

Código de Buenas Prácticas Agrarias

1. Presentación

La Comunidad Autónoma Andaluza (C.A.A.) siguiendo lo establecido en 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" en su artículo 5, redacta el presente Código de buenas prácticas agrarias, que si bien no tiene carácter obligatorio si recoge una serie de recomendaciones que voluntariamente podrían llevar a efecto los agricultores.

Con anterioridad a este R.D. y de acuerdo con la Directiva del Consejo de 12 de Diciembre de 1991 (91/676/CEE) por la que se aprobó una propuesta sobre medidas de protección de aguas contra la contaminación nitrada, la Dirección General de la Producción Agraria de la Consejería de Agricultura y Pesca realizó un prototipo de estudio en el Sistema Acuífero N° 28, ha realizado últimamente estudios detallados en las Zonas Vulnerables Detrítico de Antequera y Vega de Granada, estando en finalización la Zona Vulnerable de Litoral Mediterráneo e iniciada en 1999 la Zona Vulnerable del Valle del Guadalquivir Córdoba – Jaén y Litoral Atlántico, para elaborar a partir de datos concretos agrícolas y ganaderos del área una serie de normas para su recomendación en las prácticas agrícolas y ganaderas de la zona. Por ello el presente documento extensivo a toda la C.A. contiene normas generales de aplicación voluntaria y que se concretará para cada Zona Vulnerable con establecimiento de los programas de actuación dada la cantidad de factores intrínsecos y extrínsecos que afectan a cada una de ellas en su desarrollo productivo así como las prácticas culturales empleadas y su desarrollo socioeconómico.

La diversidad de agriculturas existente en la geografía andaluza, con apreciables diferencias en cuanto al medio físico y sistemas de cultivo, justifica, el establecimiento de Códigos de Buenas Prácticas Agrarias específicos en relación con las distintas zonas vulnerables.

Resulta, por tanto, aventurado intentar sintetizar en el contexto de unas normas generales la complejidad anteriormente expuesta. Por ello se considera este documento como una primera aproximación y anticipo de futuras normas según los casos y que fue publicado en el BOJA por Resolución de 12 de diciembre de 1997 de la Dirección General de la Producción Agraria y en el Boletín de Información Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca en su número 124 de marzo de 1998.

Este "Código de Buenas Prácticas Agrarias" tiene como objetivo fundamental el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente considerando el uso óptimo de las aportaciones nitrogenadas al suelo debidas a las prácticas agrícolas y ganaderas, así como otras actuaciones en la actividad agraria.

2. Consideraciones sobre la fertilización en la Comunidad Autónoma de Andalucía

Existe en la Comunidad Autónoma Andaluza una clara preocupación por el uso racional de los medios de producción, dado que el mal uso, y sobre todo el uso por exceso de dichos medios, afecta, no solamente desde una perspectiva puramente económica, sino que además produce un impacto medioambiental importante.

Los fertilizantes son un ejemplo de todo ello, por lo que la Dirección General de la Producción Agraria, al objeto de racionalizar el uso de los mismos está llevando a cabo la puesta a punto de un sistema de asesoramiento al agricultor prestándose un servicio objetivo y específico a cualquier explotación agrícola de la Comunidad.

En este sentido se realiza un análisis actualizado de la situación de la fertilización en Andalucía teniendo en cuenta el uso agrícola del suelo por grandes grupos de cultivos.

2.1 Distribución de la superficie agrícola de Andalucía ocupada por grupos de cultivo

Para poder hacer una evaluación del empleo de fertilizantes en Andalucía es necesario conocer la distribución de la superficie agrícola por grupos de cultivo ya que estos tienen unas necesidades de fertilizantes distintas en cuanto a tipo de fertilizante, momento de aplicación y extracciones.

En el cuadro siguiente se indican las superficies de los distintos grupos de cultivos en Andalucía durante el período 1989/98, indicando los máximos y mínimos del citado período así como la media y el porcentaje de ésta sobre el total de la superficie cultivada.

DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA OCUPADA POR GRUPOS DE CULTIVOS				
	SUPERFICIES (HAS) DEL PERÍODO 1.989/98			
GRUPO DE CULTIVO	MEDIA	% S/TOTAL	MAXIMO	MINIMO
Cereales	920.992	25,66	1.081.740	804.703
Leguminosas grano	84.601	2,36	138.268	50.953
Tubérculos consumo humano	29.198	0,81	34.381	24.328
Cult. herbáceos industriales	623.779	17,38	771.234	542.849

Cult. forrajeros	156.880	4,37	279.753	99.564
Hortalizas, flores y ornamentales	126.755	3,53	132.929	118.490
Cítricos	44.389	1,24	52.189	40.762
Frutales (excepto almendro)	36.065	1,00	40.216	34.302
Almendro	180.876	5,04	200.839	148.321
Viñedo	63.031	1,76	82.336	34.808
Olivar	1.321.056	36,80	1.441.749	1.242.852
Otros leñosos	2.192	0,06	6.620	224
TOTAL	3.589.813	100,00		
Fuente: Consejería Agricultura y Pesca. Manual de estadísticas agrarias y pesqueras				

De entre estos grupos de cultivos destaca el Olivar con un 36,80% del total de las tierras cultivadas, dedicándose más del 90% de este a la aceituna para aceite, siendo por orden de importancia las provincias de Jaén y Córdoba las de mayor superficie, siguiendo las provincias de Sevilla, Granada y Málaga. En el olivar de aceituna de mesa destaca la provincia de Sevilla.

Entre los cultivos herbáceos anuales destacan los cereales, con un 25,66% del total de la superficie cultivada, entre los que el trigo ocupa la mitad de esta superficie, siguiendo la cebada con una cuarta parte y los cereales de primavera (Maíz, arroz y sorgo) con la décima parte. El resto lo ocupan otros cereales en secano como avena, triticale y algunos más con poca significación en Andalucía.

A continuación, en orden de importancia, siguen los cultivos herbáceos industriales, con un 17,38% de la superficie total cultivada, destacando entre estos el girasol, que representa alrededor del 80% del grupo. La remolacha y el algodón suponen una sexta parte cada uno de la superficie dedicada a este grupo de cultivos. Con mucho menor peso superficial se encuentran la colza, el tabaco y el lino textil. Con escasa significación se dan la soja y el cártamo fundamentalmente.

Le sigue, en orden de importancia, el cultivo del almendro con un 5,04% que se distribuye geográficamente entre las provincias de Granada y Almería a las que le sigue la provincia de Málaga, en el resto de las provincias andaluzas este cultivo tiene escasa significación.

Los cultivos hortícolas, de flores y ornamentales (aire libre, protegidos e invernadero), con gran peso en la fertilización por sus requerimientos en nutrientes por unidad de superficie, ocupan el 3,53% de la superficie total cultivada. Destacan, con la décima parte aproximadamente de esta superficie cada uno de los cultivos, tomate, melón, sandía, pimiento, ajos y judías verdes. El fresón, los espárragos, el pepino, la cebolla, la zanahoria y las habas verdes suponen cada uno alrededor del 5% de esta superficie dedicada a hortícolas, flores y ornamentales. El resto se distribuye entre especies con menor representación.

Los cultivos forrajeros suponen el 4,37% de la superficie total cultivada. Se incluyen, por orden de importancia, en este grupo los cereales para forraje, la veza, la alfalfa y el maíz forrajero, principalmente.

El grupo de las leguminosas grano, con el 2,36% de la superficie total cultivada, esta representado, por orden de importancia, por los garbanzos, los guisantes secos, las habas secas, la veza y el altramuza, con muy poco peso de otras especies.

El viñedo es el siguiente cultivo en orden de ocupación superficial, con un 1,76% de la superficie total cultivada, en donde el viñedo para vinificación ocupa el 90% de la superficie dedicada a este grupo y el viñedo para mesa ocupa el 10% restante.

Finalmente los grupos de cítricos, frutales (excepto almendro) y los tubérculos representan cada uno alrededor del 1% de la superficie total cultivada, si bien en estos casos, estos cultivos se encuentran ocupando áreas geográficas muy determinadas dentro de esta Comunidad Autónoma que los hace destacables en cuanto al uso de fertilizantes en esas zonas donde se cultivan.

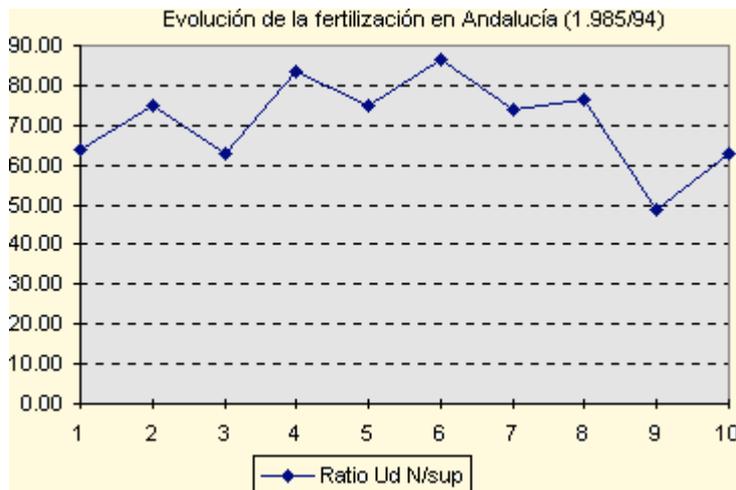
2.2 Evolución del consumo de fertilizantes en Andalucía

En la información estadística disponible sobre el consumo de productos fertilizantes en España se observa defectos en cuanto a su asignación concreta a cada provincia e incluso a regiones. En efecto, de un lado la dificultad de controlar los movimientos de productos a nivel interprovincial que en algunos casos superan las barreras de la Comunidad Autónoma y de otro, el escaso control existente aun sobre el producto de importación, en lo que se refiere a su destino final. Todo ello hace que la evolución estadística del consumo deba de tomarse con la debida precaución, considerando las cifras no como exactas, sino más bien, como orden de magnitud que permiten definir tendencias.

En este sentido, para considerar la evolución del consumo de fertilizantes, y dado que muchas de las cifras provinciales vienen distorsionadas en mayor o menor cuantía entre unas y otras provincias, se ha estimado más adecuado realizar el análisis a nivel de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Así, en el siguiente cuadro se presenta la evolución del consumo de unidades fertilizantes, en Tm, por tipo de nutriente, durante el período 1.985/94, donde se observa que a un año con un nivel de fertilización de nitrógeno menor le corresponde el siguiente con un nivel de fertilización mayor, práctica habitual en los secanos de Andalucía. Para observar la tendencia en cuanto al consumo de fertilizantes se ha usado la ratio Ud de nitrógeno por Ha cultivada. El hecho de que el nivel de fertilización con nitrógeno haya ido incrementándose, como se observa en el gráfico de la página siguiente, desde los primeros años del período considerado hasta la campaña 1.990/91 es el que hay que destacar, si bien en las últimas campañas ha habido un descenso de fertilización debido principalmente a las condiciones climatológicas desfavorables y a las ayudas por superficie que obligan a retirar de la producción un porcentaje importante de la superficie cultivada.

EVOLUCIÓN CONSUMO DE UD. FERTILIZANTES (Tm)				
AÑO	Nitrógeno (N)	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)	Ratio Ud N/sup
1.985	229.370	79.840	44.700	63.8
1.986	268.930	94.760	45.740	74.8
1.987	226.690	87.960	52.810	63.1
1.988	299.500	91.170	60.610	83.4
1.989	269.683	98.057	57.334	75.1
1.990	311.252	131.000	75.423	86.7
1.991	264.687	121.331	66.052	73.7
1.992	274.636	93.693	59.634	76.4
1.993	175.724	74.169	58.453	48.9
1.994	226.001	88.861	63.340	62.9



2.3 Fertilizantes más utilizados Los aportes de fertilizantes se pueden realizar a través de abonos simples, que incluyen un sólo nutriente, o a través de abonos complejos que incluyen dos o más nutrientes. En Andalucía, los aportes de fertilizantes se realizan generalmente de la manera siguiente:

DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL CONSUMO DE Ud. FERTILIZANTES			
Tipo fert./Nutriente	Nitrógeno (N)	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)
Nitrogenados simples	80	---	---
Fosfatados simples	---	10	---
Potásicos simples	---	---	32
Complejos	20	90	68
Total	100	100	100

Fuente: ANFFE (Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes Españoles)

Es de destacar que los aportes de nitrógeno se realizan principalmente a través de abonos simples (80%), mientras que los aportes de fósforo se hacen a través de complejos (90%). Los aportes de potasio se realizan a través de simples (32%) y complejos (68%).

2.3.1 Nitrogenados simples Entre los fertilizantes nitrogenados simples, los más utilizados a nivel regional son la "Urea 46%" que representa el 40% del consumo total de este tipo de fertilizantes y el "Sulfato amónico 21%" que representa el 21%. En la Andalucía se mantiene esta relación para las provincias occidentales y se invierte para las orientales donde el Sulfato amónico supera a la Urea. Destacan las provincias de Sevilla y Córdoba en cuanto a consumo de Urea y Granada y Sevilla en cuanto a consumo de Sulfato amónico.

El "Nitrato amónico-cálcico", el Nitrato amónico 33,5%" y las "Soluciones nitrogenadas" representan en conjunto en 30% del consumo de nitrogenados simples. A nivel provincial, destacan Sevilla y Córdoba en el consumo de este tipo de fertilizantes.

El "Nitrato de cal 15,5%" se usa en menor medida, destacando que solo se distribuye en las provincias Almería y Sevilla.

El "Amoniaco agrícola 82%", el "Nitromagnesio 20%" y el "Nitrato de Chile 15,5%" prácticamente han dejado de utilizarse.

2.3.2 Fosfatados simples

Los fosfatados simples tienen menor relevancia en el consumo de abonos. De las cifras totales cabe destacar que el consumo de "Superfosfato simple" representa el 96% del este tipo de fertilizantes. El "Superfosfato concentrado" representa el 4% restante.

2.3.3 Potásicos simples

Este tipo de fertilizantes, con un bajo consumo, representa el 0,5% del de nitrogenados simples y el 7% del de fosfatados simples. Esto es debido a que las necesidades de potasio de los cultivos se cubren con los aportes a base de complejos. Es de destacar que el 90% del consumo de este tipo de fertilizantes se realiza en las provincias de Almería, Málaga y Granada.

2.3.4 Complejos binarios (N-P, N-K, P-K)

El consumo de complejos "N-P sin NAP ni DAP" representa el 17% del total de estos complejos, el de complejos "N-K" el 3% y el de complejos "P-K" el 3%. Hay que destacar que el 90% del consumo de complejo "P-K" se realiza en Almería.

2.3.5 Complejos (NPK)

El consumo de fertilizantes complejos NPK representa el 38% del total de fertilizantes en Andalucía. El complejo "NPK >10% N" representa el 58% del total de estos complejos y el "NPK ≤10% N" el 23%, manteniéndose esta relación en todas las provincias excepto en Almería, donde el consumo del primero representa el 70%.

3. Legislación aplicable

3.1 Legislación de la U.E.

- DIRECTIVA 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.
- DIRECTIVA 80/778/CEE, de 15 de julio de 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- DIRECTIVA 75/440/CEE, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.
- DIRECTIVA 76/160/CEE, de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño.
- DIRECTIVA 78/659/CEE, de 18 de julio de 1978, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- DIRECTIVA 80/68/CEE, de 17 de diciembre de 1979, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.
- DIRECTIVA 86/278/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a la protección del medio ambiente y en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.
- DIRECTIVA 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

3.2 Legislación nacional

- Ley 29/1985, de 2 de agosto de Aguas.
- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto de Aguas.
- Orden de 11 de mayo de 1988, en la que se dan las características básicas de calidad que deben mantenerse en las corrientes superficiales, destinadas a la producción de agua potable (B.O.E. de 24-05-88)

- Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (B.O.E. 20-9-90)
- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario (B.O.E. de 1-11-90)
- Orden de 26 de octubre de 1993, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario (B.O.E. de 5-11-93)
- Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación y producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Orden de 28 de mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines.

3.3 Legislación de la Comunidad Autónoma

- Orden de 22 de noviembre de 1993, por la que se desarrolla en el ámbito de la Comunidad Autónoma Andaluza el Real Decreto 1310/90 y Orden de 2 de octubre de 1993 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrícola.
- Decreto 261/1998 de 15 de diciembre, por el que se designan las Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 54/1999 de 2 de marzo, por el que se declaran las Zonas sensibles, normales y menos sensibles en las aguas del litoral y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

3.4 Divulgación en la Comunidad Autónoma Andaluza

- Resolución de 12 de diciembre de 1997 de la Dirección General de la Producción Agraria, publicada en BOJA número 2 de 8 de enero de 1998.
- Boletín de Información Agraria y Pesquera número 124, de marzo de 1998.

4. Recomendaciones

4.1 En cuanto a la fertilización nitrogenada y la erosión

4.1.1 Periodos de aplicación recomendables para la fertiización en la Comunidad Autónoma de Andalucía y principales productos nitrogenados Delimitar correctamente el periodo de aplicación del fertilizante a cada cultivo es práctica necesaria y fundamental para el buen aprovechamiento del Nitrógeno por parte de las plantas. Por ello se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones :

- A diferencia de la fertilización fosfatada y potásica, en la que predomina el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la fertilización nitrogenada debe adaptarse en todos sus aspectos al desarrollo del cultivo.
- La extraordinaria movilidad del nitrógeno en el suelo debido a su escasa retención en el mismo, con el consiguiente riesgo de lixiviación, hacen que sea necesario realizar un fraccionamiento de dicho nutriente en su aporte a los cultivos en función de las características de su ciclo vegetativo.
- El fraccionamiento favorece, el rendimiento del cultivo poniendo a su disposición el nutriente cuando más lo necesita con el consiguiente beneficio económico. Protege las aguas subterráneas contra el exceso de nitrógeno pues permite revisar los objetivos de rendimiento en función de la evolución del cultivo y de las condiciones climatológicas, y en su caso ajustar la dosis total de dicho nutriente. Esto es especialmente importante en los cultivos de secano donde el principal factor limitante es el agua.
- Relacionada con el periodo de aplicación se encuentra la forma del nitrógeno presente en los fertilizantes y por consiguiente su comportamiento en el suelo y su aprovechamiento por los cultivos.
- Los abonos con nitrógeno en forma nítrica, por ser esta forma muy móvil en el suelo, están más expuestos a los procesos de lixiviación y escorrentía, y por ello es más aconsejable su utilización en los estados fenológicos de mayor demanda donde la extracción del nutriente es mucho más rápida, es decir en abonado de cobertera y en dosis fraccionadas.
Los principales abonos con N sólo bajo forma nítrica son el Nitrato de Chile (15,5% de N), Nitrato de Calcio (15,5% de N) y Nitrato de Potasio (13% de N).
- El nitrógeno en forma amoniacal tiene un efecto de absorción por parte de la planta relativamente más lento por su mayor retención en los suelos, lo que hace que esta forma sea preferible para abonado de sementera. Los principales abonos con contenido de N sólo amoniacal son el amoniaco anhidro (82% de N), sulfato amónico (20 – 21% de N), soluciones amoniacales y fosfatos amónicos.
- Los abonos con nitrógeno nítrico y amoniacal, por su doble contenido en cuanto a la forma del nitrógeno, dan soluciones válidas a diversos problemas de abonado según el desarrollo fenológico y el estado del cultivo.

Los principales productos nitroamoniales son el nitrato amónico (33,5% de N, mitad nítrico y mitad amoniacal) y los nitratos amónicos cálcicos (riquezas desde el 20,5% de N). Existen soluciones de nitrato amónico y urea (riqueza mínima del 26% de N) y nitrosulfato amónico (26% de N, de los cuales 7% es nítrico y 19% amoniacal).

- La forma uréica del nitrógeno es hidrolizada muy rápidamente a la forma amoniacal en condiciones normales de temperatura, humedad y pH, durando el proceso aproximadamente de 3 a 10 días; esto hace que su acción sea algo más lenta que la de las formas amoniales. Se ha de tener cuidado en la época de aplicación ya que al ser muy soluble tiene un gran riesgo de lavado antes de su hidrólisis. El producto más común es la urea (46% de N) que es así mismo el producto sólido con mayor riqueza en N.

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.

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.

Abonos con N de liberación lenta. Son abonos de acción retardada cuya característica principal es librar 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. del producto terminado.

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

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 ion amonio en ion nítrico. Tales sustancias son llamadas: inhibidoras de la nitrificación. Actualmente hay en el comercio formulados con adición de cantidades calibradas de diciandiamida (DCD).

La adicción 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 lisiere y así aumentar su eficacia.

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:

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

Se pueden así sintetizar las características principales de los diversos residuos procedentes del ganado:

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.

Lisier (abono producido en alojamiento con escasa paja para cama) 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 "liquiestiercol", 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.

Lisier (abono producido en alojamiento con escasa paja para cama) 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.

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 K₂₀ 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.

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.

Otros compuestos.

- **Compost.** Los compost 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 del 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 de ciertas dosis dictadas por el análisis del suelo y del compost a utilizar, sobre la base de cuanto disponga la normativa vigente.

- **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, y 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 20 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.

La anterior normativa ha sido desarrollada en Andalucía con la Orden de 22 de noviembre de 1993.

Como actuación a este respecto se indica a continuación los periodos de aplicación más aconsejables así como el tipo de fertilizante a emplear en los cultivos o grupos más importantes dentro de la Comunidad Autónoma. Estas

recomendaciones son a título general, debiéndose concretar con mas criterios cuando se realicen estudios concretos en cada área o zona de producción teniendo en cuenta las características propias de cada una de ellas.

4.1.1.1 Cereales de invierno

Cultivos principales: Trigo y Cebada.

PERIODO DE APLICACION:

- Se deberá evitar en lo posible el abonado de fondo, ya que en muchas situaciones el suelo provee a las plantas con suficiente nitrógeno en el periodo inicial; repartiendo el nitrógeno de cobertera en los estados fenológicos de ahijado, encañado y espigado.
- En los años de sequía, no se recomienda abonar en fondo aunque sea una práctica habitual los años de pluviometría normal. En estos años se deben hacer solo dos abonados de cobertera, no añadiéndose nitrógeno en el espigado ya que al haber muy poca humedad en esa época, el abonado en este estado resulta conflictivo.
- No se recomienda lo que es una práctica puntual en algunas áreas, mezclar fondo y primera cobertera en el momento de la siembra, con una dosis mayor para abarcar mas periodo vegetativo, por el consiguiente peligro de lavado del exceso cuando hay una pluviometría normal.

FORMA DE APLICACION:

- Nítrico : En el encañado y en el espigado
Amoniacal: en el ahijado
Nítrico y amoniacal : en el encañado
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, lo que es aconsejable.

4.1.1.2 Cereales de primavera

Cultivos principales: Maíz y Sorgo

PERIODO DE APLICACION:

El abonado nitrogenado en las zonas de producción es bastante equilibrado respetándose el tercio de reparto, entre sementera y los dos periodos críticos de cobertera (altura de la planta 30-40 cm y floración).

Se desaconseja el aporte de abono nitrogenado una vez que han aparecido los primeros penachos (maíz) y panículas (sorgo).

FORMA DE APLICACION:

Antes de la siembra un tercio en nitrógeno en su forma de Nitrógeno amoniacal, nítrico-amoniacal o uréico. De los dos tercios restantes la mitad localizada entre calles cuando la planta alcance los 30-40 cm. y el resto en la floración en su forma de Nitrógeno nítrico o nítrico-amoniacal.

Cultivo: Arroz

PERIODO DE APLICACION:

El nitrógeno se aplicará la mitad en sementera y el resto entre el principio del ahijado y el encañado, no debiéndose en ningún caso abonar transcurrido este periodo.

FORMAS DE APLICACION:

La mitad del nitrógeno aportado antes de la siembra será en forma amoniacal y el resto en cobertera en forma nítrico-amoniacal o uréico.

4.1.1.3 Leguminosas grano

A este grupo de cultivos no se le practica, en general, ningún tipo de abonado nitrogenado dado que estas plantas asimilan el nitrógeno del aire por su asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno, si bien, en algunos casos, no hay que descartar que el posible aporte de algo de nitrógeno que practiquen algunos agricultores por las especiales condiciones del suelo se realice con anterioridad a la siembra, si las condiciones específicas del suelo así lo aconsejan.

4.1.1.4 Cultivos herbáceos industriales

Cultivo: Remolacha

PERIODO DE APLICACION:

Se recomienda realizar las aportaciones de nitrógeno distribuyéndose un tercio de la dosis en fondo antes de la siembra y los dos tercios restantes repartidos en el aclareo y un mes posterior, siendo en la actualidad práctica

habitual en las zonas de producción. No se considera conveniente continuar el aporte de abono nitrogenado una vez que la raíz ha alcanzado un mínimo de 400 gr.

En aquellos casos en que se tenga previsto el aporte de abono orgánico, (siempre que exista posibilidad, y las condiciones del suelo lo aconsejan y este cultivo ocupe cabeza de alternativa), se realizará con bastante anterioridad a la siembra y se aplicará un abono orgánico bien hecho.

FORMAS DE APLICACION:

El tercio anterior a la siembra en forma amoniacal, nítrico-amoniacal o uréico y los dos tercios restantes de cobertera en forma nítrico o nítrico-amoniacal.

El abono orgánico podrá ser estiércol, lisiers, gallinaza, compost o lodos.

Cultivo: Algodón

PERIODO DE APLICACION:

En la actualidad no se emplea en general el nitrógeno en exceso; ajustándose las dosis a las extracciones y realizándose la distribución del abonado nitrogenado en fondo y dos coberteras, que es lo aconsejable.

FORMAS DE APLICACION:

En el abonado de fondo el nitrógeno se utilizará en forma uréica o amoniacal. En cobertera se fracciona el resto; uno en el aclareo y otro un mes después aproximadamente, sin que se retrase en exceso, empleando formas de nitrógeno nítrico-amoniacal o uréico.

Cultivo: Girasol

PERIODO DE APLICACION:

Este cultivo necesita una adecuación de la dosis a las exigencias del cultivo ya que la media de aplicación de nitrógeno en Kg./Ha y Tm. de producto está, en general, por encima de las necesidades. Aplicándose la mitad antes de la siembra y el resto en cobertera.

En este sentido, no se considera recomendable el abonado de cobertera. El de fondo sólo se llevará a cabo en los días previos a la siembra cuando el cultivo haya sido precedido de un rastrojo de cereal.

FORMAS DE APLICACION:

La aplicación anterior a la siembra se hará con nitrógeno amoniacal o uréico aconsejándose enterrarlo mediante labor. En cobertera se utilizará la forma de nitrógeno nítrico, nítrico-amoniacal o uréico, siempre que la humedad lo permita.

OTROS CULTIVOS INDUSTRIALES:

En la Comunidad Autónoma de Andalucía se cultivan entre otros cultivos industriales, soja, colza y tabaco principalmente. Tienen poca superficie representativa, si bien se encuentran cultivados puntualmente con pequeñas superficies, por ello se habrán de tener en cuenta cuando se haga el estudio correspondiente a áreas puntuales.

4.1.1.5 Tubérculos para consumo humano

Cultivo: Patata

PERIODO DE APLICACION:

Siendo correcta la distribución, en sementera y cobertera en las zonas de producción es necesario adecuar la dosis a las necesidades ya que se observa en general un exceso de abonado nitrogenado para el rendimiento medio obtenido. A tenor de ello, no es recomendable abonar una vez transcurridos 60 días desde la fecha de la siembra.

En invierno y en cabeza de alternativa, cuando se tenga previsto fertilizar con abono orgánico se deberá enterrar adecuadamente y siempre que sea necesario según la textura del suelo.

FORMAS DE APLICACION:

En sementera se utilizará la forma de nitrógeno amoniacal o uréico y en cobertera las formas de nitrógeno nítrico o nítrico-amoniacal en la bina y 15 días después. Como abono orgánico, se pueden utilizar estiércoles, lisiers, gallinaza y compost, evitándose los procedentes de lodos o residuos sólidos.

4.1.1.6 Cultivos forrajeros

Estos cultivos, en Andalucía, aunque su extensión superficial es importante, se localizan puntualmente, en parcelas cercanas a explotaciones ganaderas y no muy grandes. La fertilización que se practica sobre estos cultivos suele ser escasa.

4.1.1.7 Cultivos hortícolas (aire libre)

PERIODO DE APLICACION:

En aquellas zonas con representatividad superficial de cultivos hortícolas se comprueba, en general, una sobredosificación en la mayor parte de los casos por lo que se hace necesario un correcto ajuste en cada cultivo de las aportaciones nitrogenadas.

En aquellos cultivos de siembra primaveral, en general, se aconseja la aportación de un tercio en sementera y el resto en varias veces según el desarrollo y necesidades del tipo de cultivo. Los abonos orgánicos se aportarán con anticipación a la preparación del lecho de siembra, no incorporándose fuera de este momento.

FORMA DE APLICACION:

El tercio de nitrógeno que se aporta en sementera se hará en forma amoniacal, uréico o nítrico-amoniacal. El resto en varias veces según desarrollo y necesidades del cultivo y en las formas de nítrico, nítrico-amoniacal o uréico.

En caso de primaveras muy lluviosas se emplearán formas con liberación lenta del nitrógeno.

4.1.1.8 Cultivos hortícolas, flores y plantas ornamentales en invernadero o protegidos

Dado las características especiales de estos cultivos así como su concentración en determinadas zonas geográficas de peculiaridades muy definidas, precisan para ello una actuación específica para cada área concreta.

4.1.1.9 Cultivos leñosos extensivos

Cultivo: Olivo

PERIODO DE APLICACION:

En este cultivo en general se detecta un exceso de nitrógeno en el balance total de las grandes zonas de producción. La aportación se aplica directamente al suelo en general teniendo cada vez mas importancia el abonado foliar, siendo recomendable esta última forma de aplicación, dado que con ella el riesgo de contaminación en el suelo es mínimo o prácticamente nulo.

La mayor parte del nitrógeno se aplicará en las fases de prefloración y formación del fruto y el resto durante el engrosamiento del fruto, siempre que la pluviometría sea la normal de la zona. No será realizado el abonado fuera de estos periodos fenológicos.

La aportación de nitrógeno en forma orgánica se hará únicamente al inicio del otoño para prever la buena brotación de las yemas de fruto para el año siguiente. Se recomienda en este tipo de cultivo leñoso la práctica de abonado en verde con siembra de leguminosas y su enterrado en el momento de su floración, así como utilización similar con la vegetación autóctona.

En los años secos con pluviometría inferior a la normal de la zona se recomienda descartar todo tipo de abonado.

En las plantaciones de olivar con riego localizado se practicará el abonado mediante fertirrigación, ajustando el momento en que se le debe aportar los nutrientes al agua de riego y las dosis a las necesidades del árbol.

FORMA DE APLICACION:

La aportación en la fase de prefloración, floración y formación del fruto se realizará con nitrógeno nítrico, nítrico-amoniaco o uréico. Durante el engrosamiento del fruto se utilizará nitrógeno nítrico. Como abono orgánico se utilizará cualquiera de sus formas.

Cultivo: Viña

PERIODO DE APLICACION:

Se recomienda abonado orgánico con enmienda férrica una vez realizada la poda y con abonos minerales antes de la brotación, no debiéndose aportar abono después de iniciada la formación de los racimos.

FORMA DE APLICACION:

Se utilizarán cualquier tipo de abono orgánico siempre y cuando se tenga en cuenta la utilización de aquellos que en su contenido no tengan metales pesados y en su caso tener en cuenta el cumplimiento de la normativa vigente a este respecto. Los abonos minerales se utilizarán de forma amónica y nítrico-amoniaco.

No obstante el carácter general de esta recomendación se habrá de tener en cuenta las particularidades propias de este cultivo en cada una de las zonas vitícolas de Andalucía.

Cultivo: Almendro

PERIODO DE APLICACION:

El nitrógeno debe ponerse a disposición de la plantación en dos épocas fundamentales, en otoño-invierno 1/3 de las necesidades para preparar una buena floración y cuajado de la misma y en primavera por abril y mayo, dependiendo de las lluvias, los 2/3 restantes (de éstos la mitad antes de la floración y la otra mitad restante durante la maduración). Fuera de estos periodos vegetativos no se recomienda la aportación de abonos nitrogenados.

FORMA DE APLICACION:

El abonado orgánico se realizará en otoño-invierno fundamentalmente, con estiércol pudiéndose realizar como práctica recomendable en aquellos terrenos con bajo contenido en materia orgánica el conocido "abonado en verde" a base de siembra de leguminosas o vegetación autóctona y enterrado posterior de las mismas en el momento de su floración. En cuanto al abonado mineral se utilizarán en la forma de nitrato amónico y soluciones nitrogenadas.

A pesar de estas normas generales, el cultivo del almendro será objeto de recomendaciones en función de la topografía y climatología de los terrenos con diversos tipos de plantaciones como, regulares o no regulares y en seco o regadío.

4.1.1.10 Cítricos y frutales no cítricos

Las características especiales de estos cultivos: naranjo, limonero, cítricos de fruto pequeño, frutales de hueso y de pepita y frutales subtropicales, así como la variabilidad de su localización determina actuaciones específicas para cada área concreta. No obstante puede establecerse una orientación general.

PERIODO DE APLICACION:

En general el nitrógeno se debe administrar con la mitad de las necesidades en una primera aplicación de 15 días a un mes antes de la floración. Una segunda aplicación, la mitad restante, se realizará coincidiendo con el cuajado de los primeros frutos.

En el caso particular de los cítricos, no se deberá abonar durante el cuajado de los frutos ni cuando éstos estén próximos a la maduración, no siendo recomendables con carácter general los abonados a finales de otoño ni durante el invierno.

Para los frutales de hueso y pepita se recomienda no abonar después de la floración, aunque en el caso de cultivos intensivos no se deberá aportar abonado después de la aparición de las hojas.

FORMA DE APLICACION:

Se realizará en forma de nitrógeno amoniacal en la primera aplicación, y como nítrico-amoniacal y urea en la segunda aplicación durante la primavera. En este tipo de cultivo se recomienda un especial control en la dosificación, utilizando técnicas de aplicación localizada de abonado.

4.1.2 Aplicación de fertilizantes en terrenos con pendiente y necesarias actuaciones contra la erosión En cuanto a las consideraciones en terrenos inclinados o muy accidentados se ha de tener muy en cuenta los estratos de pendiente considerados en la clasificación agrológica de los suelos de forma que, todos aquellos con pendiente inferior al 3% se consideran llanos y por tanto, en general, ausentes de cualquier problema inherente por este concepto y que admiten un laboreo permanente. Por otro lado aquellos con pendiente superior al 20% son los que por sus características no admiten la mecanización y por tanto ningún tipo de laboreo ni siquiera ocasional y sólo cuando el único objetivo para ellos sea el mantenimiento de la cubierta vegetal a fin de evitar la erosión y por tanto la pérdida de suelo, siendo su dedicación natural la de ganadero-forestal.

Por tanto dentro de este apartado nos encontramos con aquellos terrenos con pendientes comprendidas entre el 3 y el 20%, en los que se practica el laboreo permanente u ocasional que pueden presentar problemas de erosión y escorrentía con pérdida de nitrógeno en función de una serie de componentes tales como; naturaleza y sentido de implantación de cubierta vegetal, forma de la parcela, naturaleza del suelo, labores, tipos de fertilizantes y épocas de aplicaciones posibles. Igualmente, se pueden presentar graves problemas de pérdida de suelo.

A fin de evitar estos problemas en los terrenos con pendiente, se recomienda las siguientes actuaciones a fin de prevenir la pérdida de suelo y de nitrógeno allí donde se presenten estas circunstancias.

- Limitar el uso de fertilizantes líquidos en aquellos sitios donde la pendiente favorezca la escorrentía.
- Utilizar abonos sólidos con la realización de labores de enterramiento, y teniendo en cuenta el uso de las prácticas locales.
- Evitar la aplicación en épocas de lluvias.
- Utilización de técnicas de laboreo de conservación en zonas de olivar y cultivos extensivos (con gran representación en nuestra Comunidad Autónoma) para reducir o evitar la degradación medioambiental debido a la erosión hídrica y contaminación por escorrentía de aguas superficiales. Para ello se debe tener en cuenta:

En cultivos extensivos:

- Mantenimiento del suelo con cubierta vegetal o restos vegetales inertes al menos en un 30% de su superficie, hasta la siembra del cultivo siguiente.
- Control de hierbas no deseables mediante herbicidas autorizados de baja peligrosidad para la fauna terrestre.
- Labores verticales (chisel o cultivador) días antes de la siembra del cultivo siguiente.
- Labores que dejen la mayor cantidad de residuos en superficie (cincel, cultivador, subsolador), reduciendo el riesgo de erosión.
- Evitar las labores con el suelo húmedo para evitar compactar el subsuelo. En condiciones límites empleo de tractores con ruedas dobles o ruedas anchas que reduzcan el problema.
- Efectuar labores en sentido transversal a la pendiente siempre que sea posible.
- Evitar el laboreo con vertedera que siendo eficaz desde el punto de vista de control de malas hierbas, favorece los problemas de erosión.
- Se aconseja la práctica de siembra directa cuando sea posible, ya que reduce la erosión, teniendo en cuenta que esta siembra favorece el desarrollo de algunas especies de difícil control como Bromus, Phalaris y Convolvulus.

Olivar:

- Se recomienda el empleo de cubierta vegetal viva (sembradas o naturales) con buena cobertura del suelo en el centro de las calles como sistema de cultivo más eficaz para la lucha contra la erosión y escorrentía, haciendo un buen manejo de esta cubierta para evitar importantes e irreversibles pérdidas de agua. Se debe preparar el suelo mediante herbicidas a fin de no dificultar la recolección de la aceituna.
- Sistemas de cultivo con laboreo reducido o mínimo. El control de malas hierbas se realiza con herbicidas aplicados al suelo próximo al olivo, en otoño sobre un suelo previamente alisado. En abril se realiza un único pase cruzado con vibrocultor dando una segunda vuelta perpendicularmente a la máxima pendiente del terreno, dejando sin labrar los ruedos de los olivos.

4.1.3 Aplicación en terrenos hidromorfos o inundados En estas circunstancias el objetivo consiste en evitar procesos de infiltración o escorrentía de fertilizantes, agravados por las condiciones climáticas en este tipo de suelos.

Dentro de las distintas situaciones en las que nos encontremos se debe proceder teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones o actuaciones.

- Suelos de características hidromorfas. En razón a los riesgos importantes de infiltración y escorrentía en estas circunstancias se desaconseja totalmente la aplicación de fertilizantes.

- Suelos inundados o empapados. No es aconsejable la fertilización en estas condiciones.

4.1.4 Aplicación en terrenos cercanos a cursos de agua Independientemente de la contaminación que se pueda producir en cursos de aguas por infiltración o drenaje, ya considerados anteriormente, en este apartado tenemos en cuenta la posible contaminación de cursos de agua superficiales, bien sea por derivación o escorrentía. En este caso las circunstancias que pueden dar origen a la contaminación de cursos de agua son en general las siguientes; naturaleza de la orilla (especialmente en cuanto a topografía y tipo de vegetación), zona inundable por el curso del agua o efecto mareal, naturaleza y forma del fertilizante, tipos de equipos de distribución del fertilizante, y manejo del ganado en estas áreas.

En función de ello se establecen las siguientes actuaciones a tener en consideración:

- No utilizar tipos líquidos de fertilizantes a fin de evitar su escorrentía hacia el curso de agua.
- Evitar la utilización de abonos con granulometría fina en favor de la más gruesa, ya que los primeros pueden ser disueltos o arrastrados más fácilmente.
- Practicar la aplicación de fertilizantes en situaciones con ausencia de viento y lluvia.
- Utilizar equipos de distribución que no favorezcan las proyecciones por la falta de precisión, así como efectuar una eficaz regulación del elemento distribuidor.
- Evitar la concentración de ganado durante el abrevamiento directo en cursos de aguas.
- Mantenimiento de cobertura vegetal para evitar el riesgo de contaminación por escorrentía.
- Establecimiento de un margen de seguridad de 2 a 10 m del curso del agua donde no se fertilice salvo en casos límites.
- Mantenimiento de un margen de seguridad de 35 a 50 m donde no se aplique abonos orgánicos (especialmente estiércol y lisiers). Esta recomendación es igualmente aplicable en el caso de pozos, perforaciones y fuentes que suministren agua para el consumo humano u otros casos que requieran características de potabilidad del agua.

4.2 En cuanto al uso y gestión de tierras El uso y gestión del suelo agrícola, a nivel de explotación o parcela, es decisivo a la hora de contemplar el riesgo de contaminación nitrítica de las aguas, por lo que se deben adoptar medidas para disminuir este riesgo en todo lo posible. En ello influye muy decisivamente las técnicas a seguir en el manejo del suelo y no solo entender que un abonado razonable es suficiente. En este sentido conviene adoptar prácticas específicas para cada cultivo y cada zona o área de aplicación y no establecerse de forma general.

El establecimiento de una alternativa en un contexto concreto de suelo y clima puede reducir el riesgo de contaminación teniendo en cuenta el intervalo de tiempo entre cultivos y el tratamiento de los residuos de cosechas.

La influencia de una alternativa de cultivos en el riesgo de contaminación puede tener especial importancia en la amplia extensión ocupada por los cultivos herbáceos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, que totalizan una media 1.942.205 Has., como se indica en el punto 2.1, 1.500.000 Has, aproximadamente, en régimen de secano y unas 500.000 Has en régimen de regadío.

En los cultivos herbáceos andaluces de secano, las alternativas más frecuentes por orden de importancia son:

- Alternativa cereal/barbecho semillado, en la que se siembra un cereal al que le sigue girasol o leguminosa grano. Se emplean en campiñas con suelos pobres en materia orgánica y menos profundos y húmedos.
- Alternativa de cereal con cultivos de girasol, remolacha, garbanzos y habas en aquellas zonas de suelos más fértiles, profundos y húmedos.
- Alternativa de año y vez, en la que se siembra cereal y se deja al año siguiente en barbecho blanco, se utilizan en zonas pobres con suelos sin profundidad y secos.
- Alternativa al tercio o con más barbecho en suelos de condiciones más extremas.

En cuanto al regadío en los cuales se espera un incremento de producción y por tanto mayor uso de medios de producción, y técnicas de cultivos, se utilizan con más frecuencia las alternativas en las que intervienen los siguientes cultivos:

- Trigo, remolacha, algodón, girasol, maíz y patata
- Trigo, algodón, girasol y maíz
- Trigo, girasol, habas, remolacha y patatas

En ciertos casos, determinadas hortalizas y forrajeras se incluyen en la alternativa.

En otras zonas de Andalucía oriental y en suelos más pobres y próximos a zonas ganaderas es frecuente la alternativa en la que intervienen los siguientes cultivos:

- Alfalfa (5 años), sorgo, girasol y hortalizas (melón y sandía)

A continuación se establecen una serie de medidas a tener en cuenta en la Comunidad Autónoma de Andalucía para la generalidad de cultivos, debiéndose en su caso y para cada área específica en función del suelo, clima, y cultivos dominantes, aplicar actuaciones recomendables más concretas por ser favorables desde el punto de vista agronómico

y medioambiental y por otro lado evitar aquellas indeseables por el elevado riesgo que conllevan al causar elevados impactos medioambientales.

4.2.1 En relación a la aplicación de fertilizantes nitrogenados Para una buena fertilización, en primer lugar es necesario estimar correctamente los rendimientos en las distintas parcelas de la explotación y abonar tomando como orientación un rendimiento medio en la zona, teniendo en cuenta la potencialidad y el historial de la propia parcela.

Por otro lado es necesario estimar la provisión de nitrógeno en el suelo así como la proveniente de los residuos de cosechas anteriores, ya que numerosos ensayos demuestran la participación de las reservas de nutrientes existentes en el suelo, en la alimentación de los cultivos.

Una pequeña subparcela testigo, sin abono o con dosis escalonadas, permitiría al agricultor realizar un contraste con su forma de actuar para mejorar año tras año la gestión del nitrógeno desde un punto de vista técnico y económico.

Es importante también llegar al convencimiento de que el nitrógeno por sí solo no puede compensar los otros factores de rendimiento, es por tanto necesario estudiar las causas de un mal estado del cultivo, analizando el resto de factores como suelo, climatología, plagas, enfermedades, etc., antes de utilizar nitrógeno para recuperar algún accidente o error que haya influido en el desarrollo del cultivo.

Estos aspectos anteriores tienen una especial incidencia en la determinación de las dosis de abonado a aplicar sobre una determinada parcela y cultivo.

Una vez resuelto este tema es necesario evitar la irregularidad en la distribución de los nutrientes en la parcela que componen la explotación para optimizar la aplicación del abonado durante el año agrícola.

En el caso concreto del olivar se recomienda la aplicación de forma foliar, reduciéndose además con ello el riesgo de contaminación al suelo que de esta forma es mínimo o prácticamente nulo.

En los cítricos y frutales de hueso, donde no es posible la aplicación foliar de nitrógeno (se añaden vía foliar microelementos y correctores), y en los que se detecta un pequeño exceso del nutriente, se hace necesario un ajuste de la dosis a las extracciones reales, y sería deseable el aumento progresivo del número de explotaciones con control de la dosificación a través de la mejora en las técnicas de aplicación localizada del abonado.

El cálculo de la fertilización mineral y para el conjunto de la explotación, se debe optimizar teniendo en cuenta el cultivo incluido en la alternativa y esta en sí misma. Para ello existen programas informáticos que tienen en cuenta en el cálculo, el análisis físico-químico del suelo, pluviometría media y durante el desarrollo del cultivo, producciones medias y esperadas, cultivo anterior y posterior, y enmiendas orgánicas practicadas, dando como resultado las unidades óptimas a aplicar, el momento y tipo de fertilizante.

En la fertilización orgánica y enmiendas se tendrá en cuenta la composición del producto utilizado y el cumplimiento de normativas específicas en cuanto al contenido de metales pesados en lodos y residuos sólidos.

4.2.2 En relación con la gestión del suelo Es recomendable en el aspecto de gestión del suelo, que se encuentre desnudo en invierno el menor tiempo posible ya que constituye un importante factor de riesgo en cuanto al lavado y escorrentía del nitrógeno, así como pérdida de suelo por erosión.

Es por tanto necesario en los cultivos herbáceos optimizar la sucesión de los mismos para reducir la superficie de suelo desnudo en los periodos donde se prevén riesgos de lavado de nutrientes y arrastre de suelo fértil.

En las áreas de secano, que son las que más riesgo presentan, se considerará el efecto que sobre un cultivo tiene los cultivos anteriores, en función del descenso de rendimiento del cultivo en curso.

Otra recomendación importante en el aspecto de gestión del suelo se refiere al tratamiento de los residuos de la cosecha anterior.

En general la quema de rastrojos disminuye la tasa de materia orgánica en el suelo y por otro lado deja este desnudo lo que incrementa las posibles pérdidas por lavado, por lo que enterrar dichos residuos es una práctica mejorante del suelo al aumentar el poder de retención del agua, mantener la materia orgánica y parte de los elementos minerales.

En cuanto a la rotación de cultivos se utiliza bastante la alternativa trigo-girasol en secano que mantiene el suelo desnudo gran parte del invierno en las parcelas destinadas a oleaginosas. Esta situación en los años secos no origina normalmente graves riesgos de lavado y arrastre, pero los inviernos lluviosos los riesgos se incrementan significativamente.

En la línea de reducción de riesgo de lavado de nutrientes y destrucción de suelo fértil por escorrentía, a causa de la exposición del suelo desnudo ante las inclemencias meteorológicas, resultan de interés las técnicas de siembra directa evitando o disminuyendo con los restos del cultivo anterior los efectos negativos de intensas precipitaciones, lo que aumenta muy significativamente a medida que se incrementa la pendiente del terreno.

Finalmente, es de interés, en años de pluviometría normal, introducir la remolacha en la alternativa e incluso leguminosas que enriquecen el terreno en nitrógeno que será aprovechado por el cultivo siguiente al comienzo de su desarrollo.

4.2.3 En relación a las prácticas culturales y los riegos El mantenimiento de la estructura del suelo a través de un adecuado laboreo es un aspecto importante con incidencia en el movimiento de nitrógeno en el suelo y la conservación del suelo fértil.

Las labores profundas además de ser prácticas de mayor coste energético, disminuyen el nivel de materia orgánica en un mayor volumen de suelo, favoreciendo una mineralización más rápida del nitrógeno hacia capas no aprovechables por el sistema radicular de los cultivos.

Es importante por tanto realizar labores poco profundas, limitar el número de pasadas y en lo posible solo intervenir sobre suelos cubiertos que por otro lado es la tendencia general.

Los riesgos de contaminación por nitratos asociados a la inadecuada gestión del regadío son sin duda de gran importancia tanto en el aspecto de lixiviación como en el de la escorrentía superficial, con el agravante del derroche del recurso y del de la energía empleada cuando esta situación se produce.

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 (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, especialmente en cuanto a pérdida de nitrógeno y arrastre de suelo, presentan al menos una de las siguientes características: suelos arenosos muy permeables y de limitada capacidad de campo; presencia de capa freática superficial (profundidad inferior a 15-20 cm) apoyándose sobre una roca fisurada; terrenos con pendiente superior al 3%; práctica de una agricultura intensiva con aportes elevados de abonos; terrenos ricos en materia orgánica y labrados con frecuencia en profundidad, entre otras.

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

Las zonas de bajo riesgo son aquéllas 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.

En cuanto a 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 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.

Cuando se adopta el riego por infiltración lateral (por surcos) conviene considerar 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 riegos 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 aspersion, 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 y a la influencia de la vegetación sobre el reparto del agua sobre el terreno.

En el caso de que se efectúe una fertirrigación, para prevenir fenómenos de contaminación, debe ser practicada con métodos de riego que aseguren una elevada eficiencia distributiva del agua desde el comienzo del riego, 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.

En la zona de riegos asociados al Guadalquivir se encuentran áreas de porosidad media a alta lo que conlleva un alto riesgo de vulnerabilidad; es por ello que la adecuada gestión del riego, que normalmente va aparejada a la gestión del abonado, es de gran importancia sobre todo en los riegos a pie que se dan fundamentalmente en frutales.

Es importante establecer un plan de fertilización adecuado a cada parcela de la explotación ya que no es efectivo el realizar extrapolaciones sino adecuar a suelo, microclima y cultivo en particular, las aportaciones de nutrientes específicos.

Para la correcta determinación del abonado a añadir no solo es necesario determinar las extracciones del cultivo adecuadas a su estimación del rendimiento, sino que se ha de considerar, la cantidad de nitrógeno disponible en el

suelo, a través de la mineralización neta de las reservas de nitrógeno orgánico, el nitrógeno procedente de los residuos de la cosecha anterior y otras posibles aportaciones y exportaciones.

Llevar un registro año tras año de las situaciones concretas, puede sin ninguna duda dirigir al agricultor en poco tiempo hacia una optimización del abono con el consiguiente mantenimiento y conservación del agua subyacente en los acuíferos.

4.3 En cuanto a las actividades ganaderas En este apartado se contemplan recomendaciones referentes a: capacidad y diseño de los tanques de almacenamiento de estiércol y medidas para evitar la contaminación del agua por escorrentía e infiltración en aguas superficiales o subterráneas causada por rezúmenes de estiércol y de productos vegetales almacenados como el forraje ensilado.

En cuanto a las actividades ganaderas es posible recomendar algunas soluciones tendentes a conseguir los siguientes objetivos:

- Controlar los aportes nitrogenados (deyecciones líquidas y sólidas) procedente de explotaciones ganaderas a fin de no sobrepasar los límites contaminantes y respetar la normativa comunitaria al respecto.
- Conseguir una optimización en el manejo y almacenamiento de los alimentos y residuos ganaderos.
- Establecer una mejor sintonía entre las explotaciones agrícolas y ganaderas teniendo en cuenta que estas últimas representan una fuente para las primeras en lo que se refiere a la fertilización, a la vez que para las explotaciones ganaderas representaría un avance en su desarrollo, el elevar a la categoría de subproducto, lo que actualmente es un gran problema contemplado como residuo ganadero.

De esta forma se debe actuar en tres frentes para lograr los objetivos mencionados:

- Adecuación de las instalaciones ganaderas.
- Mejora de manejo y almacenamiento de residuos.
- Alimentación del ganado.

En primer lugar se establecen las siguientes recomendaciones de carácter general independientemente del tipo del ganado de la explotación.

- Es deseable que las superficies exteriores utilizadas por el ganado no tengan un nivel elevado de pendiente para evitar escorrentías con alto nivel de nitrógeno.
- Evitar en todo momento el vertido directo de residuos tanto sólidos como líquidos a cursos de agua, subsanable con la construcción de depósitos adecuados y dimensionados de almacenamiento de residuos.
- En cuanto a la época de aplicación de estiércol y purines, dada su gran capacidad de lixiviar el nitrógeno, es necesario no utilizarlo en los meses de concentración de lluvias.
- Como consecuencia de lo anterior, es necesario dimensionar la capacidad de estercoleros, fosas y balsas de purines para poder recoger las deyecciones que se produzcan en este periodo de tiempo.
- Es deseable cubrir los depósitos de deyecciones para evitar la dilución y el consiguiente aumento del volumen de las mismas a consecuencia del agua de lluvia.
- Optimizar el manejo del agua en la explotación, tanto en su distribución en los animales (chupetes en porcino) como en la utilización para limpiezas, evitando pérdidas y excesos que incrementan innecesariamente el volumen a almacenar.

Respecto a las explotaciones bovinas:

- En las explotaciones de ganado vacuno se dispondrá de solera exterior estanca para evitar la lixiviación del nitrógeno procedente de la deyección. Esta superficie debe dimensionarse en función del tamaño de la explotación y disponer de un punto bajo para recogida de los líquidos rezumados.
- Complementar con un adecuado periodo y forma de limpieza la medida anterior, para que las deyecciones se encuentren el mayor tiempo posible en la zona estanca de almacenamiento.
- Se hace necesario establecer un adecuado almacenamiento de los ensilados, que deben asentarse sobre superficies estancas y aisladas del contacto directo con el agua de lluvia ya que sus efluentes de lavado, poseen además del nitrógeno, una alta demanda biológica de oxígeno.

Respecto a las explotaciones porcinas se seguirán en general actuaciones para evitar la contaminación nítrica procedente de purines, tales como:

- Los bancos de estiércol, recogen las deyecciones, que previo tratamiento acondicionador, redistribuyen, según demanda, por todas las zonas agrícolas.
- Técnicas de depuración mediante tratamientos de los residuos, adecuando los distintos tipos existentes en la actualidad a las características de la explotación que se trate, incluso de uso colectivo en zonas de alta concentración que hacen más económico sus costes de funcionamiento y mantenimiento.
- Otra vía de disminución en este caso, del contenido del nitrógeno de los purines es el establecimiento de una adecuada alimentación, disminuyendo el contenido del nitrógeno de la dieta, que aún manteniendo el nivel productivo disminuye considerablemente la capacidad contaminante de las deyecciones.
- En el caso de explotaciones extensivas no estabuladas se evitará la permanencia de los animales en densidades importantes, sobre superficies no estancas.

- En periodos 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 ser estanco.

Sevilla, octubre de 1999