**PROYECTO DE DECRETO 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.**

La protección del medio ambiente es un elemento esencial para la consecución de una calidad ambiental adecuada y compatible con el desarrollo sostenible. Una mala calidad del ambiental redunda en unas deficientes condiciones vitales para los ciudadanos con riesgos para su salud y, al mismo tiempo, puede dar lugar a un deterioro del medio natural y, en particular en relación a la actividad de la agricultura y la ganadería.

La Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos utilizados en la agricultura, fue incorporada al ordenamiento jurídico español 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 artículo 4.1 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, determina que los órganos competentes de las Comunidades Autónomas designarán como zonas vulnerables, en sus respectivos ámbitos, aquellas superficies territoriales cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a la contaminación por nitratos de las aguas contempladas en su artículo 3 del citado Real Decreto.

En virtud de lo anterior, la Junta de Castilla y León, a propuesta conjunta de las Consejerías de Agricultura y Ganadería y de la entonces Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, fijó las zonas vulnerables de Castilla y León, mediante el 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.

Dicha declaración de las zonas vulnerables de Castilla y León se sometió a examen y nueva propuesta de declaración mediante el Decreto 40/2009, de 25 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de la aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias, derogando el Decreto 109/1998, de 11 de junio.

Así mismo el artículo 4.2 del citado Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, indica que las zonas designadas como vulnerables deberán ser examinadas y en su caso, modificadas o ampliadas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en un plazo adecuado, y como mínimo, cada cuatro años.

Por todo ello mediante el presente decreto se examina el número de zonas vulnerables establecidas por el Decreto 40/2009, de 25 de junio, ampliándolas y redistribuyéndolas en una nueva declaración.

En su virtud, la Junta de Castilla y León, a propuesta de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, y previa deliberación del Consejo de Gobierno en su reunión de.....

**DISPONGO**

**Artículo 1.- Objeto.**

El presente Decreto tiene por objeto designar las zonas vulnerables de 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.

**Artículo 2.- Designación de nuevas zonas vulnerables**

Se designan como zonas vulnerables en la Comunidad de Castilla y León, a los efectos previstos en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, las áreas, consignadas en el Anexo I:

**Artículo 3.- Programa de actuación de las zonas vulnerables de Castilla y León.**

Mediante Orden Conjunta de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, y de la Consejería de Agricultura y Ganadería, se aprobará en el plazo de los seis meses siguientes a la entrada en vigor del presente decreto, un programa de actuación para las zonas designadas como vulnerables, que estará basado en las directrices establecidas en el Código de Buenas Prácticas Agraria, y que será de obligado cumplimiento en las zonas vulnerables de Castilla y León.

**Artículo 4.- 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 al presente Decreto.

**Disposición Derogatoria:**

Queda derogado el Decreto 40/2009 DECRETO 40/2009, de 25 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.

**Disposiciones Finales:**

**Primera**.- Habilitación Normativa:

Se faculta a las titulares de las Consejerías de Fomento y Medio Ambiente y de Agricultura y Ganadería para que dicten, en el ámbito de sus competencias, cuantas disposiciones sean precisas para el desarrollo y aplicación de este Decreto.

**Segunda**.- Entrada en vigor.

El presente decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial de Castilla y León".

Valladolid a 14 de febrero de 2017

EL DIRECTOR GENERAL DE CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

José Manuel JIMÉNEZ BLAZQUEZ

# ANEXO I. ZONAS VULNERABLES

1. Zona Vulnerable de **ALMAZÁN-PÁRAMO DE ESCALOTE (ZV-AE)** formada por los municipios:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Adradas | Soria |
| Alconaba | Soria |
| Alcubilla de las Peñas | Soria |
| Aldealafuente | Soria |
| Alentisque | Soria |
| Aliud | Soria |
| Almazán | Soria |
| Almenar de Soria | Soria |
| Alpanseque | Soria |
| Arenillas | Soria |
| Baraona | Soria |
| Barca | Soria |
| Barcones | Soria |
| Bayubas de Abajo | Soria |
| Bayubas de Arriba | Soria |
| Berlanga de Duero | Soria |
| Blacos | Soria |
| Borjabad | Soria |
| Buberos | Soria |
| Burgo de Osma-Ciudad de Osma | Soria |
| Cabrejas del Campo | Soria |
| Caltojar | Soria |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Candilichera | Soria |
| Caracena | Soria |
| Carrascosa de Abajo | Soria |
| Centenera de Andaluz | Soria |
| Coscurita | Soria |
| Cubo de la Solana | Soria |
| Escobosa de Almazán | Soria |
| Frechilla de Almazán | Soria |
| Fuentepinilla | Soria |
| Gómara | Soria |
| Gormaz | Soria |
| Liceras | Soria |
| Matamala de Almazán | Soria |
| Miño de Medinaceli | Soria |
| Momblona | Soria |
| Montejo de Tiermes | Soria |
| Morón de Almazán | Soria |
| Nepas | Soria |
| Nolay | Soria |
| Quintana Redonda | Soria |
| Quintanas de Gormaz | Soria |
| Rábanos , Los | Soria |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Recuerda | Soria |
| Rello | Soria |
| Retortillo de Soria | Soria |
| Riba de Escalote , La | Soria |
| Rioseco de Soria | Soria |
| Soliedra | Soria |
| Tajueco | Soria |
| Tardelcuende | Soria |
| Taroda | Soria |
| Tejado | Soria |
| Torreblacos | Soria |
| Valdemaluque | Soria |
| Valdenebro | Soria |
| Valderrodilla | Soria |
| Velamazán | Soria |
| Viana de Duero | Soria |
| Villanueva de Gormaz | Soria |
| Villasayas | Soria |
| Villaseca de Arciel | Soria |
| Yelo | Soria |

2. Zona Vulnerable **ARENALES, ZV-AR,** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Adanero | Ávila |
| Adrados | Segovia |
| Aguasal | Valladolid |
| Alcazarén | Valladolid |
| Aldea de San Miguel | Valladolid |
| Aldeamayor de San Martín | Valladolid |
| Aldeanueva del Codonal | Segovia |
| Aldehuela del Codonal | Segovia |
| Almenara de Adaja | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Blascosancho | Ávila |
| Bocigas | Valladolid |
| Boecillo | Valladolid |
| Calabazas de Fuentidueña | Segovia |
| Chañe | Segovia |
| Coca | Segovia |
| Codorniz | Segovia |
| Cogeces de Íscar | Valladolid |
| Cozuelos de Fuentidueña | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Cuéllar | Segovia |
| Domingo García | Segovia |
| Donhierro | Segovia |
| Espinosa de los Caballeros | Ávila |
| Fresneda de Cuéllar | Segovia |
| Frumales | Segovia |
| Fuente de Santa Cruz | Segovia |
| Fuente el Olmo de Fuentidueña | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Fuente el Olmo de Íscar | Segovia |
| Fuente-Olmedo | Valladolid |
| Fuentepiñel | Segovia |
| Fuentesaúco de Fuentidueña | Segovia |
| Gomezserracín | Segovia |
| Gutierre-Muñoz | Ávila |
| Hontalbilla | Segovia |
| Hornillos de Eresma | Valladolid |
| Íscar | Valladolid |
| Laguna de Contreras | Segovia |
| Lastras de Cuéllar | Segovia |
| Llano de Olmedo | Valladolid |
| Martín Muñoz de la Dehesa | Segovia |
| Martín Muñoz de las Posadas | Segovia |
| Megeces | Valladolid |
| Migueláñez | Segovia |
| Mingorría | Ávila |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Mojados | Valladolid |
| Montejo de Arévalo | Segovia |
| Nava de la Asunción | Segovia |
| Navas de Oro | Segovia |
| Nieva | Segovia |
| Olmedo | Valladolid |
| Orbita | Ávila |
| Pajares de Adaja | Ávila |
| Pedraja de Portillo , La | Valladolid |
| Pedrajas de San Esteban | Valladolid |
| Perosillo | Segovia |
| Pinarejos | Segovia |
| Portillo | Valladolid |
| Pozanco | Ávila |
| Puras | Valladolid |
| Rapariegos | Segovia |
| Remondo | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Samboal | Segovia |
| San Cristóbal de la Vega | Segovia |
| San Martín y Mudrián | Segovia |
| Sanchidrián | Ávila |
| Sanchonuño | Segovia |
| Santiuste de San Juan Bautista | Segovia |
| Santo Domingo de las Posadas | Ávila |
| Tolbaños | Ávila |
| Tolocirio | Segovia |
| Torrecilla del Pinar | Segovia |
| Tudela de Duero | Valladolid |
| Vega de Santa María | Ávila |
| Velayos | Ávila |
| Viana de Cega | Valladolid |
| Villaverde de Íscar | Segovia |
| Villeguillo | Segovia |

3. Zona Vulnerable **ARMUÑA-PEÑARANDA** ZV-AP, formada por los municipios:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Alaraz | Salamanca |
| Alba de Tormes | Salamanca |
| Alconada | Salamanca |
| Aldealengua | Salamanca |
| Aldeanueva de Figueroa | Salamanca |
| Aldearrodrigo | Salamanca |
| Aldearrubia | Salamanca |
| Aldeaseca de Alba | Salamanca |
| Almenara de Tormes | Salamanca |
| Anaya de Alba | Salamanca |
| Arcediano | Salamanca |
| Arco , El | Salamanca |
| Babilafuente | Salamanca |
| Barbadillo | Salamanca |
| Blascomillán | Ávila |
| Bóveda del Río Almar | Salamanca |
| Cabrerizos | Salamanca |
| Calvarrasa de Abajo | Salamanca |
| Calvarrasa de Arriba | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Calzada de Don Diego | Salamanca |
| Calzada de Valdunciel | Salamanca |
| Canillas de Abajo | Salamanca |
| Carbajosa de la Sagrada | Salamanca |
| Carrascal de Bárregas | Salamanca |
| Castellanos de Moriscos | Salamanca |
| Castellanos de Villiquera | Salamanca |
| Chagarcía Medianero | Salamanca |
| Coca de Alba | Salamanca |
| Cordovilla | Salamanca |
| Cubo de Tierra del Vino , El | Zamora |
| Doñinos de Salamanca | Salamanca |
| Ejeme | Salamanca |
| Encinas de Abajo | Salamanca |
| Encinas de Arriba | Salamanca |
| Florida de Liébana | Salamanca |
| Forfoleda | Salamanca |
| Fresno Alhándiga | Salamanca |
| Gajates | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Galindo y Perahuy | Salamanca |
| Galisancho | Salamanca |
| Garcihernández | Salamanca |
| Golpejas | Salamanca |
| Gomecello | Salamanca |
| Huerta | Salamanca |
| Larrodrigo | Salamanca |
| Machacón | Salamanca |
| Macotera | Salamanca |
| Maderal , El | Zamora |
| Malpartida | Salamanca |
| Mancera de Abajo | Salamanca |
| Mancera de Arriba | Ávila |
| Maya , La | Salamanca |
| Mayalde | Zamora |
| Monterrubio de Armuña | Salamanca |
| Moríñigo | Salamanca |
| Moriscos | Salamanca |
| Nava de Sotrobal | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Navales | Salamanca |
| Negrilla de Palencia | Salamanca |
| Palencia de Negrilla | Salamanca |
| Parada de Arriba | Salamanca |
| Pedraza de Alba | Salamanca |
| Pedrosillo de Alba | Salamanca |
| Pedrosillo el Ralo | Salamanca |
| Pelabravo | Salamanca |
| Peñaranda de Bracamonte | Salamanca |
| Peñarandilla | Salamanca |
| Pino de Tormes , El | Salamanca |
| Rollán | Salamanca |
| Salamanca | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Salmoral | Salamanca |
| San Cristóbal de la Cuesta | Salamanca |
| San Morales | Salamanca |
| San Pedro del Valle | Salamanca |
| Santa Marta de Tormes | Salamanca |
| Santiago de la Puebla | Salamanca |
| Santiz | Salamanca |
| Sieteiglesias de Tormes | Salamanca |
| Tardáguila | Salamanca |
| Terradillos | Salamanca |
| Topas | Salamanca |
| Tordillos | Salamanca |
| Torresmenudas | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Valdecarros | Salamanca |
| Valdelosa | Salamanca |
| Valdunciel | Salamanca |
| Valverdón | Salamanca |
| Vellés , La | Salamanca |
| Ventosa del Río Almar | Salamanca |
| Villagonzalo de Tormes | Salamanca |
| Villamayor | Salamanca |
| Villares de la Reina | Salamanca |
| Villaverde de Guareña | Salamanca |
| Zamayón | Salamanca |
| Zarapicos | Salamanca |

4. Zona Vulnerable **CANTIMPALOS-SEGOVIA**, ZV-CS, formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Abades | Segovia |
| Adrada de Pirón | Segovia |
| Aguilafuente | Segovia |
| Aldea Real | Segovia |
| Aldealcorvo | Segovia |
| Anaya | Segovia |
| Añe | Segovia |
| Arevalillo de Cega | Segovia |
| Armuña | Segovia |
| Bercial | Segovia |
| Bernardos | Segovia |
| Bernuy de Porreros | Segovia |
| Brieva | Segovia |
| Cabañas de Polendos | Segovia |
| Cabezuela | Segovia |
| Cantalejo | Segovia |
| Cantimpalos | Segovia |
| Carbonero el Mayor | Segovia |
| Encinillas | Segovia |
| Escalona del Prado | Segovia |
| Escarabajosa de Cabezas | Segovia |
| Escobar de Polendos | Segovia |
| Espirdo | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Fuentepelayo | Segovia |
| Fuenterrebollo | Segovia |
| Fuentidueña | Segovia |
| Garcillán | Segovia |
| Hontanares de Eresma | Segovia |
| Huertos , Los | Segovia |
| Ituero y Lama | Segovia |
| Juarros de Riomoros | Segovia |
| Juarros de Voltoya | Segovia |
| Labajos | Segovia |
| Lastras del Pozo | Segovia |
| Lastrilla , La | Segovia |
| Maello | Ávila |
| Marazoleja | Segovia |
| Marazuela | Segovia |
| Martín Miguel | Segovia |
| Marugán | Segovia |
| Melque de Cercos | Segovia |
| Monterrubio | Segovia |
| Mozoncillo | Segovia |
| Muñopedro | Segovia |
| Muñoveros | Segovia |
| Navalilla | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Navalmanzano | Segovia |
| Ortigosa de Pestaño | Segovia |
| Pinarnegrillo | Segovia |
| Puebla de Pedraza | Segovia |
| Rebollo | Segovia |
| Roda de Eresma | Segovia |
| San Pedro de Gaillos | Segovia |
| Sangarcía | Segovia |
| Santa María la Real de Nieva | Segovia |
| Sauquillo de Cabezas | Segovia |
| Sebúlcor | Segovia |
| Segovia | Segovia |
| Tabanera la Luenga | Segovia |
| Turégano | Segovia |
| Valdeprados | Segovia |
| Valdevacas y Guijar | Segovia |
| Valseca | Segovia |
| Valverde del Majano | Segovia |
| Veganzones | Segovia |
| Yanguas de Eresma | Segovia |
| Zarzuela del Monte | Segovia |
| Zarzuela del Pinar | Segovia |

5. Zona Vulnerable **CASTROGERIZ-VILLADIEGO** ZV-CV formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Balbases , Los | Burgos |
| Castellanos de Castro | Burgos |
| Castrojeriz | Burgos |
| Grijalba | Burgos |
| Hontanas | Burgos |
| Hornillos del Camino | Burgos |
| Iglesias | Burgos |
| Padilla de Abajo | Burgos |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Padilla de Arriba | Burgos |
| Pedrosa del Páramo | Burgos |
| Revilla Vallejera | Burgos |
| Sasamón | Burgos |
| Sordillos | Burgos |
| Tamarón | Burgos |
| Vallejera | Burgos |
| Villadiego | Burgos |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Villaldemiro | Burgos |
| Villamayor de Treviño | Burgos |
| Villamedianilla | Burgos |
| Villaquirán de la Puebla | Burgos |
| Villaquirán de los Infantes | Burgos |
| Villasandino | Burgos |
| Villegas | Burgos |

6. Zona Vulnerable **MEDINA DEL CAMPO ZV-MC** formada por los municipios siguientes:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Alaejos | Valladolid |
| Albornos | Ávila |
| Aldeaseca | Ávila |
| Arévalo | Ávila |
| Ataquines | Valladolid |
| Aveinte | Ávila |
| Barromán | Ávila |
| Bercial de Zapardiel | Ávila |
| Berlanas , Las | Ávila |
| Bernuy-Zapardiel | Ávila |
| Blasconuño de Matacabras | Ávila |
| Bobadilla del Campo | Valladolid |
| Bohodón , El | Ávila |
| Bóveda de Toro , La | Zamora |
| Brabos | Ávila |
| Brahojos de Medina | Valladolid |
| Bularros | Ávila |
| Cabezas de Alambre | Ávila |
| Cabezas del Pozo | Ávila |
| Cabizuela | Ávila |
| Campillo , El | Valladolid |
| Canales | Ávila |
| Cantalapiedra | Salamanca |
| Cantaracillo | Salamanca |
| Cantiveros | Ávila |
| Carpio | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Castellanos de Zapardiel | Ávila |
| Castrejón de Trabancos | Valladolid |
| Castronuño | Valladolid |
| Cervillego de la Cruz | Valladolid |
| Cisla | Ávila |
| Collado de Contreras | Ávila |
| Constanzana | Ávila |
| Crespos | Ávila |
| Donjimeno | Ávila |
| Donvidas | Ávila |
| Flores de Ávila | Ávila |
| Fontiveros | Ávila |
| Fresno el Viejo | Valladolid |
| Fuente el Saúz | Ávila |
| Fuente el Sol | Valladolid |
| Fuentes de Año | Ávila |
| Gimialcón | Ávila |
| Gotarrendura | Ávila |
| Grandes y San Martín | Ávila |
| Hernansancho | Ávila |
| Herreros de Suso | Ávila |
| Horcajo de las Torres | Ávila |
| Langa | Ávila |
| Lomoviejo | Valladolid |
| Madrigal de las Altas Torres | Ávila |
| Mamblas | Ávila |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Matapozuelos | Valladolid |
| Medina del Campo | Valladolid |
| Monsalupe | Ávila |
| Moraleja de las Panaderas | Valladolid |
| Moraleja de Matacabras | Ávila |
| Muñogrande | Ávila |
| Muñomer del Peco | Ávila |
| Muñosancho | Ávila |
| Muriel | Valladolid |
| Narros de Saldueña | Ávila |
| Narros del Castillo | Ávila |
| Nava de Arévalo | Ávila |
| Nava del Rey | Valladolid |
| Nueva Villa de las Torres | Valladolid |
| Oso , El | Ávila |
| Palacios de Goda | Ávila |
| Palaciosrubios | Salamanca |
| Papatrigo | Ávila |
| Paradinas de San Juan | Salamanca |
| Parral , El | Ávila |
| Pedro-Rodríguez | Ávila |
| Peñalba de Ávila | Ávila |
| Pollos | Valladolid |
| Pozal de Gallinas | Valladolid |
| Pozaldez | Valladolid |
| Rágama | Salamanca |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Ramiro | Valladolid |
| Rasueros | Ávila |
| Riocabado | Ávila |
| Rivilla de Barajas | Ávila |
| Rubí de Bracamonte | Valladolid |
| Rueda | Valladolid |
| Salvadiós | Ávila |
| Salvador de Zapardiel | Valladolid |
| San Esteban de Zapardiel | Ávila |
| San Juan de la Encinilla | Ávila |
| San Pablo de la Moraleja | Valladolid |
| San Pascual | Ávila |
| San Pedro del Arroyo | Ávila |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| San Vicente de Arévalo | Ávila |
| San Vicente del Palacio | Valladolid |
| Santo Tomé de Zabarcos | Ávila |
| Seca , La | Valladolid |
| Serrada | Valladolid |
| Siete Iglesias de Trabancos | Valladolid |
| Sigeres | Ávila |
| Sinlabajos | Ávila |
| Tarazona de Guareña | Salamanca |
| Tiñosillos | Ávila |
| Torrecilla de la Orden | Valladolid |
| Vadillo de la Guareña | Zamora |
| Valdestillas | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Velascálvaro | Valladolid |
| Ventosa de la Cuesta | Valladolid |
| Villabuena del Puente | Zamora |
| Villaflor | Ávila |
| Villafranca de Duero | Valladolid |
| Villanueva de Duero | Valladolid |
| Villanueva de Gómez | Ávila |
| Villanueva del Aceral | Ávila |
| Villaverde de Medina | Valladolid |
| Viñegra de Moraña | Ávila |
| Vita | Ávila |
| Zarza , La | Valladolid |
| Zorita de la Frontera | Salamanca |

7. Zona Vulnerable **Páramo de Astudillo ZV-PA** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Amusco | Palencia |
| Astudillo | Palencia |
| Fuentes de Valdepero | Palencia |
| Magaz de Pisuerga | Palencia |
| Monzón de Campos | Palencia |
| Torquemada | Palencia |
| Valdeolmillos | Palencia |
| Villalaco | Palencia |
| Villalobón | Palencia |
| Villamediana | Palencia |

8. Zona Vulnerable **PÁRAMO DE CUELLAR ZV-CU** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Aldeasoña | Segovia |
| Bahabón | Valladolid |
| Campaspero | Valladolid |
| Camporredondo | Valladolid |
| Canalejas de Peñafiel | Valladolid |
| Cogeces del Monte | Valladolid |
| Fompedraza | Valladolid |
| Langayo | Valladolid |
| Manzanillo | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Mata de Cuéllar | Segovia |
| Membibre de la Hoz | Segovia |
| Montemayor de Pililla | Valladolid |
| Olombrada | Segovia |
| Parrilla , La | Valladolid |
| Peñafiel | Valladolid |
| Quintanilla de Arriba | Valladolid |
| Quintanilla de Onésimo | Valladolid |
| San Cristóbal de Cuéllar | Segovia |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| San Miguel del Arroyo | Valladolid |
| Santibáñez de Valcorba | Valladolid |
| Sardón de Duero | Valladolid |
| Torre de Peñafiel | Valladolid |
| Torrescárcela | Valladolid |
| Traspinedo | Valladolid |
| Vallelado | Segovia |
| Viloria | Valladolid |

9. Zona Vulnerable **TORDESILLAS ZV-TR** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Abezames | Zamora |
| Adalia | Valladolid |
| Algodre | Zamora |
| Aspariegos | Zamora |
| Belver de los Montes | Zamora |
| Benafarces | Valladolid |
| Benegiles | Zamora |
| Bercero | Valladolid |
| Bustillo del Oro | Zamora |
| Casasola de Arión | Valladolid |
| Castromembibre | Valladolid |
| Coreses | Zamora |
| Fresno de la Ribera | Zamora |
| Fuentesecas | Zamora |
| Gallegos de Hornija | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Gallegos del Pan | Zamora |
| Malva | Zamora |
| Marzales | Valladolid |
| Matilla de los Caños | Valladolid |
| Matilla la Seca | Zamora |
| Molacillos | Zamora |
| Morales de Toro | Zamora |
| Mota del Marqués | Valladolid |
| Pedrosa del Rey | Valladolid |
| Pinilla de Toro | Zamora |
| Pobladura de Valderaduey | Zamora |
| Pozoantiguo | Zamora |
| San Miguel del Pino | Valladolid |
| San Román de Hornija | Valladolid |
| San Salvador | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Tordesillas | Valladolid |
| Torrecilla de la Abadesa | Valladolid |
| Vega de Valdetronco | Valladolid |
| Vezdemarbán | Zamora |
| Villalar de los Comuneros | Valladolid |
| Villalbarba | Valladolid |
| Villalonso | Zamora |
| Villalube | Zamora |
| Villardefrades | Valladolid |
| Villardondiego | Zamora |
| Villasexmir | Valladolid |
| Villavellid | Valladolid |
| Villavendimio | Zamora |

10. Zona Vulnerable **PÁRAMO DE TOROZOS ZV-TO** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Ampudia | Palencia |
| Arroyo de la Encomienda | Valladolid |
| Autilla del Pino | Palencia |
| Barruelo del Valle | Valladolid |
| Berceruelo | Valladolid |
| Castrodeza | Valladolid |
| Castromonte | Valladolid |
| Cigales | Valladolid |
| Ciguñuela | Valladolid |
| Corcos | Valladolid |
| Cubillas de Santa Marta | Valladolid |
| Dueñas | Palencia |
| Fuensaldaña | Valladolid |
| Geria | Valladolid |
| Medina de Rioseco | Valladolid |
| Montealegre de Campos | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Mucientes | Valladolid |
| Mudarra , La | Valladolid |
| Palencia | Palencia |
| Pedraza de Campos | Palencia |
| Peñaflor de Hornija | Valladolid |
| Quintanilla de Trigueros | Valladolid |
| Robladillo | Valladolid |
| San Cebrián de Mazote | Valladolid |
| San Pelayo | Valladolid |
| Santa Cecilia del Alcor | Palencia |
| Simancas | Valladolid |
| Tiedra | Valladolid |
| Tordehumos | Valladolid |
| Torrecilla de la Torre | Valladolid |
| Torrelobatón | Valladolid |
| Trigueros del Valle | Valladolid |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Urueña | Valladolid |
| Valdenebro de los Valles | Valladolid |
| Valladolid | Valladolid |
| Valverde de Campos | Valladolid |
| Velilla | Valladolid |
| Velliza | Valladolid |
| Villabrágima | Valladolid |
| Villagarcía de Campos | Valladolid |
| Villalba de los Alcores | Valladolid |
| Villamuriel de Cerrato | Palencia |
| Villán de Tordesillas | Valladolid |
| Villanubla | Valladolid |
| Wamba | Valladolid |
| Zaratán | Valladolid |

11. Zona Vulnerable **PÁRAMO DE ESGUEVA ZV-PE** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia | Municipio | Provincia | Municipio | Provincia |
|---|---|---|---|---|---|
| Alba de Cerrato | Palencia | Herrera de Valdecañas | Palencia | Solarana | Burgos |
| Amusquillo | Valladolid | Hontoria de Cerrato | Palencia | Soto de Cerrato | Palencia |
| Antigüedad | Palencia | Hornillos de Cerrato | Palencia | Tabanera de Cerrato | Palencia |
| Avellanosa de Muñó | Burgos | Iglesiarrubia | Burgos | Tariego de Cerrato | Palencia |
| Baltanás | Palencia | Laguna de Duero | Valladolid | Tejada | Burgos |
| Cabezón de Pisuerga | Valladolid | Lerma | Burgos | Tordómar | Burgos |
| Canillas de Esgueva | Valladolid | Nebreda | Burgos | Torre de Esgueva | Valladolid |
| Castrillo de Don Juan | Palencia | Olivares de Duero | Valladolid | Torrepadre | Burgos |
| Castrillo de Onielo | Palencia | Olmos de Esgueva | Valladolid | Torresandino | Burgos |
| Castrillo-Tejeriego | Valladolid | Palenzuela | Palencia | Tórtoles de Esgueva | Burgos |
| Castronuevo de Esgueva | Valladolid | Peral de Arlanza | Burgos | Valbuena de Duero | Valladolid |
| Castroverde de Cerrato | Valladolid | Pesquera de Duero | Valladolid | Valdearcos de la Vega | Valladolid |
| Cebrecos | Burgos | Pineda Trasmonte | Burgos | Valle de Cerrato | Palencia |
| Cevico de la Torre | Palencia | Pinilla Trasmonte | Burgos | Valoria la Buena | Valladolid |
| Cevico Navero | Palencia | Piña de Esgueva | Valladolid | Venta de Baños | Palencia |
| Cilleruelo de Abajo | Burgos | Piñel de Abajo | Valladolid | Vertavillo | Palencia |
| Cilleruelo de Arriba | Burgos | Piñel de Arriba | Valladolid | Villabáñez | Valladolid |
| Cistérniga , La | Valladolid | Población de Cerrato | Palencia | Villaco | Valladolid |
| Cobos de Cerrato | Palencia | Quintanilla de la Mata | Burgos | Villaconancio | Palencia |
| Corrales de Duero | Valladolid | Quintanilla del Coco | Burgos | Villaescusa de Roa | Burgos |
| Cubillas de Cerrato | Palencia | Reinoso de Cerrato | Palencia | Villafruela | Burgos |
| Curiel de Duero | Valladolid | Renedo de Esgueva | Valladolid | Villafuerte | Valladolid |
| Encinas de Esgueva | Valladolid | Roturas | Valladolid | Villahán | Palencia |
| Esguevillas de Esgueva | Valladolid | Royuela de Río Franco | Burgos | Villanueva de los Infantes | Valladolid |
| Espinosa de Cerrato | Palencia | San Llorente | Valladolid | Villarmentero de Esgueva | Valladolid |
| Fombellida | Valladolid | San Martín de Valvení | Valladolid | Villavaquerín | Valladolid |
| Fontioso | Burgos | Santa María del Campo | Burgos | Villaviudas | Palencia |
| Hérmedes de Cerrato | Palencia | Santovenia de Pisuerga | Valladolid | | |

12. Zona Vulnerable **VILLAFÁFILA ZV-VF** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia | Municipio | Provincia | Municipio | Provincia |
|---|---|---|---|---|---|
| Arquillinos | Zamora | Cerecinos de Campos | Zamora | Manganeses de la Lampreana | Zamora |
| Barcial del Barco | Zamora | Cerecinos del Carrizal | Zamora | Monfarracinos | Zamora |
| Bretó | Zamora | Cubillos | Zamora | Montamarta | Zamora |
| Cañizo | Zamora | Fuentes de Ropel | Zamora | Moreruela de los Infanzones | Zamora |
| Castrogonzalo | Zamora | Granja de Moreruela | Zamora | Pajares de la Lampreana | Zamora |
| Castronuevo | Zamora | Hiniesta , La | Zamora | Piedrahita de Castro | Zamora |

| Municiplo | Provincia |
|---|---|
| Quintanilla del Molar | Valladolid |
| Revellinos | Zamora |
| Roales | Zamora |
| San Agustín del Pozo | Zamora |
| San Cebrián de Castro | Zamora |
| San Esteban del Molar | Zamora |
| San Martín de Valderaduey | Zamora |
| San Miguel del Valle | Zamora |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Santovenia | Zamora |
| Tapioles | Zamora |
| Torres del Carrizal | Zamora |
| Valcabado | Zamora |
| Valdescorriel | Zamora |
| Vega de Villalobos | Zamora |
| Vidayanes | Zamora |
| Villafáfila | Zamora |

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Villalba de la Lampreana | Zamora |
| Villalobos | Zamora |
| Villanueva de Azoague | Zamora |
| Villárdiga | Zamora |
| Villarrín de Campos | Zamora |
| Villaveza del Agua | Zamora |

13. Zona Vulnerable **ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO ZV-AM** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Bozoó | Burgos |
| Miranda de Ebro | Burgos |
| Santa Gadea del Cid | Burgos |

14. Zona Vulnerable **ALUVIAL DEL OCA ZV-AO** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Aguilar de Bureba | Burgos |
| Barrios de Bureba , Los | Burgos |
| Berzosa de Bureba | Burgos |
| Briviesca | Burgos |
| Busto de Bureba | Burgos |
| Castil de Peones | Burgos |
| Cubo de Bureba | Burgos |
| Fuentebureba | Burgos |
| Grisaleña | Burgos |
| Prádanos de Bureba | Burgos |
| Quintanaélez | Burgos |
| Vid de Bureba , La | Burgos |
| Vileña | Burgos |

15. Zona Vulnerable **ALUVIAL DEL TIRÓN ZV-AT** formada por los municipios de:

| Municipio | Provincia |
|---|---|
| Cerezo de Río Tirón | Burgos |
| Fresno de Río Tirón | Burgos |

16. Zona Vulnerable **ÁGREDA-ÓLVEGA ZV-AG** formada por los municipios de:

| Municipio | PROVINCIA |
|---|---|
| Ágreda | Soria |
| Castilruiz | Soria |
| Dévanos | Soria |
| Fuentestrún | Soria |
| Matalebreras | Soria |
| Ólvega | Soria |
| Vozmediano | Soria |

# ANEXO II. CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS EN CASTILLA Y LEÓN

## INTRODUCCIÓN

El Código de Buenas Prácticas Agrarias, en adelante (CBPA), responde a las exigencias comunitarias recogidas en la Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura y en el Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero, relativo a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Es objetivo del CBPA poner a disposición del sector agrario la información necesaria para que la actividad que se desarrolla no perjudique la capacidad edáfica de los suelos, mantenga la calidad de los mismos, mejore la productividad de los cultivos, adopte medidas preventivas frente a la contaminación nitrogenada de las aguas; en definitiva para que se realice una racional actividad agrícola.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por nitratos procedentes de fuentes agrarias, constituye un problema cuyo origen se encuentra en la intensificación de la agricultura y de la ganadería.

El problema de la contaminación por nitratos de las masas de agua es complejo, entre otras razones por proceder de fuentes difusas, siendo muchos los factores que de una u otra forma inciden en su desarrollo: suelo, agua, actividad agrícola, actividad ganadera, topografía, etc.

El papel del suelo es fundamental, en él se realizan aportes nitrogenados minerales y orgánicos con el fin de suministrar las unidades fertilizantes que los cultivos necesitan. Estos nutrientes, mediante un correcto uso, son valorizados y mediante una aplicación incorrecta dan lugar a problemas de contaminación y desequilibrio en suelos, masas de agua, cadena alimenticia y en los cultivos que sobre los suelos se desarrollan.

El suelo es el medio receptor de los aportes de fertilizantes, y se pueden distinguir los siguientes procesos:

- Recepción de los elementos y compuestos que sobre ellos se aportan.
- Transformación de los nutrientes aportados.
- Retención de los nutrientes y de los distintos compuestos formados en la transformación y evolución de los materiales aportados.
- Extracción de nutrientes por los cultivos, así como la migración de los nutrientes no extraídos hacia otros horizontes.
- Desarrollo de la actividad microbiana, actividad básica para la evolución y transformación de los nutrientes y materiales aportados.

Es decir, en el suelo se realizan una serie de actividades que giran en torno a los aportes y evolución de nutrientes y a la migración de los materiales elaborados, produciéndose un equilibrio entre aportes y extracciones.

Cuando el equilibrio entre los nutrientes recibidos, elaborados y extraídos se rompe, parte de los mismos emigran a otros puntos, arrastrados por procesos de escorrentía o lixiviación hacia masas de agua superficiales o subterráneas, o volatilizados a la atmósfera.

Los desequilibrios originan procesos de alteración de las masas de agua y de salinización y mineralización de los propios suelos, por lo que el objetivo de la fertilización agrícola consiste en la valorización de los nutrientes, así como en la mejora de los suelos siempre y cuando se realice la correcta gestión del nitrógeno mediante adecuadas prácticas culturales.

Por último conviene resaltar, que el suelo constituye un sistema biótico en el que se desarrollan una serie de procesos que intervienen en la actividad edáfica, que dará lugar a diferentes procesos como nitrificación, humificación, etc.

El Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, en su artículo 5, establece que las comunidades autónomas elaborarán un CBPA que ayude al sector agrario en el ejercicio de su actividad, sector que asumirá, con carácter voluntario, las orientaciones que en él se exponen.

Con la publicación de este CBPA, se pretende actualizar y sustituir el anterior CBPA aprobado mediante el Decreto 40/2009, de 25 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.

El CBPA es pues un documento de trabajo y apoyo para la práctica de una actividad agraria compatible con el desarrollo sostenible, garantizando simultáneamente la productividad de este importante sector de Castilla y León, y destinado a la correcta aplicación de los fertilizantes nitrogenados, dentro de la prevención de la contaminación por nitratos.

La multiplicidad de condiciones climáticas, edafológicas, hidrogeológicas 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 de sus suelos. Por este motivo el CBPA no puede entrar con detalle en cada situación particular, limitándose a dar una panorámica general del problema, a la descripción de las fuentes de la contaminación con nitratos 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, de 12 de diciembre.

El CBPA no tiene carácter obligatorio, siendo prácticas agrarias que voluntariamente podrán llevarse a cabo. No obstante, hay recordar que los programas de actuación de las zonas declaradas como vulnerables a la contaminación por nitratos de fuentes agrarias y las medidas contenidas en ellos serán de obligado cumplimiento.

Sirva pues el presente CBPA como marco de referencia para el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente, en consonancia con una utilización racional de los fertilizantes nitrogenados y además sea la base para el desarrollo de los programas de acción mucho más concretos y específicos para cada una de las zonas vulnerables designadas.

Conviene destacar que las ayudas de la Política Agrícola Común de Castilla y León (P.A.C.) están supeditadas al cumplimiento de condicionantes ambientales que son controlados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Consejería de Agricultura y Ganadería.

Con este objetivo, el citado Ministerio ha emitido una Circular de Coordinación sobre "Elementos de control de la Condicionalidad", en el que se desarrollan 18 requisitos y elementos de control.

En Castilla y León se siguen los controles de condicionalidad de acuerdo al Real Decreto 1078/2014, de 19 de diciembre, por el que se establecen las normas de la condicionalidad que deben cumplir los beneficiarios que reciban pagos directos, determinadas primas anuales de desarrollo rural, o pagos en virtud de determinados programas de apoyo al sector vitivinícola

El marco comunitario de Castilla y León ha desarrollado el Decreto 60/2015, de 1 de octubre, por el que se determina el órgano especializado para el control y coordinación de la condicionalidad en el marco de la Política Agrícola Común en la Comunidad de Castilla y León.

En este sentido la Consejería competente en materia agraria ha desarrollado la Orden AYG/965/2015, de 26 de octubre, por la que se establecen las normas de la condicionalidad que deben cumplir los beneficiarios que reciban pagos directos, determinadas primas anuales de desarrollo rural, o pagos en virtud de los programas de apoyo a la reestructuración y reconversión o de apoyo a la cosecha en verde del viñedo.

Todo esto implica la realización de los controles necesarios para garantizar la observancia de las buenas condiciones agrarias y medioambientales descritas en el Anexo I de dicha Orden AYG/965/2015, de 26 de octubre, y cualesquiera otras de la misma naturaleza que en el futuro se incluyan, y que deben cumplir los agricultores y ganaderos beneficiarios de ayudas directas, determinadas primas anuales de desarrollo rural, o pagos en virtud de los programas de apoyo a la reestructuración y reconversión, o de apoyo a la cosecha en verde del viñedo cuyas explotaciones se encuentren ubicadas en Castilla y León.

Según el artículo 3 y 4, de la citada Orden AYG/965/2015, de 26 de octubre, se deberán comprobar los cumplimientos de los requisitos de condicionalidad derivados de las buenas condiciones agrarias y medioambientales, y de los requisitos legales de gestión derivados de las normas en materia de medio ambiente. En concreto de los derivados de los artículos 4 y 5 de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Es en esta Orden de condicionalidad se establece como Requisito Legal de Gestión, la Directiva 91/676/CCE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, sobre protección de las aguas contra la contaminación por nitratos utilizados en agricultura", estableciéndose en él los elementos a controlar que están desarrollados y expuestos en este CBPA

Así mismo, este CBPA adopta las medidas consideradas en la Estrategia Regional contra el Cambio Climático en Castilla y León 2009 – 2012 – 2020, en lo relativo a la medida "Reducción del uso de fertilizantes nitrogenados", limitando o controlando las emisiones de $N_2O$, procedente de la oxidación de compuestos amoniacales, así como en la medida "Impulso de prácticas sostenibles de manejo de estiércoles y purines"

También la Junta de Castilla y León emitió la Orden MAM/1260/2008, de 4 de julio, por la que se establece el modelo de libro registro de operaciones de gestión de deyecciones ganaderas para las actividades e instalaciones ganaderas en la Comunidad de Castilla y León, el cual constituye un importante elemento de apoyo y control de los aportes nitrogenados a los suelos de Castilla y León.

Finalmente, los programas de actuación de las zonas declaradas como vulnerables a la contaminación con nitratos de fuetes agrarias, asumen todos los puntos establecidos en el CBPA para el control de los aportes nitrogenados a los suelos agrícolas, así como otros condicionantes relativos a la correcta gestión de las deyecciones ganaderas, constituyendo el documento básico de carácter preventivo para evitar las alteraciones de las masas de agua por la presencia de nitratos.

## 2. DEFINICIONES.

A efectos del presente decreto se estará a las definiciones establecidas en la normativa de prevención ambiental y protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, así como la normativa sectorial ganadera que esta norma desarrolla.

No obstante lo anterior, en aplicación de esta norma, se entiende por:

a. **Contaminación difusa por nitratos**. Presencia del ion nitrato de origen agrario en el agua, siendo 50 mg/ la concentración máxima admisible y 25 mg/l el nivel guía.

b. **Contaminación puntual**. A diferencia de la contaminación difusa, es la causada por agentes conocidos en un lugar concreto.

c. **Zonas vulnerables.** Superficie del territorio delimitada y designada en aplicación de la Directiva 91/676/CEE y que presenta unas características agrarias y edafoclimáticas similares.

d. **Ganado.** Todos los animales criados con fines de aprovechamiento o con fines lucrativos.

e. **Deyecciones animales:** excreciones sólidas o líquidas de las especies ganaderas solas o mezcladas con la cama.

f. **Estiércoles:** todo excremento u orina de animales de granja, incluidas las aves, con o sin cama, el agua de lavado y restos de pienso, las aguas para la limpieza de las instalaciones de estabulación, de almacenaje de leche y de ordeño, en proceso de cambio biológico. En función del sistema de producción tendrán diferentes contenidos de agua, dando lugar a los estiércoles sólidos o semisólidos.

g. **Purín:** estiércol líquido con más de un 85% de humedad.

h. **Gallinaza:** estiércol específico de las aves compuesto por las deyecciones, con o sin cama, el agua de lavado y restos de pienso.

i. **Deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado**. Material producido por ganado vacuno o porcino en alojamientos que no usan mucha paja u otro material para cama. Las deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado puede oscilar entre un semisólido con el 12% materia seca (m.s.) o un líquido con el 3-4% m.s.

j. **Agua sucia**. Es el desecho, con menos del 3% m.s. generalmente formado por estiércol, orina, leche u otros productos lácteos o de limpieza, se suele englobar en las deyecciones líquidas.

k. **Lodos de depuradora**. Son los lodos residuales producidos en todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas, urbanas y de otras actividades y que cumplan los criterios marcados en la normativa para su uso como fertilizante o enmiendas del suelo.

l. **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.

m. **Drenajes de ensilado**. Líquido que escurre de cosechas almacenadas en un recinto cerrado o silo.

n. **Demanda bioquímica de oxígeno**. (DBO) 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 20º C y por un período de 5 días (DBO5).

o. **Compactación.** Es el apelmazamiento excesivo del suelo 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.

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

q. **Superficie agrícola útil:** aquella superficie en la que las deyecciones ganaderas pueden ser valorizadas como fertilizantes orgánicos, considerando que el estiércol puede aplicarse en la superficie agrícola cultivable, en los pastos y pastizales, conforme a los usos establecidos en el Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), tomando como referencia la base de datos más actualizada disponible (con indicación de las referencias alfanuméricas SIGPAC y el cultivo o utilización).,

r. **Piezómetro**. Perforación protegida realizada en el suelo y a distintas profundidades para obtener muestras de aguas subterráneas y evaluar su calidad y caudal.

s. **Suelos hidromorfos**.- Suelos saturados de forma temporal o permanente, en los que la capacidad de retención de agua de alcanza valores próximos o superiores al 80%.El exceso de agua da lugar a un empobrecimiento, e incluso desaparición del oxígeno del suelo, originando procesos anaerobios que dificultan el desarrollo de los cultivos y de la actividad microbiana.

t. **Sondeo**. Perforación en el suelo, de mayor o menor diámetro, y a distintas profundidades para obtener muestras de aguas subterráneas, evaluar su caudal y ser utilizadas para distintos fines.

u. **Manantial**.- Corriente de agua que aflora a la superficie del suelo.

v. **Residuo orgánico biodegradable**.-Residuo o subproducto de origen vegetal o animal utilizado como materia prima susceptible de transformarse por la acción de microorganismos aerobios o anaerobios y dar lugar a un tipo de enmienda orgánica, cuya descripción se incluye en el anexo IV del R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.

## 3. TIPOS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.

La aportación de nitrógeno (N) a los cultivos puede realizarse utilizando fertilizantes minerales de composición conocida y constante, o mediante residuos orgánicos cuya composición es muy variable.

### 2.1. Fertilizantes químicos.

a) Abonos con **N exclusivamente nítrico**. El ion nitrato es de inmediata asimilación por la raíz de las plantas y por tanto de buena eficiencia nutritiva. Es muy móvil en el suelo y por tanto expuesto a procesos de escorrentía y lixiviación en presencia de excedentes hídricos.

b) Abonos con **N exclusivamente amoniacal**. El ion amonio, a diferencia del nitrato es retenido por el suelo y por ello no es lavable y/o lixiviable. 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.

c) Abonos con **N nítrico y amoniacal**. Estos tipos de abono representan una combinación 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 las diversas situaciones de abonado en función de la fase de cultivo y de las condiciones agronómicas.

d) Abonos con **N ureico.** La forma ureica 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 posteriormente por la acción de los microorganismos del terreno en N nítrico para poder ser asimilado por las plantas. El N ureico tiene por tanto una repuesta nutricional levemente más retardada que el N amoniacal. Pero se debe tener en cuenta que la forma ureica es móvil en el suelo y muy soluble en agua.

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 compleja (proteínas globulares, generalmente fácilmente hidrolizables y escleroproteínas) y por ello la disponibilidad del N para la nutrición de las plantas está espaciada en el tiempo, desde unas semanas hasta algunos meses. Esta 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. Por su propia definición, aquí se encuadran los distintos tipos de abonos nitrogenados, formulados con desechos de origen vegetal

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. 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. Dan lugar a reacciones bioquímicas que son de por sí lentas y que llegan a paralizar la nitrificación.

## 2.2. Fertilizantes orgánicos.

### 3.1.1. De origen ganadero

La diversidad de los efectos de los residuos ganaderos (estiércol, purines y deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado) que se aplican el campo se justifica con la variabilidad de sus composiciones, tanto en cantidad como en su forma química.

Por lo que respecta al N, la comparación entre los diversos efluentes 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 lenta nitrificación).

Tipos de residuos ganaderos utilizados como fertilizantes:

i. **Estiércol bovino.** Constituye un material de difícil comparación con los otros residuos, 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. **Deyecciones líquidas ganaderas, más aguas de lavado, bovino.** Presenta características fuertemente diferenciadas en función del sistema de cría, pudiendo llegar en el caso de deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado 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 kg por cabeza y por día. El efecto estructural es la mitad que el estiércol de los compuestos de N de lenta degradabilidad (40%), mientras que el efecto nutritivo en el primer año de mineralización puede llegar como máximo al 60%. En general, se trata de un abono de eficiencia media en el curso del primer año y de buen efecto residual, pero la gran variabilidad del material puede bajar dicha eficacia. En particular, a mayor porcentaje de cama su comportamiento se aproximará al del estiércol.

k. **Deyecciones líquidas ganaderas, más aguas de lavado, porcino**. Gran variabilidad de la composición en función del tipo de manejo y del tratamiento de las deyecciones, aunque resulta más fácil estimar la composición y el valor fertilizante. De hecho, es un material que puede alcanzar, ya en el primer año, eficiencias del N que llegan al 80%. Así el efecto residual puede ser limitado, como su contribución a la mejora de la estabilidad estructural del suelo.

l. **Deyecciones de ovino o sirle**. Sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y la gallinaza; es el estiércol de riqueza más elevadas en N y $K_2O$. El efecto sobre la estructura del suelo es moderado. La persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

m. **Deyecciones de aves o 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 y está sujeto a fuertes pérdidas por volatilización y con problemas de olores desagradables. Estos inconvenientes pueden ser, sin embargo, considerablemente reducidos o eliminados, utilizando sistemas de tratamiento como la desecación o el compostaje que permiten valorizar las propiedades nutritivas y estructurales.

### 3.1.2. Otros compuestos orgánicos que pueden ser utilizados como abonos

n. **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 explotaciones que puedan disponer de deyecciones ganaderas y materiales lignocelulósicos de desecho (pajas, tallos, residuos culturales diversos) que se mezclan 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 realizado durante un tiempo suficiente y con materiales propios de una explotación 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 estructurales que aporta pueden ser asimiladas a las del estiércol.

Siempre teniendo en cuenta la heterogeneidad de la procedencia de la materia orgánica compostable, el empleo del compost debe hacerse con particular cautela ante la posible presencia de contaminantes (principalmente metales pesados en caso de utilización de compost de residuos urbanos) que pueden limitar el empleo del compost a utilizar, sobre la base de cuanto disponga la normativa vigente.

o. **Lodos de depuradora**. Es posible el empleo como abonos de los lodos de procesos de depuración de aguas residuales urbanas u otras que tengan características como para justificar un uso agronómico en el marco de la normativa específica que regula esta actividad. 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.

Para la utilización agronómica de estos productos, valen precauciones análogas a las expresadas anteriormente para los compost.

## 4. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS COMO RECEPTORES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.

La correcta fertilización parte de la cuantificación de las necesidades nutritivas de los cultivos y de la evaluación del aporte necesario de fertilizantes a los suelos para garantizar la correcta nutrición de los cultivos.

Esta cuantifiación se realiza evaluando los aportes necesarios, determinando simultaneamente las épocas en las que deben ser realizados los aportes a los suelos y la forma de su distribución, de tal manera que los cultivos dispongan de los nutrientes necesarios que necesitan desde el primer momento de su desarrollo.

La elaboración del **plan de fertilización** debe complementarse con el estudio edafológico de los suelos donde van a implantarse los cultivos con el fin de evaluar las necesidades nutritivas, considerando y teniendo en cuenta el posible comportamiento de los suelos ante la recepción de los nutrientes, así como la evolución de éstos para que puedan ser extraidos y valorizados por los cultivos a través de su sistema radicular, optimizando su productividad, mejorandola calidad de los suelos y estableciendo medidas preventivas frente a la calidad de las aguas y cualquier otro tipo de alteración.

El suelo constituye el soporte físico sobre el que descansa la actividad agrícola y el desarrollo de los cultivos, produciéndose en él una serie de cambios biológicos y fisico/químicos gracias a una serie de funciones que desarrollan, relacionadas directamente con las características texturales y estructurales de los mismos, éstas son:

### 3.1. Actividad como filtro

En los primeros centímetros del horizonte "0" son retenidas las partículas más gruesas. Los fertilizantes sólidos son retenidos en su capa superficial. Cuando se incorporan fertilizantes líquidos, en los primeros centímetros

son retenidos los elementos más gruesos, basicamente de carácter sólido que permanecen en contacto directo con la atmósfera.

En ambos casos es convenieniente realizar, una vez finalizado el aporte, una labor superficial de forma tal que los fertilizantes se entierren en capas algo más profundas, salvo que, en el caso de fertilizantes líquidos se hayan inyectado en el suelo, porque si no pueden producirse las siguientes situaciones:

- Parte de los nutrientes, los expuestos a la atmósfera, podrán sufrir procesos de volatilización con pérdida de su capacidad nutritiva y emisión de gases de efecto invernadero, (por ejemplo $N_2O$), formacion de partículas finas secuandarias en la atmósfera y emisión de olores molestos.
- En el caso de fertilizantes líquidos: purines, lodos, etc. las particulas sólidas son retenidas en superficie y éstas sufrirán igualmente perdidas por volatilización.
- Paralelamente, la formación de esta capa impermeable superfcial produce condiciones anaerobias perjudicales para el suelo, los cultivos, los fertilizantes y las poblaciones microbianas del suelo.

En épocas de precipitaciones pueden producirse anomalías como la contaminación por escorrentia o por lixiviación. Efecto que es el mismo en caso de riegos excesivos o deproporcionados.

## 3.2. Capacidad de retención de nutrientes.

El suelo constituye un medio poroso que en función de las características de los mismos, los poros pueden ocupar el 50% de su volumen.Estos poros están ocupados por aire o por agua y son éstos los que aportan el oxígeno necesario para realizar el proceso de mineralización de las formas nitrogenadas, mediante reacciones en las que intervienen el oxígeno y el agua.

Las condiciones aerobias son esenciales, como se verá más adelante, para realizar los procesos microbianos de transformación de la materia orgánica y mineralización de las formas nitrogenadas y fosforadas.

En este medio los nutrientes aportados a los suelos, se retienen. La cualidad del suelo que determina esta propiedad es la **capacidad de retención,** la cual se encuentra determinada por las características texturales de los suelos y por el contenido en **humus** de los mismos.

Sobre las caracteristicas texturales relacionadas con la composición geológica del suelo, es dificil intervenir, sin embargo, aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo es viable y debemos realizar cuantas intervenciones sean posibles orientadas a este fin dado que una capacidad de retención elevada, es necesaria para que los nutrientes permanezcan en la zona radicular y así puedan ser extraídos por los cultivos.

Las materias disueltas en el agua son retenidas y fijadas por los suelos en base a su capacidad de retención del agua, como es el caso de los nitratos y fosfatos, mientras que el amonio o potasio, son retenidos por los suelos en base a su capacidad de cambio catiónico.

Cuando la capacidad de retención es rebasada, los nitratos y fosfatos son arrastrados por el agua donde se encuentran disueltos. Potasio y el amonio, sin embargo, son retenidos en los suelos durante periodos de tiempo más elevados.

## 3.3. Procesos de oxidación.

El aire contenido en los poros constituye el aporte básico de oxígeno para la actividad microbiana implicada en el proceso de nitrificación y para la oxidación de la materia orgánica del suelo, tanto la existente como la

aportada por el estiércol, compost, efluentes líquidos, etc., este proceso de oxidación de la materia orgánica da lugar a la formación del humus que puede considerarse como materia orgánica estabilizada. El humus es básico para la transmisión de los nutrientes a las plantas y para favorecer su enraizamiento.

La capacidad de oxidación se reduce cuando los suelos se encuentran con un nivel elevado de ocupación por agua, reduciéndose el contenido en oxígeno del suelo, y en este caso los procesos biológicos pasan a ser de características anaerobias, y en consecuencia ralentizando o frenando los procesos de humificación.

### 3.4. Capacidad de retención y transmisión del agua.

El suelo, como sistema poroso, tiene la capacidad de almacenar y retener importantes cantidades de agua.

Esta capacidad de retención está determinada por las características texturales y estructurales de los suelos, así un suelo arenoso es **capaz de almacenar** grandes cantidades de agua, mientras que en un suelo arcilloso esta capacidad es inferior. Sin embargo, el suelo arenoso tiene una **capacidad de retención** baja o casi nula y en un suelo arcilloso la capacidad de retención es mayor. En cualquier caso, en todos los suelos, un incremento de la matria organica en este aumenta tanto la capacidad de almacenamiento como de retención.

Por ejemplo, un suelo arcillo - limoso de un 1 m de espesor puede retener 3.000 $m^3$/ha, mientras un suelo arenoso solo podrá almacenar 700 $m^3$/ha como máximo.

En periodos de precipitaciones, las aguas que llegan al suelo, en unos casos son extraidas cuando los suelos están cultivados o con cubierta vegetal y en otras son almacenadas o retenidas por el suelo o bien cedidas a horizontes inferiores del suelo.

Es decir, en el suelo se producen tres corrientes del agua:

**A.- Corrientes ascensional.-** Por evaporación y por evapotranspiración.

**B.- Estacionaria.-** La retenida por el suelo o capacidad de retención.

**C.- Corriente descendente por infiltración o lixiviación.** Cuando el contenido de agua es igual o superior al 80 % de la capacidad de retención, se originan una serie de efectos nocivos, tales como:

i. Formación de condiciones anaerobias que dan lugar a procesos de **desnitrificación en vez de nitrificación.**

ii. Desaparición de numerosos microorganismos aerobios que emigran a horizontes más profundos.

iii. Desaparición de una fracción mayor de materia orgánica que por anaerobiosis pasa a dióxido de carbono y metano a la atmósfera.

iv. Dificultades o incapacidad de laboreo.

### 3.5. Soporte de la actividad microbiana.

Los microorganismos del suelo desarrollan una actividad fundamental sobre los materiales orgánicos y minerales que se encuentran o se aportan a los suelos: restos de cosechas, estiércoles, fertilizantes químicos, etc.

La acción de los microorganismos del suelo sobre los nutrientes orgánicos del mismo transcurre como la actividad de cualquier ser vivo. Puede sintetizarse en las siguientes formas:

1. Formación de gas carbónico y agua, mediante la transformación del carbono de la materia orgánica. Mediante esta transformación los microorganismos del suelo obtienen la energía necesaria para realizar la síntesis celular de los propios microorganismos.

2. Una fracción de la materia orgánica es fijada o inmovilizada como humus estable.

3. Otra fracción da lugar a los productos de reserva de los microorganismos, similar a la que los seres vivos asimilamos como consecuencia de la nutrición.

En suelos equilibrados y aireados, es decir, en medio aerobio, en aquellos en los que los procesos biológicos se desarrollan correctamente, el carbono procedente de la materia orgánica, sufre la siguiente evolución:

- El 37 % del carbono es utilizado en la respiración celular y desprendido en forma de dióxido de carbono.
- El 42 % será asimilado por los microorganismos como carbono de reserva que posteriormente será cedido a los suelos.
- El 20% se encontrará en los residuos del metabolismo de los microorganismos, los cuales serán utilizadas por otras poblaciones microbianas.

En condiciones desfavorables, en medio anaerobio:

- El 15% es transformado en $CO_2$ y metano.
- La actividad microbiana se ve muy reducida y en consecuencia la formación de humus estable.
- Estas condiciones reducen fuertemente la productividad de suelos y cultivos.

### 3.6. Soporte de los cultivos.

Sobre los suelos se desarrollan los cultivos, éstos extraen los nutrientes que se encuentran retenidos en los suelos y que mediante las transformaciones ya descritas pueden ser utilizados o asimilados por los mismos.

La extracción de los nutrientes por los cultivos cierra el ciclo de los aportes de nutrientes mediante su transformación en materias primas que serán utilizadas por todas aquellas especies animales capaces de asimilar y transformar alimentos de origen vegetal.

Posteriormente en los diferentes eslabones de la cadana trófica se asimilaran los nutrientes asimilados y transformados por los herbívoros y, en último lugar, las poblaciones detritívoras terminarán por asimilar y transformar los nutrientes asimilados por las otras especie cerrando así el ciclo de los nutrientes y devolviendo a éstos a su estado primitivo, iniciándose un nuevo ciclo de los nutrientes o elementos de la tierra.

## 4. EL NITRÓGENO COMO ELEMENTO BASE DE LA FERTILIZACIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POR NITRATOS.

El CBPA tiene como fin asesorar sobre el **correcto uso del nitrógeno** en los programas de fertilización agrícola, con los siguientes objetivos finales:

- Optimización de las aplicaciones nitrogenadas.
- Mantenimiento y mejora de la calidad de los suelos sobre los que se desarrolla la actividad agraria.
- Mejora de la productividad agraria.
- **Adopción de las medidas preventivas necesarias para garantizar la calidad de las aguas.**

En el apartado anterior hemos examinado el papel del suelo y su acción ante los aportes nitrogenados. Ahora vamos a considerar las funciones del nitrógeno; sus características y respuestas al ser aportado a los suelos como base de los programas de la correcta fertilización agrícola.

## 4.1. El ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas.

El nitrógeno en el suelo está sujeto a un conjunto de transformaciones y procesos de transporte que en su conjunto se denomina ciclo de nitrógeno. En el Gráfico 1, se presentan los principales elementos y procesos del ciclo, diferenciando los aportes, las reservas y las extracciones o pérdidas.

Para que los cultivos puedan extraer el nitrógeno aportado a los suelos mediante fertilizantes orgánicos o minerales, deben producirse una serie de procesos o fases que en su conjunto constituyen la mineralización del nitrógeno. A lo largo de este proceso el nitrógeno va evolucionando hasta que se encuentra bajo la forma de nitratos.

La fuente primaria de Nitrógeno es el nitrógeno atmosférico ($N_2$), que es el elemento con mayor presencia en la atmósfera (78 %.). A pesar de su elevada presencia en la atmósfera, tan solo una fracción muy pequeña puede ser asimilada directamente por los cultivos a partir de su extracción y asimilación de la atmósfera (excepto en leguminosas).

El nitrógeno atmosférico es muy estable y asimilación difícil por los organismos, solamente se transforma en compuestos asimilables por los vegetales a través de procesos como:

- Descargas eléctricas: Una pequeña fracción del Nitrógeno atmosférico puede ser transformado por descargas eléctricas en formas solubles que se incorporan al suelo mediante la lluvia.
- Fijación fotoquímica: Este tipo de fijación es la utilizada por las industrias elaboradoras de fertilizantes.
- Procesos microbianos realizados por bacterias que podemos reunir en tres grandes grupos:
    i. Las que se desarrollan en el suelo y sobre ciertas plantas (P.e.Leguminosas) ciertas bacerterias como por ejemplo son los géneros Rhizobium o Azotbacter
    ii. Las que lo hacen sobre el agua por cianobacterias.
    iii. Un tercer grupo está constituido por bacterias quimiosintéticas como:
        a) Nitrosomas y Nitrosococcus, que transforman el amonio en nitrito.
        b) Nitrobacter, que realiza la oxidación del nitrito ($NO_2^-$) a nitrato ($NO_3^-$)

Bajo la forma de nitratos el nitrógeno está disponible para ser absorbido por los cultivos o bien ser disuelto en el agua, pasando así a otros medios (p.e. las aguas subterráneas).

El nitrógeno fijado en los suelos es asimilado por los herbívoros a través de los vegetales, pasando posteriormente a toda la cadena trófica.

Todos los seres vivos almacenan grandes cantidades de nitrógeno orgánico en forma de proteínas, urea, etc. que regresan a los suelos con los excrementos o al descomponerse la materia orgánica.

La eliminación del nitrógeno a través de los excrementos, se hace en unos casos por los peces y otros organismos acuáticos en forma de amoniaco. Los mamíferos eliminan el nitrógeno bajo la forma de urea y por las aves en forma de ácido úrico. Posteriormente, las bacterias nitrificantes antes citadas, se encargan de pasarlo a la forma de nitratos.

En medio anaerobio ciertas bacterias desnitrificantes, entre ellas *Pseudomonas desnitrificans*, devuelven parte del nitrógeno inorgánico del suelo a la atmósfera en forma gaseosa ($N_2$). Estas bacterias habitan en embalses, pantanos, es decir, en fondos carentes de oxígeno y pertenecen al género Thiobacillus, que utilizan los nitratos en su proceso metabólico.

Debido a las interacciones que existen entre todas las partes de este sistema, para poder reducir la lixiviación de nitrato, que es el factor principal en la contaminación de las aguas con nitratos de origen agrario, 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. 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. Los nitratos son la única forma en la cual las plantas pueden absorber este elemento para poder sintetizar sus propias proteínas, por medio de la fotosíntesis.

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

- **Mineralización e inmovilización**. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico, anión amonio ($NH_4^+$), mediante la acción de los microorganismos del suelo; la inmovilización es el proceso contrario. Como ambos actúan en sentido opuesto, su balance se denomina mineralización neta. La mineralización neta de la materia orgánica del suelo depende de muchos factores, tales como el contenido en materia orgánica, la humedad y la temperatura del suelo. En climas templados la mineralización neta anual es, aproximadamente, el 1-2 % 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 C/N de 20-25 o menor, se produce una mineralización neta, mientras que si los valores de este cociente son más altos, entonces los microorganismos 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.

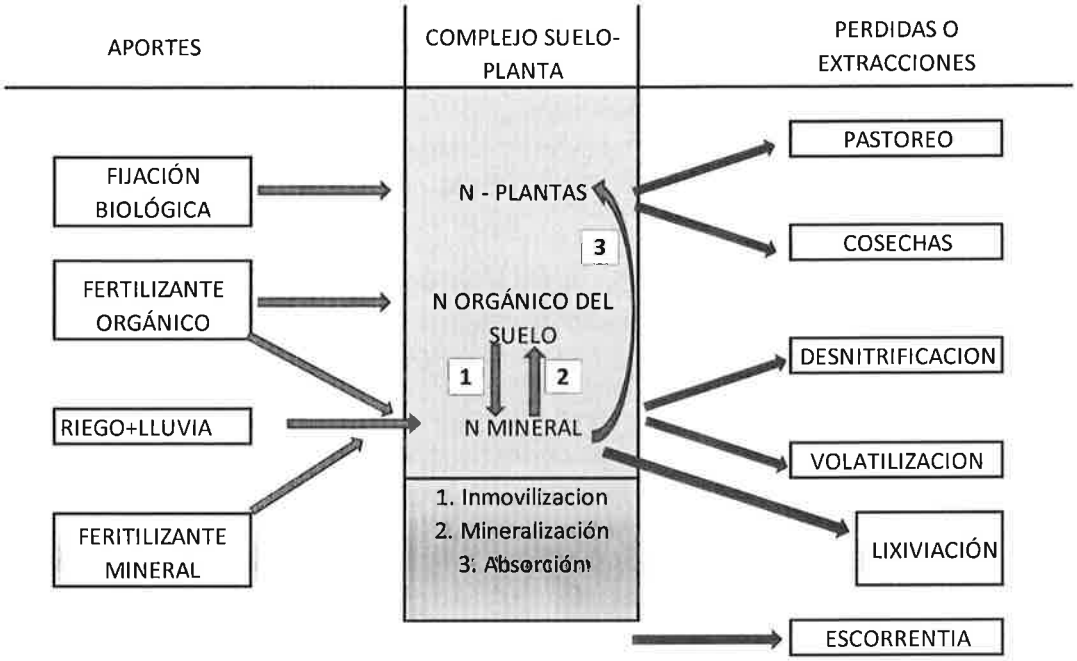


*Gráfico 1. Ciclo del Nitrógeno*

- **Nitrificación**. En este proceso, el ión amonio ($NH_4^+$) se transforma primero en nitrito ($NO_2^-$), y éste en nitrato ($NO_3^-$), mediante la acción de bacterias aerobias del suelo. Debido a que, normalmente el nitrito se transforma en nitrato con mayor rapidez que se produce, los niveles de nitrito en los suelos suelen ser muy bajos en comparación con los de nitrato. Estos microorganismos consiguen el carbono (C) del $CO_2$ atmosférico, es decir, son organismos autótrofos, realizándose el proceso en dos etapas:

  - Nitritación. El amonio es transformado en nitrito ($NO_2^-$), esta función la realizan bacterias de los géneros *Nitrosomonas y Nitrosococcus*.

  - Nitratación. Los nitritos son transformados en nitratos ($NO_3^-$), siendo realizado este proceso por bacterias del género *Nitrobacter.*

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

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

- **Desnitrificación**. La desnitrificación es la conversión del nitrato en nitrógeno gaseoso ($N_2$) o en óxidos de nitrógeno, también gaseosos. Con mucha humedad en el suelo y con falta de oxígeno se dan condiciones de anaerobiosis favorables para ciertos microrganismos que emplean 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. Esta primera evolución tiene dos vías para ser realizada:
  - Vía abiótica.- Mediante procesos químicos y fotoquímicos naturales, tales como la oxidación mediante el oxígeno del aire y la radiación solar, dando lugar a la formación de óxidos de nitrógeno ($NO_x$).
  - Vía biológica.- Determinados microorganismos, muy específicos que incluso en ocasiones forman simbiosis con determinadas plantas, por ejemplo las leguminosas, tienen la capacidad de reducir el $N_2$ a formas de nitrógeno orgánico, esta acción es desarrollada por bacterias específicas del tipo o familia:
    - Azotobacter.- Presentes en el suelo.
    - Rhizobium.- De acción simbiótica con algunas plantas como las leguminosas.
    - Cianobacterias.- Presentes en el suelo y en asociación con algunas algas.
- **Lluvia + riego**. La lluvia y el agua de riego contiene cantidades variables de N en forma de amonio, nitrato y óxidos de nitrógeno, y es el aporte de N propio de los sistemas naturales. Sin embargo, en los sistemas agrícolas, este aporte (5-15 kg N/Ha/año) es muy pequeño en comparación al de los fertilizantes.
- **Aportes en forma de las emisiones de amoniaco en zonas próximas a granjas**. El amoniaco emitido por las granjas, en los almacenamientos de estiércoles y purines y en la aplicación de estos en los terrenos de cultivo, se oxida en la atmósfera dando lugar a compuestos que contaminan el aire y, en parte, se depositan en los suelos próximos a las granjas.
- **Lixiviación**. La lixiviación del nitrato es el transporte del mismo por el agua del suelo que drena más abajo de la zona radicular. Este proceso es el que produce la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos, 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 transformación química o biológica.
- **Lavado 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 amoniaco gaseoso desde el suelo a la atmósfera. Esto ocurre porque el amonio ($NH_4^+$) del suelo, en condiciones de pH alcalino, se transforma en amoniaco ($NH_3$), que es un gas volátil. Aunque puede haber pérdidas importantes de N por volatilización cuando se abona con amoniaco 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 fertilizantes orgánicos, 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.

- **Asimilación o absorción**.- Los cultivos o plantas absorben el nitrógeno en forma de nitratos ($NO_3^-$) a través de sus raíces. Posteriormente las moléculas nitrogenadas son incorporadas tanto a las proteínas como a los ácidos nucleicos de las plantas. Finalmente, los herbívoros asimilan los elementos o compuestos nitrogenados elaborados por las plantas y en último lugar los carnívoros asimilan el nitrógeno asimilado y transformado por los herbívoros. Iniciándose a partir de este momento el proceso inverso, es decir, la desnitrificación.

## 5. PRINCIPIOS GENERALES DE LA FERTILIZACION

Las necesidades de nutrientes de los cultivos deben calcularse preferentemente de forma que se determinen los aportes según el tipo de suelo y cultivo, régimen de precipitaciones, climatología, particularizado para cada una de las explotaciones. Tener **planes de abonado** para cada parcela y **llevar un registro** para anotar la aplicación de fertilizantes, constituye los medios más eficaces para ayudar al agricultor a conducir y conocer mejor la fertilización nitrogenada, considerando en ellos los aportes y su respuesta, es decir su productividad.

El fomento del incremento de la materia orgánica presente en los suelos también es un objetivo prioritario debido a los importantes beneficios que tiene en su uso como soporte de la actividad agrícola y otros vinculados a los grandes problemas ambientales como el cambio climático. Ante esto, siempre es recomendable el uso de abonos orgánicos frente a abonos minerales así como todas las prácticas agrarias que conservan la materia orgánica procurando su incorporación al suelo.

Estas herramientas deben ser utilizadas de tal forma que permitan a la explotación agrícola prever y seguir la evolución de la fertilización nitrogenada realizada, favoreciéndose así el buen uso de los abonos. En ellos estarán recogidos los siguientes datos:

- La naturaleza de los cultivos.
- Las fechas de aplicación.
- Los volúmenes y cantidades utilizados de N de cualquier origen (deyecciones, lodos, compost producidos o introducidos en la explotación, abonos nitrogenados comprados, aportes por restos de abonados anteriores o restos de cultivos, etc.).
- Otros datos como: daños climatológicos: heladas, sequía, granizo, etc.
- El registro de los rendimientos.

El conjunto de estos datos facilitará la elaboración de los planes de abonado y el establecimiento de los balances del N.

La fertilización, no solo tiene el objetivo de aportar los nutrientes que los cultivos necesitan, sino también mantener la calidad de los suelos y la mejora de los mismos. Ello requiere que, junto a la determinación de las dosis de fertilización, se determinen otros parámetros como son:

- Mantenimiento de la fertilidad de los suelos.
- Labores culturales más adecuadas.

- Épocas de realizar los aportes.
- Dosis de siembra.
- Marcos de siembra.
- Adopción de medidas preventivas frente a la contaminación de suelos y aguas.

Estos condicionantes establecen los límites de productividad, siendo el objetivo de la actividad agrícola optimizar los rendimientos de los distintos cultivos, garantizando paralelamente el mantenimiento y mejora de su calidad.

Por ello los programas de fertilización tienen que realizarse teniendo en cuenta los siguientes condicionantes o parámetros:

- Cultivo que va a ser realizado.
- Caracterización del suelo sobre el que se va a implantar el cultivo.
- Condicionantes físicos: pendiente de la parcela, proximidad a cauces, áreas urbanas, etc.
- Régimen de precipitaciones, o dosis de riego.
- Climatología del lugar.

Estos factores determinan los límites de productividad a partir de la optimización de los rendimientos de los distintos cultivos.

Así mismo, es necesario destacar que todos los cultivos tienen un límite máximo de productividad, determinado por el propio cultivo y por los parámetros señalados anteriormente.

## 5.1. Principios de la fertilización y la prevención de la contaminación por nitratos

El objetivo de un programa de fertilización consiste en mejorar la producción agrícola y paralelamente evitar la contaminación de las aguas por nitratos de origen agrario y la optimización de los costes económicos de esta práctica. Para ello se hace necesario aquilatar en el plan de fertilización los siguientes parámetros:

- Productividad estimada del cultivo. (kg/ha)
- Necesidades nutritivas por unidad de producción. (kg/t)
- Estimación de nutrientes existentes en la parcela cultivada.
- Determinación de nutrientes a incorporar.
- Época de aplicación.
- Forma de aplicación.

**Productividad estimada del cultivo.**

La productividad es muy diversa al depender de numerosos parámetros, como las características edáficas, climatológicas, topográficas, las prácticas culturales y la disponibilidad de agua, climatología, etc. Aún así debe ser un factor más a considerar en la estimación de las necesidades de fertilizante.

Esto representa en suma que los datos estadísiticos de producción agrícola tan solo son datos relativos, pues incluso a nivel municipal las diferencias pueden ser muy variables, diferencias que pueden presentarse incluso dentro de una misma parcela. Parcelas de un mismo municipio y polígono, pero en diferentes puntos pueden tener productividades muy dispares.

Por ello, solo la **experiencia del propio agricultor puede determinar o considerar la productividad esperada** de un cultivo determinado. Aún así se aportan datos estimativos que pueden servir de apoyo en la **Tabla I** del presente CBPA, donde se incluyen rendimientos medios de los distintos cultivos representativos de Castilla y León, con unos márgenes amplios de diferencia.

**Necesidades nutritivas por unidad de producción.**

Las necesidades nutritivas de cada cultivo son características del cultivo considerado, consistiendo en la estimación de las unidades nutritivas necesarias para producir una unidad de producción (kg)

La evaluación de unidades nutritivas necesarias debe realizarse en función del conjunto de la producción vegetal: paja más semillas en cereales, masa vegetal más frutos en cultivos hortícolas, producción de uva más sarmientos,más hojas, etc.

En la **Tabla II** de este CBPA se exponen datos referenciados a los cultivos más comunes.

**Estimación de nutrientes existentes en los suelos de la parcela cultivada.**

Esta estimaciones se realizan en función de los siguientes datos:

Cultivo del año anterior.- En su evaluación se consideran: restos de la cosecha anterior y que permanecen en los suelos: rastrojos, restos de hojas y otros subproductos vegetales, pérdidas de los utiles de recolección, etc.

Nutrientes o fertilizantes residuales que quedan procedentes de la fertilización del anterior cultivo.

En la **Tabla III.1 y Tabla III.2** de este CBPA se exponen datos de ayuda para efectuar las correcciones.

Dado el importante papel que juegan los restos de los cultivos en la incorporación de materia orgánica en los suelos no es recomendable la incineración de los restos de las cosechas. Por otro lado, estas incineraciones provocan importantes problemas en la calidad del aire que pueden redundar en problemas en la salud de los ciudadanos y en el deterioro del entorno y que deben evitarse.

**Determinación de nutrientes a incorporar.**

La determinación se realiza en función de la producción estimada y de las unidades de nutrientes a incorporar por unidad de producción.

Realizada esta evaluación, al valor obtenido se le resta la cantidad de nutrientes procedentes de los cultivos y aportes realizados el año anterior. **Tabla III.1 y Tabla III.2**

**Época de aplicación**

La época de aplicación o de fertilización, para la mayoría de los cultivos desarrollados en Castilla y León, se expone más adelante con profusión; si bien la experiencia del agricultor puede determinar su modificación en función de las características del lugar donde se realice el cultivo.

Como medida preventiva es imprescindible determinar el elemento limitante, que frente a la contaminación de las aguas es el nitrógeno, que, por razones ya expuestas y por razones económicas, no deben aportarse en exceso puesto que los cultivos no van a realizar su extracción, por ello el incremento de la productividad de los cultivos será nulo y su pontencial efecto contaminante se verá incrementado a la vez que disminuye la rentabilidad agrícola de la explotación

El concepto de elemento limitante se aplica cuando la fertilización se realiza con fertilizantes complejos, siendo el elemento limitante aquél que, cuando se aporta una cantidad determinada de fertilizante, antes alcanza la dósis evaluada o necesaria.

Si la dosis se evalúa en función de otro elemento, el aporte del elemento limitante sería más elevado que el valor estimado como necesario.

Para evitar carencias nutricionales, las unidades fertilizantes que sean deficitarias se complementan con fertilizantes simples.

Con referencia al nitrógeno se considera necesario volver a recordar que los cultivos solo extraen nitrógeno cuando éste se encuentra en forma de nitratos ($NO_3$).

Las otras formas nitrogenadas, básicamente nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal, son retenidas en los suelos para su evolución a nitritos y posteriormente a nitratos.

En cuanto al fósforo, debe encontrarse bajo la forma de fosfato ($P_2O_5^-$) y en lo referente a potasio en forma de potasa ($K_2O$).

Debe resaltarse que la mineralización del nitrógeno es lenta, dependiendo de diversos parámetros: composición, origen, características del suelo receptor, etc., todo lo cual debe ser considerado para que cuando los cultivos lo necesiten ya se encuentre en forma de nitratos.

En el proceso de mineralización las cadenas carbonadas sufren una serie de transformaciones, promovidas o realizadas por la actividad de diversos microorganismos existentes en los suelos.

**Forma de aplicación.-**

La aplicación del fertilizante requiere el cumplimiento básico de dos puntos:

- Distribución homogénea.
- Aporte de fertilizantes controlado, es decir, cuando sea posible mediante su incorporación al suelo a una cierta profundidad. De esta forma se evitan pérdidas por volatilizacion de formas nitrogenadas.

En capítulo aparte se exponen distintas formas de sistemas de aplicación de nutrientes.

## 6. ASPECTOS PARTICULARES DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO DE ORIGEN ORGÁNICO

### 6.1. Deyecciones ganaderas.-

El nitrógeno en las deyecciones ganaderas se encuentra básicamente en forma orgánica, y por lo cual, para su valorización agrícola debe evolucionar y ser mineralizado para transformarse en nitratos.

La mineralización de las formas orgánicas es muy lenta al depender de diversos parámetros, tales como: composición, especie de la que proceden las deyecciones, características del suelo receptor, climatología, etc.

En el proceso de mineralización de la materia orgánica sufre una serie de transformaciones promovidas por la actividades de diversos microorganismos existentes en los suelos y que paulatinamente van rompiendo las largas y complejas cadenas orgánicas hasta hacerlas más simples (urea y amoniaco).

Así, en las deyecciones ganaderas el nitrógeno se encuentra bajo tres formas fundamentales:

**Nitógeno mineralizable.-**

El nitrógeno mineralizable se encuentra enforma ureíca y amoniacal, así el nitrógeno ureico, pasará a amoniacal y posteriormente a nitritos para finalizar el proceso bajo la forma de nitratos.

Este periodo requiere un espacio de tiempo variable y que es función de varios parámetros como: temperatura, pluviometría, etc.

Incluso las características de los suelos tienen una determinada influencia, siendo más rápido en suelos arcillosos que en los arenosos. Así como se realiza con mas facilidad en suelos ricos en materia orgánica que en suelos pobres en humus.

La duración del proceso de nitrificación del nitrógeno mineral puede estimarse en tres meses aproximadamente.

La fertilización con deyecciones debe realizarse con el plazo mínimo necesario para que cuando los cultivos lo requieran ya se haya producido su mineralización y esté bajo la forma de nitratos.

Es decir, una fracción del nitrógeno, aportado por los residuos ganaderos, estará disponible en un plazo medio de tres meses.

En el caso de las deyecciones de aves, gallinas ponedoras fundamentalmente, el nitrógeno mineralizable representa el 70 - 80% del nitrógeno total, siendo su mineralización muy rápida, pasando consecuentemente a forma de nitratos en un breve espacio de tiempo, por lo que, con este tipo de deyecciones, los aportes pueden realizarse en primavera y sus efectos se verán en los cultivos del mismo año.

En lo referente a las deyecciones de ganado porcino el nitrógeno mineralizable es equivalente al 50 % por lo que la disponibilidad de nitrogeno en el año es menor.

En este caso la mineralización del 50 % del nitrógeno aportado requiere un espacio de tiempo muchos mayor.

El aporte óptimo deberá realizarse en invierno si se pretende tener una disponibilidad mayor.

En cuanto al ganado bovino el nitrógeno mineralizable es equivalente al 40 % por lo que la mineralización es similar, ligeramente más baja, que en el caso del ganado porcino.

**Nitrógeno orgánico mineralizable.**

El nitrógeno orgánico mineralizable está formado por largas cadenas carbonadas u orgánicas en las que la mineralización es más lenta. Esta mineralización se realiza en un plazo próximo o superior a los nueve meses.

El nitrógeno orgánico mineralizable, en las deyecciones de porcino, representa el 22 %, con un tiempo de mineralización lento y siempre próximo o superior a los 9 meses.

En las deyecciones de ganado bovino, el nitrógeno orgánico mineralizable está representado por el 30 % y tiempo de mineralización es aún más elevado, próximo a los 12 meses, dependiendo de las características del suelo y fundamentalmente la climatología.

En áreas con temperaturas medias frías, por debajo de los 10ºC, el espacio de tiempo se situará en 12 - 15 meses, mientras que en áreas con temperaturas medias superiores a los 15ºC el plazo de mineralización puede incluso ser inferior a los 9 meses, con valores medios entre 9 y 12 meses

**Nitrógeno orgánico residual.**

La última fracción, el nitrógeno orgánico residual está representado en las deyecciones de las aves por un 10%.

Esta fracción está formada por largas cadenas carbonadas que siempre tienen un tiempo de mineralización muy elevado, superior a los 12 meses. Su mineralización incluso puede superar los 2– 3 años, lo que significa que durante ese espacio de tiempo podremos encontrar nitratos de origen ganadero u orgánico en los suelos,incluso cuando el último aporte se haya realizado hace 3 o cuatro años.

Bajo esta forma se encuentra en unos porcentajes próximos al 20 % en las deyecciones de porcino y del 30 % en las del ganado bovino, como consecuencia de la presencia, en este último, de lignina procedente de la nutrición animal.

Estas características de las deyecciones ganaderas exige que su aplicación se realice de forma adecuada, de tal forma que mediante la misma, podamos valorizar mediante su poder fertilizante y reducir simultáneamente los riesgos de contaminación.

La aplicación de residuos ganaderos, con fines fertilizantes, requiere que en la programación del plan de fertilización se considere el nitrógeno residual que resta o permanece en los suelos por aportes realizado en años anteriores.

**Por el efecto residual, los aportes ganaderos realizados en un momento determinado continuarán cediendo fracciones de nitratos durante varios años.**

El uso de deyecciones ganaderas como fertilizante, requiere que tras la producción de las deyecciones haya un sistema de almacenamiento que permita regular y diferir la aplicación a los momentos adecuados. Así, los sistemas de almacenamiento disponibles en granjas deben abarcar un mínimo de 3 meses en zonas no declaradas como vulnerables y 4 en las zonas declaradas como vulenerables y es aconsjeble inclementar esta capacidad a peridos más amplios.

Igulamente, debido a la variabilidad de las deyecciónes, es aconsejable su analisis periodico para precisar con exactitud los aportes reales que pueden ser realizados por esta vía.

Por último, los almacenamientos previos a su sobre el terreno en el que se van a aplicar las deyecciones ganaderas, deben evitarse o, en todo caso, reducir al minimo el tiempo en el que están acumulados por la importante lixiviación que generan que puede contaminar los acuíferos de forma significativa.

## 6.2. Lodos.-

**Lodos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas (E.D.A.R.).**

La valorización agronómica de los lodos obtenidos en el proceso de depuración de aguas residuales está regulada por el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario y que incorpora la Directiva 86/278 relativa a la protección del medio ambiente y, en particular de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura. Solamente los lodos que cumplen los requisitos expuestos en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, pueden ser aplicados en agricultura.

El interés agronómico de su utilización reside en su contenido de materia orgánica.

Un lodo, al salir de la depuradora, ha sufrido un proceso de deshidratación, con un contenido en materia orgánica (M.O.), respecto a la materia seca, próximo al 40 – 50%.

Constituye por lo tanto un interesante aporte de materia orgánica a los suelos de Castilla y León cuyo contenido en M.O. es muy pobre, inferior al 2 %.

En su aporte a los suelos, debe controlarse la relación C/N de los lodos, ésta no debe rebasar el valor del 10%, en caso contrario, de situarse en los alrededores del 15% o superior, se producirá una retención del nitrógeno amoniacal originando efectos nocivos sobre la fertilidad de los suelos.

El nitrógeno aportado por los lodos, de aguas residuales urbanas, está formado por dos fracciones: una de carácter orgánico y otra de carácter mineral.

La fracción mineral representada por nitrógeno amónico, es muy pequeña, siendo esta la utilizada por los cultivos el año de su aporte.

El aprovechamiento por los cultivos de la fracción orgánica será utilizada a partir de los 9 – 12 meses del aporte.

Es por ello, que el interés de la aplicación de los lodos, de aguas residuales urbanas, está representado por su valor como enmienda orgánica.

Su aporte incrementa el contenido en este parámetro en los suelos, lo cual da lugar a un mayor contenido en humus y a una mejora paulatina de la calidad de los suelos sobre los que se aportan adecuadamente.

Así mismo, otro de los aspectos más interesante de la aplicación de los lodos, procedentes de este tipo de aguas, es la valorización de los fosfatos, cuya presencia en los lodos es más elevado que su valor nitrogenado.

Por último, los almacenamientos previos a su sobre el terreno en el que se van a aplicar los lodos, deben evitarse o, en todo caso, reducir al minimo el tiempo en el que están acumulados por la importante lixiviación que generan que puede contaminar los acuíferos de forma significativa.

**Lodos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Industriales.**

La normativa aplicable es la misma que para EDAR urbanas, si bien el uso debe restringirse para que en su aplicación al suelo solamente sean utilizados los procedentes de industrias agrarias y siempre cuando previamente sean analizados y caracterizados, finalizando la toma de decisiones tras el estudio posterior de su interés agronómico.

## 6.3. Aguas residuales.-

Si bien, en el momento actual, la aplicación de aguas residuales no se realiza por razones de su bajo contenido en nitrógeno, si puede realizarse por los aportes de otros elementos y fundamentalmente por reciclado de las aguas que salen de los procesos de depuración y que en determinados momentos puede incluso ser interesante en periodos de sequía.

La aplicación de aguas depuradas en agricultura se encuentra sometida a lo desarrollado en el *Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.*

## 7. FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

### 7.1. Fertilizantes sólidos minerales.

En el mercado actual existen distintas herramientas o maquinaria para realizar un correcto aporte de fertilizantes a los suelos.La cualidad fundamental y básica que debe exigirse es que realice una fertilización **homogénea.**

### 7.2. Fertilizantes líquidos.-

La aplicación de fertilizantes líquidos, tipo purines de porcino o bovino sin cama, se realiza con cisternas que en unos casos son arrastradas por un tractor y en otros casos pueden ser autopropulsadas. En ambos casos los sistemas posibles de reparto de fertilizantes líquidos son:

**Con placa deflectora.-**

Los fertilizantes son proyectados a presión sobre una placa semicircular, ligeramente cónica o placa deflectora, formando un semicírculo que avanza con el tractor.

En la superficie abonada se distinguen tres áreas; un área central en forma de ángulo agudo y otras dos áreas laterales de mayor sección y forma de ángulo obtuso.

En el área central se aporta un mayor volumen que en las áreas laterales, así mismo la densidad del aporte va siendo inferior a medida que la distancia al punto del aporte es mayor.

**Ventajas:**

- Es el sistema más económico y rápido.
- La anchura del aporte porpasada es de 10 – 12 m

**Inconvenientes:**

- Formación de aerosoles cargados con gérmenes patógenos (coliformes, etc.) en el caso de aporte de deyecciones ganaderas o lodos pastosos o líquidos.
- El purín forma un semicírculo con tres áreas: un área central y otras dos áreas laterales.
- La densidad de aporte sobre el suelo es superior en el área central que la que se recibe en las áreas laterales.

- Emisión de malos olores.
- Con vientos fuertes los purines aplicados pueden alcanzar distancias elevadas y fuera de la parcela agrícola, con riesgo para las masas de agua próximas.
- Pérdidas importantes de nitrógeno amoniacal. Estas pérdidas están en funcion de la temperatura ambiente y de la velocidad del viento, pudiendo llegar a valores comprendidos entre el 6 y el 10% del nitrógeno amoniacal.
- Los purines deben ser enterrados lo antes posible y siempre dentro de las 24 horas siguientes al aporte.

**Con mangueras.**

La cisterna, arrastrada o autopropulsada, dispone a la salida del efluente de un distibuidor que vierte en el interior de un cilindro del que parten un determinado número de puntos de salida.

Cada una de estas salidas dispone de una manguera elástica que va sujeta a un armazón que fija todas las tuberías a una distancia similar entre ellas. Estas conducciones van depositando el purín a unos centímetros del suelo y a la distancia programada entre los puntos de aporte, unos 40 cm. El volumen de aporte deberá ser igual en todos los puntos de salida.

**Ventajas:**

- El aporte de fertilizantes es muy homogéneo.
- La emisión de malos olores es inferior al que se produce con el sistema de placa deflectora.
- La anchura del aporte por pasada es de 10 – 12 m

**Inconvenientes:**

- El sistema es algo más caro que en el caso de placa deflectora.
- Pérdidas escasas de nitrógeno amoniacal (< 6 %).
- Los purines deben ser enterrados lo antes posible y dentro de las 24 horas siguientes al aporte.

**Con mangueras y enterrado de los efluentes líquidos.**

El tipo de cisterna es similar al caso anterior, si bien la cisterna va provista en el armazón de vertido, de unas pequeñas rejas que realizan una incisión superficial en el suelo. Es en estas incisiones sobre las que las mangueras realizan el aporte de los efluentes.

Con buen tempero, al pasar la manguera, la incisión realizada se cierra por si misma una vez realizado el aporte.

**Ventajas:**

- El aporte de fertilizantes es muy homogéneo.
- La emisión de malos olores es practicamente nula.
- No es necesario que los purines sean enterrados despues del aporte.
- Pérdidas prácticamente nulas de nitrógeno amoniacal.
- La anchura del aporte por pasada es de 10 – 12 m

**Inconvenientes:**

- El sistema es algo más caro que en los casos anteriores.
- La energía tractora es superior a los casos anteriores.

**Con inyección directa al suelo.**

El sistema es similar al caso anterior, si bien la inyección se realiza a una profundidad superior,a unos 10 – 15 cm. En cereales y algún otro cultuvo puede considerarse como una fertilización localizada.

**Ventajas:**

- El aporte de fertilizantes es muy homogéneo.
- La emisión de malos olores es nula.
- No es necesario que los purines sean enterrados despues del aporte.
- Pérdidas nulas de nitrógeno amoniacal.

**Inconvenientes:**

- El sistema es algo más caro que en los casos anteriores.
- La energía tractora es bastante superior a otros sistemas.
- La anchura del aporte por pasada es bastante inferior, reduciéndose a 6 – 8 m

**Sin cisterna.**

El sistema está formado por un tractor provisto de un distribuidor y de una bomba de alimentación. El distribuidor está conectado por una manguera arrastrada por el tractor a la fosa o balsa de almacenamiento.

El distribuidor va conectado a un sistema de inyección o de mangueras como los descritos anteriormente.

Solamente es factible para grandes extensiones de superficie a fertilizar y que éstas se encuentren en las proximidades del punto de acopio de purines.

Es el sistema más económico, siempre y cuando se cumpla el condicionante de proximidad.

**Ventajas:**

Junto a las ventajas del sistema anterior, se tienen las siguientes:

- La reducción del tiempo empleado en la fertilización. A mayor distancia del punto de almacenamiento, mayor ahorro de tiempo.
- El consumo de energía por el tractor es prácticamente nulo.

**Inconvenientes:**

- El sistema está destinado, casi exclusivamente, para cultivos forrajeros y pastizales. El rozamiento de la manguera de alimentación sobre suelos desnudos limita su uso por los daños que se provocan en la manguera.

En conclusión el mejor sistema ambientalmente hablando para realizar la fertilización con purines son aquellos que inyectan el purín en el terreno. A este respecto hay que indicar que este es el sistema que propugna el documento de mejores tecnologías disponibles para el sector ganadero desarrollado en el marco de la Directiva 2010/75/UE, del Parlamento y del Consejo, de 24 de noviembre, sobre emisiones industriales y que será de aplicación obligatoria para las actividades ganaderas afectadas por la normativa sobre prevención y control integrados de la contaminación. Igualmente esta medida figura entre las recogidas en el Anexo III, parte 2 apartado A.4.d) de la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

### 7.3. Fertilizantes sólidos orgánicos: Lodos y estiércoles.

El esparcimiento de lodos y estiércoles, mediante estercoladores es bastante homogénea. Se realiza por dos sistemas:

**En cultivos herbáceos.-**

El sistema consta de un remolque provisto de una placa transversal que arrastra los estiércoles o los lodos hacia la parte posterior del mismo.

En esta zona dispone de un sistema de palas que a las revoluciones necesarias, esparce este tipo de fertilizantes por bandas con una anchura total próxima a la del remolque.

Realizado el aporte de este tipo de fertilizantes, éstos deben enterrarse lo antes posible con el fin de evitar la emisión de malos olores y pérdidas de unidades fertilizantes nitrogenadas en forma de nitrógeno amoniacal.

**En cultivos leñosos.-**

Al igual que en el caso anterior el aporte a los suelos se realiza mediante un remolque especial, provisto también de un sistema para desplazar los residuos sólidos depositados en el remolque.

Al final de la caja del remolque está instalado un tornillo sinfín que realiza el aporte en las filas de los cultivos leñosos, (frutales, viñedos, etc.) realizando un aporte localizado, próximo al área radicular.

Es posible también realizar el aporte simultáneamente en ambas filas de las líneas de producción, mediante la instalación de dos sinfines de sentido inverso y de un sistema que permita adecuar el aporte a distintas anchuras.

## 8. PERÍODOS EN QUE ES RECOMENDABLE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A LAS TIERRAS.

El abonado nitrogenado con abonos minerales es práctica adoptada para todos los cultivos incluso para las leguminosas aunque en dosis muy bajas. Con el fin de realizar un abonado racional, aportar abonos nitrogenados en el momento de su absorción por la planta, es una medida eficaz para reducir el peligro de que el N sea lavado cuando no lo pueda absorber la planta. 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.

Cuando se utilicen aportes de fertilizante orgánico, 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 ureico, 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 orgánico, 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.

La eficiencia del N total de las deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado en el año de aplicación se estima entre el 50 y el 70%, con valores crecientes para las deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado 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 deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, respecto a los abonos minerales, varía notablemente para cada cultivo en relación a la época de distribución, reduciéndose además al aumentar la dosis y aumenta en relación a la textura del suelo con el aumento de la porosidad.

### 8.1. Actuaciones

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

*1)* *Barbechos.*

Siempre que vayan a ser cultivados el año posterior al aporte, deberán utilizarse preferentemente fertilizantes orgánicos sólidos y en segundo lugar fertilizantes orgánicos líquidos. No deben aportarse nunca fertilizantes minerales.

*2)* *Cereales de otoño-invierno.*

Pueden aplicarse fertilizantes orgánicos, sólidos y líquidos, a la salida del otoño y fertilizantes minerales preferentemente en primavera.

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, deberá utilizarse:

- Nítrico: En el encañado.
- Amoniacal: En el ahijado.
- Nítrico y amoniacal: En el ahijado.
- Ureico: En el ahijado.

La siembra de leguminosas antes del cereal, fija en el suelo nitrógeno atmosférico que sirve de aporte 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.

3) *Maíz-Sorgo.*

N amoniacal, nítrico-amoniacal y ureico: 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.

4) *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 ureico es menos eficaz en praderas que las demás formas de N.

Estiércoles, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado: Al final del verano y otoño cada 2 ó 3 años, si se puede.

5) *Remolacha.*

N amoniacal, nítrico-amoniacal y ureico: 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, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, gallinaza, compost y lodos: Cuando la remolacha sea el inicio de la rotación, se hará una dosis importante de abono orgánico, con bastante anticipación a la siembra.

6) *Patata.*

*N* amoniacal, ureico: Aplicar en sementera.

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

Estiércoles, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, gallinaza, compost: 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.

7) *Girasol.*

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

N nítrico, nítrico-amoniacal, ureico: En cobertera, siempre que la humedad lo permita.

8) *Hortalizas.*

*8.a) De siembra primaveral*

N amoniacal, ureico y nítrico-amoniacal: Aportar aproximadamente 1/3 en la sementera.

N nítrico, nítrico-amoniacal, ureico: 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, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, gallinaza y compost a: Con anticipación a la preparación del lecho de siembra.

*8.b) 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 ureico: 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 compost: Al inicio del otoño para prever el brote 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 ureico: Pulverizaciones foliares antes de la floración pueden resultar una ayuda interesante, teniendo siempre en cuenta la limitación legislativa vigente sobre el contenido máximo de N ureico.

N orgánico, orgánico-mineral, estiércoles, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, gallinaza, compost, etc.: Es necesario realizar aportaciones repetidas de materia orgánica (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.

## 9. APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A TERRENOS INCLINADOS Y ESCARPADOS.

En general los suelos con pendientes uniformes inferiores al 3% se consideran *llanos* y no es necesario adoptar medidas particulares para controlar la erosión. Por el contrario, suelos con pendientes superiores al 15% son susceptible de tener importantes pérdidas por escorrentía con lo que la aplicación de fertilizantes en estos debe desarrollarse con las máximas medidas de precaución, no estando permitido el esparcimiento por aspersión de purines en estos terrenos.

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 (20%) se considera que marca el límite de los sistemas agrícolas con laboreo permanente.

Un límite de pendiente para la distribución de abonos (excepto lo indicado para purines) no puede ser definido a priori, ya que los riesgos de escorrentía dependen:

a) De la naturaleza y del sentido de implantación de la cubierta vegetal.

b) De la naturaleza del suelo.

c) De la forma de la parcela, del tipo y sentido de la labor en el suelo.

d) De la naturaleza y del tipo de fertilizante.

e) De las condiciones meteorológicas.

La escorrentía no se produce de la misma manera, variando mucho si la pendiente es uniforme o existan rupturas en la misma.

**Naturaleza de la cobertura vegetal:**

Como norma general, la cubierta vegetal disminuye los riesgos de escorrentía de forma sensible. En lo que concierne a los cultivos perennes en línea (plantaciones leñosas), la costumbre de cubrir con hierba las calles es una buena práctica.

**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 reduce.
- **Estructura**. Los suelos de estructura desfavorable (compactación, apelmazamiento) favorecen la escorrentía. Por el contrario, los suelos de buena estructura la reduce. 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 labor agrícola:**

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 u orgánicos).

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, deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado) y menores para las formas sólidas (abonos sólidos, estiércoles).

En suelos desnudos, con fuerte pendiente, los aportes de fertilizantes deben ser enterrados dentro de las 24 horas de su aporte, fundamentalmente cuando los suelos disponen de una pendiente superior al 10%.

**Condiciones meteorológicas:**

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

## 9.1. Actuaciones:

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

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

El sentido de la disposición del cultivo y del laboreo del suelo, debe ser perpendicular a la pendiente.

De otra parte, se recomienda no utilizar ciertos equipos de distribución como por ejemplo los cañones de aspersión 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.

## 10. APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A TIERRAS EN TERRENOS HIDROMORFOS, INUNDADOS, HELADOS O CUBIERTOS DE NIEVE.

Se trata de evitar las aplicaciones de fertilizantes bajo condiciones meteorológicas que agraven 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: La **tabla V** 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.

## 11. CONDICIONES DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN TIERRAS CERCANAS A CURSOS DE AGUA.

Con independencia de la contaminación indirecta de las aguas por filtración o drenaje, en la aplicación de abonos cercanos a corrientes de agua existe el peligro de alcanzar las aguas superficiales, ya sea por proyección, ya por escorrentía. Antes de aplicar fertilizantes orgánicos, conviene delimitar bien el terreno donde éstos no deben incorporarse nunca.

Las distancias mínimas de los aportes nitrogenados de las deyecciones ganaderas a masas de agua, pozos, manantiales, embalses, zonas de baño y otras, se respetará lo establecido en el Real Decreto 849/1996, de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento de 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.

No obstante, aun cumpliéndose esas distancias indicadas, el riesgo de contaminación puede ser alto derivado de circunstancias locales que deben ser valoradas por el aplicador incrementando la distancia si se considera que pudiera haber riesgos especiales.

Para las tierras de cultivo no incluidas en esa delimitación se tendrá en consideración los siguientes puntos:

**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 acentuadas del margen.
- Presencia y naturaleza de la vegetación (bosques en galería, prados, setos).
- Ausencia de vegetación.
- Posibles 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 importantes si los abonos se presentan en forma de elementos finos (ejemplo: Gotitas de abonos líquidos, gránulos de abonos minerales de poca masa) y las condiciones meteorológicas son desfavorables (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 deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado).

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

11.1. Actuaciones:

Para minimizar los efectos sobre el entorno en la aplicación de deyecciones ganaderas se deberán respetar las distancias indicadas en la normativa sobre aguas continentales u otras que pudieran ser de aplicación y, en su defecto las siguientes:

| Distancia respecto a | Distancia a respetar Aplicación de purines por aspersión o similar | Distancia a respetar Aplicación de purines por sistemas de inyección en el suelo y estiércoles |
|---|---|---|
| Caminos | 10 | 0 |
| Carreteras | 20 | 5 |
| Núcleos de población <300 habitantes | 200 | 50 |
| Núcleos de población >300 habitantes | 400 | 50 |
| Pozos, manantiales y embalses de agua para abastecimiento público | 250 o perímetro de protección declarado | 50 o perímetro de protección declarado |
| Tuberías de conducción de agua para abastecimiento público | 15 | 5 |
| Zonas de baño | 200 | 50 |
| Montes catalogados de utilidad pública | 10 | 5 |

En el vertido de purines se deberá tenerse en cuenta en el momento de llevar a cabo esta labor, los límites establecidos para la aplicación al terreno, las condiciones climatológicas y la dirección del viento, para evitar que dichos olores procedentes de estos vertidos no lleguen a afectar al casco urbano y viviendas aisladas.

Repartir los purines, si los terrenos y cultivos lo permiten, en dos épocas al año: abonado de fondo antes de la siembra y abonado de cobertera cuando las necesidades en nitrógeno del cultivo son importantes.

En abonados de fondo de cereales de invierno, preferir los meses de septiembre y octubre ya que se dan condiciones más favorables: menos calor y más humedad en el aire y en el suelo.

Sobre suelos desnudos, mejor si han recibido antes una labor superficial que favorecerá la infiltración del purín y por lo tanto el menor contacto con el aire.

Dosificar de forma adecuada, no sobrepasando las necesidades del cultivo ó las recomendaciones máximas (250 kg de Nitrógeno/ha y 170 kg/ ha en Zonas Vulnerables).

Realizar un reparto homogéneo en la parcela empleando las técnicas adecuadas. No dejar el terreno encharcado con dosis excesivas.

Si se emplea el equipo clásico de boca + plato difusor, realizar lo más pronto posible una labor superficial que entierre el purín depositado sobre la superficie.

Equiparse, si la cantidad de purín anual es importante, con nuevos sistemas de reparto más efectivos. Los más útiles desde el punto de vista de evitar emisiones son: Los enterradores (de discos, de rejas, de praderas) y los brazos de tubos colgantes.

Los sistemas con brazos multibocas que son muy interesantes desde el punto de vista de la homogeneidad del reparto, se comportan peor en el control de emisiones y es necesario aplicar un pase de enterrado inmediato si se quieren disminuir las mismas.

La presencia en el mercado de cubas y equipos de reparto de gran capacidad y con mejores prestaciones desde el punto de vista de la dosificación, la homogeneidad en el reparto, la disminución de la emisión de olores y amoniaco y el mejor comportamiento en cuanto a la compactación del terreno en suelos con humedad va a facilitar un cambio importante en la gestión de estos residuos. No obstante, dado la inversión elevada que ello supone, conviene antes realizar un estudio pormenorizado en cada caso. La unión de varios ganaderos para compartir una misma máquina (CUMAs) puede ser una buena opción para manejar el purín de forma correcta y con los costes más bajos.

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

Se tratará de evitar en las explotaciones ganaderas y en sus anejos, la evacuación directa en el entorno de líquidos que contengan deyecciones animales o efluentes de origen vegetal (como lixiviados de ensilados), 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 los siguientes puntos:

a) *Evaluación de los volúmenes a almacenar.* La capacidad de almacenamiento de estiércoles y deyecciones, sólidas y líquidas, por normativa no será inferior al volumen producido durante tres meses ~~cuatro~~ meses de estabulación (cuatro si estamos en zona declarada como vulnerable), si bien la recomendación es ir en todos los casos a una capacidad de unos seis meses de estabulación como mínimo. Estas capacidades ajustarse en función de la disposición de tierras y el plan de gestión de residuos de la explotación, añadiendo un margen de seguridad de la menos un 10% sobre el cálculo teórico.

- Deyecciones. El volumen de almacenaje debería permitir contener, como mínimo, los efluentes del ganado producidos durante el período en que su distribución es desaconsejable o no es posible por las

características de los cultivos y sus fases de crecimiento, 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 como el tipo de animales, modo de alimentación, manejo del ganado, etc. Se hace necesario, pues, calcular bien las cantidades producidas, dando un margen de seguridad de al menos un 15% para evitar desbordamientos eventuales. El volumen se incrementará para las explotaciones en las que haya corrales al aire libre que viertan sus escorrentías a la balsa de almacenamiento de las deyecciones ganaderas, en el volumen calculado a partir del caudal máximo que se genera en el punto de evacuación de las aguas utilizando el método racional, tomando los datos de intensidad máxima de precipitación en la zona para el periodo de retorno de 50 años y para un periodo de tiempo no inferior a 10 minutos. En **la tabla VII** se indican las cantidades de deyecciones, así como su composición en N.

- Aguas sucias (del lavado, desperdicios de abrevaderos, deyecciones diluidas). Para evitar volúmenes muy importantes, la producción de estas aguas debe limitarse al mínimo, e 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 y, en cualquier caso, su vertido sobre el terreno, se considera un vertido indirecto a una masa de aguas con lo que requiere el correspondiente permiso de vertido del organismo de cuenca.

A los fines indicados en el párrafo anterior las explotaciones ganaderas deberán disponer de sistemas que permitan cuantificar y realizar un seguimiento de los consumos de agua de abastecimiento de la granja, excepto para actividades extensivas desarrolladas íntegramente al aire libre y abastecidas de flujos de aguas naturales. El consumo de agua, será el mínimo posible y dentro del plan de manejo de la instalación se incluirá una revisión periódica de los procedimientos y formas de uso del agua orientados a la reducción de su consumo.

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 mediante por ejemplo techados.

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 productos sólidos. Los depósitos de almacenaje de los estiércoles y ensilajes deben asentarse sobre una superficie impermeable, preferiblemente bajo cubierta y con un punto bajo de recogida de los líquidos rezumados (purines, jugos de ensilajes), que deberán conducirse a una fosa impermeabilizada. El potencial contaminante de estos fluidos viene medida por la D.B.O.(mg/l), tal como se muestra en la **tabla VI**
- Almacenaje de los productos líquidos. Las fosas y balsas de almacenaje deben ser estancas.

**FOSAS.**-Las fosas son subterráneas y cubiertas, debiendo disponer de un registro para entrada y salida de los efluentes del tamaño adecuado para en casos concretos entrar en la fosa con las debidas precauciones. Las fosas construidas en cemento deben disponer del tratamiento adecuado: resinas apropiadas u otros productos para evitar el ataque y daños que el gas sulfhídrico puede producir en paredes y techos. En algunos caso las fosas disponen, o pueden disponer de un pequeño sistema de agitación que al mismo tiempo produce la aireación de la masa de deyecciones, con este sistema se evitan malos olores y paralelamente, al ser extraídos para la fertilización, se alcanza un grado de homogeneidad que mejora sensiblemente una más óptima fertilización.

**BALSAS.** Con carácter general se buscará en su diseño que sean profundas y tengan poca superficie expuesta al aire lo que evita perdidas de nitrógeno por evaporación. La ejecución de las obras estará supervisada por especialistas que permitan garantizar la adecuada ejecución de las obras en lo referido a su estanquidad y al finalizar esta, deberán emitir un certificado a este respecto. Todas las balsas deben protegerse por una valla que impida el acceso a las mismas de personas o de animales.

**Con geomembrana.** Son excavadas en la superficie del suelo. Los fondos deben estar revestidos por una pequeña capa de arena sobre la que se deposita una lámina protectora. Sobre ésta, se coloca la geomembrana que será soldada perfectamente para evitar fugas. Estas fosas deben estar peraltadas para darlas un mayor volumen.

**De obra.** Similar a las anteriores pero construidas con hormigón, que debe estar protegido frente a las reacciones químicas y biológicas que se producen en la masa líquida.

**Depósitos.** Construidos con materiales prefabricados de hormigón o metálicos. Su instalación se realiza sobre plataforma de hormigón y sobre ésta se instalan los elementos prefabricados o de fábrica. En todos los casos van provistos de un sistema de agitación que también se utiliza para su llenado y vaciado.

Sobre los almacenamientos de deyecciones ganaderas se establecen las siguientes recomendaciones:

- Reducir las emisiones generadas por el almacenamiento de estiércol fuera de las edificaciones destinadas al albergue de animales aplicando los planteamientos siguientes:
    - en el caso de almacenes de purines construidos después del 1 de enero de 2022 (Anexo III, parte 2 apartado A.4.d) de la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos), utilizar sistemas o técnicas de almacenamiento con bajo nivel de emisiones que hayan demostrado reducir las emisiones de amoníaco en al menos un 60 % respecto al método de referencia descrito en el documento orientativo sobre el amoníaco y, en el caso de los almacenes de purines existentes, en al menos un 40 %,
    - cubrir los almacenes de estiércol sólido,
    - Los purines depositados en balsas no serán agitados y para evitar las emisiones difusas de la balsa y se recomienda hacer una cubierta flotante con paja triturada o corteza natural.
    - garantizar que las explotaciones agrarias tengan una capacidad de almacenamiento de estiércol suficiente adecuado para la capacidad máxima para albergar animales, para esparcirlo solo durante los períodos adecuados para el crecimiento de los cultivos.
- Disponer de sistemas de control de la calidad de las aguas subterráneas en el entorno próximo de la instalación aguas arriba y aguas abajo que permita una detección precoz de posibles pérdidas por deterioro de las balsas y fosos.

*d)* *Casos particulares de los animales en el exterior.*

Se evitará la permanencia de los animales en densidades superiores a 4 UGM/ha 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, deberán situarse sobre solera u otro sistema de impermeabilización del suelo, incluido la compactación del suelo natural, y con pendientes dirigidas a la recogida de las escorrentías en una balsa.

Las explotaciones de ganado extensivo no superarán las 2,5 UGM/ha para evitar los riesgos de contaminación de las aguas.

### 12.1. 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 aconseja recoger por separado las aguas de lluvia de los tejados y evacuarlos directamente en el medio natural. Las aguas de lluvia no contaminadas pueden ser vertidas directamente al entorno, en el marco de lo indicado en la normativa sobre aguas continentales.

## 13. APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y ESTIÉRCOLES A LAS TIERRAS Y SU CONTROL PARA MINIMIZAR LAS PÉRDIDAS 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 muy baja (entre 350 y 500 mm/año), este CBPA tiene en cuenta los efectos de la aplicación de un exceso de fertilizantes, las dosis a aplicar, y las distintas formas de aplicación y/o 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 asimilar, además de ser una práctica poco rentable económicamente hablando, puede provocar efectos negativos en las producciones y posible 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 asimilación 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, porque 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 lluvia o riego, alcanzando a las masas de agua superficiales y subterráneas. Cuando el contenido en nitrógeno es superior a 50 microgramos 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 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 Unión Europea aprobara en diciembre de 1991 la Directiva 91/676, relativa a la contaminación por nitratos provenientes de fuentes agrarias (fertilizantes minerales y orgánicos), de las masas de agua,

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 orgánicos pueden ser considerados fuente contaminante o como subproducto susceptible de ser valorizado. La transformación de un concepto en otro se logra mediante una gestión adecuada de dichos residuos.

*Dosis de aplicación:*

Hay que determinar cuidadosamente la dosis a aplicar sobre el terreno, en previsión de las necesidades del cultivo, para evitar excesos y en consecuencia evitar el riesgo de pérdidas de nitrógeno. 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. La subestimación de los aportes propios del suelo.*
- *La subestimación de las cantidades de N contenidas en los residuos orgánicos.*

• 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. El suministro de N por el suelo que varía según el clima y los antecedentes culturales de la parcela. 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 o infrautilización localizada.

- Homogeneidad de los fertilizantes (calidad constante). Es útil remover mezclando las deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado, 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.

## 13.1. Actuaciones:

13.1.1. Se recomienda equilibrar la dosis de fertilizante teniendo en cuenta:

1. Las necesidades previsibles de N de los cultivos, teniendo en cuenta el potencial agronómico de las parcelas y el modo de gestión de los cultivos.
2. Los suministros de N a los cultivos 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.

* El nitrógeno aportado en aguas de riego, en su caso.

Habiendo fijado la dosis, se recomienda fraccionar las aportaciones, si fuera necesario, para responder mejor a las necesidades de los cultivos en función del periodo de crecimiento 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.

13.1.2. 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.

## 14. GESTIÓN DEL USO DE LA TIERRA CON REFERENCIA A LOS SISTEMAS DE CULTIVOS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR NITRATOS.

La necesidad de alcanzar un equilibrio en los suelos frente a las distintas necesidades de los cultivos, así como para favorecer la estabilidad de la evolución de los nutrientes en los mismos, es la base de una buena alternancia de cultivos. Ello implica la necesidad desestabilizar las entradas y salidas de nutrientes, y, en algunos casos, dejar un periodo de descanso a los suelos agrícolas.

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

La gestión de las tierras, a escala de explotación y de parcela, debe contemplar el riesgo de contaminación de las aguas por nitratos procedentes de la propia finca.

*Evitar suelos desnudos:* Todo sistema agrícola que deje el suelo desnudo en invierno constituye un factor de riesgo importante para el lixiviado de N en el suelo, y la posible contaminación de las aguas. Así las alternativas pasan por 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.

*Abonados racionales:* La 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. Así dentro de las diferentes soluciones técnicas para una explotación, se deben 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.

*Gestión de cultivo:* 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. Por ello hay que tener en cuenta las necesidades del cultivo y los precedentes de cultivo y abonado a la hora de establecer un programa de fertilización. (Tabla III.1 y III.2 y VIII)

*Alternativas más frecuentes en la agricultura Castellana y Leonesa:*

A continuación y a título orientativo, se describen las alternativas más generalizadas en el campo de Castilla y León

*Alternativas de Secano*

- *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.

*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%

14.1. 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, y tener en cuenta precedentes culturales, correcciones de abonado y dosis máximas (tabla II, III.1, III.2, y IV) así como la tabla VIII, en el que se contempla el efecto sobre un cultivo de los cultivos precedentes.

- Enterrar los residuos de las cosechas, ya que esta práctica mejora el suelo considerablemente, incrementando su contenido de materia orgánica, mejorando su estructura y le dota de mayor poder de retención del agua, disminuyendo la erosión.

- Proteger el suelo de la erosión en rotaciones de leguminosas, tales como: Alfalfa, Algarrobas, Almortas, Altramuces dulces, Judías verdes y secas, Esparceta, Garbanzos Tréboles. Guisantes verdes y secos. Habas verdes y secas. Haboncillos, Lentejas, Vezas, Veza-Cereal y 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.

## 15. ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE FERTILIZACIÓN ACORDES CON LA SITUACIÓN PARTICULAR DE CADA EXPLOTACIÓN.

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

La elaboración de planes de abonado y el registro en los cuadernos de explotación 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.

### 15.1. 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 CBPA.

## 16. 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 nítrica 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 características de la tabla IX.

### 16.1. Actuaciones:

Una buena práctica de riego debe tratar de evitar el drenaje 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 (muy arcillosos) se desaconsejan los turnos de riego largos para evitar la formación de agrietamientos profundos a través de los cuales podría perderse una 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 efectúe 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 entre el 20 y el 25% del volumen de agua. La fertirrigación debe completarse cuando se ha suministrado entre el 80 y el 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 la zona húmeda de la tierra seca.

Para corregir estas zonas de alta concentración, es conveniente variar periódicamente los caudales y los tiempos de riego.

## 17. DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE COSECHA. INTERACCIONES CON LA DINÁMICA DEL NITRÓGENO

La observación de la dinámica de evolución del nitrógeno mineral en las rotaciones culturales, muestra que las pérdidas de nitrógeno de los sistemas de cultivo se producen fundamentalmente durante el periodo invernal. Cuando la fertilización de dichos cultivos se hace de forma racional, el nitrógeno proveniente de los fertilizantes químicos es mínimo en el suelo tras la recolección y contribuye poco a la contaminación nítrica. Sin embargo, una fertilización más allá de los límites razonables, provoca un aumento muy rápido de los restos de nitrógeno mineral dejado en el suelo tras la cosecha.

Por otra parte, la mineralización de nitrógeno al final de verano y de otoño, es un proceso inevitable aunque condicionado por la climatología y la disponibilidad de humedad.

La mineralización de la materia orgánica es importante incluso en condiciones de baja humedad y sin laboreo del suelo. Provoca la producción en superficie de varias decenas de kilos de nitrógeno mineral y es suficiente por sí misma para provocar contaminación nítrica. Entre las acciones posibles de control de los nitratos lixiviables entre dos cultivos sucesivos, se hace necesaria la gestión de los residuos de la cosecha y será imprescindible además encontrar sistemas económicamente viables.

### 17.1. Factores de variación de la descomposición

De forma esquemática, los factores más importantes que intervienen en la descomposición de los residuos orgánicos de las cosechas son los siguientes:

- La naturaleza y la cantidad de los residuos.
- Las características de los suelos en el que serán incorporados.
- Los factores del medio (humedad, temperatura, etc.) que van a controlarlos procesos de descomposición.
- Elementos nutritivos distintos al carbono y especialmente el nitrógeno.
- El tipo de laboreo aplicado que determinará un grado de contacto suelo-residuo.

**Actuaciones**

Los restos de cosecha deben gestionarse racionalmente, como si se tratara de la fertilización química, si se quieren minimizar las pérdidas de nitrógeno en el sistema de cultivo.

Básicamente los objetivos serán siempre dos y complementarios:

- Reducir la mineralización de otoño.
- Reducir la percolación del nitrógeno lixiviable que se haya producido.

La forma óptima de proceder será diferente de unas zonas climáticas a otras. Básicamente y centrándonos en las superficies cerealistas, donde se integran además otros cultivos alternativos, atenderemos a las siguientes posibilidades:

a. Aprovechamiento comercial de dichos restos (empacado). Los riesgos aparecen en cuanto no habrá masa orgánica que permita el bloqueo del nitrógeno que se libera en los procesos de mineralización constantes con base en la materia orgánica del suelo y acelerados por medio de laboreos agresivos.

b. Con incorporación de restos vegetales

   i. Zonas húmedas: En el caso de la paja de cereales, girasol o colza, se deberán aplicar las técnicas que hagan intervenir los residuos como agentes de bloqueo para retener el máximo de nitratos previo al comienzo de los fenómenos de migración, así como para minimizar en primavera el efecto depresivo de la reorganización microbiana por competencia con el cultivo implantado. Existe experimentación que demuestra que dejando los restos en superficie uniformemente repartidos y retrasando las labores lo máximo posible, acercándose a la siembra, es un buen sistema para reducir los riesgos de lixiviación de nitratos. Igualmente, se disminuyen los riesgos utilizando labores lo menos agresivas posible (siembra directa y laboreo superficial).

   ii. La escasa pluviometría ralentiza al máximo los procesos de descomposición e imposibilita los movimientos de las formas móviles del nitrógeno a través del perfil. En estas situaciones, la incorporación de la materia orgánica por su influencia en otros aspectos físico-químicos del suelo, provoca siempre beneficios netos respecto a la contaminación por nitratos (mejora en la retención de agua, profundidad de enraizamiento, disminución de la erosión y escorrentía etc.)

Tanto para zonas secas como para las húmedas, si cuando se aplican los purines hay una masa importante de residuos de cosecha bien repartida, con alta relación C/N, disminuirán los riesgos de percolación del nitrógeno puesto que se producirá una retención de éste debido a la reorganización microbiana ya referida.

Bajo estos aspectos de bloqueo del nitrógeno, la retirada o destrucción total de los restos orgánicos y el laboreo y manejo del suelo como «suelo desnudo» será una práctica desaconsejada.

Una clasificación de los factores técnicos intervinientes, en cuanto a nivel de riesgo de contaminación nítrica por lixiviación en rotaciones con presencia mayoritaria de cultivo de cereales, puede deducirse de la tabla X.

**TABLA I**

Productividad estimada de algunos cultivos en Castilla y León

| Prov. | Trigo (kg/ha) | | Cebada (kg/ha) | | Avena (kg/ha) | | Centeno (kg/ha) | | Maíz (kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Secano | Regadio | Secano | Regadio | Secano | Regadio | Secano | Regadio | Secano | Regadio |
| AV | 3.245 | 3.888 | 2.856 | 3.596 | 2.127 | 3.247 | 1.898 | 2.187 | 4.560 | 8.290 |
| BU | 4.125 | 5.155 | 2.826 | 4.355 | 3.150 | 4.318 | 2.759 | 3.825 | --- | 11.020 |
| LE | 3.555 | 5.450 | 2.554 | 4.642 | 2.723 | 3.564 | 1.500 | 2.550 | --- | 10.200 |
| P | 3.652 | 5.154 | 2.224 | 4.579 | 2.508 | 3.620 | 2.557 | 3.209 | --- | 9.500 |
| SA | 2.890 | 3.375 | 2.215 | 3.128 | 2.529 | 2.972 | 1.688 | 2.286 | --- | 12.300 |
| SG | 3.525 | 4.954 | 3.412 | 4.978 | 2.104 | 3.245 | 2.421 | 3.558 | --- | 8.000 |
| SO | 3.625 | 4.827 | 3.435 | 4.967 | 1.986 | 2.078 | 2.487 | 3.854 | 8.000 | 11.000 |
| VA | 3.278 | 4.857 | 3.568 | 4.929 | 2.175 | 3.236 | 1.776 | 3.850 | --- | 10.000 |
| ZA | 2.734 | 4.567 | 2.620 | 4,435 | 1.893 | 3.368 | 1.324 | 1.896 | 3.000 | 11.000 |

| Prov | Patata (t/ha) | | Remolacha (t/ha) | | Girasol (t/ha) | | Alfalfa (t/ha) | | Veza (t/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sec. | Rega. | Sec. | Rega. | Sec. | Rega. | Sec. | Rega. | Sec. | Rega. |
| AV | --- | 42 | 57,0 | 88,5 | 0,875 | 1,824 | 22,0 | 58,5 | 11,4 | 24,6 |
| BU | --- | 120 | --- | 85,1 | 1,125 | 2,096 | 30,5 | 52,5 | 18,5 | 25,5 |
| LE | --- | 115 | --- | 97,4 | 0,652 | 2,486 | 21,0 | 45,5 | 13,5 | 25,0 |
| P | --- | 43 | --- | 87,1 | 0,750 | 1,125 | 17,5 | 50,2 | 15,9 | 18,9 |
| SA | --- | 210 | --- | 86,0 | 0,879 | 1,686 | 35,0 | 70,0 | 15,9 | 22,5 |
| SG | --- | 89 | --- | 80,0 | 1,052 | 1,922 | 25,0 | 70,0 | 16,0 | 30,0 |
| SO | --- | 16 | 60,0 | 100,0 | 1,225 | 1,762 | 18,8 | 32,5 | 13,8 | 20,0 |
| VA | --- | 258 | --- | 83,0 | 0,950 | 2,227 | 15,0 | 47,0 | 12,0 | 27,0 |
| ZA | --- | 48 | --- | 83,0 | 1,025 | 2,682 | 19,0 | 55,0 | 19,5 | 34,7 |

**TABLA II.** Aportes máximos de N a los suelos agrícolas en función de los cultivos en zonas no declaradas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario.

| N (kg/ha) | | | |
|---|---|---|---|
| **Cultivo** | | **Secano** | **Regadío** |
| **Cereales** | Trigo | 87 | 104 |
| | Cebada | 87 | 104 |
| | Avena | 50 | 74 |
| | Centeno | 45 | 74 |
| | Maíz | --- | 210 |
| **Leguminosas grano** | Judías secas | --- | 50 |
| | Habas secas | --- | 50 |
| | Lentejas | 30 | 50 |
| | Garbanzos | 30 | 50 |
| | Guisante seco | 38 | 50 |
| | Veza grano | 10 | 30 |
| **Industriales** | Patata | --- | 200 |
| | Remolacha | --- | 215 |
| | Girasol | 17 | 35 |
| **Forrajeros** | Alfalfa | --- | 12 |
| | Veza | --- | 5 |
| **Hortalizas** | Tomate | --- | 160 |
| | Otros hortalizas | --- | 150 |

**TABLA III.1.**Corrección aportes de N por cultivo anterior

| | Cultivo | kg N/ha |
|---|---|---|
| **Cereales** | Paja recolectada | 0 |
| | Paja enterrada | 20 |
| **Leguminosas** | Todas | -20 |
| **Tubérculos** | Patata | 0 |
| **Cultivos industriales** | Remolacha hojas retiradas | 0 |
| | Remolacha hojas enterradas | -20 |
| **Cubierta vegetal (barbechos)** | Todos | -10 |

**TABLA III.2** Corrección aportes por aportes orgánicos de años anteriores

| Aporte orgánico | % de aporte año anterior |
|---|---|
| Bovino | 10 |
| Porcino | 10 |
| Aves | 10 |
| Lodos | 10 |
| Compost | 5 |

**TABLA IV.** Tabla orientativa de periodos de fertilización

| | Fertilizantes | | |
|---|---|---|---|
| Cultivo | $NO_3^-$ | Amoniacales | Orgánicos |
| Cereales | Marzo-Abril | Invierno/primavera | Otoño/invienro |
| Arbóreos(*) | Invierno/primavera | primavera | Otoño/invierno |
| Industriales | Primavera/verano | Primavera | Invierno/primavera |
| Pastizales | Todo el año (**) | | |
| Barbechos | NO | NO | Verano/otoño/invierno |
| Eriales | NO | | |

Cuando se aplican retardantes o inhibidores de la nitrificación, no es de aplicación la tabla anterior.

**TABLA V.** Aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos hidromorfos, inundados, helados o cubiertos de nieve

| | Suelos helados únicamente en superficie, alternando el hielo y deshielo a lo largo del día | Suelos completamente helados | Suelos nevados | Suelos inundados o encharcados |
|---|---|---|---|---|
| Fertilizantes minerales a, b, c, d | Posible | En caso excepcional(') | No aconsejable | No aconsejable |
| Estiércoles, compost y lodos (e, i, h, l, m, n, o ) | Posible | En caso excepcional | No permitido | No permitido |
| Deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado purines( j, k ) | No aconsejable | No permitido | No permitido | No permitido |

(') Salvo el caso de cultivos en medio acuatico (p.e Berros)

**TABLA VI.** DBO en los líquidos rezumados (purines, jugos de ensilajes) que deberán conducirse a una fosa impermeabilizada

| DBO (mg/l) | |
|---|---|
| Agua Sucia (de sala de ordeño y corrales) | 1000 – 2000 |
| Deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado de bovino | 10000 – 20000 |
| Deyecciones líquidas ganaderas más aguas de lavado de porcino | 20000 – 30000 |
| Efluente de ensilaje | 30000 – 80000 |
| Leche | 140000 |

**TABLA VII**. Deyecciones, cantidad y composición. *

| | Especie | Tipo de Animales | Deyecciones t/año | UGM | kg N/plaza, año |
|---|---|---|---|---|---|
| GANADO MAYOR | VACUNO | Vacas de leche | 20,80 | 1,00 | 80,220 |
| | | Otras vacas | 14,60 | 0,66 | 53,150 |
| | | Terneros entre 12 y 24 meses | 8,35 | 0,61 | 49,020 |
| | | Terneros hasta 12 meses | 3,65 | 0,36 | 28,970 |
| | OVINO y CAPRINO | Ovejas de reproducción | 0,66 | 0,070 | 5,360 |
| | | Corderas de reposición | 0,42 | 0,058 | 4,360 |
| | | Corderos | 0,16 | 0,040 | 3,180 |
| | | Cabrío reproducción | 0,62 | 0,090 | 7,390 |
| | | Cabrío de reposición | 0,45 | 0,075 | 5,750 |
| | | Cabrío de sacrificio | 0,15 | 0,040 | 3,250 |
| | EQUINO | Caballos de más de 12 meses de edad | 16,24 | 0,570 | 45,900 |
| | | Caballos de más de 6 meses y menos de12 | 8,00 | 0,360 | 31,900 |
| | | Caballos hasta 6 meses | 2,20 | 0,200 | 12,760 |
| | PORCINO | Lechones de 6 a 20 kg | 0,41 | 0,020 | 1,190 |
| | | Cerdos de 20 a 50 kg | 1,80 | 0,100 | 6,000 |
| | | Cerdos de 50 a 100 kg | 2,50 | 0,140 | 8,500 |
| | | Cerdos de 20 a 100 kg | 2,15 | 0,120 | 7,250 |
| | | Cerdas con lechones de 0 a 6 kg | 5,10 | 0,250 | 15,000 |
| | | Cerdas con lechones hasta 20 kg | 6,12 | 0,300 | 18,000 |
| | | Cerdas de reposición | 2,50 | 0,140 | 8,500 |
| | | Verracos | 6,12 | 0,300 | 18,000 |
| GANADO MENOR | CUNÍCOLA | Conejas con crías | 0,11 | 0,015 | 1,250 |
| | | Cunicola de cebo | 0,04 | 0,004 | 0,310 |
| | | Coneja ciclo cerrado | 0,35 | 0,032 | 2,610 |
| | AVÍCOLA | Pollos de carne | 0,0100 | 0,0030 | 0,226 |
| | | Gallinas, con cintas sin presecado | 0,0150 | 0,0064 | 0,480 |
| | | Gallinas, con cintas de presecado | 0,0150 | 0,0064 | 0,480 |
| | | Gallinas, con foso profundo | 0,0150 | 0,0064 | 0,480 |
| | | Pollitas de recría | 0,0033 | 0,0009 | 0,064 |
| | | Patos | 0,0120 | 0,0044 | 0,331 |
| | | Ocas | 0,0120 | 0,0044 | 0,331 |
| | | Pavos | 0,0150 | 0,0064 | 0,480 |
| | | Codornices | 0,0010 | 0,0004 | 0,032 |
| | | Perdices | 0,0038 | 0,0013 | 0,096 |

* Estos valores se han extraído de la aplicación informática ganaderas.xlsx que se puede consultar en el portal web de la Junta de Castilla y León. La actualización de los citados valores puede verse afectada por nuevos conocimientos técnicos

**TABLA VIII.** Efecto sobre un cultivo de los precedentes culturales

| | Precedentes Culturales | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cultivo** | Trigo | Cebada | Maiz | Remolacha | Patata | Colza | Alfalfa | Girasol |
| **Trigo** | R | M | MB | B | MB | B | MB | B |
| **Cebada** | B | B | MB | M | MB | B | MB | B |
| **Maiz** | 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%.

**TABLA IX.** Riesgo de contaminación en regadío

| | |
|---|---|
| **Alto riesgo** | • Suelos arenosos muy permeables y de limitada capacidad de campo.<br>• 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%.<br>• Práctica de una agricultura intensiva con aportes elevados de abono.<br>• Terrenos ricos en materia orgánica y labrados con frecuencia en profundidad; presencia de arrozales en suelos de permeabilidad media, etc. |
| **Riesgo moderado** | • Suelos de textura media, de baja permeabilidad y de discreta capacidad de campo.<br>• Localización de nivel freático de 2 a 15-20 m.<br>• Suelos de profundidad media (no inferior a 50-60 cm).<br>• Suelos de pendiente moderada.<br>• Aportes moderados de fertilizantes, etc. |
| **Bajo Riesgo** | • Suelos de textura arcillosa.<br>• Suelos poco permeables y con elevada capacidad de campo.<br>• Terrenos profundos (más de 60-70 cm).<br>• Localización de la capa freática a más de 20 m<br>• Suelos con escasa pendiente. |

## TABLA X.

Nivel de riesgo de contaminación nítrica por lixiviación en rotaciones con presencia mayoritaria de cultivo de cereales

| NIVEL DE RIESGO | LABOREO | EPOCA DE LABOREO | RELACION C/N DE LOS RESIDUOS | MANEJOS DE LOS RESIDUOS |
|---|---|---|---|---|
| Bajo | Siembra Directa | Lo mas retardada posible antes de la siembra | Alta relacion C/N | Todos los producidos picados y distribuidos uniformemente en superficie |
| | Laboreo mínimo | | Media relación C/N | |
| | Laboreo vertical | Retraso intermedio | Baja relación C/N | Restos retirados, (empacados), Mantenimiento de rastrojo |
| Alto | Volteo | Inmediata a la cosecha | Restos frescos de leguminosas deenraizamiento superficial | Quemados |