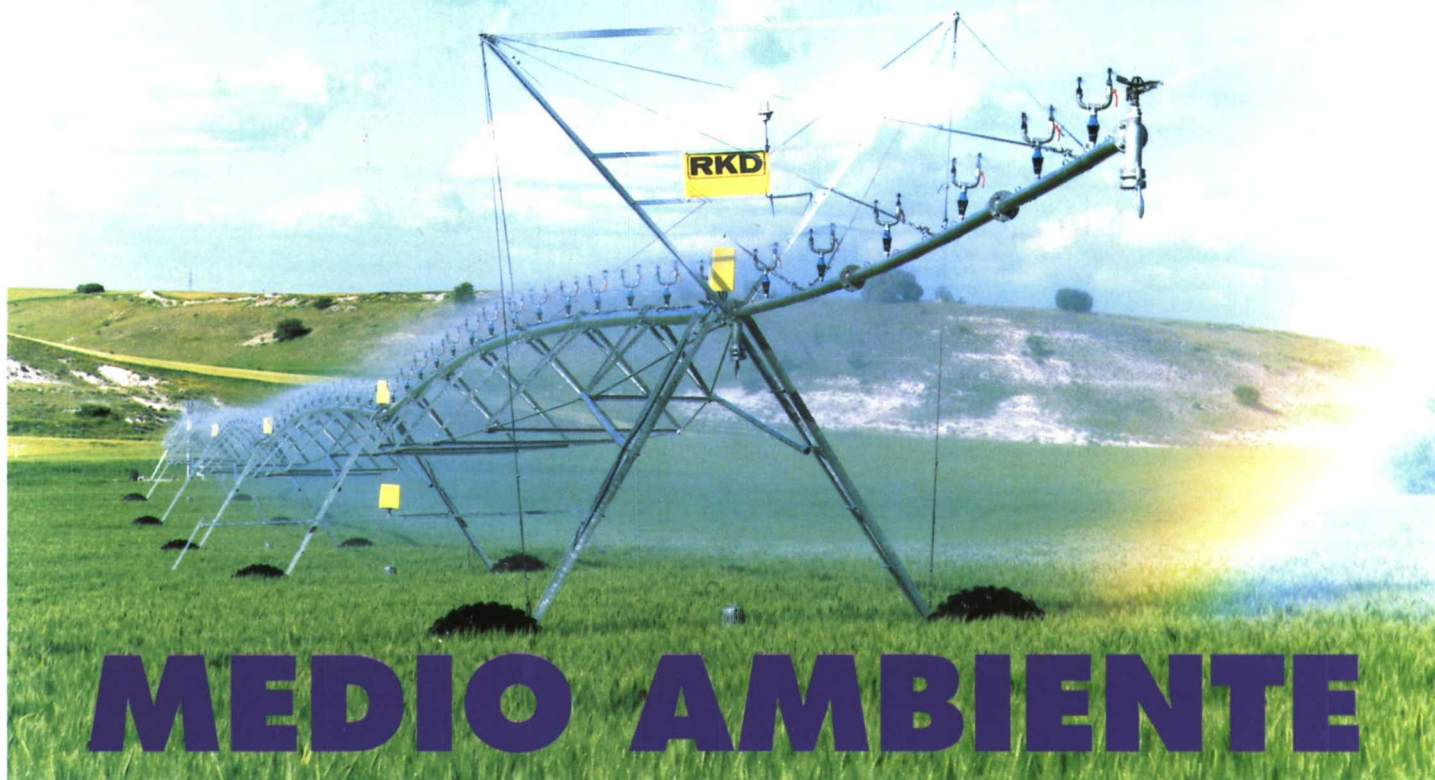


REGADÍO Y



MEDIO AMBIENTE

De acuerdo con la Ley de Aguas, ésta es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y para el ejercicio de la mayor parte de las actividades económicas; irremplazable, no ampliable por voluntad del hombre, irregular en el tiempo y en el espacio, fácilmente vulnerable y susceptible de

usos sucesivos. Este recurso se renueva a través del ciclo hidrológico y debería estar disponible tanto en la cantidad como en la calidad necesarias, lo cual no siempre resulta posible. Esta disponibilidad ha de lograrse intentando causar la mínima degradación del medio ambiente.

De la demanda total de agua en España, la destinada para uso de abastecimiento de la población y usos industriales representa el 20%; el porcentaje restante, del orden de un 80%, corresponde a consumo de regadío. Este porcentaje se eleva, teniendo en cuenta que los retornos al sistema después de su empleo –bien por drenaje, infiltración a acuíferos...– son mucho menores en el rega-

dío que en los otros usos; más del 90% del total del consumo no recuperado corresponde al riego. El consumo de grandes cantidades de agua es un impacto de por sí –ya que por ser un recurso escaso, no se puede dedicar a otros usos– tanto mayor cuanto más escasa sea el agua en esa zona.

La transformación en regadío es una actuación con importantes efectos ambientales que supone la aparición

de un paisaje agrario nuevo, con notables modificaciones en el medio afectado, tanto por el desarrollo de las obras de infraestructura del regadío, como por las nuevas formas de explotación agrícola.

La agricultura es un proceso productivo ligado a los elementos del medio en que se apoya; la aparición de efectos ambientales negativos se debe normalmente a un defecto de diseño.

El deterioro de estos factores ambientales supone una hipoteca que dificulta el desarrollo de la actividad agraria.

Indiscutiblemente, la mayor modificación que introduce el regadío al entorno es el aporte de grandes cantidades de agua al suelo. De ella sólo una parte se usa en la evapotranspiración de las plantas, perdiéndose el resto en el transporte o en la distribución en parcela. Aunque es utópico que las pérdidas de agua sean nulas, del manejo que hagamos dependerá la eficiencia de su uso.

El agua añadida en el riego ya es por sí misma el origen de un impacto ambiental. Parte de este agua se pierde, yendo a otros sitios donde puede ser problemática tanto por sí misma como por las sustancias que lleva disueltas.

Aunque hablaremos en general de riego, conviene matizar que no en todos los sistemas de riego se producen por igual las mismas pérdidas. En el riego por superficie, en general las pérdidas suelen ser más elevadas, pues se manejan grandes caudales en lámina libre; sin embargo, en el riego localizado el agua se encuentra directamente en la superficie radicular de la planta y no llega a la parcela en lámina libre, reduciéndose las pérdidas de evaporación, siempre y cuando el agua sea manejada correctamente, con sistemas de conducción que tengan reducidas pérdidas de agua.

PROBLEMAS ORIGINADOS POR LAS PÉRDIDAS DE AGUA

1. Sobre el suelo

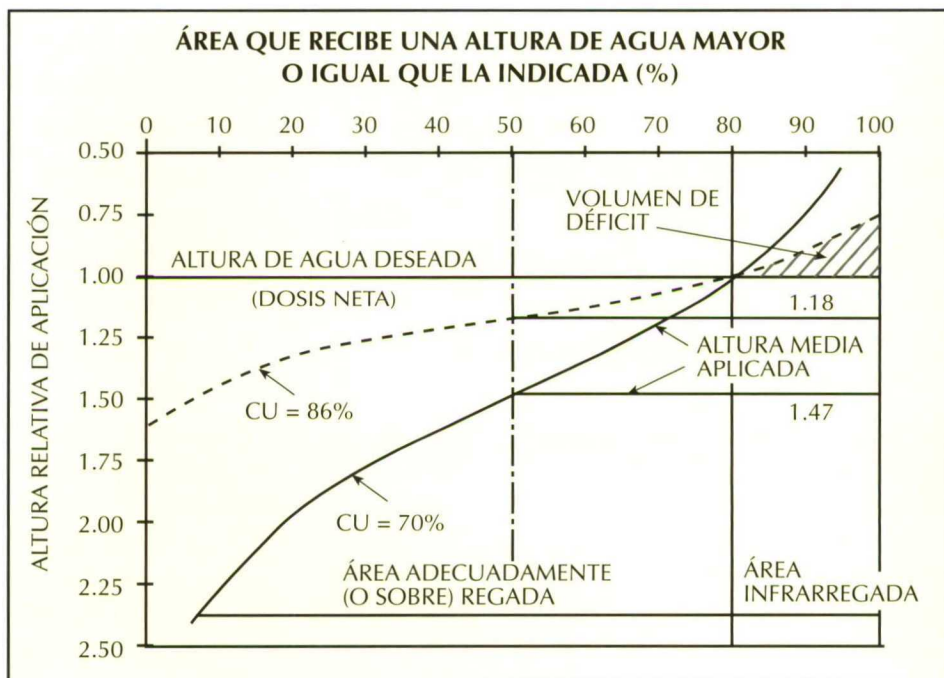
La lámina de agua puede provocar un arrastre de la capa fértil del suelo, es decir, erosiona la capa superficial del suelo. En el riego por gravedad, en el que no se hayan hecho las nivelaciones oportunas, es donde aumenta el riesgo de erosión (la vulnerabilidad de los suelos a la erosión está directamente relacionada con la pendiente y con el caudal de agua que manejamos); en el riego a presión este riesgo es insignificante. Ligados a ello están



los arrastres de fertilizantes y de fitosanitarios por el agua. En los riegos por gravedad en terrenos que no sean llanos es necesaria una sistematización de las tierras, con lo que por este motivo se sigue perdiendo suelo de la capa fértil, que si es pequeña, originará pérdidas de la capacidad productiva del suelo. El cambio de cultivos de secano a regadío a veces también puede dejar sin protección al suelo en periodos de lluvias, en los que el suelo será

más vulnerable a la erosión. También las infraestructuras, si requieren mucho espacio, son causa de pérdidas de suelo productivo.

El riego siempre produce excedentes de agua respecto a la evapotranspirada por el cultivo, ya que conseguir una distribución uniforme en toda la parcela es imposible, siempre existirán zonas regadas en exceso, y otras infrarregadas. Si los volúmenes de agua infiltrada a horizontes profun-



Relación entre el área y la altura de agua aplicada para valores de CU de 70 y 86% cuando el 20% del área infrarregada y el 80% del área restante está adecuadamente (o sobre) regada.

dos del suelo no se evacúan subterránea o superficialmente hacia fuera de la zona, se irá produciendo un ascenso progresivo del nivel freático, que si llega a aproximarse a la superficie puede llegar a ser perjudicial para el desarrollo del cultivo, provocándole asfixia radicular. Si además este agua freática es salina, el ascenso capilar y la evaporación puede ir aumentando la concentración de sales en el perfil. La solución en estos casos es diseñar un sistema de drenaje, que mantenga el nivel freático a una profundidad tal que evite los daños descritos.

adecuadas para eliminarlas. Un agua no puede evaluarse solamente basándose en su contenido químico, ya que

“ La calidad del agua de riego varía según para qué condiciones de utilización ”

su comportamiento dependerá del medio (clima, suelo, manejo) en que vayamos a utilizarla, y de los cultivos

do sean arrastradas a horizontes más profundos. La planta absorbe del suelo el agua y los nutrientes disueltos en ella que necesita. El incremento del contenido salino del agua del suelo produce un aumento de la presión osmótica, que llega a dificultar la absorción del agua por la planta, sufriendo un efecto muy similar al causado por un suelo seco.

El agua de riego también puede originar una disminución de su velocidad de infiltración en el suelo por dos motivos. El primero, cuando el agua es muy pura, lo que hace es disolver las sales en superficie del suelo —disuelven el calcio y el magnesio que son los cationes responsables de la estabilidad estructural del suelo—; las partículas de arcilla se dispersan y obstruyendo los poros dificultan el paso del agua. El otro motivo es un elevado contenido en sodio del agua de riego, que produce también una disminución de la infiltración por dispersión de las arcillas del suelo —dependiendo del contenido de sodio en el suelo—. Al infiltrarse el agua más lentamente, el suelo permanecerá más tiempo saturado por el riego o por las lluvias, reduciéndose la disponibilidad de oxígeno en el sistema radicular. Como consecuencia también queda reducida la porosidad y la acumulación de sales —salinización secundaria— ya que el lavado es insuficiente.

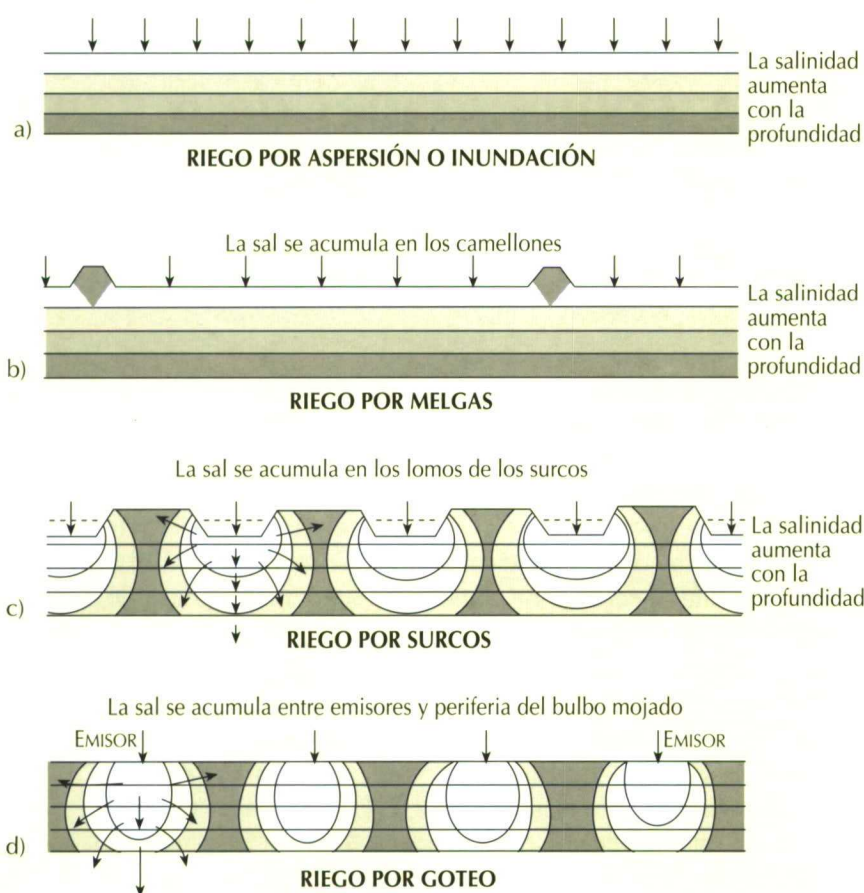
Otros de los problemas que se derivan de una baja permeabilidad son la formación de costra superficial, desarrollo irregular del cultivo, aparición de enfermedades...

2. Sobre el agua

2.1 Causas del consumo excesivo de agua

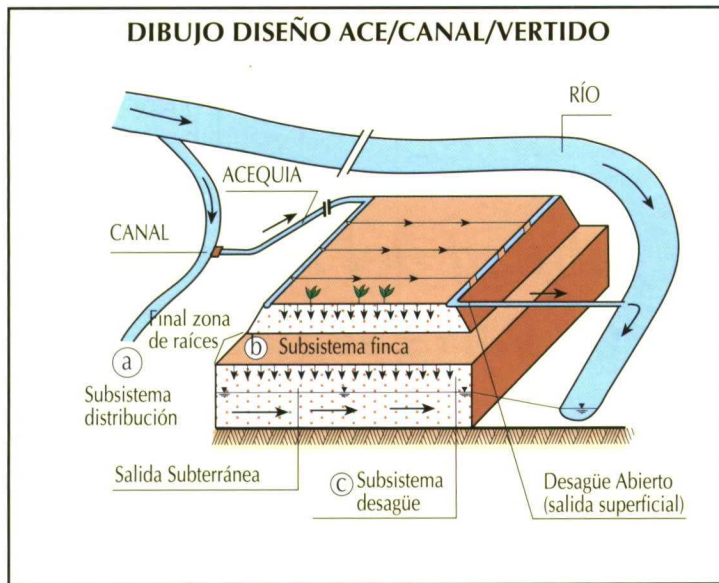
El agua se transporta desde el punto de captación o regulación hasta la zona regable, de allí se distribuye en parcela. Los problemas que se dan en el transporte y la distribución del agua suelen ser de pérdidas fundamentalmente. Veámoslo a continuación paso a paso:

PATRÓN DE ACUMULACIÓN DE SALES PARA VARIOS SISTEMAS DE RIEGO



Todas las aguas de riego contienen siempre cierta cantidad de sales disueltas, de las cuales depende fundamentalmente la calidad del agua de riego. Estas sales, que son aportadas anualmente al suelo, pueden llegar a salinizarlo si no se toman las medidas

que vayamos a regar. Un mismo agua de riego puede ser buena para unas condiciones de utilización y mala para otras. A veces, con riegos de lavado de sales, o con las precipitaciones de la época de lluvia podemos conseguir que esas sales que se habían acumula-



Esquema idealizado del sistema 'efluentes de riego' propuesto por Skogerboe y Walker (1981).

Transporte

Desde la toma de captación hasta la zona regable el agua puede ir por canales abiertos —en tierra o revestidos—, o bien en tuberías. Estas aguas llevan su composición inicial, ya que no han estado en contacto con fitosanitarios ni abonos químicos que hayan podido modificar su calidad. Únicamente las pérdidas en el transporte pueden originar un aumento en el nivel freático y salinizar o alcalinizar el suelo por sus propias sales. Veamos a qué se debe esta diferencia entre el caudal inicial y el que llega a la zona regable:

- Ausencia o mal estado del revestimiento del canal.
- Envejecimiento de las juntas en el canal o en las tuberías.
- Vertidos por aliviaderos o colas en canales sin regulación.



Rotura del revestimiento de un canal.

Distribución

Aquí las pérdidas vienen originadas por la infraestructura de la red o por una defectuosa organización de la distribución.

“ Las ‘comunidades de regantes’ originan, en ocasiones, cuantiosas pérdidas de agua ”

Suelen ser ‘defectos de diseño’ de la red, que es independiente del riego en parcela. Adoptamos módulos de riego sin tener en cuenta el riego en la parcela. A veces es necesario cubrir una parcela de riego por inundación en un tiempo muy pequeño. Si la red de distribución no tiene capacidad para suministrarlo, las pérdidas de agua que se ocasionan en la parcela pueden ser grandes. Otras veces no existen elementos de medida y control del caudal (aforadores, vertederos, limitadores...); en unas parcelas se deriva más caudal que en otras. Carencia de elementos de regulación de caudal (compuertas de nivel constante, balsas en cola...), material inadecuado, acequias sin revestir, hormigón de mala calidad, juntas mal ejecutadas...

Otras veces son ‘defectos en el mantenimiento’, por falta de reparación de las juntas o de las fábricas deterioradas, de limpieza en las acequias, que evite el crecimiento de

plantas, y la disminución de la capacidad de ésta por depósitos de tierra en la solera. Esto obliga a aumentar la altura de agua con un funcionamiento distinto para el que ha sido diseñado el sistema.

Pero muchas otras veces es la mala ‘organización de la comunidad de regantes’ la que origina cuantiosas pérdidas de agua, incluso superiores a las que se han comentado por una mala infraestructura y conservación de la red. En algunos casos, la comunidad ‘no existe’, ya que o no está bien organizada, o no tiene autoridad para imponer normas o sanciones, le faltan vigilantes... Otras veces es el propio regante el que no respeta los turnos, saca más agua de la que le corresponde, o no realiza las maniobras o avisos al terminar su turno de riego, que evitan la pérdida de caudal. A menudo los turnos de riego no son adecuados a

las necesidades de los cultivos en cada época, y hace falta un mejor asesoramiento técnico. Generalmente, el cobro de la tarifa de riego viene siendo por unidad de superficie y no por volumen entregado. Esto, si el regante no está mentalizado de lo que realmente cuesta el agua, puede llegar a ser el origen del problema de la mala utilización de la cantidad entregada.

Riego en parcela

Aquí es donde hemos de repartir el volumen de agua asignado a la parcela. El problema es aplicar la dosis adecuada en parcelas que a veces no tienen características uniformes (pendientes, cotas, capacidad de infiltración...), otras veces nos puede influir el viento (en riegos por aspersión), el estado del cultivo..., ya que se dispone de una cantidad fija, con una frecuencia fijada por la comunidad de regantes. Para solucionarlo y manejar correctamente el agua, se requiere un

EFICACIA DE APLICACIÓN SEGÚN MÉTODO DE RIEGO

SISTEMA DE RIEGO	PRÁCTICAS DE RIEGO	Eficiencia aplicación (%)		Percolación profunda (%)	
		Textura del suelo		Textura del suelo	
		Fina	Gruesa	Fina	Gruesa
Aspersión	Aplicación diurna, viento moderado	60	60	30	30
	Aplicación nocturna	70	70	25	25
Goteo		80	80	15	15
Inundación	Bancales mal nivelados y configurados	60	45	30	40
	Bancales bien nivelados y configurados	75	60	20	30
Surcos, eras	Con mal trazado y configuración	55	40	30	40
	Con buen trazado y configuración	65	50	25	35

Estimación de las pérdidas por percolación profunda en relación con la eficacia de aplicación del agua de riego, con el sistema de riego y con el tipo de suelo (FAO, Irrigation and Drainage Paper nº 38).

apoyo técnico a la comunidad, y una concienciación del valor real del agua por parte del regante, pues el gasto puede reducirse considerablemente.

En un trabajo realizado por Krinner sobre los sistemas de riego en España en 1993, se analizaron 662 000 ha, se obtuvieron unas eficiencias de conducción en canales revestidos de un 90%, es decir, las pérdidas ya sólo en la conducción son en torno al 10%. También se calculó la eficiencia global, es decir, la relación entre las necesidades de los cultivos y el volumen de agua que se toma en origen. En las zonas de riego por gravedad se obtuvieron unos valores del 59%, en las de presión el 80%, y la media de todas las zonas quedó en 64%. Por tanto, las pérdidas totales de agua son del 36% del volumen desembalsado. Con el valor del 10% en pérdidas de conducción es obvio que la mayor parte de las pérdidas se producen en la distribución y en la aplicación.

2.2 Deterioro de la calidad del agua. Causas

Como se ha explicado en el apartado 1, referido al suelo, distinguire-

más profundas. Simplemente, en este apartado solamente mencionaremos las causas, ya que antes se hizo ya un estudio más profundo de la mayoría de ellas. Únicamente haremos más hincapié en el apartado relativo a contaminación por abonos y fitosanitarios.

a) Aguas de drenaje: Contaminación de las aguas subterráneas debido a:

- Las sales lixiviadas en la zona.
- Las sales movilizadas en otros materiales geológicos.
- Nitratos.
- Plaguicidas.

b) Aguas de escorrentía. Contaminación de aguas superficiales debido a:

- Fosfatos.
- Nitratos.
- Plaguicidas.

c) Reduciendo los aportes aguas abajo debido a:

- Intrusión marina en deltas y acuíferos costeros.
- Aumento de la contaminación de los ríos.

mos el agua de escorrentía superficial del agua que se infiltra y llega a capas





CONTAMINACIÓN DEL ENTORNO POR FITOSANITARIOS

La persistencia de los fitosanitarios varía de unos a otros. Desde los que tardan días o incluso horas en degradarse, hasta los que tardan muchos años. Se desconocen las rutas completas de descomposición y el destino de algunos de ellos en el campo. Muchos no alcanzan su objetivo en el campo, pero sí sobre otros cultivos, sobre la vegetación natural, el suelo, el agua o la fauna.

- Suelos: la mayor parte de los fitosanitarios aplicados a cultivos acaban en el suelo. Dependiendo de su naturaleza pueden degradarse rápidamente –por los microorganismos del suelo–, o ser absorbidos por el complejo del suelo y persistir hasta años. Algunos se volatilizan en horizontes subsuperficiales, en la superficie del suelo, alcanzando la atmósfera. Ésta mediante lluvias puede contaminar suelos no tratados. También por erosión eólica e hídrica pueden ser eliminados del suelo y persistir durante años.
- Agua: la mayor parte la alcanza a través del drenaje del suelo, por es-

correntía o vertidos. El destino del fitosanitario dependerá de su solubilidad y persistencia. Puede volatilizarse desde la superficie del agua; la mayoría de los que persisten en el sistema acuático suelen ser adsorbidos por partículas en suspensión o por las sedimentadas en el fondo, donde pueden permanecer durante años. Los adsorbidos son transportados en corrientes fluviales aguas abajo y se acumulan en desembocaduras, embalses, etc, afectando a los organismos que habitan los mismos. Cuanto más solubles son mayor es su potencial contaminante.

“ Los nitratos son básicos para el ahorro de agua en el regadío ”

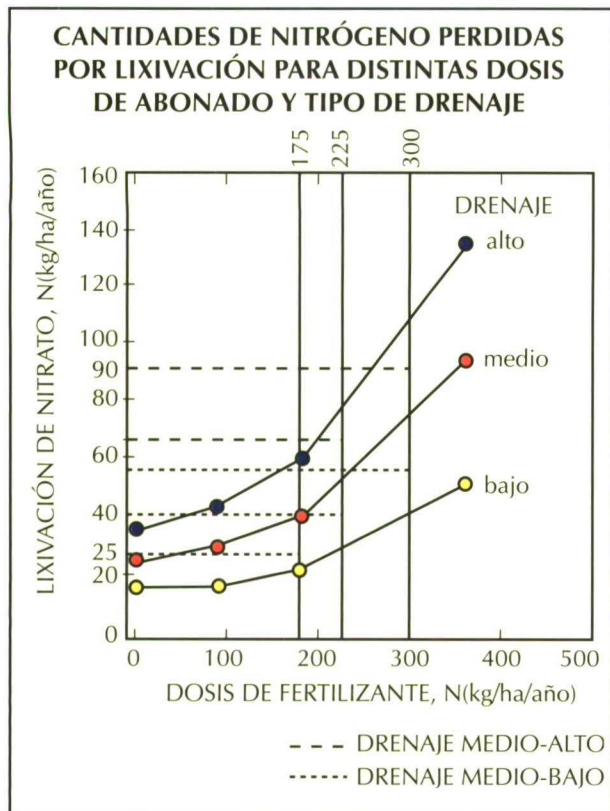
Los principales factores que determinan el potencial contaminante de los agroquímicos en sus aplicaciones en los cultivos de regadío, sobre las aguas, especialmente las subterráneas, son: los fitosanitarios usados (tipo, estado físico, dosis, aplicación), el tipo de suelo (arcillas, materia orgánica,

estructura, textura), el riego (tipo, volumen), características de los cultivos (tipo, estado de desarrollo) y el clima (temperatura, humedad).

DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA POR ABONOS

El ahorro de agua en el regadío está directamente relacionado con el de nitratos, principalmente.

En el gráfico siguiente se observan las pérdidas por lavado de nitratos (kg N/ha/año) en función de las dosis suministradas y el tipo de drenaje. Conforme aumenta el tipo de drenaje, para la misma dosis de fertilizante, el nitrato lixiviado es cada vez mayor. En un nivel de drenaje medio-alto para una dosis de 175 kg/ha la pérdida sería de casi el 26% de nitrógeno, que para una dosis de 300 la pérdida llega al 30%. En terrenos permeables y aplicando la dosis máxima de 300 y la mínima de 175 kg/ha podemos llegar a perder entre 25 y 90 kg de nitrógeno por ha, que traducido en pesetas puede llegar a ser de unas 3 000 a 10 000 pesetas en cada hectárea.



La lixiviación de nitrato en función de la dosis de fertilizante nitrogenado y del volumen de drenaje en un cultivo de maíz en California (adaptado de Pratt, 1984).

En el caso del fósforo y del potasio (menos solubles), también sumaremos pérdidas por el agua de drenaje, y de fitosanitarios perdidos por percolación profunda, junto con los arrastrados de todos ellos por la parcela. Sumando todos estos déficits, podemos estimar que con el agua de riego se estiman unas pérdidas globales de estos elementos que oscilan entre las 3 500 y las 16 000 pesetas, que en terrenos muy permeables pueden llegar a 23 000 pesetas.

Muchos de los impactos ambientales directos o indirectos de los fitosanitarios pueden ser graves. Aunque se están desarrollando técnicas alternativas, como control biológico de

plagas o control integrado, existen formas de minimizar estos impactos eligiendo el producto adecuado, en las dosis correctas y con métodos culturales complementarios.

Existe un problema de información en lo que se refiere a la transferencia de tecnología hacia la persona que día a día está aplicando agroquímicos: el agricultor. Así como una falta de explicaciones adecuadas de los riesgos existentes de su uso hacia la opinión pública. El técnico debe tener criterios muy sólidos sobre los riesgos de su uso, transmitirlos a la sociedad, y a los organismos públicos pertinentes, que serán los que tomen las decisiones oportunas

para minimizar riesgos, sin olvidarnos de informar del mejor manejo al aplicador, que es el que finalmente lo va a tener en sus manos.

IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN SOBRE SUELOS Y AGUA EN UN PROYECTO DE REGADÍO

1. Sobre el suelo

Se necesita evaluar económicamente su aptitud para un determinado uso potencial sobre riego, y poder de-

terminar unos datos técnicos a los que se debe adaptar su diseño. Esto es, predecir cómo se comportará en condiciones futuras.

Para ello necesitamos una información detallada tanto del suelo como del subsuelo. Storie ofrece las razones por las que es necesaria esta información:

- Asegurar los suelos productivos para riego.
- Determinar los condicionantes de riego y drenaje para cada tipo de suelo.
- Determinar la necesidad de recuperación por alcalinidad.
- Determinar las necesidades de nivelación y control de la erosión.
- Adecuar los cultivos a cada tipo de suelo.
- Adecuar el tamaño de las explotaciones.
- Estimar con eficacia el valor de la tierra para conocer con exactitud los costes de desarrollo sobre su capacidad de pago.
- Contribuir a determinar las necesidades de manejo de las explotaciones agrícolas (uso de fertilizantes, subsolados, tipo de riego y drenaje...).

2. Sobre aguas

Por su relación con los suelos, su información se incluye dentro de los mismos. Los elementos necesarios para ello son:

- La calidad del agua de riego.
- Condiciones de drenaje externo e interno.
- El nivel de profundidad de la capa impermeable.
- Conductividad hidráulica.
- Profundidad y evolución del nivel freático.
- Calidad del agua freática.

Con esto lo que se hace es evaluar la aptitud del agua destinada al riego, junto a los problemas que puede generar. De igual forma, también se realiza una previsión acerca de la problemática que afecta directamente al drenaje y de la salinidad en el futuro bajo riego en la zona, incluyendo los excedentes de drenaje que se producirán y la carga de sales que deberán transportar. ♠

