer artículo- procede de focos no puntuales, tales como el suelo o la atmósfera. Por tanto, su localización, control y tratamiento resultan más difíciles. Este es el caso de la contaminación por plaquicidas y fertilizantes, que normalmente se detectan indirectamente a través del análisis de las aguas del entorno. Estas suelen registrar incrementos continuos, aunque no siempre elevados, en la concentración de dichos contaminantes. Afectan en mayor medida a las aguas subterráneas y, por su carácter difuso, no son susceptibles de aplicación directa del canon de vertido, que se asigna a los vertidos industriales en virtud del principio de el que contamina paga.

Los vegetales son un vehículo importante de transmisión de este tipo de contaminación a la cadena alimentaria humana. Por eso, resulta esencial disponer de un sistema eficaz de control de calidad de los alimentos.

Los más importantes focos de contaminación agraria se pueden clasificar en: contaminación difusa (fertilizantes, fitosa-

La disminución de las concentraciones de nitratos en las aguas pasa por reducir las cantidades de fertilizante aplicado y un mayor fraccionamiento del abonado y del riego.

nitarios) y contaminación puntual (residuos de cultivos, deyecciones animales, efluentes de ensilado, tratamientos zoosanitarios y otros residuos).

Esta clasificación no es estricta, pues algunos residuos pueden comportarse indistintamente como focos difusos o puntuales, según las circunstancias. Los plaguicidas, por ejemplo, habitualmente son fuentes difusas de contaminación, pero resultan ser focos puntuales cuando proceden del vertido de los fabricantes a los cauces. Por el contrario, los residuos de los baños de desinfección con productos zoosanitarios son focos puntuales que se convierten en difusos cuando se aplican sobre el terreno.

Contaminación agraria difusa

El suelo es el factor fundamental en la difusión de estos contaminantes, a causa del efecto filtro que realiza en el mecanismo de transporte a las aguas superficiales y, sobre todo, subterráneas.

Aunque en determinadas circunstancias -tratamientos aéreos, por ejemplouna parte importante de los fertilizantes y
plaguicidas aplicados puede transmitirse
directamente a los seres vivos a través
de la atmósfera o de las aguas superficiales, normalmente la mayoría se deposita sobre el suelo.



TANIZE

En su desplazamiento desde la superficie hacia capas más profundas, los contaminantes son retenidos en mayor o menor medida por el suelo. El tiempo que tardan en alcanzar los acuíferos subterráneos y la concentración en que lo hacen dependerá de la cantidad absorbida por las raíces de las plantas y de las propiedades fisicoquímicas del suelo (profundidad, textura, capacidad de intercambio catiónico, etc) y de las propias sustancias aplicadas (solubilidad, polaridad, persistencia...).

En función de todas estas propiedades, el tiempo transcurrido desde la aplicación hasta la transmisión a las aguas subterráneas es muy variable. Así, mientras el fósforo es retenido en formas insolubles en la capa superior del suelo (de unos pocos centímetros), los nitratos son lavados hacia unas capas más profundas y son detectados al cabo de varios años. Algunos plaguicidas apolares que, como veremos, son fuertemente retenidos por el complejo de cambio del suelo, se degradan antes de alcanzar los acuíferos.

Fertilizantes

De forma paralela al empleo masivo de plaguicidas, el desarrollo de los sistemas de producción intensiva en la agricultura moderna ha supuesto la aplicación de cantidades elevadas de fertilizantes inorgánicos; sobre todo nitrogenados. Simultáneamente, se han detectado aumentos importantes en la concentración de nitratos en las aguas subterráneas, por lo cual se estableció una relación de causa a efecto entre ambos hechos.

La importancia de la contaminación por nitratos radica en el hecho de que, junto a su impacto directo en el medio ambiente, tiene incidencia en la salud de los animales y de las personas.

El posible poder cancerígeno, asociado a algunos productos de transformación de los nitratos en el organismo y el
riesgo de aparición de metahemoglobinemia en lactantes ha impulsado a muchos
países a fijar unos límites máximos de
nitratos en aguas de abastecimiento y
hortalizas de hoja. El valor de 50 mg/l
establecido por la Comunidad Europea
(CE) para aguas de bebida se sobrepasa
a menudo en zonas de regadío con abonados intensivos. Si unimos esto a la confusión existente sobre el peligro real del
consumo de nitratos, se produce la natural alarma entre la población.

El nitrato es la forma en que las plantas toman la mayor parte del nitrógeno de la solución del suelo. Los nitratos, además de ser muy solubles en dicha solución acuosa, no son apenas retenidos por el complejo de cambio del suelo. Por eso, si la cantidad aportada es elevada, el exceso quedará en el suelo y será arrastrado por lixiviación hacia capas más profundas. De esta manera, contaminará los acuíferos subterráneos (ver figura 1).

ORZAIZE



Los vegetales son un vehículo importante de transmisión de la contaminación difusa a la cadena alimentaria humana.

Además, la planta absorberá nitratos en cantidades excesivas, que, dependiendo de diversos factores externos. podrán ser superiores a las que es capaz de metabolizar y, por eso, se acumulan en la misma. La tabla 1 refleja, a modo de ejemplo, las enormes diferencias entre las cantidades de nitrógeno habitualmente aportadas en zonas de abonado intensivo y las que extraen diferentes cultivos. La diferencia entre las dos columnas de dicha tabla es aún más sorprendente si se tiene en cuenta que las dosis de fertilizantes a partir de las cuales aumenta la contaminación de las aguas por lixiviación de nitratos (figura 1) se hallan muy próximas a las de máxima producción y beneficio. Coinciden, pues,

las dosis de abonado correspondientes a los óptimos agronómico, económico y, tal vez, ecológico.

Estas consideraciones han contribuido en los últimos años a revisar en profundidad la filosofía del abonado nitrogenado. Así, las estrategias de fertilización basadas en curvas de respuesta (cantidades de abono correspondientes a máxima producción o beneficio) están dando paso a recomendaciones que tienen en cuenta las necesidades del cultivo (extracción menos reserva mineral en suelo). Ello supone la aplicación de cantidades de fertilizante nitrogenado muy inferiores a las que se venían aportando. De esta manera se reduce en gran medida el contenido en nitratos de las aguas y de los cultivos.

Pero la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas es el resultado no sólo de la aplicación de cantidades excesivas de fertilizantes nitrogenados, sino también de un deficiente manejo de los sistemas de riego (ver figura 2). Ahí puede observarse que la cantidad de nitratos lavados aumenta de forma importante con el caudal del agua de riego para una misma cantidad de fertilizante nitrogenado.

En consecuencia, las acciones que tienden a reducir la concentración de nitratos en las aguas deben considerar tanto la disminución de las cantidades de fertilizante aplicado como un mayor fraccionamiento del abonado y del riego.

TABLA 1

Diferencias entre las cantidades de abono nitrogenado aportadas y las extraídas por diferentes cultivos

Cultivo	Abonado medio (kg N/ha)	Extracción típica (kg N/ha)	
Alcachofa	470	170	
Cebolla	500	180	
lechuga	460	50	
Patata	700	210	
Pimiento	1.030	225	
Tomate	940	290	
Cítricos	480	180	

FUENTE: 'Efectos ambientales de la utilización abusiva de abonos', de C. Ramos.

TABLA 2

Contenido en nitratos de lechugas cultivadas en diferentes países europeos

	N.º muestras	Media	Mediana	Desv. estándar
Inglaterra	69	3.860	3.820	550
Holanda	25	3.940	4.030	550
España	25	595	625	220

FUENTE: MAFF. Food Science Division (1986).



FUENTE: FARMING (1991). Tomado de Chaney (1990).

El empleo deficiente de fertilizantes minerales no es la causa exclusiva de la contaminación por nitratos de las aguas. Como se aprecia en las figuras 1 y 2, aunque no se aplique nada de fertilizante nitrogenado se lixivia algo de nitrato.

En zonas húmedas con sistemas de producción agrícola no intensiva, como la nuestra, la principal aportación a la contaminación de las aguas procede de la descomposición de la materia orgánica del suelo, que constituye una reserva importante de nitrógeno (ver figura 3). En esta figura se compara la evolución a lo largo de más de 100 años del contenido de nitrógeno orgánico en suelos que recibieron diferentes aportaciones de estiércol, con un suelo testigo sin estercolar. En este último la cantidad de nitrógeno orgánico se mantiene constante en el tiempo, a pesar de las extracciones del cultivo. Ello se explica por el aporte de nitrógeno atmosférico (del orden de 40 kilos por hectárea).

Según algunos investigadores, los nitratos lavados no proceden del fertilizante mineral, que suele aplicarse a finales del invierno y en primavera –cuando el cultivo se halla en plena fase de desarrollo y es capaz de absorberlo—, sino de la mineralización de la materia orgánica y arrastre por las lluvias de otoño, que se produce en condiciones de temperatura y humedad favorables para la acción de los microorganismos del suelo.

Durante los últimos años se han propuesto diversos modelos de lixiviación de nitratos, basados en ordenador, que integran los tres procesos principales a que nos hemos referido: lavado, absorción por la planta y descomposición microbiana de la materia orgánica. Con estos modelos se abre un campo esperanzador para la predicción de las reservas de nitrógeno mineral en el suelo (nítrico+amoniacal), que permita ajustar las recomendaciones de abonado nitro-

Cantidad de nitrato lixiviado en función de la dosis de abonado y el riego aplicado (D)

FUENTE: C. Ramos 'Efectos ambientales de la utilización abusiva de abonos'. Tomado de Pratt (1984)

Fertilizante, Kg N/Ha/Año

genado a las necesidades reales de los cultivos, evitando la contaminación de las aguas y la acumulación de nitratos en los vegetales.

Productos fitosanitarios

La contaminación por plaguicidas presenta ciertas analogías con la de los fertilizantes, tanto por su carácter difuso como por el riesgo de su transmisión al hombre a través de los alimentos. Sin embargo, el control de la contaminación por plaguicidas posee, además, dificultades específicas derivadas de las siguientes características:

 El gran número de productos empleados. Aunque la mayoría se encuentran entre los insecticidas organoclorados, organofosforados o piretroides, o son herbicidas tipo triazina, urea o ácido fenoxiacético, la diferencia en sus propiedades fisicoquímicas (composición, solubilidad, persistencia, etc) hace que deban ser considerados individualmente.

– A causa de su elevada toxicidad, se emplean en cantidades pequeñas. Por eso resultan muy difíciles de detectar. Frente al límite citado de 50 mg/l de la CE para el nitrato en agua de bebida, el de los plaguicdas es de 0,0001 mg/l. Este valor se halla aún próximo a los límites de detección de algunos plaguicidas, a pesar de los espectaculares avances conseguidos en los últimos años con las diferentes técnicas instrumentales empleadas. Los kits basados en técnicas de inmunoensayo presentan también importantes expectativas; principalmente para su utilización en campo.

Si tenemos en cuenta éstas y otras analogías y diferencias (particularmente la polaridad), se ha intentado explicar el movimiento de los plaquicidas en el suelo aplicando modelos de simulación en programas de ordenador. En la Estación Experimental de Rothamsted aplicaron el conocido como CALF (Calculated Flows), basado en el modelo de lixiviación de nitratos, al comportamiento del clorosulfuron en suelos de cuatro países con características climáticas muy diferentes (ver figura 4). Se observa que éste y otros herbicidas polares semejantes son más persistentes en climas fríos y secos que en regiones cálidas y húmedas y son más fácilmente lixiviados en climas húmedos. Otros modelos de simulación indican que el riesgo de contaminación del subsuelo y aquas subterráneas es máximo en compuestos persistentes que sean débilmente absorbidos; especialmente si

AZPIPRODUKTU ETA HONDAKINEN GESTIOA

Transizio garaian gaude gure Komunitateko nekazaritzan. Nekazaritza intsentiboaren ondorioak eztabaidagarriak dira (nekazaritzako soberakinak eta ingurugiroan duen eragina batez ere). Euskal Nekazaritzari Buruzko Plangintza Estratejikoak arreta berezia eskaintzen dio baserritarraren eginkizunari, bera bait da ingurugiroaren arduraduna eta kalitatean oinarritzen den jakien promozioarena ere bai.

Nekazaritzan bide berriak urratzeak aldaketak eskatzen ditu eta nekazariek eta teknikoek ingurugiroari ahalik eta kalte gutxien egiteko produkzio-sistemak erabili behar dituzte, kalitate eta kantitate mailei eutsiz.

Bil helburuok lortzeko, besteak beste, nekazaritzak sortzen dituen azpiproduktu eta hondakinen tratamenduetan gestio ona behar da.

Horrela, ingurugiroari ahalik eta kalte gutxien egingo zaio eta lortuko diren produktuek ez dute gai toxikorik izango

Horretarako ahalegin handia egin behar da Administraziotik. Heziketa egokia bideratu behar da teknikoek eta nekazariek helburu hauek lortzeko teknikak ikas ditzaten.

se aplican en otoño o invierno, cuando las lluvias intensas pueden lixiviarlos.

En contraste, ensayos en maceta efectuados en Long Ashton y Broom's Barn con el herbicida apolar isoproturon muestran que la cantidad aplicada queda retenida prácticamente en la capa superior de unos pocos centímetros de espesor y no afecta a la actividad fotosintética de plantas de trigo sembradas a cinco centímetros de profundidad.

Otros aspectos de la contaminación difusa

Hay que recordar que, aunque por su relevancia hemos centrado nuestro análisis en el papel clave del suelo como filtro de los plaguicidas y nitratos, la contaminación difusa no sólo afecta a las aguas subterráneas, sino que puede ser transmitida a través de la atmósfera (tratamientos aéreos, viento y pérdidas por volatilización), aguas superficiales (contaminación directa, arrastre por escorrentía) o alterar la propia fertilidad del suelo (bloqueo de la capacidad de intercambio catiónico, destrucción de la biomasa microbiana) o al contenido de los alimentos.

Se sabe que, junto a factores genéticos (especie y variedad) y climáticos (iluminación y temperatura), el contenido en nitratos de los vegetales depende en cierta medida de las cantidades aportadas como fertilizante.

En nuestro entorno son particularmente susceptibles las hortalizas de hoja (lechuga, espinaca o acelga) cultivadas en condiciones de baja luminosidad; en ocasiones superan los límites máximos permitidos por los diversos países europeos para el contenido en nitratos de los alimentos, algo que rara vez ocurre con las aguas.

Los datos de que disponemos sobre la concentración de nitratos en las aguas de la Comunidad Autónoma Vasca indican que la contaminación es insignificante; al menos en las provincias costeras.

En las zonas agrícolas de la franja mediterránea española la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas ocasionada por prácticas de abonado incorrectas puede ser un problema importante. Sin embargo, a causa de la elevada luminosidad, el contenido en nitratos de las hortalizas suele ser muy inferior al que se encuentra en países de otras latitudes. La tabla 2 muestra los resultados en lechugas obtenidos en un estudio realizado en el Reino Unido en 1986.

Tal como corresponde a nuestra latitud, los contenidos medios de las lechugas cultivadas en nuestra zona se sitúan generalmente en una posición intermedia entre los valores extremos de la tabla 2 y cumplen, en general, con la reglamentación europea.

Dejando a un lado las razones de tipo comercial, los resultados recientes de ORZAIZE



Hay que emplear racionalmente los abonos orgánicos para reducir la contaminación difusa.

que disponemos indican que debería prestarse especial atención a cultivos como la espinaca y, sobre todo, la acelga. Estos alimentos llegan a alcanzar en determinadas condiciones valores de 6.000 y 8.000 mg/kg de nitratos, respectivamente. En nuestra Comunidad se consumen en cantidades relativamente elevadas, que pueden suponer una contribución importante a la ingesta de nitratos en la dieta.

Como en el caso de los plaguicidas, y debido al carácter difuso de ambas formas de polución, el principio de quien contamina paga no es aplicable a la contaminación por nitratos. El elevado coste de los tratamientos de eliminación de nitratos en el agua obliga a que la estrategia se centre en la prevención de la contaminación. Para ello, el primer elemento que hay que tener en cuenta es la educación de agricultores y técnicos en las prácticas de manejo adecuadas. Así se reduce al mínimo el impacto ambiental de la actividad agraria.

El desarrollo de códigos de prácticas agrarias correctas es compatible con la implantación de medidas restrictivas en el empleo de los fertilizantes nitrogenados. Descartada por su ineficacia la aplicación de impuestos especiales o cuotas por explotación con carácter general, la normativa debe establecerse a escala local; el control tiene que centrarse en captaciones concretas de zonas especialmente sensibles a este tipo de contaminación.

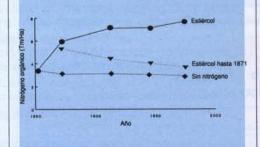
Así lo ha recogido la reciente directiva del Consejo de la CE (12 de diciembre de 1991), relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. En línea con el anexo II de dicha directiva, vamos a citar algunas normas básicas que deberían ser recogidas en un código de buenas prácticas agrarias para reducir este tipo de contaminación:

- No aplicar fertilizante nitrogenado en otoño, sino en las épocas de crecimiento activo y en cantidades no superiores a las recomendadas por los técnicos.
- Sembrar los cultivos de invierno a principios de otoño para que absorban el nitrógeno liberado por la descomposición de la materia orgánica.
- Evitar labrar grandes superficies de pradera natural.
- Enterrar la paja. Así se absorben los nitratos, aunque a largo plazo aumenta el contenido total de nitrógeno en el suelo.
- Emplear racionalmente los abonos orgánicos, siguiendo criterios que veremos en la segunda parte de este trabajo.□

Javier Ansorena Miner Laboratorio Agrario de Fraisoro DIPUTACION FORAL DE GIPUZKOA

FIGURA 3

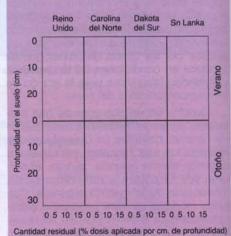
Evolución de la cantidad de nitrógeno orgánico en suelo para tres tratamientos de abonado distintos en cebada



FUENTE: 'Farming, fertilizers and the nitrate problem', de T.M. Addiscot (1991). Datos de Jenkinson y Johnston (1977).

FIGURA 4

Lixiviación y persistencia en el suelo del herbicida clorsulfuron, según el modelo de simulación 'CALF', en cuatro zonas climáticas diferentes



FUENTE: John Catt. IACR Report (1989)