

Orden de 11 de febrero de 2000, de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Canarias (B.O.C. 23, de 23.2.2000)

Primero. Aprobar el Código de Buenas Prácticas Agrarias de aplicación en la Comunidad Autónoma de Canarias que se recoge como anexo a la presente Orden.

Segundo. Ordenar la publicación del Código de Buenas Prácticas Agrarias contenido en el anexo de esta Orden en el Boletín Oficial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Tercero. La Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación dará a conocer a los agricultores este Código de Prácticas Agrarias a través de la utilización de medios de divulgación que estime convenientes con el fin de informar sobre la correcta utilización de fertilizantes en la Comunidad Autónoma, y con ello evitar que las aguas sean contaminadas.

Cuarto. La presente disposición entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial de Canarias.

ANEXO

CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS

1. INTRODUCCIÓN.

El presente Código de Buenas Prácticas Agrarias responde a las exigencias recogidas en la Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

La multiplicidad de condiciones climáticas, edafológicas y de prácticas culturales presentes en la agricultura canaria, dificultan el establecimiento de una serie de normas a adoptar por agricultores y ganaderos en la fertilización orgánica y mineral de sus suelos. Por ello, el presente Código se limita a dar una panorámica general del problema, describiendo los productos potencialmente fuente de contaminación nítrica de las aguas y contemplando la problemática y actuaciones generales en cada una de las situaciones o cuestiones que re-

coge el anexo II de la Directiva 91/676/CEE, antes citada.

El Código incluye una serie de prácticas agrarias concretas que el agricultor podrá aplicar voluntariamente. No obstante, las medidas contenidas en el mismo serán de obligado cumplimiento cuando se designen las zonas vulnerables y se establezcan para las mismas los correspondientes programas de acción.

El presente Código de Buenas Prácticas Agrarias ha de servir como marco de referencia para el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente, en consonancia con una racional utilización de los fertilizantes nitrogenados y de base para la elaboración de programas de acción mucho más concretos y específicos para cada una de las zonas vulnerables que se designen.

2. DEFINICIONES.

A efectos del presente Código de Buenas Prácticas Agrarias y considerando igualmente la terminología recogida en la Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, se entenderá por:

a) Contaminación. La introducción de compuestos nitrogenados de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tenga consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras utilidades legítimas de las aguas.

b) Contaminación difusa por nitratos. Es el vertido indiscriminado del ión NO₃⁻ en el suelo y consecuentemente en el agua, hasta alcanzar los 50 mg/l de concentración máxima admisible y/o 25 mg/l como nivel guía o recomendado.

c) Contaminación puntual. A diferencia de la contaminación difusa, es la causada por agentes conocidos de polución.

d) Zonas vulnerables. Superficies conocidas del territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas por la contaminación y las que podrían verse afectadas por la contaminación si no se toman las medidas oportunas.

e) Aguas subterráneas. Todas las aguas que estén bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo.

f) Agua dulce. El agua que surge de forma natural, con baja concentración de sales, y que con frecuencia puede considerarse apta para ser extraída y tratada a fin de producir agua potable.

g) Compuesto nitrogenado. Cualquier sustancia que contenga nitrógeno, excepto el nitrógeno molecular gaseoso.

h) Ganado. Todos los animales criados con fines de aprovechamiento o con fines lucrativos.

i) Fertilizante. Cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos nitrogenados y se aplique sobre el terrero para aumentar el crecimiento de la vegetación; comprende el estiércol, los desechos de piscifactorías y los lodos de depuradora.

j) Fertilizante químico. Cualquier fertilizante que se fabrique mediante un proceso industrial.

k) Estiércol. Los residuos excretados por el ganado o las mezclas de desechos y residuos excretados por el ganado, incluso transformados.

l) Purines. Son las deyecciones líquidas excretadas por el ganado.

m) Lisier. Abono producido por ganado vacuno o porcino en alojamiento que no usan mucha paja u otro material para cama. El lisier puede oscilar entre un semisólido con el 12% m.s o un líquido con el 3-4% m.s.

n) Agua sucia. Es el desecho, con menos del 3% m.s. generalmente, formado por estiércol, orina, leche u otros productos lácteos o de limpieza. Generalmente se engloba en el lisier.

ñ) Lodos de depuradora. Son los lodos residuales salidos de todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas o urbanas.

o) Lodos tratados. Son los lodos de depuración tratados por una vía biológica, química o térmica y almacenamiento posterior, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización.

p) Drenajes de ensilado. Líquido que escurre de cosechas almacenadas en un recinto cerrado o silo.

q) Aplicación sobre el terreno. La incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolas sobre la superficie, inyectándolas en ella, introduciéndolas por debajo de su superficie o mezclándolas con las capas superficiales del suelo.

r) Eutrofización. El aumento de la concentración de compuestos de nitrógeno, que provoca un crecimiento acelerado de las algas y las especies vegetales superiores, y causa trastornos negativos en el equilibrio de los organismos presentes en el agua y en su propia calidad.

s) Demanda bioquímica de oxígeno. Es el oxígeno disuelto requerido por los organismos para la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente en el agua. Los datos usados para los propósitos de esta clasificación deberán medirse a 20° C y por un período de 5 días (BOD 5).

t) Compactación. Es el apelmazamiento excesivo de los suelos tanto en superficie como en profundidad producido por la circulación de máquinas pesadas. Esto constituye un obstáculo a la circulación del agua y del aire y aumenta la escorrentía y erosión hídrica.

3. TIPOS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.

La aportación de N a los cultivos puede obtenerse utilizando ya abonos ya residuos zootécnicos. La elección, dada su expectativa de respuesta a nivel productivo y ambiental, depende de la forma química en que el N está presente en los productos usados. Para acertar en la elección es oportuno ilustrar, brevemente, las formas de N presentes en los fertilizantes y su comportamiento en el terreno y en la nutrición vegetal.

a) Abonos con N exclusivamente nítrico. El ión nítrico es de inmediata asimilabilidad por el aparato radical de las plantas y por tanto de buena eficiencia. Es móvil en el suelo y por tanto expuesto a procesos de escorrentía y lixiviación en presencia de excedentes hídricos. El N nítrico debe usarse en los momentos de mayor absorción por parte de los cultivos (en cobertera y mejor en dosis fraccionadas).

Los principales abonos que contienen sólo N bajo forma nítrica son el nitrato de calcio (N = 16%) y el nitrato de potasio (N = 15%, K20 = 45%).

b) Abonos con N exclusivamente amoniacal. Los iones amonio, a diferencia de los nítricos, son retenidos por el suelo y por ello no son lavables y/o lixivables. La mayor parte de las plantas utilizan el N amoniacal solamente después de su nitrificación por parte de la biomasa microbiana del suelo.

El N amoniacal tiene por tanto una acción más lenta y condicionada a la actividad microbiana.

Los principales abonos conteniendo sólo N amoniacal son el amoniaco anhidro (N = 28%), el sulfato amónico (N = 20-21%), las soluciones amoniacales (riqueza mínima: 10% N), los fosfatos amónicos (fosfatos diamónico (DAP): 18/46% N y el fosfato monoamónico (MAP): 12/51% N).

c) Abonos N con nítrico y amoniacal. Tales tipos de abono representan un avance sobre las características de los dos tipos precedentes de productos. En función de la relación entre el N nítrico y el amoniacal, éstos pueden dar soluciones válidas a los diversos problemas de abonado en función de la fase del cultivo y de la problemática de intervención en el campo.

Los principales productos nitroamoniales son el nitrato amónico, normalmente comerciali-

zado en España con riqueza del 33,5% N, mitad nítrico y mitad amoniacal. Existen asimismo soluciones de nitrato amónico y urea (riqueza mínima: 26% N) y el nitrosulfato amónico con el 26% N, del que el 7% es nítrico y el 19% amoniacal.

d) Abonos con N uréico. La forma uréica del N no es por sí misma directamente asimilable por la planta. Debe ser transformada por obra de la enzima ureasa primero en nitrógeno amoniacal y sucesivamente por la acción de los microorganismos del terreno en N nítrico para poder ser metabolizado por las plantas. El N uréico tiene por tanto una acción levemente más retardada que el N amoniacal. Pero se debe tener en cuenta que la forma uréica es móvil en el suelo y muy soluble en agua.

El producto fundamental es la urea (N = 46%) el abono comercial sólido de mayor riqueza en N.

e) Abonos con N exclusivamente en forma orgánica. En los abonos orgánicos el N en forma orgánica está principalmente en forma proteica. La estructura de las proteínas que lo contienen es más o menos complicada (proteínas globulares, generalmente fácilmente hidrolizables y esclero-proteínas) y por ello la disponibilidad del N para la nutrición de las plantas está más o menos diferenciada en el tiempo, de algunas semanas hasta algunos meses. Tal disponibilidad pasa a través de una serie de transformaciones del N: de aminoácidos, sucesivamente en N amoniacal y después en N nítrico. Por ello encuentran su mejor aplicación en el abonado de fondo y en cultivos de ciclo largo.

f) Abonos con N orgánico y mineral (abonos organominerales). Son productos que permiten activar la acción del N en el tiempo: al mismo tiempo aseguran una combinación de sustancias orgánicas de elevada calidad por elemento nutritivo mejorándose la disponibilidad por la planta.

g) Abonos con N de liberación lenta. Son abonos de acción retardada cuya característica principal es liberar su N lentamente para evitar las pérdidas por lavado y adaptarse así al ritmo de absorción de la planta. Los productos más comunes son la urea-formaldehído con el 36% al menos de N, la crotonyldiurea con el 30% al menos de N y la isobutylendiurea con 30 Kgs de N por 100 Kgs de producto terminado.

También pueden integrarse en esta categoría los abonos minerales revestidos de membranas más o menos permeables.

h) Inhibidores de la actividad enzimática. Actúan incorporando a los fertilizantes convencionales sustancias que inhiben los procesos de nitrificación o de desnitrificación. Dan lugar a reacciones bioquímicas que son de por sí lentas y que llegan a paralizar la reacción correspondiente.

Las sustancias más conocidas y experimentadas a nivel agronómico son aquellas que ralentizan la transformación del ión amonio en ión nítrico. Tales sustancias son llamadas: inhibidores de la nitrificación. Actualmente hay en el comercio formulados con adición de cantidades calibradas de di-cianidamida (DCD).

La adición de inhibidores de la nitrificación ha sido experimentada en Europa, también para los efluentes zootécnicos a fin de retardar la nitrificación de la elevada parte de N amoniacal presente en los lisiers y así aumentar su eficacia.

i) Efluentes zootécnicos. La diversidad de los efectos que los efluentes zootécnicos obran sobre el sistema agroambiental se justifica con la variabilidad de sus composiciones, tanto en cantidad como en calidad. Por lo que respeta al N la comparación entre los diversos materiales debe hacerse no sólo sobre la base del contenido total sino también sobre su distribución cualitativa. Este nutriente, de hecho, está presente en la sustancia orgánica de origen zootécnico de varias formas, que pueden ser clasificadas funcionalmente en tres categorías:

- N mineral.
- N orgánico fácilmente mineralizable.
- N orgánico residual (de efecto lento).

Se pueden así sintetizar las características salientes de los diversos materiales.

j) Estiércol bovino. Constituye un material de por sí de difícil confrontación con los otros por razón de la elevada presencia de compuestos de lenta degradabilidad. Su particular maduración ha hecho de él un material altamente polimerizado hasta el punto de resultar parcialmente inatacable por la microflora y de demorarse por eso la descomposición. Su función es en grandísima parte estructural contribuyendo a promover la agregación de las partículas terrosas y la estabilidad de los glomérulos formados. El efecto nutritivo, de momento, tiene una importancia relativamente menor, pero se prolonga por más años desde su aplicación. En general, se indica que este efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente. El efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del cese de los aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembren.

k) Lisier bovino. Presenta características fuertemente diferenciadas en función del sistema de cría pudiendo llegar en el lisier auténtico (7% de sustancia seca) hasta la consistencia más o menos pastosa del llamado "liquiestiércol", que puede llegar a una riqueza en sustancia seca del 15-20% cuando se usa cama a razón de 3-4 Kgs por cabe-

za y por día. El efecto estructural puede confiarse que sea una cantidad casi partida en dos respecto al estiércol de los compuestos de N de lenta degradabilidad (40%), mientras que el efecto nutritivo en el primer año de mineralización puede llegar como máximo al 60%. En general, se trata de un abono de eficiencia media en el curso del primer año y de buen efecto residual, pero la gran variabilidad del material puede hacer alejar con mucho las características funcionales de las medias antes mencionadas. En particular, la presencia mayor de cama aproximará mayormente su comportamiento al del estiércol, mientras que los sistemas de separación y de almacenaje influirán en el grado de maduración y de estabilización.

l) Lisier porcino. Asimismo, con la inevitable variabilidad de la composición en función del tipo de manejo y del tratamiento de las deyecciones, resulta más fácil estimar la composición y el valor fertilizante. De hecho, es un material que puede llegar a proveer, ya en el primer año, eficiencias del N que llegan al 80%. Es evidente, entonces, que el efecto residual puede ser sólo limitado, así como su contribución a la mejora de la estabilidad estructural del suelo.

m) Estiércol de ovino o sirle. Sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y la gallinaza; es el estiércol de riquezas más elevadas en N y K2O del de todos los demás animales.

El efecto sobre la estructura del suelo es mediano. La persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

n) Gallinaza. En este caso la casi totalidad del N está presente en forma disponible ya en el primer año de suministro, resultando por ello un abono de eficacia inmediata, parecida a los de síntesis.

También en este caso, el efecto residual puede ser considerado débil y el estructural prácticamente insignificante. Es un material muy difícil de utilizar correctamente porque no está estabilizado, es de difícil distribución, sujeto a fuertes pérdidas por volatilización y con problemas de olores desagradables.

Tales inconvenientes pueden ser, sin embargo, considerablemente reducidos o eliminados, utilizando sistemas de tratamiento como la desecación o el compostaje que permiten revalorizar las propiedades nutritivas y estructurales.

ñ) Compost. Los composts son enmiendas obtenidas mediante un proceso de transformación biológica aerobia de materias orgánicas de diversa procedencia. Es de particular interés para las fincas que puedan disponer de deyecciones zootécnicas y materiales ligno-celulósicos de desecho (pajas, tallos, residuos culturales diversos) que son

mezclados con las deyecciones, tal cual o tratadas.

A esta gran variabilidad de las materias originales se añaden las del sistema de compostaje, en relación con las condiciones físicas y los tiempos de maduración.

Se hace por eso difícil generalizar el comportamiento agronómico de los composts, pero se puede recordar que el resultado medio de un proceso de compostaje, correctamente manejado durante un tiempo suficiente y con materiales típicos de una finca agrícola, es un fertilizante análogo al estiércol. Estará por ello caracterizado por una baja eficiencia en el curso del primer año, compensada por un efecto más prolongado, también las propiedades enmendantes pueden ser asimiladas a las del estiércol.

Siempre teniendo en cuenta la heterogeneidad de la procedencia de las materias orgánicas compostables, el empleo del compost debe hacerse con particular cautela a causa de la posible presencia de contaminantes (principalmente metales pesados en caso de utilización de compost de residuos urbanos) que pueden limitar el empleo a ciertas dosis dictadas por el análisis del suelo y del compost a utilizar, sobre la base de cuanto disponga la normativa vigente.

o) Lodos de depuradora. Es posible el empleo como abonos de los lodos de procesos de depuración de aguas residuales urbanas u otras que tengan características tales para justificar un uso agronómico (adecuado contenido en elementos fertilizantes, de materia orgánica, presencia de contaminantes dentro de límites establecidos). El N contenido en los lodos de depuración es extremadamente variable, como media el 3 al 5% sobre la sustancia seca, está disponible desde el primer año.

La utilización agronómica de estos productos para los cuales valen precauciones análogas a las expresadas anteriormente para los composts, está regulada por el Real Decreto 1.310/1990, de 29 de octubre, este Decreto define los lodos y su análisis, así como las concentraciones de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria y en los suelos que se abonan con ellos.

4. EL CICLO DEL NITRÓGENO EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS.

El nitrógeno en el suelo está sujeto a un conjunto de transformaciones y procesos de transporte que se denomina ciclo del nitrógeno. En el gráfico nº 1 se representan los principales componentes y procesos del ciclo, diferenciando los aportes, las reservas y las extracciones o pérdidas.

Debido a las interacciones que existen entre

todas las partes de este sistema para poder reducir la lixiviación del nitrato, sin disminuir apreciablemente la producción de los cultivos, es necesario conocer como influyen las prácticas agrícolas y los factores ambientales en los diversos procesos de este ciclo. Los principales elementos del ciclo del nitrógeno en los suelos que conviene considerar son:

Absorción de N por la planta y extracción por la cosecha. La absorción de N por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del N en los suelos agrícolas. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una buena producción y un beneficio económico.

Del N absorbido por la planta, una parte vuelve al suelo después de la cosecha en forma de residuos (raíces, tallos y hojas) y puede ser aprovechado por los cultivos siguientes; otra parte se extrae del campo con la cosecha. Existen datos de la extracción aproximada de N por las cosechas, pero estos valores no pueden emplearse directamente para el cálculo del abonado necesario para cada cultivo sin conocer la eficiencia de utilización del N fertilizante en cada caso; esta eficiencia es variable en diferentes situaciones. La extracción de N por la cosecha sólo da una idea de las necesidades mínimas de nitrógeno que tiene el cultivo.

Mineralización e inmovilización. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio (NH_4^+) mediante la acción de los microorganismos del suelo, la inmovilización es el proceso contrario. Como ambos actúan en sentido opuesto, su balance se denomina mineralización neta. La mineralización neta de la materia orgánica del suelo depende de muchos factores, tales como el contenido en materia orgánica, la humedad y la temperatura del suelo. En climas templados la mineralización neta anual es aproximadamente el 1-2 por 100 del N total, y esto supone una producción de N mineral de unos 40 a 150 Kg/Ha, en los primeros 30 cm del suelo.

Un factor importante a considerar en la mineralización de la materia orgánica que se añade al suelo es su relación C/N, que indica la proporción de carbono (C) a nitrógeno (N). Generalmente, cuando se añade materia orgánica al suelo con una relación de 20-25 o menor, se produce una mineralización neta, mientras que si los valores de este cociente son más altos, entonces los microbios que degradan esta materia orgánica consumen más amonio que el que se produce en la descomposición, y el resultado es una inmovilización neta de N (esta regla es solamente aproximada). La relación C/N de la capa arable en los suelos agrícolas suele estar entre 10-12.

Nitrificación. En este proceso, el amonio

(NH_4^+) se transforma primero en nitrito (NO_2^-), y éste en nitrato (NO_3^-), mediante la acción de bacterias aerobias del suelo. Debido a que, normalmente, el nitrito se transforma en nitrato con mayor rapidez que se produce, los niveles de nitrito en los suelos suelen ser muy bajos en comparación con los de nitrato.

Bajo condiciones adecuadas, la nitrificación puede transformar del orden de 10-70 Kg N/ha/día. Esto implica que un abonado en forma amónica puede transformarse casi totalmente en nitrato en unos pocos días si la humedad y temperatura del suelo son favorables.

En ocasiones, debido a que la nitrificación es bastante más rápida que la mineralización, se emplea el término mineralización para indicar el proceso global de conversión del N orgánico en nitrógeno mineral (fundamentalmente nitrato y amonio).

Desnitrificación. La desnitrificación es la conversión del nitrato en nitrógeno gaseoso (N_2) o en óxidos de nitrógeno, también gaseosos, que pasan a la atmósfera. Este fenómeno se debe a que, en condiciones de mucha humedad en el suelo, la falta de oxígeno obliga a ciertos microorganismos a emplear nitrato en vez de oxígeno en su respiración.

Fijación biológica. La fijación biológica de nitrógeno consiste en la incorporación del nitrógeno gaseoso de la atmósfera a las plantas gracias a algunos microorganismos del suelo, principalmente bacterias. Uno de los grupos más importantes de bacterias que fijan nitrógeno atmosférico es el *Rhizobium*, que forma nódulos en las raíces de las leguminosas.

Lluvia. La lluvia contiene cantidades variables de N en forma de amonio, nitrato y óxidos de nitrógeno, y constituye una fuente importante de N en los sistemas naturales. Sin embargo, en los sistemas agrícolas, este aporte (5-15 Kg/ha/año) es pequeño en comparación al de los fertilizantes.

Lixiviación. La lixiviación o lavado del nitrato es el arrastre del mismo por el agua del suelo que percola más abajo de la zona radicular. Este proceso es el que produce la contaminación de las aguas subterráneas por nitrato, ya que, en general, una vez que éste deja de estar al alcance de las raíces, continúa su movimiento descendente hacia los acuíferos sin apenas ninguna transformación química o biológica.

Arrastre con la escorrentía. La escorrentía de agua en los suelos agrícolas es el flujo de agua sobre la superficie del suelo, de modo que no se filtra en el campo, sino que fluye normalmente hacia terrenos más bajos o cursos superficiales de agua. Se produce como consecuencia de lluvias o riegos excesivos y puede arrastrar cantidades va-

riables de N. En general, estas pérdidas de N del suelo son pequeñas, excepto cuando la escorrentía se produce poco después de un abonado nitrogenado.

Volatilización. Se denomina así la emisión de amoníaco gaseoso desde el suelo a la atmósfera. Esto ocurre porque el amonio (NH_4^+) del suelo, en condiciones de pH alcalino, se transforma en amoníaco (NH_3), que es un gas volátil. Aunque puede haber pérdidas importantes de N por volatilización cuando se abona con amoníaco anhidro, resultan más frecuentes aquellas que ocurren cuando se emplean abonos nitrogenados en forma amónica en suelos alcalinos, sobre todo si el pH es mayor de ocho. La urea puede experimentar también pérdidas variables por volatilización después de transformarse en amonio en el suelo. Los estiércoles, si no se incorporan al suelo, pueden perder del 10 al 60 por 100 de su N por volatilización, debido a que una parte importante de su nitrógeno puede estar en forma amónica (1).

5. PERÍODOS EN QUE ES RECOMENDABLE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A LA TIERRA.

El abonado nitrogenado con abonos minerales es práctica adoptada para todos los cultivos excepto las leguminosas, en las que, no obstante, es recomendable una aportación de 10 a 20 Kg de N por hectárea, en forma nítrica-amoniacal. A fin de hacerla de modo racional, es preciso suministrar abonos nitrogenados lo más próximo posible en el tiempo al momento de su absorción por la planta; es esta una medida eficaz para reducir el peligro de que el N sea lavado en el período entre el abonado y la asimilación por los cultivos. Además el abonado nitrogenado se basa sobre el principio de maximizar la eficacia de la utilización por parte del cultivo y complementariamente minimizar las pérdidas por lavado.

En el caso de que se utilicen efluentes zootécnicos es importante recordar que la disponibilidad del N de aquéllos por las plantas, depende de la presencia de formas de N diversas, como el orgánico, el uréico, el amoniacal y el nítrico. Las fracciones prontamente disponibles son la nítrica y la amoniacal; otras formas son asimilables a continuación de procesos de mineralización de la fracción orgánica. Otros factores que influyen en la disponibilidad del N de origen zootécnico son las concentraciones y las relaciones entre los com-

puestos de N presentes, las dosis suministradas, los métodos y la época de aplicación, el tipo de cultivo, las condiciones del suelo y el clima.

En confrontación con los abonos minerales, la eficiencia del N total de los lisiers en el año de aplicación se estima entre el 50 y el 70%, con valores crecientes para el lisier vacuno, porcino, avícola y de terneros; en los años sucesivos, la mineralización de la parte residual compensa parcialmente las citadas diferencias.

La eficiencia del N total del lisier, respecto a los abonos minerales, varía además notablemente para cada cultivo en relación a la época de distribución, reduciéndose además al aumentar la dosis. Tal eficiencia a veces se incrementa en relación a la textura del suelo con el aumento de la porosidad.

Actuaciones.

Al objeto de limitar la contaminación de las aguas por nitratos, a continuación se detallan las épocas más aconsejables para la fertilización en diferentes cultivos, atendiendo a su estado fenológico y al tipo de abono.

1. Patata.

N amoniacal, uréico: aplicar en sementera.

N nítrico, nítrico-amoniacal: en cobertera, en la bina y quince días después, ya que absorbido demasiado tarde alarga la vegetación a costa de la formación de tubérculos.

Estiércoles, lisiers, gallinaza, composts: proporcionar una buena aportación de materia orgánica antes de la plantación.

2. Tabaco.

N amoniacal, uréico, nítrico-amoniacal: 2/3 en la plantación.

N nítrico: 1/3 en la escarda.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, lisiers, gallinaza: enterrar el producto bien descompuesto en el otoño.

3. Hortalizas.

a) De siembra primaveral:

N amoniacal, uréico y nítrico-amoniacal: aportar aproximadamente 1/3 en la sementera.

N nítrico, nítrico-amoniacal, uréico: repartir el resto en varias veces según el desarrollo y necesidades del cultivo.

N de liberación lenta: usar en caso de primavera muy lluviosa.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, lisiers, gallinaza y composts: con anticipación a la preparación del lecho de siembra.

b) Hortalizas de ciclo corto:

En la mayor parte de las hortalizas de hojas, de fruto o de raíz (lechugas, calabacines, coles, rabinos, etc.) el momento de abonado pasa a segundo plano, como medida de contención de las pér-

(1) Véase gráfico nº 1 publicado en el B.O.C. 23, de 23.2.2000, página 2206.

didadas de N por lavado, respecto al riesgo, mucho mayor, de un exceso irracional de abonado nitrogenado, tan frecuente en este tipo de cultivos.

4. Cítricos.

N amoniacal: la primera aplicación 15 a 30 días antes de la floración (la mitad del total de N).

N nítrico-amoniacal, urea (soluciones nitrogenadas): la segunda aplicación en primavera, coincidiendo con el cuajado de los primeros frutos (la otra mitad del N).

N uréico: pulverizaciones foliares antes de la floración pueden resultar una ayuda interesante, teniendo siempre en cuenta la limitación legislativa vigente sobre el contenido máximo en biuret (0,3%).

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, li-siers, gallinaza, composts, etc.: es necesario realizar aportaciones repetidas de m.o. de cualquier origen, aconsejándose aportar un complemento nitrogenado para favorecer su humificación.

5. Platanera.

N nítrico, amoniacal, nítrico-amoniacal, uréico: realizar aportes fraccionados según desarrollo y necesidades del cultivo y en función del tipo de riego.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, li-siers, gallinaza y composts: aportar durante la preparación del terreno previa a la plantación. En plantaciones ya establecidas y en aquellos casos en que sea necesario se realizarán aportes periódicos, preferentemente en Invierno.

6. Aguacate.

N amoniacal, nítrico, etc.: realizar aportes fraccionados según desarrollo y edad de la plantación y en función del tipo de riego.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, li-siers, gallinaza y composts: aportar durante la preparación del terreno previa a la plantación. En caso necesario se realizarán aportes periódicos.

7. Mango.

N amoniacal, nítrico, etc.: realizar aportes fraccionados según desarrollo del cultivo y edad de la plantación y en función del tipo de riego.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, li-siers, gallinaza y composts: aportar durante la preparación del terreno previa a la plantación. En caso necesario se realizarán aportes periódicos.

8. Papaya.

N amoniacal, nítrico, etc.: realizar aportes fraccionados según desarrollo del cultivo y edad de la plantación y de acuerdo con el tipo de riego utilizado.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, li-siers, gallinaza y composts: aportar durante la preparación del terreno previa a la plantación. En caso necesario se realizarán aportes periódicos.

6. LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A TERRENOS INCLINADOS Y ESCARPADOS.

En general los suelos con pendientes uniformes inferiores al 3% se consideran llanos y no es necesario adoptar medidas particulares para controlar la erosión.

Los suelos con pendientes uniformes que no superan el 10% en un mismo plano se consideran como de pendientes suaves.

Pendientes uniformes entre el 10 y 20% se consideran pendientes moderadas y el valor extremo (20%) se considera que debe marcar el límite de los sistemas agrícolas con laboreo permanente.

Un límite de pendiente para la distribución de abonos no puede ser definido a priori pues los riesgos de escorrentía dependen:

- De la naturaleza y del sentido de implantación de la cubierta vegetal.
- De la naturaleza del suelo.
- De la forma de la parcela, del tipo y sentido del trabajo del suelo.
- De la naturaleza y del tipo de fertilizante.
- Del clima.

La escorrentía no se produce de la misma manera, según que la pendiente sea uniforme o que existan rupturas de pendiente.

Naturaleza de la cobertura vegetal.

Conviene distinguir los suelos desnudos de los enteramente cubiertos de vegetación. Como norma general, la cubierta vegetal disminuye los riesgos de escorrentía de forma sensible.

En lo que concierne a los cultivos perennes en línea (plantaciones leñosas), la costumbre de cubrir con hierba las calles es una buena práctica para limitar los riesgos de escorrentía.

Naturaleza del suelo.

- Textura.

La escorrentía se ve favorecida en los suelos de textura fina (tipo arcilloso o arcillo-limoso). Por el contrario, los suelos muy filtrantes (tipo arenoso) la limitan.

- Estructura.

Los suelos de estructura desfavorable (compactación, apelmazamiento) favorecen la escorrentía. Por el contrario, los suelos de buena estructura la limitan. La mejora de la estructura del suelo puede ser realizada por el agricultor, implantando ciertas prácticas culturales (ej. laboreo oportuno del suelo, manejo de la materia orgánica, rotaciones, etc.).

- Profundidad del horizonte impermeable.

La escorrentía puede estar condicionada por la presencia en el perfil cultural de un nivel o de una capa menos permeable, aunque esta escorren-

tía sea muy superficial (ej. costra superficial) o más profunda (ej. suela de labor).

Forma de la parcela y trabajo del suelo.

La forma de la parcela puede tener alguna influencia sobre la escorrentía. El trabajo del suelo puede realizarse de forma que se limiten las pérdidas de abonos líquidos (minerales y estiércoles).

Es recomendable que las labores de trabajo de suelo se realicen en el sentido adecuado para favorecer la retención del agua, sin que se produzcan encharcamientos.

Naturaleza y tipo del fertilizante.

Los riesgos de arrastre en suelos en pendiente son más fuertes para las formas líquidas (abonos líquidos, purines, lisiers) y menores para las formas sólidas (abonos sólidos, estiércoles).

En suelos desnudos, con fuerte pendiente, el enterramiento de los fertilizantes está muy indicado.

Clima.

Las distribuciones de abonos en períodos en que la pluviometría sea elevada, aumentan los riesgos de escorrentía.

Actuaciones.

Para limitar el aumento de los riesgos de transporte de N unido al factor agravante como es la fuerte pendiente, se recomienda realizar la aplicación de los fertilizantes de tal forma que se suprima la escorrentía. Como factores más significativos a tener en cuenta están:

- La naturaleza y el sentido de implantación de la cobertura del suelo.
- La forma de la parcela.
- La naturaleza del suelo y sus labores.
- El tipo de fertilizante.
- Las épocas de aplicación posibles.

De otra parte, se recomienda no utilizar ciertos equipos de distribución como por ejemplo los cañones de aspersión con presión alta (superior a 3 bars en el aspersor) para los fertilizantes líquidos.

Se recomienda mantener con hierba ciertos desagües, setos y taludes, así como los fondos de laderas.

7. CONDICIONES DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN TIERRAS CERCANAS A CURSOS DE AGUA.

Con independencia de la contaminación indirecta de las aguas por infiltración o drenaje, en la aplicación de abonos cercanos a corrientes de agua existe el peligro de alcanzar las aguas superficiales, ya sea por deriva ya por escorrentía.

Antes de aplicar efluentes zootécnicos y otros

desechos orgánicos al suelo, conviene delimitar bien el terreno donde no deben aplicarse nunca.

Naturaleza de la orilla.

La topografía y la vegetación pueden, según los casos, favorecer o limitar las proyecciones o la escorrentía, dependiendo de:

- Presencia o no, de taludes (altura, distancia a la orilla, etc.).
- Pendiente más o menos acentuada del margen.
- Presencia y naturaleza de la vegetación (bosques en galería, prados, setos).
- Ausencia de vegetación.

En el caso de zonas inundables deben considerarse ciertos casos particulares:

- Las orillas inundables de los cursos de agua.
- Las orillas de las corrientes de agua costeras sometidas al régimen de mareas.

Naturaleza y forma del fertilizante.

Los riesgos de arrastre por proyección o escorrentía pueden ser tanto más importantes cuanto que los abonos se presenten en forma de elementos finos (ejemplo: gotitas de abonos líquidos, gránulos de abonos minerales de poca masa) y que las condiciones climáticas sean favorables (viento, lluvia).

Equipos de aplicación.

Ciertos equipos de aplicación pueden favorecer las proyecciones (distribuidores centrífugos, esparcidores de estiércol, cañones aspersores); otros, la escorrentía en caso de paradas del equipo (barra para abonos líquidos, cuba de lisier).

Igualmente, la regulación del equipo así como el jalonamiento de las parcelas son dos aspectos determinantes a considerar para asegurar la precisión de la aplicación.

Caso de los ganados pastoreando.

El pastoreo al borde de los cursos de agua no parece acarrear riesgos importantes de proyección o escorrentía.

El abrevamiento concentrado de los animales directamente en las corrientes de agua debe evitarse en la medida de lo posible.

Actuaciones.

Dejar una franja de entre 2 y 10 m de ancho sin abonar, junto a todos los cursos de agua. Los sistemas de fertirrigación trabajarán de modo que no haya goteo o pulverización a menos de 2 a 10 m de distancia a un curso de agua, o que la deriva pueda alcanzarlo.

Para reducir el riesgo de contaminar aguas subterráneas, los efluentes y desechos orgánicos no deben aplicarse a menos de 35-50 m de una fuente, pozo o perforación que suministre agua para el consumo humano o se vaya a usar en salas de ordeño. En algunos casos, se puede necesitar una distancia mayor.

Se recomienda mantener las orillas o márgenes con vegetación.

8. CAPACIDAD Y DISEÑO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ESTIÉRCOL, Y MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR ESCORRENTÍA Y FILTRACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES O SUBTERRÁNEAS DE LÍQUIDOS QUE CONTENGAN ESTIÉRCOL Y RESIDUOS PROCEDENTES DE PRODUCTOS VEGETALES ALMACENADOS COMO EL FORRAJE ENSILADO.

Se trata de evitar en los locales del ganado y en sus anejos, la evacuación directa en el entorno de líquidos que contengan deyecciones animales o efluentes de origen vegetal, de forma que se evite la contaminación de las aguas por escorrentía y por infiltración en el suelo o arrastre hacia las aguas superficiales.

Deben considerarse tres puntos esenciales:

- La evaluación de los volúmenes a almacenar.

- El sistema de recogida.
- El sistema de almacenaje.

Volumen a almacenar.

- Las deyecciones.

El volumen de almacenaje debería permitir contener, como mínimo, los efluentes del ganado producidos durante el período en que su distribución es desaconsejable (ver cuadro nº 1 y 2) y si el foso no está cubierto, las aguas de lluvia y aguas sucias ocasionales.

Sin embargo, para un período dado, este volumen varía en función de numerosos parámetros: tipo de animales, modo de alimentación, manejo del ganado, etc. Se hace necesario, pues, calcular bien las cantidades producidas, dando un margen de seguridad para evitar desbordamientos eventuales. En los cuadros nº 1 y 2 se indican las cantidades de deyecciones sólidas y líquidas, así como su composición (1).

- Aguas sucias (del lavado, desperdicios de abrevaderos, deyecciones diluidas).

Para evitar el tratar con volúmenes muy importantes, la producción de estas aguas debe limitarse al mínimo. Éstas deben ir dirigidas preferentemente hacia instalaciones de tratamiento adecuadas (filtraciones, decantación, fosas, embalses, etc.). Si no hay tratamiento, deben recogerse en un depósito de almacenaje propio para ellas, o en

su defecto, en el de las deyecciones. Es preciso evitar que estas aguas sean vertidas directamente al entorno.

Sistemas de recogida.

Se trata de controlar, en el conjunto de la explotación, la recogida de efluentes de origen animal (deyecciones líquidas o sólidas, aguas sucias) y el rezume del ensilaje. El control debe ejercerse esencialmente sobre dos parámetros: la estanqueidad y la dilución.

- Estanqueidad.

Las áreas de ejercicio y de espera y sus redes de alcantarillado deben ser estancas.

- Dilución.

Las diluciones (por las aguas de lluvia o las aguas de lavado) deben evitarse (techados). Las aguas de lluvia no contaminadas pueden ser vertidas directamente al entorno.

Sistemas de almacenaje.

En todos los casos, las obras de almacenaje deben ser estancas, de forma que se eviten los vertidos directos en el medio natural. El lugar de implantación y el tipo de almacenaje dependen de numerosos factores (relieve del terreno, naturaleza del suelo, condiciones climáticas, etc.).

- Almacenaje de los productos líquidos.

Las fosas de almacenaje deben ser estancas.

- Almacenaje de productos sólidos.

Los depósitos de almacenaje de los estiércoles y ensilajes deben tener un punto bajo de recogida de los líquidos rezumados (purines, jugos de ensilajes). Estos últimos pueden ser luego dirigidos hacia la instalación de almacenaje de los líquidos.

- La peligrosidad de tales líquidos viene medida por la BOD tal como sigue:

La demanda bioquímica de oxígeno (BOD) medida en mg/l es:

Agua sucia (de sala de ordeño y corrales)	1.000-2.000
Lisier de bovinos	10.000-20.000
Lisier de porcinos	20.000-30.000
Efluente de ensilaje	30.000-80.000
Leche	140.000

Casos particulares de los animales en el exterior.

Se evitará la permanencia de los animales, en densidades importantes, sobre superficies no estancas.

En períodos de invernada al aire libre es deseable, en caso necesario, desplazar regularmente el área de alimentación. Si la alimentación se realiza permanentemente en el mismo sitio, el suelo debe estar estabilizado.

(1) Los cuadros 1 y 2 se encuentran publicados en el B.O.C. 23, de 23.2.2000, páginas 2210-2211.

Actuaciones.

En la medida de lo posible y allí donde sea necesario, se recomienda que se mantengan impermeables todas las áreas de espera y de ejercicio, en especial las exteriores, accesibles a los animales y todas las instalaciones de evacuación o de almacenaje de los efluentes del ganado.

La pendiente de los suelos de las instalaciones donde permanezcan los animales debe permitir la evacuación de los efluentes. Estos últimos serán evacuados hacia los contenedores de almacenaje.

Se recomienda recolectar las aguas de limpieza en una red estanca y dirigirlas hacia las instalaciones de almacenaje (específicas si es posible) o de tratamiento de los efluentes.

Se recomienda almacenar las deyecciones sólidas en una superficie estanca dotada de un punto bajo, de modo que se recojan los líquidos de rezume y se evacuen hacia las instalaciones de almacenaje o de tratamiento de los efluentes.

Además de respetar la reglamentación, se recomienda disponer, como mínimo, de una capacidad de almacenaje suficiente para cubrir los períodos en que la distribución no es aconsejable (ver cuadro nº 1).

Se aconseja recoger por separado las aguas de lluvia de los tejados y evacuarlas directamente en el medio natural.

9. APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y ESTIÉRCOLES A LAS TIERRAS PARA CONTROLAR LAS PÉRDIDAS DE NUTRIENTES HACIA LAS AGUAS.

A fin de controlar mejor el escape de elementos nutritivos hacia las aguas, este Código de Buenas Prácticas Agrarias hace hincapié sobre las dosis a aplicar y sobre las modalidades de distribución.

1. Dosis de la aplicación.

La determinación cuidadosa de la dosis a aplicar sobre una parcela, en previsión de las necesidades del cultivo, debe permitir evitar los excesos en la fertilización y en consecuencia el riesgo de lavado que se origina. Para lograrlo, conviene asegurarse del equilibrio entre las necesidades de los cultivos y lo suministrado por el suelo y la fertilización.

El desequilibrio puede proceder de diferentes factores:

- La sobreestimación del rendimiento calculado.

Conviene evaluar bien los objetivos del rendimiento por parcelas, teniendo en cuenta las potencialidades del medio y el historial de cada par-

cela. Esto permite precisar las necesidades en N para un cultivo dado.

- La subestimación de los aportes propios del suelo.

Conviene calcular bien el suministro de N por el suelo que varía según el clima y los antecedentes culturales de la parcela.

- La subestimación de las cantidades de N contenidas en los efluentes del ganado.

Es preciso tener en cuenta dos factores interrelacionados como son la cantidad a distribuir y su valor fertilizante. Un buen conocimiento de los aportes fertilizantes de los efluentes zootécnicos se hace necesario a fin de evaluarlos mejor.

2. Uniformidad.

La irregularidad en la distribución puede igualmente llevar a una sobrefertilización.

- Homogeneidad de los fertilizantes (calidad constante).

Es útil remover mezclando los efluentes zootécnicos tipo lisier, los lodos y las basuras antes de aplicarlos. Esto permite controlar mejor las dosis a distribuir.

- Regulación del equipo de aplicación.

Un equipo de aplicación bien reglado permite controlar mejor la regularidad de la distribución y así luchar contra la sobrefertilización.

Actuaciones.

Se recomienda equilibrar:

1. Las necesidades previsibles de N de los cultivos, teniendo en cuenta el potencial agrológico de las parcelas y el modo de llevar los cultivos.

2. Los suministros de N a los cultivos por el suelo y por el abonado, atendiendo:

- A las cantidades de N presentes en el suelo en el momento en que el cultivo comienza a utilizarlas de manera importante.

- A la entrega de N por la mineralización de las reservas del suelo durante el desarrollo del cultivo.

- A los aportes de nutrientes de los efluentes zootécnicos.

- A los aportes de abonos minerales.

Habiendo fijado la dosis, se recomienda fraccionar las aportaciones si fuera necesario para responder mejor a las necesidades de los cultivos en función de sus diferentes estadios y al mismo tiempo, para revisar a la baja las dosis si el objetivo de producción marcado no puede alcanzarse por causa del estado de los cultivos (limitaciones climáticas, enfermedades, plagas, encamado, etc.).

En el caso de los estiércoles cuyo efecto dura varios años, se tendrá sólo en cuenta el suministro en el año considerado.

Modos de aplicación.

Procurar que las máquinas distribuidoras y enterradoras de abonos estén bien reguladas y hayan

sido sometidas a un control previo a su comercialización en un centro acreditado, a fin de asegurar unas prestaciones mínimas de uniformidad en la aplicación de los fertilizantes.

10. ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE FERTILIZACIÓN ACORDES CON LA SITUACIÓN PARTICULAR DE CADA EXPLOTACIÓN Y LA CONSIGNACIÓN EN REGISTROS DEL USO DE FERTILIZANTES.

El cálculo de la fertilización para el conjunto de la explotación no es correcto, siendo aconsejable individualizarlo por parcelas atendiendo al tipo de suelo y cultivo presente en cada una de ellas.

La elaboración de planes de abonado por parcela y el llevar cuadernos para anotar la aplicación de fertilizantes en cada explotación, constituyen medios que permiten ayudar al agricultor a conducir mejor su fertilización nitrogenada.

Estas herramientas deben ser utilizadas de forma que permitan a la explotación agrícola prever y seguir la evolución de su fertilización nitrogenada favoreciéndose así el buen uso de los abonos.

Actuaciones.

Es recomendable que todas las explotaciones agrícolas establezcan planes de abonado para cada parcela y que lleven un libro-registro de aplicación de fertilizantes.

En él estarán especificados la naturaleza de los cultivos, las fechas de aplicación, los volúmenes y cantidades utilizadas de N de cualquier origen (deyecciones, lodos, basuras o composts producidos o introducidos en la explotación, abonos nitrogenados comprados, etc.). El registro de los rendimientos facilitará la elaboración de los planes de abonado y el establecimiento de los balances del N.

11. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEBIDO A LA ESCORRENTÍA Y A LA LIXIVIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.

El regadío puede facilitar la contaminación nitrática del agua mediante el movimiento de las aguas aportadas, tanto en sentido vertical desde la superficie a los estratos más profundos (lixiviación), como horizontalmente por escorrentía superficial (lavado).

Los riesgos de contaminación en los regadíos varían según las características del suelo (permeabilidad, capacidad de campo, profundidad, pendiente, nivel de la capa freática, etc.), las prácticas agronómicas (modalidad del abonado, rotación de cultivos, laboreo del suelo, etc.), el método de riego y su utilización.

Las zonas donde el regadío reviste más alto

riesgo presentan, al menos, una de las siguientes características: suelos arenosos muy permeables y de limitada capacidad de campo; presencia de una capa freática superficial (profundidad no superior a 2 m); terrenos superficiales (profundidad inferior a 15-20 cm) apoyándose sobre una roca fisurada; terrenos con pendiente superior al 2-3%; práctica de una agricultura intensiva con aportes elevados de abonos; terrenos ricos en materia orgánica y labrados con frecuencia en profundidad; presencia de arrozales en suelos de permeabilidad media; etc.

Las zonas de riesgo moderado están a su vez caracterizadas por: suelos de composición media granulométrica, de baja permeabilidad y de discreta capacidad de campo, presencia de nivel freático de 2 a 15-20 m; suelos de profundidad media (no inferior a 50-60 cm); suelos de pendiente moderada; aportes moderados de fertilizantes; etc.

Las zonas de bajo riesgo son aquellas de suelos tendiendo a arcillosos, poco permeables y con elevada capacidad de campo, profundos (más de 60-70 cm), con capa freática a más de 20 m y con escasa pendiente.

Actuaciones.

Una buena práctica de riego debe tratar de evitar la percolación y la escorrentía superficial del agua y de los nitratos en ella contenidos y conseguir valores altos de eficiencia distributiva del agua.

Para conseguir valores altos de eficacia distributiva del agua, el método de riego desempeña un papel determinante.

Los principales factores agronómicos que influyen en la elección del método de riego son las características físicas, químicas y orográficas del suelo, las exigencias y/o características de los cultivos a regar, la calidad y cantidad del agua disponible y los factores del clima.

Para evitar la pérdida de nitrato en riegos a manta y de percolación honda, dicho método debe ser adoptado en terrenos profundos, con tendencia a arcillosos; para cultivos dotados de sistema radicular profundo y que requieran frecuentes riegos.

El riego a manta se desaconseja en zonas de riesgo elevado y moderado.

Si se realiza riego por infiltración lateral (por surcos), el riesgo de lavado de los nitratos decrece:

- A medida que se avanza en el surco del inicio al final.

- Desde los suelos arenosos, poco expansivos y de alta permeabilidad a los suelos arcillosos, expansivos y de baja permeabilidad.

- Desde los suelos superficiales a los profundos.

- Desde los cultivos con sistema radicular superficial a los de raíces profundas.

En los suelos muy expansivos se desaconsejan los turnos de riego largos, para evitar la formación de agrietamientos profundos a través de los cuales podría perderse notable cantidad de agua hacia estratos hondos, con transporte a ellos de suelos lixiviados de capas más superficiales.

Si se riega por aspersión, para evitar pérdidas de nitratos por lavado y escorrentía superficial, será necesario prestar particular atención a la distribución de los aspersores sobre la parcela, a la intensidad de la pluviometría respecto a la permeabilidad del suelo, a la interferencia del viento sobre el diagrama de distribución de los aspersores, a la influencia de la vegetación en el reparto de agua sobre el terreno.

Si se practica riego localizado ha de tenerse en cuenta que suele producirse una alta concentración salina en la superficie del "bulbo" húmedo, si se trata de riego por goteo, o siempre en la envolvente que separa la zona húmeda regada de la tierra seca. Para corregir estas zonas de alta concentración de sales, es conveniente variar periódicamente los caudales y los tiempos de riego.

Si se realiza fertirrigación, el método de riego debe asegurar una correcta distribución del agua y el fertilizante no debe ser puesto desde el comienzo del riego, sino preferiblemente después de haber suministrado un 20-25% del volumen total de agua, completando la fertilización cuando se ha aportado el 80-90% del agua de cada riego.