

DECRETO 109/1998, de 11 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias.

Los cambios en los sistemas de producción agropecuarios han tenido y tienen una clara incidencia en el medio ambiente. El paso de la ganadería extensiva a la ganadería intensiva, así como la intensificación de la actividad agrícola ha significado, junto a unos indudables y deseables logros socioeconómicos, la producción de unos mayores volúmenes de residuos por unidad de superficie. En consecuencia, resulta necesario afrontar el grave problema ambiental que supone la contaminación de las aguas, superficiales y subterráneas, procedente de fuentes agropecuarias.

Con el fin de reducir el problema y de adoptar medidas preventivas que eviten futuras contaminaciones por este origen, el Consejo aprobó el 12 de diciembre de 1991, la Directiva 91/676/CEE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

La citada Directiva impone a los Estados miembros la obligación de identificar las aguas que se encuentren afectadas por la contaminación por nitratos de origen agrícola, cuyas concentraciones deberán ser vigiladas en una serie de estaciones de muestreo.

A su vez, establece criterios para designar como zonas vulnerables, aquellas superficies territoriales cuyo drenaje da lugar a la contaminación por nitratos. Una vez determinadas tales zonas, se deberán realizar y poner en funcionamiento programas de actuación, coordinados con técnicas agrícolas, con la finalidad de eliminar o minimizar los efectos de los nitratos sobre las aguas.

Finalmente, establece la obligación de emitir periódicamente informes de situación sobre este tipo de contaminación.

El Estado español incorporó dicha Directiva a nuestro ordenamiento jurídico mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

El Ministerio de Medio Ambiente ha remitido a la Junta de Castilla y León la determinación de las aguas afectadas por la contaminación de nitratos de origen agrícola, correspondientes a la cuenca del Duero y Ebro, en cumplimiento del Art. 3 del Real Decreto 261/1996, al objeto de que, el órgano competente de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, declare como zonas vulnerables, aquellas superficies territoriales cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a la contaminación por nitratos de las citadas masas de agua, determinadas por el Ministerio de Medio Ambiente.

Asimismo, corresponde a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, al amparo de lo dispuesto en el Art. 5 del Real Decreto 261/1996, la elaboración de uno o varios códigos de buenas prácticas agrarias, que los agricultores podrán poner en práctica de forma voluntaria, con la finalidad de reducir la

contaminación producida por los nitratos de origen agrario.

El Estatuto de Autonomía de Castilla y León, aprobado por Ley Orgánica 4/1983, de 25 de febrero y modificado mediante Ley Orgánica 11/1994, de 24 de marzo, atribuye a la Comunidad Autónoma de Castilla y León en su Art. 26.1 Apartado 9, competencia exclusiva en materia de agricultura, ganadería, industrias agroalimentarias y zonas de montaña, de acuerdo con la ordenación general de la economía; en su Art. 27.1 Apartado 9, se señala que «es competencia de la Comunidad Autónoma de Castilla y León el desarrollo y ejecución de la legislación del Estado», en materia de «normas adicionales de protección del medio ambiente», en el Marco de la legislación básica estatal y, en su caso, en los términos que la misma establezca. En esta materia, según establece el Art. 27.2 del Estatuto de Autonomía de Castilla y León, y salvo norma en contrario, corresponde, además, a la Comunidad Autónoma, la potestad reglamentaria, la gestión y la función ejecutiva, incluida la inspección.

Por su parte, el Art. 28.1 del Estatuto de Autonomía de Castilla y León, mantiene la mención a la función ejecutiva en materia de «protección del medio ambiente, del entorno natural y del paisaje...», en los términos que establezcan las Leyes y normas reglamentarias del Estado.

En su virtud, a propuesta de los Consejeros de Agricultura y Ganadería y de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, previa deliberación de la Junta de Castilla y León, en su reunión del día 11 de junio de 1998,

DISPONGO:

Artículo 1.º Designación de zonas vulnerables. 1. Se designan inicialmente como zonas vulnerables en la Comunidad de Castilla y León, a los efectos previstos en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, las siguientes áreas:

Zona 1: Término municipal de Navas de Oro, de la provincia de Segovia.

Zona 2: Términos municipales de Zarzuela del Pinar, Fuentepelayo y Navalmanzano, de la provincia de Segovia.

Zona 3: Términos municipales de Escarabajosa de Cabezas, Cantimpalos y Encinillas, de la provincia de Segovia.

Zona 4: Términos municipales de Cantalejo, Cabezuela, Veganzones y Turégano, de la provincia de Segovia.

Zona 5: Término municipal de Chañe y entidad menor de Chatún, en la provincia de Segovia.

En el Anexo I figura la descripción cartográfica y características de los suelos de las zonas referidas.

2. Dentro de un plazo adecuado y como mínimo cada cuatro años, se podrán modificar o ampliar, las zonas designadas como vulnerables, cuando se produzcan cambios que deban ser objeto de consideración o existan factores que no hubiesen sido previstos en el momento de su designación.

Artículo 2.º Código de Buenas Prácticas Agrarias. Se aprueba el

Código de Buenas Prácticas Agrarias de Castilla y León, que será de cumplimiento voluntario y figura como Anexo II al presente Decreto.

#### DISPOSICIONES FINALES

Primera. Se faculta al Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio para que dicte cuantas disposiciones sean precisas para el desarrollo y aplicación del presente Decreto, y especialmente, para que proceda a la elaboración y aprobación, previo informe de la Consejería de Agricultura y Ganadería, de los Programas de Actuación aplicables a cada una de las zonas vulnerables designadas en este Decreto y a las que se designen en el futuro, de acuerdo con el artículo 6 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero.

Segunda. Se faculta al Consejero de Agricultura y Ganadería para que dicte cuantas disposiciones sean precisas para el desarrollo y aplicación de este Decreto.

Tercera. El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial de Castilla y León».

Valladolid, 11 de junio de 1998.

El Presidente de la Junta de Castilla y León,  
FDO.: JUAN JOSE LUCAS JIMENEZ

El Consejero de Presidencia y Administración Territorial,  
FDO.: ISAIAS LOPEZ ANDUEZA

#### ANEXO II

##### CODIGO DE BUENAS PRACTICAS AGRARIAS

##### 0. INTRODUCCION

El presente Código de Buenas Prácticas Agrarias, en adelante Código, responde a las exigencias comunitarias recogidas en la Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, y en el R.D. 26/1996 de 16 de febrero («B.O.E.» n.º 61 de 11 de marzo), relativo a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

La multiplicidad de condiciones climáticas, edafológicas y de prácticas culturales presentes en la agricultura y ganadería de Castilla y León representan un grave inconveniente a la hora de establecer, con carácter general, una serie de normas a adoptar por los agricultores y ganaderos en la fertilización orgánica y mineral de sus suelos. Por este motivo el Código no puede entrar con detalle en la situación particular de cada explotación, limitándose a dar una panorámica general del problema, a la descripción de los productos potencialmente fuente de la contaminación nitrática de las aguas y a contemplar la problemática y actuaciones generales en cada una de las situaciones o cuestiones que recoge el Anexo II de la Directiva 91/676/CEE, antes citada.

El Código no tiene carácter obligatorio, siendo una recopilación de prácticas agrarias concretas que voluntariamente podrán llevar a efecto los agricultores. No obstante, una vez que la Administración designe las zonas vulnerables y se establezca para las mismas los programas de acción correspondientes, las

medidas contenidas en ellos serán de obligado cumplimiento.

Sirva pues el presente Código de Buenas Prácticas Agrarias 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 base para la elaboración de programas de acción mucho más concretos y específicos para cada una de las zonas vulnerables que se designen.

## 1. DEFINICIONES

A los efectos del presente Código de Buenas Prácticas Agrarias, y considerando igualmente la terminología recogida en la Directiva del Consejo 91/676/CEE 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 utilizaciones legítimas de las aguas.

b) Contaminación difusa por nitratos. Es el vertido indiscriminado del ión NO<sub>3</sub> - 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 terreno 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 alojamientos que no usan mucha paja u otro material para cama. El lisier puede oscilar entre un semisólido con el 12% materia seca (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 recito 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 o con el agua del riego.

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 calificación deberán medirse a los 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.

u) Actividad agraria. El conjunto de trabajos que se requieren para la obtención de productos agrícolas, ganaderos y forestales.

v) Explotación agraria. El conjunto de bienes y derechos organizados empresarialmente por su titular en el ejercicio de la actividad agraria primordialmente con fines de mercado, y que constituye en sí misma una unidad técnico económica.

## 2. TIPOS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

La aportación de nitrógeno (N) a los cultivos puede obtenerse utilizando ya fertilizantes químicos de composición conocida y

constante ya residuos ganaderos cuya composición es muy variable, en función de la especie, tipo de explotación, alimentación, etc. La elección, dada su expectativa de respuesta al 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.

#### I. Fertilizantes químicos

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 Chile (N = 15,5%), nitrato de calcio (N = 15,5%) y el nitrato de potasio (N = 13%, K<sub>2</sub>O = 46%).

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 lixiviables. 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 solo N amoniacal son el amoníaco anhidro (N = 82%) el sulfato amónico (N = 20-21%), las soluciones amoniales (riqueza mínima: 10% N), los fosfatos amónicos (fosfatos diamónico «DAP»: 18/46% y el fosfato monoamónico «MAP»: 12/51%).

c) Abonos con N 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 de cultivo y de la problemática de intervención en el campo.

Los principales productos nitroamoniales son el nitrato amónico, normalmente comercializado en España con riqueza del 33,5% N, mitad nítrico y mitad amoniacal, y los nitratos amónicos cálcicos, con riqueza desde el 20,5%. Existen asimismo soluciones de nitrato amónico y urea (riqueza mínima: 26% N) y en 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 N 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 escleroproteínas) 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 crotonilidendiurea con el 30% al menos de N y la isobutilidendiurea 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 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: Inhibidoras de la nitrificación. Actualmente hay en el comercio formulados con adición de cantidades calibradas de diciandiamida (DCD).

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

## II. Residuos ganaderos

La diversidad de los efectos que los residuos procedentes del ganado (estiércol, purines y lisier) obran sobre el sistema agroambiental se justifica con la variabilidad de sus composiciones, tanto en cantidad como en calidad. Por lo que respecta 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 principales de los diversos residuos procedentes del ganado:

i) 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 del de 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.

j) 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 pueda llegar a una riqueza en sustancia seca de 15-20% cuando se usa cama a razón de 3-4 Kgs. por cabeza 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 hace alejar con mucho las características funcionales de las medias antes indicadas. 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.

k) 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.

l) 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  $k_2O$  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.

m) Gallinaza. En este caso la casi totalidad del N está presente en forma disponible ya en el primer año de suministro,



resulta 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.

### III. Otros compuestos

n) 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 compost; 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 compostable, 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.

ñ) 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, extremadamente variable, tiene como media del 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 compost, está regulada por el R.D. 1310/1990, 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.

### 3. EL CICLO DE NITROGENO EN LOS SUELOS AGRICOLAS

El nitrógeno en el suelo está sujeto a un conjunto de transformaciones y procesos de transporte que se denomina ciclo de nitrógeno. En el gráfico n.º 1, Pág. 15 se presentan 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 de nitrato, sin disminuir apreciablemente la producción de los cultivos, es necesario conocer cómo 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 siguiente; 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 ( $\text{NH}_4^+$ ) 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 ( $\text{NH}_4^+$ ) se transforma primero en nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), y éste en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), 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<sub>2</sub>) 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 N/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 del agua sobre la superficie del suelo, de modo que no se infiltra 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 variables 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<sub>4</sub><sup>+</sup>) del suelo, en condiciones de pH alcalino, se transforma en amoníaco (NH<sub>3</sub>), que es un gas volátil. Aunque puede haber pérdidas importantes de N por volatilización cuando se abona con amoníaco anhidro, resultan más frecuentes aquéllas que ocurren cuando se emplean abonos nitrogenados en forma amónica en suelos alcalinos, sobre todo si el pH es mayor que 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.

VER CUADRO

#### 4. PERIODOS EN QUE ES RECOMENDABLE LA APLICACION DE FERTILIZANTES A LAS TIERRAS

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 ésta una medida eficaz para reducir el peligro de que el N sera 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 que se utilicen afluentes 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 compuestos 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 de 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 aumenta 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.

#### PERIODOS EN QUE LA APLICACION DE FERTILIZANTES NO ES RECOMENDABLE

VER CUADRO

1. Cereales de otoño-invierno: Considerando las condiciones climáticas coincidentes con los primeros estadios de estos cultivos, se aplicarán dosis bajas del abonado nitrogenado en la sementera; efectuándose en cobertera en los momentos de máxima necesidad, principalmente durante el ahijado y encañado.

De acuerdo con la forma del nitrógeno en el abono:

Nítrico: En el encañado.  
Amoniacal: En el ahijado.  
Nítrico y amoniacal: En el ahijado.  
Uréico: En el ahijado.

El sembrar leguminosas antes del cereal, deja en el suelo nitrógeno atmosférico fijado por la planta, que puede servir de aporte nitrogenado precoz para el cultivo siguiente.

Es muy conveniente la aplicación de estiércoles en otoño sobre el rastrojo inmediatamente antes de arar para facilitar la descomposición bacteriana de la paja durante el invierno.

## 2. Maíz-Sorgo.

N amoniacal, nítrico-amoniacal y uréico: Aportar 1/3 del N antes de la siembra.

N nítrico, nítrico-amoniacal: De los 2/3 restantes, la mitad localizada entre calles cuando la planta alcanza 25-30 cm. de altura y el resto cuando alcanza los 50-60 cm. de altura.

## 3. Praderas de gramíneas (temporales).

Nitrógeno nítrico, amoniacal o nítrico-amoniacal: Después de cada corte o pastoreo; no obstante las necesidades de forrajes serán las que marcarán al agricultor el momento de la aplicación.

N amoniacal, nítrico-amoniacal: Al final del invierno. El N uréico es menos eficaz en praderas que las demás formas de N.

Estiércoles, lisiers; Al final del verano y otoño cada 2 ó 3 años, si se puede.

## 4. Remolacha.

N amoniacal, nítrico-amoniacal y uréico: Aportar 1/3 de la dosis antes de la siembra.

N nítrico, nítrico-amoniacal: Los dos tercios restantes, uno en el aclareo y otro un mes después, aproximadamente.

Estiércoles, lisiers, gallinaza, compost y lodos: Recibirá cuando en la rotación sea cabeza de alternativa, una dosis importante de abono orgánico, bien hecho y con bastante anticipación a la siembra.

## 5. Patata.

N amoniacal, uréico: Aplicar en sementara.

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. Suele ir en cabeza de alternativa y agradece mucho el abonado orgánico. Se debe enterrar en invierno.

## 6. Tabaco.

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

N nítrico: 1/3 en la escarda.

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

#### 7. Girasol.

N amoniacal, uréico: Aconsejable enterrar el abono antes de la siembra mediante una labor.

N nítrico, nítrico-amoniacal, uréico: En cobertura, siempre que la humedad lo permita.

#### 8. Hortalizas.

a) De siembre 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, coles, calabacines, rabanitos, etc.) el momento del abonado pasa a segundo plano, como medida de contención de las pérdidas de N por lavado, respecto al riesgo, mucho mayor, de un exceso irracional de abonado nitrogenado, tan frecuente en este tipo de cultivos.

#### 9. Plantaciones leñosas.

N nítrico, amoniacal, nítrico-amoniacal y uréico: Debe aplicarse la mayor parte del N en las fases de prefloración, floración y formación del fruto.

N nítrico-amoniacal: Durante el engrosamiento de los frutos.

N orgánico, orgánico-mineral y efluentes zootécnicos así como composts: Al inicio del otoño para prever la brotación de las yemas de fruto para el año siguiente.

#### 10. Cítricos.

N amoniacal: La primera aplicación 15 días a un mes 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 de biuret.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, lisiers, gallinaza, composts, etc.: Es necesario realizar aportaciones repetidas de M.O. de cualquier origen, aconsejándose aportar un complemento nitrogenado para favorecer su humificación.

#### 11. Superficies forestales.

Las superficies forestales donde se den condiciones de acceso, circulación y orografía adecuadas podrán verse favorecidas por la aplicación de fertilizantes que corrijan las carencias nutritivas y propicien un mejor y mayor desarrollo de las especies herbáceas y forestales.

Las épocas, dosis y tipos de abono deberían ajustarse en función de los mismos parámetros que las praderas o plantaciones leñosas y de los tipos de suelos sobre los que se asientan.

### 5. APLICACION 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 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:

- a) De la naturaleza y del sentido de implantación de cubierta vegetal.
- b) De la naturaleza del suelo.
- c) De la forma de la parcela, del tipo y sentido del trabajo del suelo.
- d) De la naturaleza y del tipo de fertilizante.
- e) 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.

\*Caso de suelos enteramente cubiertos de vegetación.

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, uso de materiales adecuados, 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 correntía sea muy superficial (Ej. costra superficial) o más profunda (Ej. suelo 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 o 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 fertilizante.

Las épocas de aplicación posibles.

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

Convendría precisar estas recomendaciones cada vez que ello sea posible, teniendo en cuenta el contexto local.



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

#### 6. LA APLICACION DE FERTILIZANTES A TIERRAS EN TERRENOS HIDROMORFOS, INUNDADOS, HELADOS O CUBIERTOS DE NIEVE

Se trata de evitar las aplicaciones de fertilizantes bajo condiciones climáticas que agraven ulteriormente la infiltración o la escorrentía, teniendo en cuenta especialmente los tipos de abonos y las condiciones climáticas. Conviene por otra parte ser particularmente vigilante cuando el suelo está en pendiente.

\*Naturaleza del abono.

Ver el Apartado 2: Tipos de fertilizantes nitrogenados.

\*Condiciones climáticas.

Se consideran las cuatro situaciones siguientes:

- a) Suelos helados únicamente en superficie, alternando el hielo y deshielo a lo largo del día.
- b) Suelos completamente helados.
- c) Suelos nevados.
- d) Suelos inundados o encharcados.

a) Suelos helados únicamente en superficie, alternando el hielo y deshielo a lo largo del día.

En suelos helados únicamente en superficie y deshelados durante el día, la distribución de abonos es posible cualquiera que sea la naturaleza del fertilizante.

b) Suelos completamente helados.

No se deshielan durante el día, por lo que hay riesgos de escorrentía en caso de precipitaciones o de deshielo. Sin embargo, el riesgo se mide en función de la frecuencia y de la duración del período de hielo. Bajo este epígrafe los estiércoles bovino y ovino, gallinazas, composts y lodos de depuradora, así como los abonos minerales se deben únicamente distribuir en casos límite.

c) En suelos nevados.

Los riesgos de escorrentía son importantes durante el deshielo de la nieve. Por ello, las distribuciones de fertilizantes como lisiers, purines y abonos minerales son desaconsejados. Para los estiércoles, composts y lodos se atenderá a lo dictado en b) (se distribuirán en caso límite).

d) En suelos inundados o encharcados.

La distribución es desaconsejable en razón de los riesgos importantes de infiltración y de escorrentía.

Además están raramente aconsejados en el plano agronómico, por la incapacidad de la planta para absorber en N en estas condiciones.

Actuaciones: El cuadro siguiente precisa en qué condiciones son posibles las distribuciones de fertilizantes en suelos helados, inundados, encharcados o nevados. La naturaleza y la pendiente

del suelo deben ser tomadas en consideración.

CUADRO N.º 1

## 7. CONDICIONES DE APLICACION 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 afluentes zootécnicos y otros desechos orgánicos al suelo, conviene delimitar bien el terreno donde los desechos 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.).

\*Pendientes más o menos acentuada del margen.

\*Presencia y naturaleza de la vegetación (bosques en galería, prados, setos).

\*Ausencia de vegetación.

Posibles de zonas inundables: Deben considerarse las orillas inundables de los cursos de agua.

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).

Equipo 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.

Ganados en pastoreo: 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 a 10 metros 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 afluentes 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 hierba.

#### 8. CAPACIDAD Y DISEÑO DE LOS DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO DE ESTIERCOL Y MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACION DEL AGUA POR ESCORRENTIA Y FILTRACION EN AGUAS SUPERFICIALES O SUBTERRANEAS DE LIQUIDOS QUE CONTENGAN ESTIERCOL 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:

- a) La evaluación de los volúmenes a almacenar.
- b) El sistema de recogida.
- c) El sistema de almacenaje.
- a) Evaluación de los volúmenes 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 n.º 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 el Cuadro adjunto n.º 2 se indican las cantidades de deyecciones sólidas y líquidas, así como su composición.

\*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. Estas 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.

- b) 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.

c) Sistemas del almacenaje.

En todos los casos, las instalaciones 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 depende 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 asentarse sobre una superficie impermeable y con un punto bajo de recogida de los líquidos rezumados (purines, jugos de ensilajes) que deberán conducirse a una fosa impermeabilizada.

La peligrosidad de tales líquidos viene medida por la D.B.O. tal como sigue:

La demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) 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

CUADRO N° 2

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.

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 residuos. Estos últimos serán evacuados hacia los contenedores

de almacenaje.

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

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 evacúen hacia las instalaciones de almacenaje o de tratamiento de los residuos.

Se recomienda disponer, como mínimo, de una capacidad de almacenaje suficiente para cubrir los períodos en que la distribución no es aconsejable (ver Cuadro n.º 1). Este punto será precisado localmente.

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

#### 9. APLICACION DE FERTILIZANTES QUIMICOS Y ESTIERCOLES A LAS TIERRAS PARA CONTROLAR LAS PERDIDAS DE NUTRIENTES HACIA LAS AGUAS

A fin de controlar mejor el escape de elementos nutritivos hacia las aguas, y teniendo en cuenta que fuera de las zonas de influencia de la montaña la pluviometría de Castilla y León es baja (entre 350 y 500 mm/año), este Código de Buenas Prácticas Agrarias tiene en cuenta los efectos de la aplicación de un exceso de fertilizantes, las dosis a aplicar, y sobre las modalidades de distribución.

Efectos de la aplicación de fertilizantes: La aplicación de fertilizantes a los suelos en cantidades superiores a las que los cultivos son capaces de reciclar puede provocar efectos depresivos en las producciones y contaminación de las aguas subterráneas, por lo que, es necesario elaborar un plan en el que la aplicación de fertilizantes, tanto bajo forma de fertilizantes químicos como de residuos ganaderos, no sea superior a la capacidad de reciclado de los cultivos.

La materia orgánica que aportan los residuos ganaderos es retenida por el suelo y difícilmente puede alcanzar las masas de agua subterráneas salvo por accidentes físicos de los suelos sobre los que se aplican, y por ello, su incidencia es prácticamente nula en la calidad de estas aguas. Esta situación es igual para la mayoría de los componentes de los residuos ganaderos que difícilmente alcanzan profundidades superiores a 2 metros.

Los efectos del nitrógeno son distintos. Los nitratos son solubles y son arrastrados por las aguas de precipitación o riego hacia las capas más profundas, llegando a alcanzar a las corrientes y a las masas subterráneas. Cuando el contenido en nitrógeno es superior a 50 ppm, es decir 50 miligramos por litro, esas masas no pueden ser utilizadas para el abastecimiento de la población y su ingestión puede dar lugar a problemas sanitarios.

En Castilla y León al igual que amplias zonas de España la extracción de aguas subterráneas para el abastecimiento humano se sitúa en la actualidad en el 30-35%, mientras que la media comunitaria es del 70-80%; ésta ha sido una de las causas por la cual la C.E.E. ha aprobado en diciembre de 1991 la Directiva 91/676, relativa a la contaminación por nitratos de las masas de

agua, provenientes de fuentes difusas, fundamentalmente agrarias (fertilizantes minerales y orgánicos o ganaderos).

El correcto reciclado de los residuos ganaderos, en los suelos de Castilla y León, pobres en materia orgánica, puede mejorar de forma sensible la calidad de los mismos, puesto que simultáneamente se logrará disminuir la mineralización que padecen nuestros suelos como consecuencia de la práctica exclusiva del abonado mineral, lo que contribuirá a mejorar la cubierta vegetal y disminuir los riesgos de erosión.

En definitiva se puede decir que los residuos ganaderos pueden ser considerados bajo el punto de vista de sus efectos negativos sobre el medio ambiente y simultáneamente como subproductos o materias primas secundarias susceptibles de valoración económica. La transformación de un concepto en otro se logra mediante una gestión adecuada de dichos residuos.

Dosis de aplicación: La determinación cuidadosa de la dosis a aplicar sobre una parcela, en previsión de las necesidades del cultivo, deben permitir el evitar los excesos en la fertilización y por 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 parcela. 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 residuos 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 residuos ganaderos se hace necesario a fin de evaluarlos mejor.

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

- \* Homogeneidad de los fertilizantes (calidad constantes).

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

- \* Regulación del equipo de aplicación.

Un equilibrio 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 residuos ganaderos.

\* 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 suministrado en el año considerado.

Modos de aplicación: Procurar que las máquinas distribuidoras y enterradoras de abono estén bien reguladas y hayan sido sometidas a un control previo a su comercialización en un centro especializado, a fin de asegurar unas prestaciones mínimas de uniformidad en la aplicación de los fertilizantes.

10. GESTION DEL USO DE LA TIERRA CON REFERENCIA A LOS SISTEMAS DE ROTACION DE CULTIVOS Y A LA PROPORCION DE LA SUPERFICIE DE TIERRAS DEDICADAS A CULTIVOS PERMANENTES EN RELACION CON CULTIVOS ANUALES Y AL MANTENIMIENTO DURANTE PERIODOS LLUVIOSOS DE UN MANTO MINIMO DE VEGETACION QUE ABSORBA EL N DEL SUELO PARA EVITAR LA CONTAMINACION DEL AGUA POR NITRATOS

Todo sistema agrícola que deje el suelo desnudo en invierno constituye un factor de riesgo importante.

Las alternativas consisten en distribuir los cultivos entre las diferentes parcelas de la explotación y definir una sucesión ordenada de los mismos, en el tiempo.

La combinación de los dos factores (espacio y tiempo) deberá limitar la superficie desnuda en invierno.

En la gestión de las tierras, a escala de explotación y de parcela, debe contemplarse el riesgo de contaminación de las aguas por nitratos procedentes de la propia finca. Esta contaminación está ligada a la presencia de N bajo forma mineral, susceptible de ser lixiviado hacia las capas freáticas, o bajo formas mineral y orgánica que pueden ser arrastradas por escorrentía hacia las aguas superficiales o subterráneas.

Dentro de las diferentes soluciones técnicas para una misma producción, se debe concretar aquéllas que limiten el riesgo de contaminación del agua por nitratos.

A este respecto, la aplicación de un abonado razonable es esencial. Para las otras técnicas, conviene adoptar prácticas específicas para cada cultivo, en el contexto suelo-clima, sin que actualmente pueda establecerse una de alcance general.

La gestión de un cultivo dentro de una alternativa y en un contexto concreto de suelo y clima puede ser más o menos fuente de contaminación, dependiendo del intervalo de tiempo entre el cultivo que le precede o que le sigue y de la naturaleza, cantidad y tratamiento de los residuos de cada cosecha en particular.

Distribución de la superficie agraria en Castilla y León: La superficie agraria en Castilla y León es de 7,8 millones de hectáreas, que representan el 82% del territorio regional.

Esta superficie se distribuye, según usos:

103 Has. Cultivos herbáceos y barbecho ...

3746,6

Cultivos leñosos 88,9

Prados y pastizales 1644,8

Forestal 2370

7817,3-

En cuanto a la distribución por sistemas de cultivo:

103 Has.

Regadío 406,5

Secano 3429

Prados y pastizales 1644

Alternativas más frecuentes en la agricultura Castellana Leonesa: A continuación y a título orientativo, se describen las alternativas más generalizadas en el campo de Castilla y León y cuya aplicación se modifica según la Política Agrícola Común (P.A.C.).

Alternativa barbecho blanco/cereal/erial/pradera: Es la alternativa propia de la dehesa. Se labran los tercios, cuartos o quintos cada 3, 4 ó 5 años y se siembran de cereal. Al año siguiente el rastrojo se pastorea como erial, que en los años siguientes se transforma en pradera.

Alternativa año y vez: Es la rotación de cultivos con un año de cereal y el siguiente de barbecho blanco.

Presenta problemas en relación con el coste de las labores y los riesgos de erosión.

Alternativa cereal/barbecho semillado: Mejora la alternativa anterior, sembrando el año siguiente al cereal, una leguminosa grano o forrajera.

Los suelos españoles son muy pobres en materia orgánica y el hecho de que las leguminosas fijan N atmosférico, hace que sea muy recomendable el semillado de los barbechos, que puede ser total o parcial.

Alternativas más complejas que mantiene el barbecho: El girasol ha adquirido carta de naturaleza en tierras más bien fértiles de nuestra región, formando parte de diversas alternativas.

De tres años: Cereal/Girasol/Barbecho.

De cuatro años: Cereal/Barbecho/Girasol/Leguminosas.



Otras alternativas sin barbecho: En amplias zonas del Valle del Duero se utilizan alternativas en las que el barbecho se reduce a la retirada obligatoria y donde se alternan cultivos de cereales, leguminosas y oleaginosas, siendo el cereal predominante en la rotación.

Alternativas de regadío: El regadío permite incrementar las producciones unitarias e intensificar las rotaciones, introduciendo cultivos intercalares.

Las alternativas o distribuciones de cultivos herbáceos más frecuentes en las distintas zonas de regadío son:

Cereal invierno 27%  
Alfalfa 12%  
Remolacha azucarera 23%  
Patatas o maíz 38%

Actuaciones: Referente a los sistemas en que los cultivos son anuales, se recomienda, siempre que sea posible:

Mejorar el orden de sucesión de los cultivos de modo que se reduzca la superficie de suelo desnudo durante los períodos que presenten riesgos de lavado.

A este respecto conviene tener en cuenta el cuadro siguiente, en el que se contempla el efecto sobre un cultivo de los cultivos precedentes:

CUADRO N.º 3

Precedentes culturales

Cultivo Trigo Cebada Maíz Remolacha Patata Colza Alfalfa Girasol

Trigo	R	M	MB	B	MB	B	MB	B
Cebada	B	B	MB	M	MB	B	MB	B
Maíz	B	B	MB	B	MB	B	MB	MB
Remolacha	MB	MB	MB	M	-	B	MB	MB
Patata	B	B	-	-	M	-	MB	B
Colza	R	R	-	MB	-	M	-	B
Alfalfa	B	MB	-	-	M	-	M	MB
Girasol	B	B	B	MB	MB	R	MB	M

Siendo:

MB.: Muy bueno. Descenso de rendimientos despreciables, o como mucho, inferiores al 5%.

B.: Bueno. Descenso de rendimientos entre el 5 y el 15%.

R.: Regular. Descenso de rendimientos entre el 15 y el 30%.

M.: Malo. Descenso de rendimientos superiores al 30%.

Enterrar los residuos de las cosechas, ya que esta práctica mejora el suelo considerablemente y dota a éste de mayor poder de retención del agua, disminuyendo la erosión.

Proteger el suelo de la erosión en rotaciones de leguminosas, tales como:

De secano:

Alfalfa  
Algarrobas  
Almortas

Altramuces dulces  
Judías verdes y secas  
Esparceta  
Garbanzos Tréboles  
Guisantes verdes y secos  
Habas verdes y secas  
Haboncillos  
Lentejas  
Veas  
Veza-Cereal  
Yeros.

El aumento de la superficie no cubierta de vegetación en el período otoño-invierno es una de las causas más importantes de pérdida del suelo. Las leguminosas enriquecen el terreno en N y proporcionan una buena renta si su recolección mecánica está perfeccionada. El siguiente cultivo tendrá una necesidad reducida de N suplementario al principio de su desarrollo.

Por lo que concierne a las praderas se recomienda siempre que sea posible:

Implantar rápidamente cultivos exigentes en N después de levantarla, y en los años siguientes, (en particular si se trata de una pradera de larga duración).

Implantar rápidamente un cultivo exigente en N después de una leguminosa.

En el caso en que la siembra no se haga rápidamente, conviene adoptar técnicas tendentes a limitar la mineralización de los residuos de las cosechas.

Para reducir la contaminación de las aguas superficiales por los nitratos, se recomienda, cuando sea factible:

Mantener con hierba los fondos de las vaguadas y las orillas de los cursos de agua.

Conservar los árboles, setos y zonas boscosas en los márgenes de los ríos y arroyos.

Arbitrar en la cuenca receptora medios de lucha contra la erosión de los suelos, mediante la combinación de técnicas culturales (laboreo perpendicular a la pendiente, cultivos intermediarios) y de mejora (setos, taludes y desagües encespados).

Todas las recomendaciones anteriores deben considerarse como de tipo general, debiendo adaptarse a las condiciones particulares de cada zona, la elección de los cultivos y su secuencia, la proporción entre los de invierno o primavera y el manejo de los residuos de las cosechas.

#### 11. ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE FERTILIZACION ACORDES CON LA SITUACION PARTICULAR DE CADA EXPLOTACION

Las explotaciones agrícolas establecerán planes de abonado. El cálculo de la fertilización para el conjunto de la explotación, se efectuará individualizando por parcelas atendiendo al tipo de suelo y cultivo en cada una de ellas.

La elaboración de planes de abonado y el llevar cuadernos para anotar la aplicación de fertilizantes en la 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 el titular de la explotación agrícola establezca planes de abonado, atendiendo a las características de los suelos y de los cultivos, de manera que quede constancia de su ejecución y permita el seguimiento de los mismos, de acuerdo con las Buenas Prácticas Agrarias que recoge este Código.

## 12. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEBIDO A LA ESCORRENTÍA Y A LA LIXIVIACIÓN EN LOS SISTEMAS DE RIEGO

El regadío puede facilitar la contaminación nitrúrica 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 (aplicación 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.

Localización de 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 abono.

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.

Localización 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 se caracterizan por:

Suelos de textura arcillosa.

Suelos poco permeables y con elevada capacidad de campo.

Terrenos profundos (más de 60-70 cm.).

Localización de la capa freática a más de 20 m.

Suelos 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 elevados 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 climáticos.

Para evitar la pérdida de nitrato en riego, el riego a manta puede ser adoptado en suelos arcillosos y en cultivos dotados del sistema radicular profundo.

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

Cuando se adopta el riego por infiltración lateral (por surcos) conviene recordar que 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 solutos lixiviados de capas más superficiales.

En el caso de que se practique el riego 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 sobre el reparto del agua sobre el terreno.

En el caso de que se efectuó una fertirrigación, para prevenir fenómenos de contaminación, debe ser practicada con métodos de riego que aseguren una elevada eficiencia distributiva del agua; el fertilizante no debe ser puesto en el agua desde el comienzo del riego, sino preferiblemente después de haber suministrado cerca del 20-25% del volumen de agua; la fertirrigación debe completarse cuando se ha suministrado el 80-90% del volumen de agua.

En los sistemas de riego localizado, se suele producir una alta concentración salina en la superficie del «bulbo» húmedo, si es riego por goteo, o siempre en la envolvente que separa zona húmeda de tierra seca. Para corregir estas zonas de alta concentración, es conveniente variar periódicamente los caudales y los tiempos de riego.