

AMBIENTE E AGRICULTURA, FLORESTAS E DESENVOLVIMENTO RURAL

Gabinetes dos Secretários de Estado do Ambiente e das Florestas e do Desenvolvimento Rural

Despacho n.º 1230/2018

Considerando que o artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março, prevê, a fim de assegurar um nível geral de proteção de todas as águas contra a poluição causada ou induzida por nitratos de origem agrícola, a aprovação de um Código de Boas Práticas Agrícolas.

Considerando que decorridos 20 anos sobre a publicação do primeiro Código de Boas Práticas Agrícolas em 1997, urge proceder à sua revisão, concretizada pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P., com a coordenação conjunta deste Instituto com a Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, ouvida a Agência Portuguesa do Ambiente, I. P., os competentes serviços do Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural e as organizações do setor agrícola.

Assim, nos termos das competências delegadas pelo Ministro do Ambiente e pelo Ministro da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural e ao abrigo do disposto no artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março, os Secretários de Estado do Ambiente e das Florestas e do Desenvolvimento Rural, aprovam o Código de Boas Práticas Agrícolas, em anexo ao presente despacho e que dele faz parte integrante.

28 de novembro de 2017. — O Secretário de Estado do Ambiente, *Carlos Manuel Martins*. — 4 de dezembro de 2017. — O Secretário de Estado das Florestas e do Desenvolvimento Rural, *Miguel João Pisoeiro de Freitas*.

1 — Introdução

A evolução do conhecimento científico, relativo às técnicas culturais a aplicar numa agricultura que permita conciliar o aumento da produção de alimentos e de outros bens com a redução do impacto ambiental a que dão origem, impõe que o Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) para a proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola seja periodicamente revisto, facultando ao setor produtivo a informação de base que permita a preservação da qualidade ambiental que constitui, hoje em dia, uma preocupação maior da Humanidade, face às diferentes ameaças que continuamente se levantam, pondo em risco a sua própria sobrevivência.

A agricultura cabe um papel fundamental na produção de alimentos e de outros bens indispensáveis à vida e ao bem-estar de uma população mundial que, em ritmo exponencial de crescimento demográfico, mais do que quadruplicou no século passado. O recurso à produção intensiva de alimentos de natureza vegetal e animal conduziu, em muitas regiões, ao uso exagerado de adubos inorgânicos, de pesticidas e de outros fatores de produção, bem como à criação de grande número de animais em recintos limitados (pecuária sem terra). Uma tal revolução na agricultura não se fez sem riscos para o ambiente. Com efeito, a utilização desregrada de adubos e pesticidas, bem como a gestão incorreta das grandes quantidades de materiais orgânicos gerados nas explorações agropecuárias e provenientes da agroindústria, podem ser fontes de contaminação e de poluição ambiental, seja dos solos, das águas ou do ar. Tal poluição poderá ter caráter pontual ou ser de natureza difusa, como acontece, por exemplo, com a contaminação das águas superficiais ou subterrâneas com substâncias poluentes contidas nos fertilizantes que se distribuem e incorporam no solo.

O azoto na forma de nitrato é muito solúvel na água sendo, por isso, facilmente arrastado pelas águas das chuvas ou das regas. Encontra-se, nesta forma, em diversos adubos inorgânicos e organominerais, em corretivos e/ou resíduos orgânicos, bem como na matéria orgânica do solo.

O teor de nitratos nas águas subterrâneas e superficiais, quando ultrapassa certos limites, pode ter consequências nefastas para o ambiente e para a própria saúde humana, podendo inviabilizar a utilização destas águas para consumo humano e animal. Há também necessidade de prevenir que ocorram concentrações excessivas de fósforo nos meios aquáticos, a fim de evitar fenómenos de eutrofização dos mesmos.

A eutrofização das águas superficiais manifesta-se pelo aumento indesejável do crescimento de algas, bactérias e plantas macrofíticas, acompanhado de forte redução das quantidades de oxigénio dissolvido e da libertação de cheiros desagradáveis, tornando estas águas impróprias para consumo humano, para além de limitar a vida de espécies piscícolas.

Tal como no caso dos nitratos, o enriquecimento em fósforo de origem agrícola das águas superficiais deriva, essencialmente, da fertilização inadequada com adubos e corretivos orgânicos que contenham o nutriente, nomeadamente os que têm origem na pecuária intensiva. Dada a sua reduzida mobilidade ao longo do perfil do solo, a ocorrência de

fenómenos de erosão hídrica, envolvendo o destacamento e o transporte de partículas de solo pelas águas de escoamento superficial, origina a movimentação do fósforo para as águas superficiais, podendo ficar retido nos sedimentos ou dissolvido na água. A perda de solo provocada pelo vento ou causada por técnicas de mobilização inadequadas origina, também, o arrastamento de partículas de solo contendo fósforo.

A redução das perdas de nitratos e fosfatos do solo arrastados pelas águas de escoamento superficial e/ou pelas águas de infiltração, para além da diminuição da poluição das águas superficiais e das águas subterrâneas, contribui, também, para um melhor aproveitamento do azoto e do fósforo pelas culturas e para o aumento das suas produções concorrendo, assim, para aumentar a rentabilidade económica do uso dos fertilizantes e de outros fatores de produção.

A legislação ambiental comunitária e portuguesa tem procurado estabelecer normas relativas à proteção para a descarga de águas residuais, nomeadamente em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização que constam no Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas (alterado pelo Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro, pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho e pelo Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de outubro). O Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro (que altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, e transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro), estabelece as concentrações máximas de azoto e de fósforo total para as descargas das estações de tratamento de águas residuais urbanas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização.

Por outro lado, a Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, designada resumidamente por Diretiva-Quadro da Água (DQA), preconiza uma abordagem abrangente e integrada de proteção e gestão dos recursos hídricos, tendo em vista alcançar o bom estado de todas as águas em 2015.

A referida Diretiva foi transposta para o direito interno pela Lei n.º 58/2005 (Lei da Água), de 29 de dezembro, que estabelece as bases para a gestão sustentável dos recursos hídricos e define o novo quadro institucional para o sector, sendo complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

A União Europeia, através da Diretiva 91/676/CEE, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, determina que os Estados-Membros elaborem um ou mais códigos de boas práticas agrícolas a aplicar voluntariamente pelos agricultores, tendo em vista eliminar ou minimizar, tanto quanto possível, os riscos de tal poluição. O mesmo refere o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, que transpõe para o direito interno as disposições contidas na referida diretiva, posteriormente alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março.

Com base no primeiro Código de Boas Práticas Agrícolas, publicado em dezembro de 1997, foram estabelecidos e implementados programas de ação nas zonas vulneráveis à poluição com nitratos de origem agrícola (ZV), como determinado pelos instrumentos legais anteriormente referidos. Mais recentemente, a Portaria n.º 259/2012, de 28 de agosto, veio estabelecer um único programa de ação para as zonas vulneráveis de Portugal Continental identificadas pela Portaria n.º 164/2010, de 16 de março. As medidas nela descritas, bem como as que são referidas no CBPA e que não constam no supracitado programa de ação, são de caráter obrigatório, assumindo formas concretas em função das condições edafoclimáticas e das culturas e sistemas culturais dominantes.

Em todas as zonas vulneráveis, nomeadamente onde existam condições propícias à erosão hídrica (nomeadamente declives do solo e pluviosidade média anual mais elevados) e solos com apreciável capacidade de retenção de fósforo na camada superficial, também se pode esperar, com grande probabilidade, o enriquecimento das águas doces superficiais naquele nutriente.

Nas medidas e técnicas culturais que agora se propõem, procurou ter-se em conta a mais recente informação científica disponível no nosso País. No entanto, face à grande diversidade de solos e de climas que ocorrem no território nacional e ao elevado número de culturas e de sistemas culturais praticados, houve também necessidade de recorrer a informação proveniente de outros países adaptando-a, na medida do possível, às condições prevalecentes em Portugal.

O presente CBPA inclui, para além da informação presente na edição anterior, revista e atualizada, orientações e diretrizes de caráter geral, com o objetivo de auxiliar os agricultores e empresários agrícolas na tomada de medidas que visem racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que, direta ou indiretamente, interferem na dinâmica do azoto e do fósforo nos ecossistemas agrários. Atualiza-se a informação sobre o impacto do azoto na agricultura, fornece-se informação sobre a dinâmica do fósforo e o impacto resultante da sua aplicação aos solos e efetuam-se recomendações de boas práticas agrícolas que visam a redução das perdas de azoto e de fósforo do solo.

No Anexo XV deste CBPA inclui-se alguma legislação nacional e comunitária pertinente para os assuntos aqui abordados.

2 — Definições

As definições que a seguir se apresentam são consideradas para efeitos do presente Código de Boas Práticas Agrícolas. Por isso, algumas delas, como as referentes à eutrofização e poluição, são apenas acções restritas de conceitos muito mais gerais.

2.1 — Adubo: fertilizante cuja função principal é fornecer à planta um ou mais nutrientes.

2.2 — Adubo CE: O adubo que está em conformidade com os requisitos constantes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003.

2.3 — Adubo azotado: adubo elementar cujo macronutriente principal é o azoto que se pode encontrar nas formas nítrica, amoniacal e amídica, ou em associações destas formas, como a nítrico-amoniacal.

2.4 — Adubo fosfatado: adubo elementar cujo macronutriente principal é o fósforo, que pode encontrar-se sob diversas combinações químicas de diferentes graus de solubilidade.

2.5 — Adubo composto: adubo com um teor declarado de pelo menos dois dos nutrientes primários, obtido por processos químicos, mistura ou uma combinação de ambos.

2.6 — Adubo mineral ou adubo químico: adubo cujos nutrientes declarados se apresentam na forma mineral, obtido por extração ou por processo industrial físico e/ou químico.

2.7 — Adubo orgânico: adubo cujos nutrientes declarados se apresentam na forma orgânica e são, na sua totalidade, de origem vegetal e ou animal.

2.8 — Adubo organomineral: adubo obtido por mistura mecânica e/ou combinação química de adubos minerais e adubos orgânicos contendo, pelo menos, um por cento de azoto orgânico.

2.9 — Água de rega: água de origem superficial, subterrânea ou residual que vise satisfazer ou complementar as necessidades hídricas das culturas agrícolas ou florestais.

2.10 — Águas costeiras: águas superficiais situadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de 1 milha náutica, na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base (conforme definido na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho ou Lei da Água), a partir da qual é medida a delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável, até ao limite exterior das águas de transição.

2.11 — Águas de escoamento superficial: águas que escorrem à superfície do solo, sem infiltração, em direção a cursos de água.

2.12 — Águas de percolação: águas que se infiltram no solo e que se dirigem para as camadas mais profundas, em direção à zona de saturação.

2.13 — Água destinada ao consumo humano: toda a água no seu estado original, ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar, à preparação de alimentos ou a outros fins domésticos, independentemente da sua origem e de ser ou não fornecida a partir de uma rede de distribuição, de camião ou navio-cisterna, em garrafas ou outros recipientes, com ou sem fins comerciais, bem como toda a água utilizada na indústria alimentar para o fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos ou substâncias destinados ao consumo humano, exceto quando a utilização dessa água não afeta a salubridade do género alimentício na sua forma acabada.

2.14 — Água doce: toda a água que ocorre naturalmente, com uma concentração reduzida de sais, frequentemente aceitável para efeitos de captação e tratamento, com vista à produção de água potável.

2.15 — Águas eutróficas (albufeiras e lagoas): as massas de água superficiais, classificadas como tal de acordo com os critérios legais em vigor para avaliação do seu estado trófico, estabelecidos para os parâmetros nitratos, fósforo total e clorofila-a.

2.16 — Águas interiores: todas as águas superficiais lênticas (paradas) ou lólicas (correntes) e todas as águas subterrâneas que se encontram do lado terrestre da linha de base (tal como definida na Lei da Água) a partir da qual são marcadas as águas territoriais.

2.17 — Águas poluídas e águas suscetíveis de serem poluídas com azoto: águas doces superficiais, nomeadamente as utilizadas ou destinadas à produção de água para consumo humano, cujo teor em nitratos (NO_3^-) é, ou corre o risco de vir a ser, superior a $50 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$; águas subterrâneas que contenham, ou apresentem o risco de vir a conter, uma concentração de nitratos superior a $50 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$; incluem, ainda, lagoas ou outras massas de água doce, águas costeiras e marinhas que se revelem eutróficas ou que se possam vir a tornar eutróficas a curto prazo, se não forem tomadas as medidas adequadas.

2.18 — Águas residuais domésticas: águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de atividades domésticas.

2.19 — Águas residuais industriais: águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade, que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas, nem sejam águas pluviais.

2.20 — Águas residuais urbanas: águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e/ou com águas pluviais.

2.21 — Águas subterrâneas: águas que se encontram abaixo da superfície do solo, na zona saturada, em contacto direto com o solo ou com o subsolo.

2.22 — Águas superficiais: águas interiores, com exceção das águas subterrâneas, águas de transição, águas costeiras, incluindo-se nesta categoria, no que se refere ao estado químico, as águas territoriais.

2.23 — Águas territoriais: águas marítimas situadas entre a linha de base (tal como definida na Lei da Água) e uma linha distando 12 milhas náuticas da linha de base.

2.24 — Águas de transição: águas superficiais na proximidade da foz dos rios, parcialmente salgadas, como resultado da proximidade de águas costeiras, mas que também são significativamente influenciadas por cursos de água doce.

2.25 — Aquífero: uma ou mais camadas subterrâneas de rocha ou outros estratos geológicos suficientemente porosos e permeáveis para permitirem um escoamento significativo de águas subterrâneas ou a captação de quantidades significativas de águas subterrâneas.

2.26 — Azoto disponível: azoto inorgânico, que pode ser facilmente utilizável pelas culturas. O azoto nítrico é a forma de azoto preferencialmente absorvido pela maioria das plantas.

2.27 — Azoto inorgânico ou mineral: azoto sob forma nítrica (NO_3^-) ou sob forma amoniacal (NH_4^+). Por convenção, o azoto amídico dos adubos químicos (ureia e seus derivados), embora de natureza orgânica, é considerado azoto mineral.

2.28 — Azoto orgânico: azoto que faz parte de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal, presentes no solo ou nos fertilizantes.

2.29 — Azoto total: azoto orgânico e mineral contido no solo ou nos fertilizantes.

2.30 — Capacidade de armazenamento de efluentes pecuários: o somatório do volume útil necessário para a retenção dos efluentes pecuários, nomeadamente em nitreiras, fossas, tanques e outros reservatórios previstos para o efeito.

2.31 — Chorume: a mistura líquida ou semilíquida, de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, bem como de água de lavagem das instalações pecuárias ou outras, que pode conter desperdícios da alimentação animal ou de camas e as escorrências provenientes de nitreiras ou silos.

2.32 — Compostagem: a degradação biológica aeróbia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, produzindo uma substância húmica (composto ou compostado) utilizável como corretivo orgânico do solo.

2.33 — Composto ou compostado: o produto higienizado e estabilizado resultante da decomposição controlada da matéria orgânica por compostagem.

2.34 — Corretivo agrícola: fertilizante cuja função principal é melhorar as características físicas, químicas e/ou biológicas do solo.

2.35 — Corretivo orgânico: corretivo de origem vegetal ou animal, utilizado principalmente com o objetivo de aumentar o nível de matéria orgânica do solo.

2.36 — Desnitrificação: processo biológico ou químico em que, por redução dos nitratos, se obtém no final um gás, o azoto molecular (N_2).

2.37 — Ecossistema: sistema de organismos vivos que interagem, não só com o meio físico que os rodeia, mas também com a química ambiental e com o meio social e biológico em que estão inseridos.

2.38 — Efluente pecuário: o estrume e chorume.

2.39 — Estrume: a mistura sólida de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, podendo conter as camas de origem vegetal, que não apresenta escorrência líquida aquando da sua aplicação.

2.40 — Erosão do solo: processo sequencial resultante do destacamento e transporte de partículas do solo, por agentes erosivos (água, vento), resultando na diminuição da espessura do solo e na perda da sua fertilidade. Distinguem-se dois tipos de erosão: hídrica (laminar, por sulcos e por ravinas) e eólica.

2.41 — Escoamento preferencial: escoamento da água e sedimentos e, por consequência, de nitratos e outros nutrientes, através das fendas e fissuras existentes em zonas com solos argilosos (Vertissolos ou Barros), em que predominam os minerais de argila expansíveis.

2.42 — Escoamento superficial: fração da água da precipitação e da rega que flui por ação da gravidade, de modo não organizado, das zonas mais elevadas para as zonas mais baixas, concentrando-se em pequenos riachos que se reúnem em ribeiros e, mais tarde, em rios. Esta água irá terminar em lagos, mares ou oceanos.

2.43 — Escorrência de silagem: líquido que escorre da forragem conservada pelo processo da ensilagem em instalação apropriada, designada por silo.

2.44 — Estrutura do solo: combinação ou arranjo das partículas primárias do solo em partículas secundárias, unidades secundárias ou agregados.

2.45 — Estuário: zona de transição, na foz de um rio, entre a água doce e as águas costeiras.

2.46 — Eutrofização das águas: enriquecimento do meio aquático em nutrientes, em especial azoto e fósforo que, provocando uma aceleração do crescimento de algas e plantas superiores, ocasiona uma perturbação indesejável do equilíbrio dos microrganismos presentes na água, bem como a deterioração generalizada da qualidade das águas em causa.

2.47 — Fator limitante: qualquer fator que pode limitar, ou mesmo impedir, o normal desenvolvimento dum organismo, em particular a planta.

2.48 — Fertilidade do solo: capacidade do solo para suportar uma cultura, fornecendo-lhe os nutrientes de que necessita para atingir o seu ótimo potencial produtivo.

2.49 — Fertilizante: qualquer substância utilizada com o objetivo de, direta ou indiretamente, manter ou melhorar a nutrição das plantas. Consideram-se duas classes de fertilizantes: os adubos e os corretivos agrícolas.

2.50 — Fertilizante orgânico: matéria de origem vegetal, animal ou mistura de ambas, utilizada para manter ou melhorar a nutrição das plantas, nomeadamente através da sua atuação sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos.

2.51 — Fertirrega: A prática cultural que consiste na aplicação de fertilizantes através da água de rega.

2.52 — Fixação biológica de azoto: processo pelo qual o azoto molecular (N_2) é retirado da atmosfera e convertido em amoníaco (NH_3), por ação de enzimas de origem microbiana designadas por nitrogenases.

2.53 — Fósforo disponível: fósforo que se apresenta, no solo, numa forma inorgânica que pode ser facilmente utilizável pelas culturas.

2.54 — Fósforo inorgânico ou mineral: principal forma em que ocorre o fósforo em solos pobres em matéria orgânica, da qual apenas uma pequena parte se encontra em combinações químicas solúveis na solução do solo, sendo de fácil utilização pelas culturas.

2.55 — Fósforo orgânico: fósforo que faz parte de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal, presentes no solo, nos meios hídricos ou nos fertilizantes.

2.56 — Fósforo total: fósforo orgânico e inorgânico contido no solo ou nos fertilizantes.

2.57 — Imobilização do azoto ou do fósforo: assimilação de moléculas inorgânicas contendo azoto ou fósforo pelos microrganismos do solo e sua conversão em compostos orgânicos, como constituintes celulares.

2.58 — Índice de qualificação fisiográfica da parcela (IQFP): o índice atribuído no âmbito do Sistema de Identificação do Parcelário Agrícola, que expressa a fisiografia da parcela tendo em consideração os declives médios e máximos;

2.59 — Lamas de depuração: i) lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) domésticas, urbanas e de outras estações de tratamento de águas residuais de composição similar às águas residuais domésticas e urbanas; ii) lamas de fossas sépticas e de outras instalações similares para o tratamento de águas residuais; iii) lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais de atividades agropecuárias.

2.60 — Lamas tratadas: lamas tratadas por via biológica, química ou térmica, por armazenagem a longo prazo ou por qualquer outro processo, com o objetivo de eliminar os microrganismos patogénicos que ponham em risco a saúde pública e reduzir significativamente o seu poder de fermentação, de modo a evitar a formação de odores desagradáveis.

2.61 — Linha de base: linha que constitui a delimitação interior das águas costeiras, das águas territoriais e da zona económica exclusiva e a delimitação exterior das águas do mar interiores.

2.62 — Lixiviação: processo de arrastamento ou lavagem de substâncias solúveis, em especial sais, como os nitratos e ortofosfatos primário e secundário, por ação das águas de percolação.

2.63 — Massa de água superficial: massa distinta e significativa de águas superficiais, designadamente uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras, conforme definido na Lei da Água.

2.64 — Margem (de cursos de água): faixa de terreno, contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas, com largura legalmente estabelecida. O leito é limitado pela linha que corresponde à extrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias, sem transbordar para o solo natural habitualmente enxuto. A margem das águas não navegáveis nem fluviáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo, tem a largura de 10 m.

2.65 — Matéria orgânica do solo ou matéria orgânica endógena: restos de plantas e de outros seres vivos, parcial ou completamente decompostos, mas ainda de origem reconhecível, e uma mistura complexa de material orgânico já decomposto e modificado, ou sintetizado de novo, designado por húmus.

2.66 — Matéria orgânica exógena: material orgânico fornecido ao solo, com várias origens: resíduos vegetais e compostos orgânicos incluindo estrumes, chorumes, lamas e resíduos sólidos urbanos, entre outros.

2.67 — Micorriza: associação simbiótica entre determinados fungos do solo e as raízes das plantas. Esta associação é muito benéfica para a planta, melhorando a sua capacidade de absorção de água e de nutrientes, como o fósforo ou o azoto; os fungos recebem da planta os nutrientes de que necessitam para se desenvolverem.

2.68 — Mineralização do azoto ou do fósforo: conversão do azoto ou do fósforo orgânico em, respetivamente, azoto ou fósforo mineral, por ação de microrganismos heterotróficos presentes no solo.

2.69 — Nitrificação: conversão aeróbia de azoto amoniacal em nitratos, principalmente por ação de microrganismos autotróficos.

2.70 — Nitreira: estrutura destinada ao armazenamento e/ou tratamento de estrume, coberta, de modo a permitir a separação das águas pluviais, impermeabilizada na base e nas paredes laterais e, caso existam escorrências, dotada de um coletor ligado a um órgão de retenção, para evitar infiltrações ou derrames que possam originar a contaminação das massas de águas superficiais e/ou subterrâneas.

2.71 — Pastagem biodiversa: pastagem permanente com elevada diversidade florística, constituída homoganeamente por pelo menos 30 % de leguminosas e seis espécies ou variedades distintas de plantas, na primavera.

2.72 — Percolação: Processo pelo qual a água do solo desce por ação conjunta das forças capilares e da gravidade, quando é superada a capacidade de campo do solo.

2.73 — Produção extensiva: A que utiliza o pastoreio no seu processo produtivo e cujo encabeçamento não ultrapassa 1,4 CN/ha, podendo este valor ser estendido até 2,8 CN/ha desde que sejam assegurados dois terços das necessidades alimentares do efetivo em pastoreio, bem como a que desenvolve a atividade pecuária com baixa intensidade produtiva ou com baixa densidade animal, no caso das espécies pecuárias não herbívoras.

2.74 — Produção intensiva: a que não é enquadrável na produção extensiva.

2.75 — Poder tampão ou tamponizante do solo: resistência que o solo oferece à variação do pH, sendo função do teor de matéria orgânica e da composição do complexo de troca.

2.76 — Poluente: qualquer substância suscetível de provocar poluição definida em legislação própria.

2.77 — Poluição: a descarga no meio aquático, direta ou indireta, de compostos azotados de origem agrícola, com resultados suscetíveis de pôr em perigo a saúde humana, afetar os recursos vivos e os ecossistemas aquáticos, danificar áreas aprazíveis ou interferir noutras utilizações legítimas da água.

2.78 — Poluição difusa: contaminação das águas superficiais e ou subterrâneas com compostos azotados (em especial nitratos) ou fosfatados, provenientes sobretudo de matérias fertilizantes (adubos contendo azoto e/ou fósforo, estrumes, chorumes, compostos, escorrências de silagens e lamas de depuração, entre outras) aplicadas ao solo.

2.79 — Poluição pontual: descarga direta em águas superficiais ou subterrâneas de efluentes contendo compostos azotados ou fosfatados, provenientes de instalações agropecuárias como estábulos, pocilgas, ovis, aviários, nitreiras, silos e armazéns de adubos, entre outras, ou descarga indireta resultante de roturas nos sistemas de armazenamento.

2.80 — Pousio agronómico: terra arável que esteve destinada à produção vegetal e que, no ano em curso, é mantida em boas condições agrícolas e ambientais, nomeadamente ao nível do controlo da vegetação espontânea, de modo a ser possível tornar a parcela novamente produtiva.

2.81 — Reação do solo: propriedade do solo, traduzida pelo valor de pH. Pode ser neutra ($pH(H_2O) = 6,6-7,5$), pouco a muito ácida ($pH(H_2O) < 6,5$) ou pouco a muito alcalina ($pH(pH_2O) > 7,6$). Nos solos ácidos, predominam os iões hidrónio (H_3O^+) e, nos solos alcalinos predominam os iões hidróxido (OH^-). Nos solos neutros, há um equilíbrio entre iões hidrónio e iões hidróxido.

2.82 — Rotação cultural: sequência espacial e temporal de determinadas culturas, visando a melhoria da qualidade do solo (física, química e biológica) e um melhor controlo de pragas e doenças, com redução dos tratamentos fitossanitários.

2.83 — Simbiose: relação mutuamente vantajosa entre dois ou mais organismos vivos de espécies diferentes que, através de especializações funcionais, agem ativamente no sentido de obter proveito mútuo.

2.84 — Textura do solo: termo usado para designar a proporção relativa das frações areia, limo e argila na terra fina (diâmetro médio das partículas inferior a 2 mm) do solo. Estas frações ou lotes são constituídos por partículas minerais de dimensões compreendidas entre certos limites.

2.85 — Valorização agrícola de efluentes pecuários: A aplicação ao solo agrícola dos efluentes pecuários, transformados ou não, com o objetivo de manter ou melhorar a sua fertilidade, devidamente enquadrada num plano de fertilização da exploração agrícola, de forma a promover a nutrição adequada das culturas, tendo ainda em consideração que na sua aplicação se devem adotar medidas para minimizar os riscos para o Homem, os animais e o ambiente

2.86 — Valorizador: A pessoa singular ou coletiva titular de uma exploração agrícola que realiza valorização agrícola de efluentes pecuários, de forma estreme ou em combinação com outros fertilizantes.

2.87 — Volatilização de azoto: passagem do estado sólido ao gasoso de que resultam perdas gasosas de azoto para a atmosfera, na forma de amoníaco (NH_3). Estas perdas são importantes em solos alcalinos, secos, com temperaturas elevadas e quando o fertilizante (ureia e chorume, entre outros) é aplicado à superfície do solo.

2.88 — Zona vulnerável: área que drena para águas poluídas, ou em vias de o serem, se não forem tomadas medidas adequadas, e onde se pratica atividade agrícola suscetível de contribuir para essa poluição.

3 — Princípios Gerais da Fertilização Racional

As culturas só poderão produzir plenamente em quantidade e qualidade se, para além de outras condições ambientais favoráveis, tiverem à sua disposição, durante todo o período de crescimento, os diversos nutrientes minerais (azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco, níquel, boro, molibdénio e cloro), nas quantidades e proporções mais adequadas.

As exigências quantitativas de cada nutriente variam com a natureza da cultura e, dentro desta, com a cultivar e o respetivo nível de produção.

O solo continua a ser o principal meio em que as culturas crescem e se desenvolvem e onde vão buscar a água e os nutrientes de que necessitam.

A capacidade para fornecer nutrientes minerais às plantas varia com o tipo de solo e, dentro deste, com o seu nível de fertilidade.

A fertilidade de um solo pode degradar-se quando este for sujeito a técnicas culturais incorretas ou, pelo contrário, pode aumentar se forem adotadas práticas agrícolas adequadas à melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas.

Um solo naturalmente fértil e produtivo pode, assim, tornar-se praticamente estéril, por esgotamento de um ou mais dos seus nutrientes, por degradação de alguma das suas propriedades físicas ou biológicas, ou ser completamente destruído, nomeadamente por ação de fenómenos erosivos. Por outro lado, um solo com uma fertilidade natural muito baixa pode tornar-se altamente produtivo após correção dos fatores limitantes, designadamente da carência ou de excesso de elementos minerais, impeditivos do normal crescimento e desenvolvimento das plantas.

Numa agricultura tecnicamente evoluída, a preservação ou o melhoramento da fertilidade do solo e do seu potencial produtivo constitui uma norma básica cujo respeito garante a sustentabilidade dos sistemas culturais e a salvaguarda da qualidade ambiental.

A preservação ou a melhoria da fertilidade de um solo e a criação de condições adequadas à nutrição mineral da cultura ou culturas a fazer nesse solo só poderão conseguir-se através da prática da fertilização racional do sistema solo-cultura ou solo-rotação de culturas.

Através da fertilização racional, procura-se aplicar corretamente ao solo e/ou às plantas, nas quantidades e épocas apropriadas e sob as formas mais adequadas, os nutrientes que escasseiam no solo, face às necessidades da(s) cultura(s) para atingir um ótimo de produção e de qualidade.

Haverá, por um lado, que conhecer as necessidades em nutrientes da cultura, relativamente ao nível de produção que, realisticamente, se pretende atingir e, por outro, conhecer as disponibilidades do solo em nutrientes. A partir do balanço necessidades/disponibilidades, poderão determinar-se os nutrientes e respetivas quantidades que será necessário fornecer ao solo para garantir uma adequada nutrição da cultura.

A fertilização racional será, pois, uma fertilização por medida, indispensável à obtenção da melhor rentabilidade económica da produção agrícola e à preservação da qualidade do ambiente, nomeadamente a proteção das águas superficiais e das águas subterrâneas contra a poluição (eutrofização), com nutrientes veiculados pelos fertilizantes.

A prática da fertilização racional pressupõe, por consequente, a existência de informação técnico-científica que permita responder com segurança às seguintes questões:

- Que nutrientes é necessário aplicar ao solo e/ou à cultura?
- Quais as quantidades mais adequadas desses nutrientes?
- Quais os fertilizantes tecnicamente mais favoráveis para aplicar esses nutrientes, tendo em conta as condições do solo, do clima e da própria cultura?
- Quais as épocas mais apropriadas para proceder à sua aplicação?
- Quais as técnicas de aplicação a adotar, de forma a obter uma maior eficácia no aproveitamento desses nutrientes pela cultura?

A maioria dos agricultores não dispõe, no todo ou em parte, deste tipo de informação, necessitando, por isso, do apoio de serviços técnicos especializados que formulem recomendações de fertilização com base, designadamente, nos resultados analíticos de amostras representativas de terra e/ou de amostras foliares e de água de rega, bem como de outros conhecimentos relativos aos hábitos e necessidades nutritivas das culturas, às características dos fertilizantes e do seu comportamento no solo, às condições climáticas e a outros fatores.

A formulação das recomendações de fertilização é, habitualmente, efetuada pelos laboratórios que realizam as análises de terra, as análises foliares e da água de rega. Tais recomendações poderão, localmente, ser melhor detalhadas, adaptadas ou complementadas com o contributo de técnicos locais, em função de um conhecimento mais completo da realidade local e do próprio agricultor.

Nos planos de fertilização que se estabeleçam a nível de uma exploração agrícola, deverão procurar utilizar-se, de forma sistemática, todos os subprodutos da exploração que possuam valor fertilizante, tais como estrumes, chorumes, resíduos das culturas, lamas e águas residuais, entre outros, quando existam, recorrendo-se a outros fertilizantes obtidos no exterior, nomeadamente adubos, apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes.

O azoto é o nutriente que é usualmente fornecido em maior quantidade às culturas, sendo a sua aplicação inadequada a principal responsável por situações de sobrefertilização e frequente poluição das águas superficiais e subterrâneas.

O fósforo é, também, um elemento essencial às plantas e a todas as restantes formas de vida. No solo, encontra-se distribuído entre as frações orgânica e inorgânica, podendo estar presente na solução do solo, como componente da matéria orgânica, adsorvido nas superfícies de constituintes inorgânicos e em minerais.

Quando o fósforo é aplicado aos solos, nomeadamente em formas inorgânicas, pode ser facilmente retido na camada superficial, pelo que o seu arrastamento por infiltração para as águas subterrâneas só será previsível em solos com baixa capacidade de retenção deste elemento, como é o caso dos solos com muito baixos teores de argila e de matéria orgânica.

É, principalmente, o impacto erosivo da precipitação e/ou da rega, mas também as práticas culturais desadequadas, que podem conduzir à perda do fósforo presente na camada superficial, por arrastamento para as águas superficiais, através das águas de escoamento superficial. Estas poderão arrastar o fósforo dissolvido e retido nas partículas do solo, mas também o fósforo proveniente dos fertilizantes que ainda não se encontre combinado com o solo.

As especificidades de comportamento do azoto e do fósforo no solo impõem que a fertilização com estes nutrientes e todas as técnicas culturais que influenciam a sua dinâmica no solo sejam conduzidas por forma a limitar ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais com nitratos e fósforo.

O solo continua a ser o principal meio em que as culturas crescem e se desenvolvem e onde vão buscar a água e os nutrientes de que necessitam.

Através da fertilização racional, procura-se aplicar corretamente ao solo e/ou às plantas, nas quantidades e épocas apropriadas e sob as formas mais adequadas, os nutrientes que escasseiam no solo, face às necessidades da(s) cultura(s) para atingir um ótimo de produção e de qualidade.

Nos planos de fertilização que se estabeleçam a nível de uma exploração agrícola, deverão procurar utilizar-se, de forma sistemática, todos os subprodutos da exploração que possuam valor fertilizante, tais como estrumes, chorumes, resíduos das culturas, lamas e águas residuais, entre outros, quando existam, recorrendo-se a outros fertilizantes obtidos no exterior, nomeadamente adubos, apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes.

As especificidades de comportamento do azoto e do fósforo no solo impõem que a fertilização com estes nutrientes e todas as técnicas culturais que influenciam a sua dinâmica no solo sejam conduzidas por forma a limitar ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais com nitratos e fósforo.

4 — Adubos Contendo Azoto e Seu Comportamento no Solo

Na fertilização dos solos e das culturas, pode utilizar-se uma extensa variedade de fertilizantes fornecedores de azoto, sejam adubos ou corretivos orgânicos. Neles, o azoto pode encontrar-se sob diferentes formas químicas a que correspondem distintos comportamentos no solo.

A escolha do fertilizante mais adequado depende de vários fatores, nomeadamente do tipo de solo e da cultura, das características climáticas da região e das práticas culturais, incluindo a técnica de aplicação do fertilizante. Julga-se de interesse referir, embora de forma muito sumária, as formas químicas sob as quais poderá encontrar-se o azoto nos fertilizantes e o seu comportamento no solo. Será em função deste comportamento, e tendo em conta os fatores apontados, que poderá optar-se pelo fertilizante mais apropriado.

Nos fertilizantes vulgarmente mais utilizados, o azoto poderá encontrar-se sob a forma nítrica (NO_3^-), sob a forma amoniacal (NH_4^+) ou sob a forma orgânica. Em condições normais de temperatura e de humidade do solo, tanto o azoto amoniacal como o azoto orgânico tenderão a passar gradualmente à forma nítrica, através de um conjunto mais ou menos complexo de transformações operadas por diversos microrganismos.

A maioria das plantas absorve fácil e rapidamente o azoto sob forma nítrica, isto é, sob a forma de ião nitrato. Os nitratos são sais extremamente solúveis em água e o ião nitrato, que os constitui, não é suscetível de ser retido, na maioria dos solos, em consequência do

seu fraco poder de adsorção (retenção) no complexo coloidal do solo (argila e húmus sobretudo) e por não formar compostos insolúveis. Daí a grande mobilidade de que é dotado e, por isso, as grandes perdas a que está sujeito, sendo facilmente arrastado para as camadas mais profundas do solo pelas águas de escoamento superficial e pelas águas de percolação. Os nitratos poderão ser, assim, perdidos para as águas superficiais e subterrâneas, originando progressivamente a sua poluição (por concentração excessiva do ião). Quando os níveis de nitratos são superiores a 50 mg NO₃⁻/L, a água torna-se imprópria para o consumo humano. É de referir, ainda, que níveis elevados de nitratos nas águas subterrâneas podem, também, potenciar a emissão de gases (óxidos de azoto) poluentes para a atmosfera.

Contrariamente ao que acontece com o azoto nítrico, o azoto amoniacal, sob a forma de ião amónio, é facilmente retido no complexo de adsorção do solo e, por isso, não fica tão sujeito às perdas por lixiviação através das águas de percolação. No entanto, em solos de textura ligeira, pode ser perdido por lixiviação embora a uma velocidade e em quantidades muito inferiores às dos nitratos. O ião amónio pode também ser absorvido diretamente pelas plantas, pelo que raramente se acumula nos solos.

O azoto orgânico pode encontrar-se nos fertilizantes sob diferentes formas, em especial sob a forma proteica. O azoto da ureia, da cianamida cálcica e de alguns derivados é, do ponto de vista químico, azoto orgânico mas no domínio da classificação dos adubos (Regulamento CE 2003/2003), convencionou-se considerá-los como adubos minerais.

Uma vez incorporado no solo, o azoto orgânico fica sujeito a um conjunto de sucessivas transformações (aminização, amonificação, nitrificação e/ou imobilização) realizadas por diversos microrganismos. As três primeiras transformações, que globalmente se designam por mineralização do azoto, têm como resultado final a conversão do azoto orgânico em azoto amoniacal que é depois convertido em nitrato ou assimilado pelos microrganismos do solo (imobilização).

O azoto orgânico no solo não está imediatamente disponível para as plantas que só podem absorvê-lo depois de mineralizado. Antes disso é fortemente retido no solo e não se perde por lixiviação. Todavia, pode perder-se por erosão hídrica do solo, por arrastamento das partículas de limo ou argila a que se encontra associado, contribuindo para o empobrecimento do solo e para a eutrofização das águas superficiais. A mineralização do azoto orgânico é um processo gradual e assaz complexo e a rapidez com que se desenvolve depende de numerosos fatores ambientais, em especial das condições de temperatura, humidade, arejamento, relação C:N e grau de acidez do solo.

Simultaneamente com a mineralização do azoto orgânico, ocorre um processo inverso, a imobilização do azoto mineral, traduzido pela assimilação deste, no todo ou em parte, pelos próprios microrganismos do solo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e na sua incorporação em constituintes celulares. O saldo destes dois processos, no que se refere à disponibilização de azoto mineral para as culturas, será negativo quando os materiais orgânicos incorporados no solo forem muito pobres em azoto, com uma relação C:N (Carbono:Azoto) superior a cerca de 30, e só começará a ser positivo quando tal relação for inferior a cerca de 20.

O conhecimento destes aspetos é muito importante para a tomada de decisões corretas no estabelecimento de técnicas adequadas de fertilização, tendo em vista harmonizar uma boa nutrição azotada das culturas com a preservação da qualidade das águas relativamente à sua poluição com nitratos.

Os adubos contendo azoto classificam-se em inorgânicos, orgânicos e organominerais, conforme contenham aquele nutriente na forma inorgânica (mineral), orgânica ou em ambas as formas, respetivamente.

O Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro relativo aos adubos, bem como as suas adaptações ao progresso técnico, inclui no seu Anexo I a caracterização dos adubos CE inorgânicos contendo azoto.

O Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho, veio estabelecer as regras a que deve obedecer, em Portugal, a colocação no mercado das matérias fertilizantes não harmonizadas assegurando, simultaneamente, a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do supracitado Regulamento. Estão sujeitos ao referido diploma os adubos, em conformidade com o disposto no Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, bem como as matérias fertilizantes não harmonizadas colocadas no mercado nacional e destinadas, designadamente, à agricultura, silvicultura e jardinagem.

O teor de azoto deve ser declarado nos adubos unicamente sob a forma de elemento (N).

Nos fertilizantes vulgarmente mais utilizados, o azoto poderá encontrar-se sob a forma **nítrica** (NO₃⁻), sob a forma **amoniacal** (NH₄⁺) ou sob a forma **orgânica**. Em condições normais de temperatura e de humidade do solo, tanto o azoto amoniacal como o azoto orgânico tenderão a passar gradualmente à forma nítrica, através de um conjunto mais ou menos complexo de transformações operadas por diversos microrganismos.

A maioria das plantas absorve fácil e rapidamente o azoto sob a forma de nitrato. Os **nitratos** são sais extremamente solúveis em água e o ião nitrato, que os constitui, não é suscetível de ser retido, na maioria dos casos, no complexo coloidal do solo (sobretudo argila e húmus) e por não formar compostos insolúveis.

Tal origina as grandes perdas a que está sujeito, sendo facilmente arrastado para as camadas mais profundas do solo pelas águas de escoamento superficial e pelas águas de percolação. Os nitratos poderão ser, assim, perdidos para as águas superficiais e subterrâneas, originando progressivamente a sua poluição. Quando os níveis de nitratos são superiores a 50 mg NO₃⁻/L, a água torna-se imprópria para o consumo humano. É de referir, ainda, que níveis elevados de nitratos nas águas subterrâneas podem, também, potenciar a emissão de gases (óxidos de azoto) poluentes para a atmosfera.

Contrariamente ao que acontece com o azoto nítrico, o **azoto amoniacal**, sob a forma de ião amónio, é facilmente retido no complexo de adsorção do solo e, por isso, não fica tão sujeito às perdas por lixiviação através das águas de percolação.

O **azoto orgânico** no solo não está imediatamente disponível para as plantas que só podem absorvê-lo depois de mineralizado. Antes disso é fortemente retido no solo e não se perde por lixiviação.

4.1 — Adubos Inorgânicos Contendo Azoto

Entre os adubos inorgânicos contendo azoto, distinguem-se os adubos sólidos e os fluidos, que podem ser elementares ou compostos, conforme são constituídos unicamente por azoto ou, pelo menos, por dois nutrientes primários, um dos quais o azoto.

4.1.1 — Adubos sólidos elementares contendo azoto apenas sob forma nítrica

Os principais adubos CE contendo azoto apenas sob forma nítrica são o nitrato de cálcio, com 15 %¹ de N, o nitrato de sódio, com 15 % de N, o nitrato do Chile, com 15 % de N, o nitrato de magnésio, com 10 % de N e o nitrato de cálcio e magnésio, com 13 % de N e 5 % de óxido de magnésio (MgO).

A elevada taxa de absorção do azoto na forma nítrica pelas plantas, associada à sua grande mobilidade no solo, aconselha a utilização destes fertilizantes em adubações de cobertura, em especial os dois primeiros.

A fim de melhorar a sua eficiência e, assim, reduzir as perdas do azoto por lixiviação ou por escoamento superficial, convirá fazer a sua aplicação de forma fracionada, isto é, em duas ou mais vezes, nas épocas e quantidades mais adequadas, em função das exigências das plantas, do tipo de solo, das características climáticas locais e das técnicas culturais utilizadas.

4.1.2 — Adubos sólidos elementares contendo azoto apenas sob forma amoniacal

O sulfato de amónio é o único adubo CE contendo azoto na forma amoniacal, com 20 % de N.

Este adubo é, sobretudo, usado em adubações de fundo. Pelos motivos anteriormente expostos, a sua ação sobre as culturas não é tão rápida como a dos adubos nítricos e os riscos de perdas de azoto por lixiviação ou arrastamento superficial são menores. As perdas por lixiviação podem, no entanto, ser apreciáveis em solos arenosos e pobres em matéria orgânica, com reduzida capacidade de troca catiónica e, por isso, sem poder de retenção para o ião amónio.

É um adubo acidificante, isto é, que faz baixar ligeiramente o valor do pH do solo, pelo que se aconselha a sua utilização em solos alcalinos.

4.1.3 — Adubos sólidos elementares contendo azoto nítrico e azoto amoniacal

Os adubos CE nitro-amoniacais mais importantes são o nitrato de amónio, o nitrato de amónio com calcário, o nitrato de amónio com magnésio, o sulfonitrato de amónio e o sulfonitrato de amónio com magnésio.

O nitrato de amónio e o nitrato de amónio com calcário doseiam 20 % de N, metade na forma nítrica e metade na forma amoniacal. O nitrato de amónio com carbonatos contém, pelo menos, 20 % de carbonatos (carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio). O nitrato de amónio com magnésio contém nitrato de amónio e sais compostos de magnésio e tem um teor mínimo de 19 % de N e de 5 % de MgO.

O nitrato de amónio é um adubo especialmente indicado para adubações de pós-emergência, em cobertura ou em faixas laterais. A sua elevada solubilidade e o azoto nítrico que contém conferem-lhe uma ação imediata sobre as culturas, ação que se mantém por um período

maior ou menor de tempo assegurada pelo azoto amoniacal que gradualmente se vai convertendo em azoto nítrico.

O sulfonitrato de amónio doseia 25 % de N, nas formas nítrica e amoniacal sendo o teor de azoto nítrico mínimo de 5 %.

O sulfonitrato de amónio com magnésio tem como componentes essenciais o nitrato de amónio, o sulfato de amónio e o sulfato de magnésio. Doseia 19 % de N, nas formas nítrica e amoniacal, sendo a concentração de azoto nítrico de, pelo menos, 6 %.

Estes dois últimos adubos possuem características semelhantes às do sulfato de amónio, sendo as condições de utilização e o seu comportamento no solo análogas às deste adubo. No entanto, o azoto nítrico que veicular permite-lhes uma ação mais rápida sobre as culturas.

4.1.4 — Adubos sólidos elementares contendo azoto ureico

O azoto ureico, natural ou de síntese, é de natureza orgânica. No entanto, como se disse, no domínio dos adubos CE é convencionalmente tratado como se fosse de natureza mineral.

Existem vários adubos químicos que contêm azoto ureico. O principal é a ureia, com 44 % de N.

Incorporado no solo, o azoto ureico não é imediatamente absorvido pelas plantas. Precisa de ser convertido primeiramente em azoto amoniacal, através da enzima urease, abundante no solo e, depois, em azoto nítrico por ação dos microrganismos nitrificantes. Em condições normais de temperatura e humidade do solo estas transformações iniciam-se logo que o azoto ureico é aplicado ao solo. Trata-se de uma forma de azoto com alguma permanência no solo e efeitos nas plantas um pouco mais prolongados que os do azoto amoniacal.

A ureia é um produto extremamente solúvel em água e, por isso, o azoto ureico, não sendo retido pelo complexo de adsorção do solo, fica dotado de grande mobilidade, estando sujeito a perder-se facilmente arrastado pelas águas enquanto não for convertido em azoto amoniacal.

É um adubo que não deve ser aplicado à superfície do solo, em coberturas, em virtude do risco de elevadas perdas por volatilização do azoto sob a forma de amoníaco, sobretudo em solos alcalinos e em dias quentes e ventosos.

4.1.5 — Adubos sólidos elementares de disponibilidade controlada

A fim de assegurar um fornecimento mais regular de azoto às culturas durante o seu ciclo vegetativo (evitando períodos de grande abundância, alternados com períodos de escassez) reduzindo, ao mesmo tempo, o número de aplicações e limitando as perdas de azoto por lixiviação ou por escorrência superficial, existem no mercado adubos que disponibilizam gradualmente o azoto às culturas, designados, de uma forma geral, por adubos de libertação controlada.

São diversos os mecanismos hoje utilizados pela indústria para garantir a libertação controlada do azoto no solo.

Alguns destes adubos são constituídos por compostos azotados de baixa solubilidade e outros são adubos clássicos sob a forma de grânulos revestidos por membranas à base de produtos naturais ou sintéticos, de natureza muito diversa, biodegradáveis ou não, cuja permeabilidade pode variar muito substancialmente.

Os principais adubos do primeiro tipo são constituídos, essencialmente, por produtos de condensação da ureia referindo-se, nomeadamente, os seguintes:

- Sulfato de amónio com inibidor da nitrificação, com 20 % de azoto total e, pelo menos, 18 % de azoto amoniacal e 1,5 % de azoto proveniente da dicianodiamida;
- Sulfonitrato de amónio com inibidor da nitrificação, com 24 % de azoto total e, pelo menos, 3 % de azoto nítrico e 1,5 % de azoto proveniente da dicianodiamida.

Existem diversos adubos do segundo tipo (adubos clássicos) um dos quais, bastante conhecido, é a “Sulfur-Coated Urea (SCU)”. Este adubo é constituído por grânulos de ureia revestidos por uma película de enxofre elementar, praticamente impermeável de início mas que, sob ação dos microrganismos do solo, se vai degradando e libertando gradualmente o azoto ureico para o solo.

4.1.6 — Adubos sólidos compostos contendo azoto

Incluem os adubos CE inorgânicos sólidos compostos NPK, NP ou NK, consoante a composição em nutrientes primários. Têm, em relação aos adubos elementares, a grande vantagem de terem mais do que um nutriente e serem muito concentrados, o que os torna relativamente mais baratos dados os menores custos com transporte, armazenamento e distribuição. Podem apresentar-se com diversos teores e proporções dos nutrientes primários, bem como dos nutrientes secundários (Ca, Mg, S) e micronutrientes.

De entre os principais adubos compostos CE, contendo azoto e outros nutrientes principais, referem-se os seguintes:

- Adubos NPK, que contêm um teor mínimo de macronutrientes ($N+P_2O_5+K_2O$) de 20 % e teores mínimos de 3 % de N e 5 % de P_2O_5 e de K_2O ;

- Adubo NP com um teor mínimo de 18 % ($N+P_2O_5$) e teores mínimos de 3 % de N e 5 % de P_2O_5 ;

- Adubo NK, com teores mínimos de 8 % ($N+K_2O$), de 3 % de N e 5 % de K_2O ;

Estes adubos compostos apresentam-se na forma sólida, granulada e cada grânulo contém cada um dos elementos primários constituintes do adubo. O fabricante, ou o distribuidor, deve indicar as formas de azoto presentes, a solubilidade do fósforo e a presença de outros elementos.

4.1.7 — Adubos fluidos elementares e compostos contendo azoto

Os adubos fluidos podem ser utilizados na água de rega, em fertirrega, ou em adubação foliar. Podem apresentar-se na forma de soluções ou suspensões.

Um dos inconvenientes dos adubos fluidos é o facto de veicularem, de um modo geral, menores quantidades de unidades fertilizantes que os adubos sólidos, dado que apresentam um limite de solubilidade em água que não pode ser ultrapassado. As baixas temperaturas podem causar a precipitação dos seus sais, com o consequente entupimento das tubagens de rega em especial dos aspersores/gotejadores.

As suspensões são mais concentradas que as soluções. Naquelas, é adicionada uma argila para manter as partículas em suspensão. Não podem ser conservadas por muito tempo pois acabam por formar precipitados. As soluções são mais utilizadas que as suspensões uma vez que apresentam um menor risco de entupimento das tubagens.

Os adubos fluidos podem ser elementares ou compostos. Entre os adubos fluidos elementares referem-se, como exemplo, as seguintes soluções e suspensões:

- Solução azotada de adubos, contendo 15 % de N;
- Solução de adubo de nitrato de amónio-ureia, contendo nitrato de amónio e ureia com, pelo menos, 26 % de N;
- Soluções de nitrato de cálcio e de nitrato de magnésio que contêm teores mínimos de 8 % e 6 % de N, respetivamente;
- Suspensão de nitrato de cálcio que contém um mínimo de 8 % de N e um teor máximo de azoto amoniacal de 1 %, bem como um teor de 14 % de CaO;

Nos adubos fluidos compostos, o azoto entra na composição dos adubos NPK, NP e NK com teores mínimos de 2 ou 3 % de N. Indicam-se, como exemplo, as seguintes soluções e suspensões:

- Solução de adubo NPK, contendo um teor mínimo de 15 % ($N+P_2O_5+K_2O$) e teores mínimos de 2 % de N e 3 % de P_2O_5 e de K_2O ;
- Solução de adubos NP, contendo um teor mínimo de 18 % ($N+P_2O_5$) e teores mínimos de 3 % de N e 5 % de P_2O_5 ;
- Solução de adubos NK, contendo um teor mínimo de 15 % ($N+K_2O$), com teores mínimos de 3 % de N e 5 % de K_2O ;
- Suspensão de adubos NPK, contendo um teor mínimo de 20 % ($N+P_2O_5+K_2O$) e teores mínimos de 3 % de N e 4 % de P_2O_5 e de K_2O ;
- Suspensão de adubos NP, contendo, tal como a solução, um teor mínimo de 18 % ($N+P_2O_5$), mas com teores mínimos de 3 % de N e 5 % de P_2O_5 ;
- Suspensão de adubos NK, contendo um teor mínimo de 18 % ($N+K_2O$) e teores mínimos de 3 % de N e de 5 % de K_2O tal como indicado para a solução de adubos NK.

4.2 — Adubos Orgânicos e Adubos Organominerais Contendo Azoto

4.2.1 — Adubos contendo azoto apenas sob forma orgânica

Existe uma extensa gama de adubos em que o azoto se encontra inteiramente ou quase sob forma orgânica, em concentrações maiores ou menores. Uns são obtidos a partir de produtos de origem animal, outros a partir de produtos de natureza vegetal e outros, ainda, de origem mista. Um adubo orgânico azotado deverá conter um teor de matéria orgânica igual ou superior a 50 % e pelo menos 3 % de azoto orgânico.

As matérias-primas, a partir das quais são obtidos alguns dos principais adubos orgânicos azotados, são as seguintes, entre outras:

- Bagaço de oleaginosas
- Farinha de sangue
- Farinha de substâncias córneas
- Farinha de peixe
- Farinha de resíduos de couro
- Material vegetal compostado

Nestes adubos, o azoto orgânico encontra-se sobretudo na forma de proteínas, cuja estrutura, mais ou menos complexa, depende da matéria prima utilizada no seu fabrico.

A rapidez com que as substâncias proteicas se mineralizam no solo e disponibilizam o azoto na forma de nitrato depende da sua estrutura química e dos fatores já mencionados (fatores que afetam a minera-

lização e a nitrificação) podendo variar de poucas semanas a alguns meses. Por isso, a sua aplicação deve ser efetuada nas adubações de fundo, precedendo as sementeiras ou plantações ou ao mesmo tempo que estas.

Em culturas anuais, de ciclo curto, só uma parte do azoto presente nestes adubos ficará em condições de ser absorvido. Após as colheitas, o azoto orgânico residual no solo continuará a mineralizar-se dando origem a nitratos que ficarão suscetíveis a perder-se com as águas das chuvas durante o outono e inverno, se o terreno não se revestir rapidamente de vegetação natural ou não for ocupado com uma nova cultura capaz de absorver esses nitratos antes de eles serem arrastados pelas águas que se infiltram no solo.

4.2.2 — Adubos contendo azoto orgânico e azoto inorgânico (adubos organominerais)

Como a designação indica, os adubos organominerais possuem, simultaneamente, azoto nas formas orgânica e inorgânica (mineral). Apresentam-se sob a forma granulada, para maior homogeneidade do adubo. O azoto mineral permite ao adubo exercer uma ação mais ou menos rápida sobre as culturas, enquanto o azoto orgânico lhe assegura uma ação mais lenta, prolongada e duradoura.

Um adubo organomineral azotado é obtido por mistura de produtos de origem animal e/ou vegetal com adubos minerais e tem apenas declarado o teor de azoto. Deve conter um teor de matéria orgânica igual ou superior a 25 %, pelo menos 5 % de azoto total e um mínimo de 1 % de azoto orgânico.

Existe uma extensa gama de adubos organominerais, de composição muito variada. Nos adubos organominerais NPK, NP e NK, os teores mínimos de azoto total são respetivamente, de 5 %, 3 % e 3 % e os de azoto orgânico são de 1 %, enquanto o teor de matéria orgânica deve ser igual ou superior a 25 %.

5 — Adubos Contendo Fósforo e Seu Comportamento no Solo

O fósforo (P) é, de um modo geral e relativamente aos restantes nutrientes primários para as plantas (N e K), absorvido em menores quantidades e apresenta um comportamento no solo que o diferencia marcadamente do azoto.

Embora o teor de fósforo no solo possa atingir valores apreciáveis, a maior parte não se encontra, geralmente, em formas passíveis de serem absorvidas pelas plantas, o que o torna, com muita frequência, fator limitante para as culturas. Assim, a aplicação ao solo de fertilizantes contendo fósforo é muitas vezes necessária, a fim de proporcionar uma correta nutrição das culturas e permitir a obtenção de produtividades rentáveis.

Os fertilizantes contendo fósforo incluem adubos e corretivos orgânicos, nos quais este nutriente se encontra em diferentes combinações químicas e a que correspondem comportamentos diversos no solo.

Tal como para a fertilização azotada, a estratégia a adotar para realizar uma fertilização fosfatada racional envolve, para uma dada cultura, a escolha do tipo de fertilizante, a dose e a época de aplicação, bem como a técnica de distribuição do fertilizante que dependem, por sua vez, do tipo de solo, da disponibilidade em fósforo nele existente e das condições climáticas da região.

As plantas apenas podem absorver o fósforo presente na solução do solo sob a forma iónica, cuja quantidade pode variar em função da ocorrência de determinados fenómenos, com reflexos na nutrição das culturas e na eventual contaminação das águas.

Assim, para as perdas do fósforo na solução do solo contribuem (i) a sua utilização pelas plantas e microrganismos do solo, (ii) a sua conversão em formas menos solúveis da fase sólida do solo e (iii) o seu arrastamento, nas partículas do solo, através das águas de escoamento superficial em solos sujeitos a erosão hídrica. A reposição destas perdas na solução do solo pode ocorrer através da meteorização de minerais do solo, da mineralização de compostos orgânicos de fósforo, da transferência de fósforo retido na fase sólida do solo (adsorvido e/ou precipitado em formas minerais) e pela intervenção humana, através da incorporação de fertilizantes fosfatados.

Grande parte do fósforo aplicado, nomeadamente nas formas mais solúveis presentes nos adubos minerais, pode ser facilmente retido na fase sólida do solo. Este fenómeno, designado de retenção ou “fixação”, tanto ocorre em solos ácidos como em solos alcalinos, pelo que se considera que o fósforo é pouco móvel no solo.

Os solos que apresentam capacidade mais elevada de retenção das formas mais solúveis do fósforo são os que contêm teores apreciáveis de argila, teores elevados de carbonatos de cálcio (solos alcalinos) e em que a composição da fração argila inclui minerais como a caulinite (solos ácidos) e óxidos hidratados de alumínio e de ferro, cristalinos ou amorfos. Também os ácidos húmicos e fúlvicos da matéria orgânica podem contribuir para a retenção do fósforo na forma iónica na fase sólida do

solo, constituindo-se complexos com o fósforo e o alumínio e/ou ferro (nos solos ácidos e com teores apreciáveis de matéria orgânica).

A acumulação de fósforo veiculado pelos fertilizantes na camada superficial do solo (esteja ou não com ele combinado) facilita as perdas do elemento por escoamento superficial para as massas de água superficiais. Apesar de ter importância secundária, em relação ao arrastamento por escoamento superficial, a lixiviação do fósforo nas águas de percolação pode ocorrer em solos de textura grosseira, quando existem níveis elevados do nutriente no solo, em períodos de elevada pluviosidade e em solos alagados, ou por aplicação de efluentes em solos argilosos que apresentam fendilhamento.

Os adubos contendo fósforo podem classificar-se em inorgânicos ou minerais, orgânicos e organominerais. As duas primeiras classes possuem, na totalidade, formas de fósforo inorgânicas ou orgânicas, respetivamente. Os adubos organominerais contêm ambas as formas.

Embora o teor de fósforo no solo possa atingir valores apreciáveis, a maior parte não se encontra, geralmente, em formas passíveis de serem absorvidas pelas plantas, o que o torna, com muita frequência, fator limitante para a produção. Assim, a aplicação ao solo de fertilizantes contendo fósforo é muitas vezes necessária, a fim de proporcionar uma correta nutrição das culturas e permitir a obtenção de produtividades rentáveis.

As plantas apenas podem absorver o fósforo presente na solução do solo sob a forma iónica, cuja quantidade pode variar em função da ocorrência de determinados fenómenos, com reflexos na nutrição das culturas e na eventual contaminação das águas.

Grande parte do fósforo aplicado, nomeadamente nas formas mais solúveis presentes nos adubos minerais, pode ser facilmente retido na fase sólida do solo. Este fenómeno, designado de retenção ou “fixação”, tanto ocorre em solos ácidos como em solos alcalinos, pelo que se considera que o fósforo é pouco móvel no solo.

5.1 — Adubos Inorgânicos Contendo Fósforo

Os vários tipos de adubos inorgânicos com fósforo derivam, principalmente, da extração e transformação industrial de fosfatos minerais.

5.1.1 — Adubos sólidos elementares contendo fosfato monocalcico

Nos adubos CE elementares, em que praticamente todo o fósforo se encontra em formas facilmente solúveis em água, incluem-se o superfosfato simples, o superfosfato concentrado e o superfosfato triplo. São produtos sólidos, obtidos por reação do fosfato natural móido com ácido sulfúrico (superfosfato simples), com ácido sulfúrico e ácido fosfórico (superfosfato concentrado) e com ácido fosfórico (superfosfato triplo).

Em Portugal, os superfosfatos mais vulgarmente utilizados são o “superfosfato normal” (superfosfato 18 %), que é um superfosfato simples que doseia 18 % de P_2O_5 , 12 % de enxofre e 20 % de cálcio e o superfosfato triplo que doseia 42 a 46 % de P_2O_5 . A forma granulada dos superfosfatos tem vantagem em relação à forma em pó, já que é de mais fácil aplicação ao solo permitindo uma maior homogeneidade de distribuição no terreno. Em solos com elevada capacidade de retenção de fósforo, esta forma pode minimizar as reações de retenção do nutriente devido ao menor contacto entre as partículas do adubo e o solo.

5.1.2 — Adubos sólidos elementares contendo fosfato tricálcico, ou fosfatos bi e tricálcicos ou fosfatos mono e tricálcicos

Incluem-se nestes adubos CE, os designados fosfato natural macio e o fosfato natural parcialmente solubilizado. O fosfato natural macio é obtido por trituração de fosfatos naturais, contém fosfato tricálcico e carbonato de cálcio e o teor mínimo de fósforo deve ser, pelo menos, de 25 % de P_2O_5 .

• O fosfato natural parcialmente solubilizado é produzido por solubilização parcial do fosfato natural móido com ácido sulfúrico ou ácido fosfórico. Inclui fosfatos monocalcico e tricálcico e, ainda, sulfato de cálcio. Doseia, no mínimo, 20 % de P_2O_5 .

Devido à presença de carbonato de cálcio na sua constituição, o fosfato natural macio e o fosfato natural parcialmente solubilizado são adubos com caráter alcalinizante, isto é aumentam o valor do pH do solo, o que significa que corrigem, pelo menos parcialmente, a acidez dos solos onde são aplicados.

No fosfato natural macio, o fósforo está, essencialmente, na forma de fosfato tricálcico, pouco solúvel em água. Assim, o fósforo nele contido não é facilmente utilizado pelas plantas. Trata-se de um adubo com libertação gradual do fósforo que contém pelo que é recomendado, com alguma frequência, para aplicações em fundo, em solos ácidos com elevada capacidade de retenção de fósforo.

Quanto ao fosfato natural parcialmente solubilizado, uma vez que inclui fósforo facilmente absorvido pelas plantas e fósforo proveniente do fosfato tricálcico, é um adubo igualmente indicado para adubações de fundo em solos ácidos. Pode proporcionar às culturas fósforo de

ação mais rápida, no início do ciclo cultural, e de ação mais retardada, em fases mais avançadas do desenvolvimento das culturas.

5.1.3 — Adubos compostos sólidos e fluidos contendo fósforo

Incluem os adubos CE inorgânicos compostos NPK, NP ou PK, consoante a composição em nutrientes primários. Podem ser sólidos (granulados) ou fluidos (em solução ou em suspensão).

Em todos estes adubos, o teor mínimo de fósforo é de 5 % de P_2O_5 . Os adubos PK contêm teores mínimos de 18 % de fósforo e potássio ($P_2O_5 + K_2O$) e 5 % de P_2O_5 ou de K_2O .

Os adubos sólidos compostos contendo fósforo são os mais utilizados em Portugal e podem ser aplicados em adubação de fundo ou de cobertura, quando são facilmente solúveis em água. Como o teor mínimo deste elemento é de 5 % (P_2O_5), os adubos sólidos têm a grande vantagem de serem muito concentrados, o que os torna relativamente baratos.

Os fosfatos de amónio são os adubos sólidos compostos do tipo NP com maior importância comercial no país. Incluem o fosfato monoamónico (“MAP”), que doseia 12 % de N e 52 % de P_2O_5 , e o fosfato diamónico (“DAP”), que doseia 18 % de azoto e 46 % de P_2O_5 . Ambos são acidificantes, podendo a sua aplicação fazer baixar os valores de pH do solo.

Em relação aos superfosfatos normal e triplo, o fósforo que veiculam é muito mais solúvel em água. São indicados para adubações de fundo, quando não é necessário aplicar potássio, uma vez que apresentam o azoto na forma amoniacal.

Relativamente aos adubos sólidos binários do tipo PK, referem-se os ortofosfatos de potássio indicados para adubações de fundo em culturas de outono-inverno e na plantação de culturas arbóreas e arbustivas em que não é recomendável a aplicação de azoto.

Os adubos fluidos compostos são mais adequados para utilização em fertirrega ou para aplicação por via foliar. Os teores mínimos de fósforo nestes adubos são de 3 % de P_2O_5 nas soluções de NPK, 4 % de P_2O_5 nas suspensões de NPK e 5 % de P_2O_5 nas soluções e suspensões de NP e PK.

O adubo fluido contendo fósforo mais utilizado em Portugal é o fosfato de amónio (adubo NP), incorporado na água de rega. Apesar da elevada solubilidade em água, pode causar problemas de entupimento das tubagens, por formar precipitados com o cálcio de águas de rega ricas neste elemento.

5.2 — Adubos Orgânicos e Adubos Organominerais Contendo Fósforo

Os adubos orgânicos e organominerais contendo fósforo devem apresentar uma concentração mínima de fósforo total (P_2O_5) de 2 % nos adubos orgânicos azotados NPK, de 3 % nos adubos orgânicos NP, de 3 % nos adubos organominerais NPK e de 5 % nos adubos organominerais NP.

A libertação no solo das formas de fósforo orgânico presentes nestes adubos é relativamente lenta e progressiva, pelo que são recomendados para aplicações em fundo.

Em culturas anuais, de ciclo curto, o fósforo orgânico residual proveniente dos adubos que não foi mineralizado poderá, após as colheitas, ficar acumulado na camada superficial do solo e continuar a mineralizar-se ou ser arrastado para meios aquáticos superficiais através do escoamento superficial das águas ou, em solos em que não seja retido, migrar verticalmente para as águas subterrâneas.

O fósforo inorgânico presente nos adubos organominerais permite-lhes atuar mais rapidamente sobre as culturas do que os adubos que apenas contêm fósforo em formas orgânicas.

6 — Aplicação de Adubos Contendo Azoto

6.1 — Quantidades a Aplicar

A quantidade adequada de azoto a aplicar a um dado sistema solo-planta depende de numerosos fatores. Por um lado, depende das necessidades da cultura e, por outro, das disponibilidades em azoto do solo, durante o ciclo vegetativo dessa cultura.

As necessidades em azoto variam bastante consoante as culturas e, dentro de uma mesma cultura, com o nível de produção que se pretende atingir.

Cada cultura possui uma determinada capacidade genética de produção a qual só em situações ideais é atingida, isto é, quando lhe são proporcionadas condições ótimas para o seu crescimento e desenvolvimento, quer do ponto de vista climático (temperatura, humidade, intensidade luminosa e composição da atmosfera), quer do ponto de vista do solo (características físicas, químicas e bióticas) quer, ainda, do ponto de vista biológico (em especial controlo de pragas, doenças e infestantes).

Particularmente no que respeita ao solo, este deve proporcionar à cultura:

- Características físicas que permitam uma boa permeabilidade ao ar e à água, um normal desenvolvimento das raízes, uma adequada espessura efetiva e uma elevada capacidade para retenção de água utilizável pelas plantas;
- Características químicas adequadas, nomeadamente teor em nutrientes disponíveis nas quantidades e proporções mais apropriadas, ausência de elementos e/ou compostos em níveis que provoquem toxicidade, reação do solo favorável à biodisponibilidade dos nutrientes, capacidade de troca catiónica suficientemente elevada para a retenção temporária dos nutrientes no solo sob uma forma assimilável pela planta e a garantia de um poder tampão que proteja a planta dos efeitos negativos, resultantes das variações bruscas do valor de pH;
- Características bióticas favoráveis, como atividade microbiana intensa (o que pressupõe abundância de matéria orgânica de qualidade) e ausência de agentes patogénicos.

Como se sabe, pela lei dos acréscimos decrescentes, à medida que se prossegue no fornecimento de determinado nutriente, mantendo constantes os restantes fatores de produção, os acréscimos de produção que se vão obtendo são cada vez menores e, por isso, a produção máxima que se pode atingir não coincide, geralmente, com a produção ótima do ponto de vista económico.

Tal é o caso da fertilização azotada em que, acima de certos limites de quantidade de azoto aplicada, as culturas entram em “consumo de luxo”, continuando a absorver o nutriente sem que daí resulte qualquer aumento de produção. Pelo contrário, pode mesmo verificar-se um decréscimo da mesma, devido não só a um desenvolvimento vegetativo excessivo, em detrimento do potencial produtivo (o que conduz, simultaneamente, a plantas menos resistentes a pragas e doenças) e a atrasos na maturação, como acontece, por exemplo, com os cereais.

Para além dos aspetos económicos, será necessário ter em consideração os aspetos de natureza ambiental, pelo que as quantidades de azoto a aplicar deverão ser tais que não conduzam à contaminação das águas superficiais e/ou das águas subterrâneas com nitratos. Será perfeitamente possível, no entanto, harmonizar uns e outros, mediante uma correta gestão do azoto no solo. Para tal, haverá que ter um conhecimento suficientemente seguro da dinâmica do azoto no ecossistema agrário de que a cultura e o solo em causa fazem parte. Designadamente, será necessário conhecer, mesmo que de forma aproximada, a quantidade de azoto que o solo será capaz de disponibilizar para a cultura durante o seu ciclo vegetativo, bem como os contributos de outras fontes do nutriente, nomeadamente resíduos vegetais, água de rega e/ou água das chuvas, fixação biológica do azoto, entre outros. No caso de pastagens (gramíneas x leguminosas), ou de outras culturas em consociação com leguminosas, o azoto resultante de raízes mortas e em decomposição, de nódulos senescentes ou de outro material vegetal em decomposição proveniente das leguminosas, contribui também para o aumento da fertilidade do solo.

Será necessário estimar também, ainda que de modo aproximado, as perdas de azoto por lixiviação, escoamento superficial, desnitrificação, nitrificação e/ou volatilização, assim como as quantidades de azoto imobilizado durante o ciclo cultural pelos microrganismos do solo e de azoto que pode ser fixado nos minerais de argila em solos com teores elevados daquela fração.

A estimativa da quantidade de azoto a fornecer pela fertilização a uma determinada cultura pode, então, ser calculada através da seguinte expressão:

$$F_N = N - (N_s + N_a + N_b + N_r) + (N_i + N_l + N_p)$$

em que:

- F_N — azoto a fornecer pela fertilização, em $kg\ ha^{-1}$
- N — necessidades da cultura em azoto para um determinado nível de produção, em $kg\ ha^{-1}$
- N_s — azoto disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo da cultura, em $kg\ ha^{-1}$
- N_a — azoto fornecido ao solo através da água de rega, em $kg\ ha^{-1}$
- N_b — azoto fixado biologicamente, em especial através da simbiose rizóbio-leguminosa, em $kg\ ha^{-1}$
- N_r — azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes, em $kg\ ha^{-1}$
- N_i — azoto imobilizado pelos microrganismos do solo, em $kg\ ha^{-1}$
- N_l — perdas de azoto por arrastamento nas águas de escoamento e/ou de percolação, em $kg\ ha^{-1}$
- N_p — perdas de azoto por volatilização, inclusive por desnitrificação, em $kg\ ha^{-1}$

As necessidades em azoto variam bastante consoante as culturas e, dentro de uma mesma cultura, variam com o nível de produção que se pretende atingir.

Acima de certas quantidades de azoto aplicado, as culturas entram em "consumo de luxo", continuando a absorver o nutriente sem que daí resulte qualquer aumento de produção. Pode mesmo verificar-se um decréscimo da mesma, devido a um desenvolvimento vegetativo excessivo, em detrimento do potencial produtivo (o que conduz, simultaneamente, a plantas menos resistentes a pragas e doenças) e a atrasos na maturação, como acontece, por exemplo, com os cereais.

Para além dos aspetos económicos, é necessário ter em consideração os aspetos de natureza ambiental, pelo que as quantidades de azoto a aplicar deverão ser tais que não conduzam à contaminação das águas superficiais e/ou das águas subterrâneas com nitratos.

A harmonização dos aspetos económico e ambiental é possível através de uma correta gestão do azoto presente no solo.

Para tal, é necessário conhecer a quantidade de azoto que o solo pode disponibilizar durante o ciclo vegetativo da cultura, bem como os contributos de outras fontes do nutriente, como resíduos vegetais, água de rega e/ou água das chuvas, fixação biológica do azoto, entre outros. A fertilização com azoto apenas deverá cobrir o défice do nutriente para atingir determinada produção esperada, realisticamente estimada de acordo com as condições de produção.

6.1.1 — Necessidade da cultura em azoto (N)

O valor das necessidades da cultura em azoto poderá estimar-se pela quantidade total de azoto retirado do solo pela cultura, a qual depende do nível de produção. A produção a considerar para o efeito, que podemos designar por produção esperada, deverá ser realisticamente estimada pelo agricultor ou pelo técnico que o apoia, tomando em linha de conta não apenas a capacidade produtiva da variedade ou cultivar mas, também, o tipo de solo, a adequação das características climáticas da região à cultura em causa, as práticas culturais a utilizar e a disponibilidade em água no caso de culturas de regadio, entre outras.

No Anexo I apresentam-se as quantidades médias de azoto e de outras nutrientes removidas do solo por algumas culturas, de acordo com os níveis médios de produção indicados. Dentro de cada género e para o mesmo nível de produção e qualidade, as quantidades de azoto e de outros nutrientes removidos do solo poderão variar com a espécie e dentro de cada espécie poderão, ainda, variar com a cultivar (variedade cultivada). Por isso, os valores que se apresentam têm apenas valor indicativo. Na prática, a necessidade da cultura em azoto, para uma determinada produção esperada, corresponde ao valor da recomendação de fertilização efetuada pelos laboratórios especializados que poderá, ainda, ser limitada a determinado valor máximo, de acordo com o Programa de Ação estabelecido para as zonas vulneráveis.

6.1.2 — Azoto disponibilizado pelo solo (N_s)

Na sua quase totalidade, o azoto que se encontra no solo faz parte da matéria orgânica (mais de 95 %) e, por isso, apenas uma diminuta fração se encontra disponível para as plantas. O azoto orgânico, como já se referiu, para ser utilizado pelas culturas terá de passar à forma mineral, primeiro a azoto amoniacal e depois a azoto nítrico, o que acontece gradualmente através da decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo.

A matéria orgânica do solo é, habitualmente, bastante heterogénea, constituída por frações de composição muito diversa, sobretudo no que respeita ao valor da relação C:N (carbono:azoto) e inclui seres vivos (os organismos do solo), tecidos vegetais e animais em vários estádios de decomposição, mas de origem ainda reconhecível e uma mistura complexa de material orgânico, já decomposto e modificado ou sintetizado de novo, o húmus.

Algumas frações com valores de relação C:N da ordem de 5-10 atingiram já estabilidade considerável e decompõem-se, por isso, muito lentamente, como é o caso do húmus. Outras frações, com valores bastante superiores da relação C:N, são sede de uma atividade microbiana mais ou menos intensa em condições adequadas de temperatura, humidade e arejamento do solo, mineralizando-se mais rapidamente que o húmus em que, progressivamente, se vão transformando.

Do ponto de vista da fertilização, seria desejável conhecer, com bastante aproximação, a quantidade de azoto que o solo vai libertando em condições de ser utilizado pela cultura.

No entanto, embora existam métodos laboratoriais que permitem medir com bastante rigor o teor de azoto mineral (N_{min}) do solo num determinado momento, na prática poderá recorrer-se ao cálculo de uma estimativa dessa quantidade, desde que se conheça o teor de matéria orgânica do solo. Admitindo para esta uma relação C:N de 12 e uma taxa de mineralização anual variando entre 1 e 3 %, conforme as características do solo e as condições climáticas médias prevalentes em Portugal, estima-se que a quantidade de azoto mineral anualmente disponível seja da ordem de 30 a 45 kg por hectare, por cada unidade percentual de matéria orgânica da camada arável de solos de textura fina ou de textura ligeira, respetivamente.

Porém, nem todo o azoto do solo mineralizado ao longo do ano fica disponível para as diferentes culturas. Apenas o que existe no solo na altura da sementeira ou plantação e aquele que é mineralizado durante o período de ativo crescimento da cultura é suscetível de ser utilizado por esta. Haverá, por isso, para efeitos de cálculo da adubação, que ter em conta o período em que as culturas ocupam efetivamente o terreno. Assim:

- Será de considerar apenas 2/3 daqueles valores para as culturas de primavera-verão;
- Será de considerar 3/4 ou 1/2 para os cereais de outono-inverno, consoante já cubram bastante bem o terreno ou, pelo contrário, este se encontre ainda nu ou escassamente coberto pela seara, aquando da eventual ocorrência de fortes chuvas que originem a lavagem mais ou menos intensa dos nitratos acumulados no perfil do solo;
- Será de considerar a totalidade daqueles valores no caso de culturas como as forragens e pastagens plurianuais que ocupem permanentemente o solo.

6.1.3 — Azoto fornecido ao solo através da água de rega (N_a)

As águas de rega, quando contaminadas com compostos de azoto, poderão veicular quantidades apreciáveis deste nutriente que convirá contabilizar nos planos de fertilização, o que só é possível se for conhecido o teor de azoto nessas águas.

6.1.4 — Azoto fixado biologicamente (N_b)

Nos sistemas agrícolas, a fixação biológica de azoto contribui de forma relevante para o azoto incorporado no solo e disponibilizado para as culturas, dependendo a quantidade disponibilizada dos sistemas fixadores.

A quantidade de azoto disponibilizada através da simbiose rizóbio — leguminosa depende da leguminosa cultivada, da eficácia com que os rizóbios existentes nos seus nódulos radiculares efetuam a fixação do azoto atmosférico e da quantidade de biomassa produzida pela cultura, podendo variar entre alguns quilogramas e várias centenas de quilogramas de azoto por hectare e ano. No Anexo II apresentam-se as quantidades médias anuais de azoto fixado simbioticamente por algumas leguminosas.

6.1.5 — Azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes (N_r)

Numa rotação de culturas, a quantidade e velocidade de disponibilização do azoto fornecido pelos resíduos da cultura precedente ao solo depende da quantidade e composição química desses resíduos, sobretudo da sua riqueza em azoto e carbono e do seu maior ou menor grau de lenhificação (tipo de carbono). Depende também da profundidade da sua incorporação no solo, da época em que é feita e da forma como decorrer o tempo.

As culturas anuais deixam no terreno, após a colheita, para além do seu raizame, uma proporção maior ou menor da sua parte aérea, conforme a sua natureza e o objetivo com que foram cultivadas.

Na cultura de milho para grão, por exemplo, poderá ficar no solo praticamente a planta inteira, exceto a espiga, ou, pelo contrário, ficar apenas o raizame com uma pequena porção da parte inferior do caule e algumas folhas que dele se desprendam. No caso do milho forragem para consumo em verde ou sob a forma de silagem, pouco mais restará no terreno do que o raizame.

As espécies hortícolas deixam também no terreno grandes quantidades de parte aérea, para além das raízes.

No caso das plantas arbóreas e arbustivas, como sejam a vinha e as fruteiras, grande quantidade de folhas senescentes, ramos e material da poda são perdidos para o solo e poderão dar um importante contributo para a sustentabilidade do ecossistema solo-planta, melhorando a fertilidade do solo. Refira-se, a propósito, que a folhada anual das pereiras leva cerca de dois anos a decompor-se totalmente à superfície do solo, onde se acumula, ficando o azoto disponível para as raízes mais superficiais da árvore ou para o coberto vegetal das entrelinhas.

No Anexo III apresentam-se, a título indicativo, as quantidades de azoto (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) contidos numa tonelada de resíduos de algumas culturas.

6.1.6 — Azoto imobilizado pelos microrganismos do solo (N_i)

A incorporação no solo de resíduos vegetais pobres em azoto poderá originar uma diminuição do teor em azoto mineral do solo (imobilização), uma vez que a quantidade do nutriente que é libertada, durante a decomposição dos resíduos, pode ser insuficiente para satisfazer as necessidades dos microrganismos do solo responsáveis por essa decomposição.

É o que acontece, por exemplo, com a incorporação de palhas de alguns cereais, com relações C:N elevadas, por vezes superiores a 100. Se se pretender evitar tal situação, será necessário adicionar, juntamente com as palhas, uma certa quantidade de azoto mineral, da ordem dos 8-10 quilogramas de N por cada tonelada de palha enterrada. No Anexo IV, apresentam-se valores indicativos das relações C:N de diversos resíduos orgânicos.

6.1.7 — Perdas de azoto por arrastamento nas águas de escoamento e de percolação (N_p)

As perdas de azoto nas águas de escoamento superficial, de percolação e de escoamento preferencial ocorrem, sobretudo, sob a forma

de nitratos e constituem o principal agente de poluição difusa do meio aquático originada pelas atividades agrícolas.

O montante destas perdas, que pode variar de poucas a algumas centenas de quilogramas de nitratos por hectare e por ano, depende de numerosos fatores, designadamente da intensidade dos fenómenos de escoamento e de lixiviação e do nível de nitratos presentes no solo. Este é variável com a quantidade, tipo, época e técnica de aplicação dos fertilizantes contendo o nutriente, com a quantidade de azoto nítrico resultante da mineralização da matéria orgânica do solo e de quaisquer outros resíduos orgânicos nele incorporados. Depende, também, do tipo de textura do solo, da cultura ou do revestimento do solo e das práticas culturais, designadamente do tipo de mobilização do solo e de rega.

Quer do ponto de vista da economia da exploração agrícola quer do ponto de vista da preservação da qualidade ambiental, haverá necessidade de reduzir ao máximo estas perdas, o que será possível com a adoção de práticas agrícolas corretas.

6.1.8 — Perdas de azoto por volatilização (N_v)

Estas perdas podem ocorrer através de vários mecanismos, em especial por desnitrificação, na forma de óxidos de azoto ou azoto molecular e por volatilização, sob a forma de amoníaco. As perdas de amoníaco dão-se especialmente à superfície de solos alcalinos, na presença de temperaturas elevadas e de vento, enquanto as perdas de azoto por desnitrificação ocorrem em solos neutros ou ácidos, em condições de redução do nível de oxigénio e em presença de teores de carbono orgânico superiores a 1 %.

Estima-se que num solo normal se percam, por desnitrificação, 10 a 15 % do azoto nítrico que anualmente é produzido pela mineralização da matéria orgânica do solo e do que nele é incorporado sob a forma de adubos químicos.

Estas perdas poderão atingir níveis muito superiores, da ordem dos 55 %, em solos mal drenados, onde o fenómeno ocorre com maior frequência e intensidade.

As perdas por volatilização verificam-se, sobretudo, a partir de adubos contendo azoto amoniacal ou ureico aplicados à superfície de solos alcalinos em períodos ventosos e de temperaturas elevadas. A proporção de azoto perdido por esta via poderá, em condições muito desfavoráveis, atingir 65 % do azoto aplicado ao solo através dos referidos adubos.

Para se minimizarem estas perdas, os fertilizantes contendo azoto sob a forma amoniacal devem ser incorporados no solo o mais rapidamente possível após a sua distribuição, no máximo até 24 horas após, nunca ultrapassando as 48 horas, visto que as perdas mais elevadas ocorrem logo a seguir à distribuição, prolongando-se por 2 a 8 dias.

No caso de solos alcalinos, deve-se privilegiar o adubo CE sulfato de amónio, que acidifica ligeiramente o solo onde é aplicado, reduzindo este tipo de perdas. No caso dos campos de arroz, deve ser dada preferência também a este tipo de fertilizante, enterrando-o a 5-10 cm de profundidade, mantendo os campos alagados e evitando a sua aplicação em dias ventosos e muito quentes.

Refira-se que nem sempre é possível conhecer facilmente os valores de todos os fatores que interferem no cálculo das quantidades de azoto a fornecer às culturas através da fertilização, pelo que, na prática, a expressão

$$F_N = N - (N_s + N_a + N_b + N_r) + (N_i + N_l + N_p)$$

poderá ficar reduzida apenas aos fatores cujo valor pode ser facilmente conhecido, seja por se encontrarem em tabelas de fácil acesso, seja por poderem ser obtidos através de análise laboratorial:

$$F_N = N - (N_s + N_a + N_r)$$

Ainda a este propósito e dada a multiplicidade e complexidade dos fatores que condicionam a determinação da quantidade tecnicamente correta de azoto a aplicar, bem como as épocas e formas mais adequadas para a sua aplicação, o critério mais seguro que o agricultor deve seguir será o de recorrer a serviços especializados que, em função das análises de terra, da água de rega, dos compostos orgânicos e/ou da análise foliar e tendo em consideração a produção esperada para a cultura que pretende estabelecer, lhe recomendarão a fertilização mais adequada, incluindo a quantidade de azoto a aplicar e a época e técnica de aplicação mais recomendáveis. O agricultor poderá, ainda, recorrer a alguns laboratórios do Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Universidades, Escolas Superiores Agrárias e Adubeiras que disponham de serviços de recomendações de fertilização apoiados naquelas análises.

6.2 — Épocas e Técnicas de Aplicação dos Adubos Azotados

6.2.1 — Épocas de aplicação dos adubos azotados

As épocas mais adequadas para a aplicação dos adubos azotados são as que proporcionam um melhor aproveitamento do azoto pelas culturas, com todos os benefícios daí resultantes, incluindo os económicos e ambientais, como sejam a redução do risco do arrastamento

do azoto nítrico pelas águas que se infiltram no solo ou que escoam superficialmente.

Os adubos inorgânicos azotados nas formas nítrica, amoniacal e/ou ureica requerem que a sua aplicação seja efetuada, tanto quanto possível, nas épocas de maiores exigências nutritivas das culturas.

Apresentam-se a seguir, em termos muito gerais, algumas orientações e recomendações quanto às épocas de aplicação de adubos azotados que se consideram mais apropriadas relativamente a grandes grupos de culturas.

• Culturas anuais semeadas no outono

Atendendo aos reduzidos crescimentos que se verificam durante o outono e o inverno, por um lado, e à habitual concentração das chuvas nestas duas estações do ano, os riscos de arrastamento do azoto nítrico pelas águas de lixiviação e/ou escoamento são elevados. Por isso, as quantidades de azoto a aplicar nas adubações de fundo, por ocasião das sementeiras ou plantações, devem ser sempre reduzidas e sob forma amoniacal, ureica ou orgânica. Pode mesmo não ser recomendável a aplicação de qualquer quantidade de azoto, utilizando as culturas semeadas/plantadas nesta altura do ano, durante as primeiras fases do seu crescimento, o azoto contido na semente ou na planta de viveiro e o azoto mineral existente no solo proveniente da cultura anterior e/ou da mineralização da matéria orgânica do solo.

A fertilização azotada nestas culturas deverá, sobretudo, ter lugar mais tarde, em coberturas repartidas pelas diferentes fases do seu ciclo. No caso dos cereais, ao afilhamento (de preferência com adubos que contenham ou originem azoto amoniacal, dada a probabilidade de ainda poderem ocorrer quedas pluviométricas) e ao encanamento (de preferência com azoto na forma nítrica, que seja rapidamente disponibilizado para a cultura).

No caso das forragens à base de aveia, centeio ou outra gramínea, deve-se aplicar o azoto ao afilhamento. Já nas consociações forrageiras gramíneas x leguminosas, habitualmente semeadas no cedo, convirá aplicar uma pequena proporção do azoto à sementeira (no sentido de favorecer o desenvolvimento das gramíneas) fracionando, depois, a adubação de cobertura (após cada corte), caso ainda haja necessidade. A presença das leguminosas pode assegurar o fornecimento do azoto para as gramíneas presentes na consociação. Se estas culturas forem sujeitas a pastoreio direto, dever-se-á ter em conta o azoto fornecido ao solo pelos excrementos dos animais.

• Culturas anuais de primavera-verão

De um modo geral os riscos de arrastamento do azoto pelas águas das chuvas neste período são relativamente reduzidos na maior parte dos solos. Por isso, o azoto poderá ser todo aplicado em fundo, especialmente nas culturas de ciclo vegetativo mais curto, como são a maioria das hortícolas. Mas mesmo nestas é preferível efetuar, sempre que possível, a aplicação do azoto em cobertura, recorrendo-se a formas nítricas e/ou amoniacais.

Nas culturas de ciclo vegetativo mais longo, a quantidade de azoto a aplicar deverá ser fracionada, aplicando-se 1/3 a 1/2 do total recomendado na adubação de fundo e o restante numa ou mais coberturas.

Nas culturas regadas em que seja possível recorrer à fertirrega, o azoto deverá ser fornecido por esta via, gradualmente ao longo do ciclo vegetativo, satisfazendo mais eficazmente as necessidades fisiológicas das culturas. Neste caso, devem ser utilizados fertilizantes muito solúveis em água, para evitar a formação de precipitados nas tubagens e nos aspersores/gotejadores. As quantidades a aplicar deverão ser devidamente doseadas de modo a prevenir a salinização do solo e/ou toxicidade para as plantas.

Na cultura do arroz, tal como é realizada em Portugal, a forma de azoto a aplicar em fundo ou em cobertura não deverá ser a nítrica pois, além dos riscos de perdas através das águas, haverá também a ocorrência de perdas avultadas por desnitrificação. Convirá, de preferência, ser aplicado sob forma amoniacal ou orgânica (a uma profundidade de 5 a 10 cm), ficando retido no solo e sendo depois facilmente absorvido pela cultura. A adubação de cobertura deverá ser realizada com o solo sempre alagado.

• Culturas perenes (vinha, olival, pomares, prados permanentes e outras)

Nestas culturas, o azoto deverá ser aplicado de forma fracionada, em fertirrega se for o caso, a partir do final do inverno, precedendo o início da rebentação ou retoma dos crescimentos, altura em que se inicia um período de intensa absorção de nutrientes. A fertilização deverá cessar no início do outono, altura em que a planta voltará ao estado de dormência vegetativa, quando as raízes reduzem drasticamente a absorção dos nutrientes e, simultaneamente, estes se tornam mais suscetíveis de serem perdidos por arrastamento pelas águas das chuvas.

No primeiro ano após a transplantação, as culturas arbóreas e arbustivas apenas utilizam uma pequena parte do azoto fornecido, requerendo reduzidas quantidades do nutriente até à entrada em produção. Nestas culturas, a fertilização de produção deve ser baseada nos resultados da análise foliar, tendo presente os níveis de produção esperados e as características da parcela em que as mesmas se encontram.

O Anexo V mostra, de forma resumida, as épocas do ano mais adequadas à aplicação dos fertilizantes azotados. Estas épocas poderão ser

ajustadas consoante as culturas e condições específicas de cada região. No entanto e como regra geral, a aplicação de matérias fertilizantes contendo azoto não deve ser efetuada durante os meses mais chuvosos do ano, de novembro a fevereiro, inclusive.

6.2.2 — Técnicas de Aplicação dos Adubos Azotados

A fertilização azotada deverá fazer-se não apenas nas quantidades e épocas mais adequadas mas, também, com a técnica que proporcione a melhor eficiência de absorção do nutriente pelas plantas.

Idealmente, a técnica de aplicação dos adubos azotados ao solo e à cultura deveria permitir que todo o azoto aplicado fosse absorvido pelas plantas. Numa situação destas não haveria qualquer risco de contaminação das águas com nitratos. É a situação ideal, não apenas do ponto de vista ambiental mas, também, do ponto de vista económico. Porém, na prática, a quantidade do azoto absorvido pelas culturas é apenas uma fração, maior ou menor, do azoto fornecido pelo fertilizante.

Não podendo alcançar-se o ótimo dever-se-á, no entanto, tentar conseguir o bom ou o razoável, aplicando o adubo ao sistema solo-planta de modo a proporcionar a máxima absorção do nutriente pelas plantas.

Os adubos podem ser distribuídos uniformemente sobre toda a superfície do terreno (adubações a lanço) ou ser aplicados apenas em zonas restritas do terreno (adubações localizadas em bandas ou faixas laterais em sulcos, covas e caldeiras de rega, etc.) ou, ainda, distribuídos através da água de rega, por aspersão ou gota-a-gota.

Quer nas adubações a lanço, quer nas localizadas, os adubos podem ou não ser incorporados no solo. A incorporação pode ser feita a maior ou menor profundidade, na camada do solo mais densamente ocupada pelas raízes das culturas.

A técnica de aplicação dos adubos azotados depende de vários fatores:

- Do adubo (forma sob que se encontra o azoto e o seu teor; estado físico do adubo — sólido ou líquido);
- Da cultura (exigências específicas de azoto, ao longo do ciclo vegetativo);
- Do solo (características físicas e químicas);
- Das práticas culturais, designadamente as mobilizações do solo e a rega;
- Das condições climáticas (quantidade e distribuição das chuvas);
- Do custo da fertilização (encargos com a aquisição e aplicação do adubo).

Qualquer que seja a técnica de aplicação escolhida, ela deverá ser corretamente executada, a fim de permitir que o adubo seja distribuído uniformemente no terreno evitando-se, assim, zonas com excesso e elevado risco de arrastamento do azoto excedentário nas águas de infiltração, a par de outras com escassez do nutriente e consequentes quebras de produção.

Escolhida a forma de distribuição do adubo, deve-se ter especial cuidado com a regulação do equipamento e operação, de modo a assegurar a correta aplicação do adubo no que respeita à quantidade e uniformidade da sua distribuição e à sua localização, relativamente à semente ou à planta.

Quando se proceda à calagem do solo, para correção de acidez excessiva, os adubos amoniacais não devem ser aplicados simultaneamente com o calcário.

As épocas mais adequadas para a aplicação dos adubos azotados são as que proporcionam um melhor aproveitamento do azoto pelas culturas. Deste modo, os adubos inorgânicos azotados nas formas nitríca, amoniacal e/ou ureica devem ser aplicados nas épocas de maiores exigências nutritivas das culturas:

• Culturas anuais semeadas no outono

As quantidades de azoto a aplicar nas adubações de fundo, por ocasião das sementeiras ou plantações, devem ser sempre reduzidas e sob forma amoniacal, ureica ou orgânica.

• Culturas anuais de primavera-verão

O azoto pode ser aplicado todo em fundo, especialmente nas culturas de ciclo vegetativo mais curto, como são a maioria das hortícolas. Mas mesmo nestas é preferível efetuar, sempre que possível, a aplicação do azoto em cobertura, recorrendo-se a formas nitrícas e/ou amoniacais.

Nas culturas regadas em que seja possível recorrer à fertirrega, o azoto deverá ser fornecido por esta via, gradualmente ao longo do ciclo vegetativo, satisfazendo mais eficazmente as necessidades fisiológicas das culturas. Neste caso, devem ser utilizados fertilizantes muito solúveis em água, para evitar a formação de precipitados nas tubagens e nos aspersores/gotejadores. As quantidades a aplicar deverão ser devidamente doseadas de modo a prevenir a salinização do solo e/ou toxicidade para as plantas.

• Culturas perenes (vinha, olival, pomares, prados permanentes e outras)

Nestas culturas, o azoto deverá ser aplicado de forma fracionada, em fertirrega se for o caso, a partir do final do inverno, precedendo o início da rebentação ou retoma dos crescimentos, altura em que se inicia um período de intensa absorção de nutrientes. A fertilização azotada deverá fazer-se com a técnica que proporcione a melhor eficiência de absorção do nutriente pelas plantas.

Quando se proceda à calagem do solo, para correção de acidez excessiva, os adubos amoniacais não devem ser aplicados simultaneamente com o calcário.

7 — Aplicação de Adubos Contendo Fósforo

Algumas das considerações que se efetuaram no Capítulo anterior e que fundamentam a aplicação racional de adubos contendo azoto, também se ajustam à aplicação de fertilizantes contendo fósforo. Todavia, devido ao diferente ciclo na natureza, ao comportamento distinto destes nutrientes no solo e à existência de diversas formas e solubilidades nos adubos contendo estes elementos, considerou-se separadamente a fertilização racional com fósforo.

7.1 — Quantidades a Aplicar

No sentido de maximizar a produção e a qualidade das culturas mas atender, simultaneamente, à necessidade ambiental de preservar os meios hídricos da contaminação com fósforo, a quantidade a aplicar dos adubos contendo este nutriente deverá ser devidamente planeada, de modo a conseguir uma correta gestão deste elemento no solo.

Ao contrário do azoto, o fósforo não é absorvido pelas plantas em “consumo de luxo”, isto é, em quantidades superiores às que são fisiologicamente necessárias. Por outro lado, da sua aplicação, mesmo em quantidades relativamente elevadas, não resulta geralmente aumento da salinidade do solo (dado que a maior parte dos adubos sólidos contendo fósforo tem reduzida solubilidade em água), ou desequilíbrio na absorção de outros nutrientes, com exceção de alguns micronutrientes, como o zinco, em solos em que se encontrem disponíveis para as plantas em baixas concentrações. Há, no entanto, registo do efeito depressivo da sobrefertilização fosfatada sobre a produção e qualidade de algumas culturas.

A quantidade adequada de fósforo a aplicar, em determinadas condições climáticas e de solo, é aquela que preenche as exigências da cultura, sem reduzir a fertilidade química do solo, pelo que depende, essencialmente, da necessidade da cultura em fósforo, da disponibilidade deste nutriente no solo e das suas perdas para fora do sistema solo-planta.

Os principais contributos para a nutrição fosfatada da cultura incluem o fósforo disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo, podendo também ser contabilizados o fósforo fornecido ao solo pela água de rega e o proveniente de resíduos das culturas precedentes.

As perdas de fósforo a partir do solo são as que podem ocorrer por arrastamento nas águas de escoamento e de percolação.

A estimativa da quantidade de fósforo a fornecer pela fertilização a uma determinada cultura pode, então, ser calculada através da seguinte expressão:

$$F_p = P - (P_s + P_a + P_r) + P_i$$

em que:

- F_p — fósforo a fornecer pela fertilização, em kg ha^{-1} de P_2O_5
- P — necessidades da cultura em fósforo para um determinado nível de produção, em kg ha^{-1} de P_2O_5
- P_s — Fósforo disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo da cultura, em kg ha^{-1} de P_2O_5
- P_a — Fósforo fornecido ao solo através da água de rega em kg ha^{-1} de P_2O_5
- P_r — Fósforo proveniente dos resíduos das culturas precedentes, em kg ha^{-1} de P_2O_5
- P_i — perdas de fósforo por arrastamento nas águas de escoamento e/ou de percolação, em kg ha^{-1} de P_2O_5

O fósforo não é absorvido pelas plantas em “consumo de luxo”, isto é, em quantidades superiores às que são fisiologicamente necessárias.

A sua aplicação, mesmo em quantidades relativamente elevadas, geralmente não faz aumentar a salinidade do solo e só em solos com baixos teores de micronutrientes, como o zinco, é que pode provocar desequilíbrios na sua absorção.

Há registo do efeito depressivo da sobrefertilização fosfatada sobre a produção e qualidade de algumas culturas.

Os principais contributos para a nutrição fosfatada da cultura incluem o fósforo disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo, podendo também ser contabilizados o fósforo fornecido ao solo pela água de rega e o proveniente de resíduos das culturas precedentes.

As perdas de fósforo a partir do solo são as que podem ocorrer por arrastamento nas águas de escoamento e de percolação.

7.1.1 — Necessidade da cultura em fósforo (P)

A estimativa das necessidades em fósforo pode ser realizada pela quantidade total de fósforo retirada do solo pela cultura, a qual depende sobretudo da produção esperada. No Anexo I apresentam-se, a título indicativo, as quantidades médias de fósforo removidas do solo por algumas culturas, de acordo com os níveis médios de produção indicados. Na prática, a necessidade da cultura em fósforo, para uma determinada produção esperada, corresponde ao valor da recomendação de fertilização efetuada pelos laboratórios especializados que poderá,

ainda, ser limitada a determinado valor máximo, de acordo com o Programa de Ação estabelecido para as zonas vulneráveis.

Ao planear a quantidade de fertilizante fosfatado a aplicar, há que ter em consideração que somente parte do fósforo incorporado no solo através dos fertilizantes será, efetivamente, absorvida e convertida em produção. Por isso, há que atribuir, na maior parte das vezes, por estimativa, um coeficiente de utilização ou de recuperação do nutriente que, a título meramente indicativo, se pode situar em cerca de 20 %.

7.1.2 — Fósforo disponibilizado pelo solo (P_s)

Nas nossas condições, o fósforo que as culturas podem utilizar durante o ciclo vegetativo, a partir do solo, encontra-se principalmente na forma mineral. Algum fósforo presente na matéria orgânica do solo poderá ser mineralizado e contribuir também para a nutrição fosfatada das culturas durante o seu ciclo, mas sempre em muito menor extensão do que as formas de fósforo inorgânico.

Tendo em vista a fertilização fosfatada, a estimativa da quantidade de fósforo disponível no solo para as culturas é, de um modo geral, estabelecida através da determinação laboratorial do teor de fósforo extraível (ou “assimilável”) do solo, através de métodos analíticos devidamente calibrados para os solos nacionais.

7.1.3 — Fósforo fornecido ao solo através da água de rega (P_a)

Nos planos de fertilização, a quantidade de fósforo veiculada pelas águas de rega deverá ser considerada, pois poderá constituir um contributo relevante para a cultura, principalmente quando é utilizada água residual proveniente do tratamento de efluentes, nomeadamente dos esgotos e de instalações agropecuárias. Para tal, a água de rega deve ser analisada, solicitando-se a determinação do fósforo. Se houver necessidade de corrigir a qualidade destas águas, através da adição de corretivos contendo fósforo (ácido fosfórico por exemplo), recomenda-se igualmente a sua contabilização.

7.1.4 — Fósforo proveniente dos resíduos das culturas precedentes (P_r)

A quantidade de fósforo libertada no solo pelos resíduos da cultura anterior àquela que se pretende instalar, bem como a rapidez da sua mineralização, dependem de vários fatores ambientais e da composição desses resíduos. A composição aproximada em fósforo (P_2O_5) de alguns resíduos vegetais consta no Anexo III. Geralmente, a mineralização de fósforo orgânico é favorecida por temperaturas relativamente elevadas (superiores a 30 °C), por teores de humidade do solo igualmente elevados (50 a 60 % da capacidade máxima para a água), por uma reação do solo próxima da neutralidade e por teores de fósforo total dos resíduos vegetais de, pelo menos, 0,2 a 0,3 % de P.

Em pastagens, estima-se que a quantidade de fósforo reciclada para o solo através da decomposição do material vegetal seja de cerca de 2 a 45 kg P_2O_5 por ha e ano, dependendo do tipo de pastagem.

7.1.5 — Perdas de fósforo por arrastamento nas águas de escoamento e/ou de percolação no solo (P_l)

Tal como no caso do azoto, o valor das perdas de fósforo nas águas de escoamento superficial e de percolação depende de vários fatores, designadamente do nível de fósforo presente no solo e da intensidade dos fenómenos de escoamento e de lixiviação.

Muitos solos não perdem fósforo proveniente das fertilizações efetuadas através de lixiviação ao longo do seu perfil, devido a fenómenos de retenção, como foi referido. Porém, podem ocorrer perdas do nutriente por arrastamento de formas inorgânicas de fósforo solubilizadas nas águas de percolação, através dos macroporos do solo, bem como de pequenas quantidades presentes em compostos orgânicos, alguns dos quais com maior mobilidade do que o ião fosfato.

Estas perdas são de esperar, especialmente, em solos de textura ligeira ou limosa cuja capacidade de retenção de fósforo já se encontre saturada (níveis de fósforo no solo elevados). O mesmo se pode verificar em solos sujeitos a elevadas aplicações de fósforo em formas orgânicas (como no caso da aplicação de chorumes), nomeadamente por injeção no solo, ou quando o solo foi muito perturbado para a colocação de tubos de drenagem.

As perdas de fósforo do solo nas águas de escoamento superficial podem ser particularmente elevadas quando ocorre erosão hídrica, nomeadamente em solos declivosos e após quedas pluviométricas de intensidade superior a 25 mm por hora.

Quer o escoamento superficial, quer a erosão são desfavoráveis à agricultura, pois originam perdas da camada superficial dos solos agrícolas, mais ricos em nutrientes, nomeadamente em fósforo. A quantidade do nutriente que é, assim, perdida depende do teor de fósforo dos sedimentos que são arrastados, da sua concentração no material sólido e da velocidade da água.

Através deste processo, pode ser retirado dos solos grande parte do fósforo existente na sua camada superficial, podendo essas perdas atingir valores particularmente elevados em solos fortemente fertilizados.

Embora a quantidade de fósforo perdida por lixiviação e escoamento superficial possa não ser, em muitas situações, relevante em termos

da fertilidade do solo, pode ser suficiente para causar um aumento significativo da eutrofização dos meios hídricos.

Tal como para a fertilização azotada, nem sempre é possível conhecer facilmente os valores de todos os fatores que interferem no cálculo das quantidades de fósforo a fornecer às culturas através da fertilização pelo que, na prática, a expressão

$$F_p = P - (P_s + P_a + P_r) + P_l$$

poderá ficar reduzida apenas aos fatores cujo valor pode ser facilmente conhecido, seja por se encontrarem em tabelas de fácil acesso, seja por poderem ser obtidos através de análise laboratorial:

$$F_p = P - (P_s + P_a + P_r)$$

No entanto, e tal como no caso do azoto, o critério mais seguro que o agricultor deve seguir, para determinar a quantidade de fósforo a aplicar a determinada cultura, será o de recorrer a serviços especializados que, em função das análises de terra, da água de rega, dos compostos orgânicos e/ou da análise foliar e tendo em consideração a produção esperada para a cultura, lhe recomendarão a fertilização mais adequada, incluindo a quantidade de fósforo a aplicar e a época e técnica de aplicação mais recomendáveis. Tratando-se de uma recomendação com carácter geral, a fertilização indicada poderá ser adaptada às condições locais da exploração.

7.2 — Épocas e Técnicas de Aplicação dos Adubos Fosfatados

7.2.1 — Épocas de aplicação

A seleção das épocas mais adequadas para aplicação dos adubos fosfatados visa facultar às culturas o maior aproveitamento possível do fósforo e evitar reservas excessivas deste nutriente no solo, antes ou depois do período em que a cultura dele necessita e, assim, prevenir o risco de arrastamento pelas águas.

Tal como para os adubos azotados, a escolha da época de aplicação dos adubos contendo fósforo está relacionada, principalmente, com a natureza da cultura e com o comportamento deste nutriente no solo.

Como foi referido anteriormente, o fósforo tem uma mobilidade no solo muito limitada pois que, se aplicado em formas solúveis na água, poder ser na sua quase totalidade rapidamente retido nos solos, com exceção dos que apresentam textura grosseira e baixo teor de matéria orgânica.

Apresentam-se, em termos gerais, algumas orientações e recomendações quanto às épocas de aplicação de adubos fosfatados que se consideram mais apropriadas relativamente a grandes grupos de culturas.

• Culturas anuais

Nas culturas anuais o fósforo pode ser aplicado na totalidade em fundo, antes da sementeira ou plantação, pois é conveniente colocá-lo em zonas do solo que irão ser exploradas pelas raízes durante o período de desenvolvimento das culturas.

Constitui exceção a cultura do arroz, realizada em condições de alagamento permanente do solo por vários meses, na qual parte do fósforo dos adubos poderá ser aplicado em cobertura, favorecendo a solubilização do adubo e minimizando a possível lixiviação de fósforo no solo.

No caso das culturas anuais semeadas ou plantadas no outono, atendendo ao reduzido crescimento na época outono-invernal e à usual concentração de chuvas neste período, poderá distribuir-se a quantidade de adubo a aplicar por uma aplicação em fundo e outra (s) em cobertura, tal como para o azoto. No caso dos cereais de inverno, as coberturas devem ser realizadas, pelo menos, ao afilhamento. No caso do trigo, é usual efetuar-se coberturas ao afilhamento e ao encanamento, pois as maiores necessidades das plantas ocorrem entre o afilhamento e o espigamento.

Ao contrário do azoto, cuja aplicação é efetuada para cada cultura, o fósforo pode ser aplicado à rotação, de uma só vez, para atender às necessidades das várias culturas que a constituem durante alguns anos. Este procedimento só é recomendável em situações em que não existam riscos de erosão e/ou retenção intensa do fósforo no solo nem risco de lixiviação do nutriente através das águas de percolação.

• Culturas perenes (vinha, olival, pomares, pastagens permanentes e outras)

Nas culturas perenes, o fósforo, para além de ser aplicado em fundo à instalação, também poderá ser aplicado em cobertura durante os diversos ciclos culturais.

Nas pastagens permanentes semeadas, convém efetuar uma adubação de fundo, com fósforo, no ano da instalação da cultura e de cobertura, anualmente, a partir do 2.º ano de permanência no terreno, caso seja necessário. A análise de terra realizada periodicamente poderá dar indicações da necessidade, ou não, de aplicar este nutriente à cultura.

No caso da vinha, do olival e dos pomares, para além da adubação de fundo efetuada à plantação, as restantes aplicações do nutriente ao longo da vida das culturas deverão ser fundamentadas nos resultados da análise de terra efetuada periodicamente, bem como nos resultados da análise foliar e, no caso das culturas regadas, da água de rega.

O Anexo V mostra, de forma resumida, as épocas do ano mais adequadas à aplicação dos fertilizantes contendo fósforo. Estas épocas poderão ser ajustadas consoante as culturas e condições específicas de cada região.

7.2.2 — Técnicas de aplicação

As considerações gerais efetuadas anteriormente para as técnicas de aplicação dos adubos azotados ajustam-se, na sua maior parte, à fertilização fosfatada.

Entre as diversas técnicas que têm sido propostas para promover uma maior utilização do fósforo pelas culturas e que visam reduzir a retenção de fósforo e/ou aumentar a sua mobilidade no solo, referem-se a localização dos adubos e, sempre que necessária, a correção da acidez do solo, por serem as mais usuais no País.

A aplicação localizada de adubos fosfatados, especialmente em culturas com médios ou grandes compassos de plantação, permite concentrar o nutriente em zonas mais próximas do sistema radicular reduzindo, em relação à distribuição a lanço, a possibilidade de retenção do elemento no solo.

A aplicação localizada pode ser realizada em linhas (faixas ou bandas), quer em profundidade quer à superfície e por injeção (em faixas ou pontual). Na aplicação em faixas à superfície são geralmente utilizadas distâncias de 2,5 a 5 cm abaixo e ao lado das linhas de sementeira ou plantação para evitar o risco de toxicidade quando as plantas são jovens.

A quantidade de adubo contendo fósforo a aplicar é limitada pelo seu grau de solubilidade, especialmente no caso do fosfato diamónico (“DAP”), a fim de evitar riscos de toxicidade quando as plantas são jovens.

As épocas mais adequadas para aplicação dos adubos fosfatados são as que proporcionam às culturas o melhor aproveitamento possível do nutriente e permitem evitar reservas excessivas de fósforo no solo, antes ou depois do período em que a cultura dele necessita e, assim, prevenir o risco de arrastamento pelas águas.

• Culturas anuais

O fósforo pode ser aplicado todo em fundo, antes da sementeira ou plantação, pois é conveniente colocá-lo em zonas do solo que irão ser exploradas pelas raízes durante o período de desenvolvimento das culturas.

O fósforo pode ser aplicado à **rotação**, de uma só vez, para atender às necessidades das várias culturas que a constituem durante alguns anos. Este procedimento só é recomendável em situações em que não existam riscos de erosão e/ou retenção intensa do fósforo no solo nem risco de lixiviação do nutriente através das águas de percolação.

• Culturas perenes (vinha, olival, pomares, pastagens permanentes e outras)

O fósforo, para além de ser aplicado em fundo à instalação, também poderá ser aplicado em cobertura durante os diversos ciclos culturais.

Nas **pastagens permanentes** semeadas, convém efetuar uma adubação de fundo, com fósforo, no ano da instalação da cultura e de cobertura, anualmente, a partir do 2.º ano de permanência no terreno, caso seja necessário. A análise de terra realizada periodicamente poderá dar indicações da necessidade, ou não, de aplicar este nutriente à cultura.

No caso da **vinha, do olival e dos pomares**, para além da adubação de fundo efetuada à plantação, as restantes aplicações do nutriente ao longo da vida das culturas deverão ser fundamentadas nos resultados da análise de terra efetuada periodicamente, bem como nos resultados da análise foliar e, no caso das culturas regadas, da água de rega.

8 — Aplicação de Corretivos Orgânicos

Existe uma grande diversidade de materiais de natureza orgânica, alguns dos quais subprodutos das explorações agrícolas e pecuárias e outros subprodutos resultantes da agroindústria, que podem usados como corretivos orgânicos do solo, com a finalidade de melhorar as suas características físicas, químicas e biológicas, isto é, a qualidade do solo.

Para além dos estrumes, compostos e resíduos das culturas, também se podem produzir, nas explorações agrícolas e pecuárias, outros materiais fertilizantes, como os chorumes, as águas residuais e lamas de depuração, resultantes do tratamento dos efluentes provenientes das unidades de criação intensiva de animais, designadamente de suínos e aves.

Também fora do âmbito das explorações agrícolas e pecuárias são geradas, atualmente, grandes quantidades de materiais com algum valor fertilizante que podem ser aplicados aos solos agrícolas, designadamente subprodutos de indústrias agroalimentares e florestais, produtos da

compostagem de resíduos sólidos urbanos (RSU) e do tratamento dos esgotos domésticos ou urbanos.

Todos estes materiais veiculam maiores ou menores quantidades de nutrientes, entre os quais o azoto e o fósforo, que podem encontrar-se integral ou parcialmente sob forma orgânica, conforme o grau de decomposição ou mineralização que aqueles materiais já sofreram.

Nos planos de fertilização das culturas e num contexto em que se procura racionalizar a gestão do azoto e do fósforo nas explorações agrícolas não apenas por razões de economia, mas também de natureza ambiental, é indispensável considerar o contributo em azoto e fósforo dos diferentes corretivos orgânicos que possam ser adicionados ao solo. Nesse sentido, faz-se de seguida uma breve referência às características mais relevantes desses materiais.

8.1 — Estrumes e Chorumes

A composição dos estrumes e dos chorumes é bastante variável dependendo, entre outros fatores, da espécie pecuária, da idade dos animais, da finalidade com que são explorados, do regime alimentar e do tipo de estabulação, da quantidade e natureza do material utilizado nas camas e do sistema de produção utilizado.

Os nutrientes contidos nestes produtos são sobretudo provenientes dos dejetos animais (fezes e urinas) indicando-se, no Anexo VI, as quantidades médias de alguns nutrientes excretados anualmente, por unidade animal das principais espécies pecuárias e por cabeça normal.

As quantidades de estrume e de chorume produzidas anualmente nas explorações variam, sobretudo, com as espécies pecuárias e sistemas de exploração.

O tipo de estrume produzido depende da quantidade de palhas e/ou de outros materiais usados nas camas, da proporção de fezes e urina com eles misturada, da temperatura atingida durante a fermentação e do grau de curtimento final, podendo obter-se estrumes mais ou menos palhosos e mais ou menos ricos em nutrientes, conforme os casos.

A quantidade de chorume produzido depende do seu grau de diluição com as águas de lavagem dos estábulos e outras que afluem à fossa onde são recolhidas as urinas, com quantidades, maiores ou menores, de fezes em suspensão e de restos de rações, palhas, feno, silagem ou outros materiais.

No Anexo VII apresentam-se as quantidades e composições médias dos estrumes e chorumes produzidos anualmente por animal e por cabeça normal (CN) das principais espécies pecuárias. As quantidades de chorume referidas no citado anexo correspondem a chorume não diluído, reportando-se, exclusivamente, aos dejetos totais. A diluição do chorume pelas águas de lavagem das instalações ou outras que afluem ao tanque de receção variará enormemente com o tipo e intensidade da limpeza efetuada. No Anexo VIII, apresenta-se uma estimativa das quantidades de água de lavagem que escoam para os tanques de receção.

O azoto fornecido através do estrume ou do chorume não fica imediata nem integralmente disponível para a cultura. A libertação e a disponibilização do nutriente pode prolongar-se por vários meses ou anos, dependendo da sua natureza, em especial dos teores e formas de carbono e azoto presentes sendo, naturalmente, mais rápida nos chorumes diluídos e mais lenta no caso dos estrumes.

Como é referido no Anexo VII, no caso de uma aplicação isolada de estrume ou de chorume, podem considerar-se as seguintes eficiências no 1.º ano: estrume de bovino — cerca de 20 % do N_{total} ; chorume de bovino — cerca de 60 % do N_{total} ; chorume de suíno — cerca de 80 % do N_{total} ; estrume de aves — cerca de 90 % do N_{total} . Nas parcelas de terreno que recebem regularmente fertilizantes orgânicos, é possível utilizar diretamente os valores de azoto disponível (N_{disp}) que figuram no anexo.

As normas a que deve obedecer a aplicação dos efluentes pecuários passíveis de valorização agrícola encontram-se legisladas, bem como os critérios a ter em conta na determinação das quantidades máximas a aplicar por hectare e por ano, nomeadamente:

- As necessidades das culturas nos diversos nutrientes, sendo o principal fator limitante o valor de azoto ou de fósforo que primeiro satisfaça as necessidades da cultura a instalar ou já instalada.
- A existência de uma ou mais características do fertilizante que, independentemente da necessidade das culturas, desaconselhem a sua aplicação ao solo em quantidades superiores a determinados limites, designadamente em metais pesados e em microrganismos.
- O estado de fertilidade do solo e, entre outros parâmetros, os teores de metais pesados que apresenta.

A referida legislação estabelece ainda as normas regulamentares relativas ao armazenamento, transporte e valorização de outros fertilizantes orgânicos, nomeadamente os produtos derivados de subprodutos

de origem animal transformados (SPOAT) e os fertilizantes que os contêm.

8.2 — Lamas de Depuração

As lamas de depuração provenientes das estações de tratamento de águas residuais urbanas ou dos efluentes das pecuárias intensivas poderão ser utilizadas como fertilizante, dados os teores de matéria orgânica e de nutrientes que apresentam.

Com efeito, depois de desidratadas, as lamas apresentam teores de matéria orgânica que podem ser relativamente elevados. Grande parte do fósforo total presente nas lamas das Estações de Tratamento das Águas Residuais (ETAR) dos esgotos domésticos encontra-se na forma de ortofosfatos primários e de polifosfatos (proveniente dos detergentes) que podem ser facilmente disponibilizados para as plantas. No Anexo IX apresenta-se, a título indicativo, a composição química média de lamas de depuração provenientes de estações de tratamento de águas residuais urbanas e de outros produtos orgânicos passíveis de utilização como corretivos do solo.

Os níveis de macro e de micronutrientes podem variar dentro de limites muito amplos sendo de referir, como no caso das lamas provenientes das suiniculturas, a possibilidade de ocorrerem teores excessivamente elevados de alguns metais pesados, como o cobre e o zinco, em consequência da adição, às rações, de suplementos minerais ricos nestes elementos.

O Decreto-Lei n.º 276/2009 de 2 de outubro estabelece o regime a que deve obedecer a utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 86/278/CE do Conselho, de 12 de junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o Homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais e a promover a sua correta utilização.

Aquele diploma condiciona a utilização das lamas de depuração, para a melhoria da fertilidade do solo, às características dos solos e aos teores das lamas em metais pesados (cádmio, cobre, cromo, mercúrio, níquel, chumbo e zinco) suscetíveis de causar poluição do solo e, em certas condições, também das águas, sobretudo as superficiais, obrigando a análise das lamas e dos solos onde vão ser aplicadas. Os valores a que aqueles devem obedecer apresentam-se no Anexo X.

8.3 — Aplicação de Corretivos Orgânicos

A manipulação e técnicas de aplicação de estrumes, chorumes, compostos, lamas de depuração e outras matérias fertilizantes orgânicas condicionam largamente o efeito que esses produtos têm sobre o ambiente, quer no que respeita às perdas de azoto por volatilização, quer em relação à libertação de odores desagradáveis quer, ainda, no que respeita ao arrastamento de azoto e fósforo pelas águas. Estas operações deverão, por isso, realizar-se de modo a minimizar tais efeitos.

Os estrumes, os compostos e as lamas de depuração e os produtos similares deverão, nas épocas adequadas, ser espalhados uniformemente sobre o terreno e, de seguida, incorporados no solo, através de uma mobilização cuja profundidade dependerá da espessura da camada que se pretenda beneficiar. No caso de ser necessário corrigir a acidez do solo, nomeadamente através da aplicação de calcário, os estrumes devem ser aplicados a seguir à calagem. Assim se reduzirão as perdas gasosas do azoto sob a forma de amoníaco, bem como a libertação de cheiros desagradáveis.

Dado que o azoto e o fósforo se encontram predominantemente na forma orgânica, dever-se-á atender ao facto de apenas se tornarem disponíveis para as plantas depois de serem mineralizados. Por este motivo, a aplicação destes fertilizantes deverá ser efetuada com a antecedência devida relativamente às épocas de maior absorção de nutrientes pelas culturas.

No que respeita aos estrumes e chorumes, apenas são admissíveis, dentro de zonas vulneráveis, aplicações ao solo de quantidades que veiculem no máximo 170 kg de azoto total por hectare de SAU e ano, incluindo o excreta dos animais em pastoreio.

Relativamente aos estrumes de aviário, dever-se-á ter em conta a sua salinidade e alcalinidade, bem como os teores de cobre e de zinco neles presentes. Na ausência de resultados experimentais, será prudente não exceder a aplicação de 3 a 4 t por hectare e por ano.

No chorume proveniente de suínos, dever-se-á controlar periodicamente o seu teor em cobre e zinco.

Dada a variabilidade da sua composição, será de toda a conveniência mandar proceder à análise dos corretivos orgânicos utilizados na fertilização do solo.

No que respeita aos compostos obtidos a partir dos resíduos sólidos urbanos (RSU), haverá ainda que ter em consideração a sua composição em metais pesados que poderão, eventualmente, estar presentes em quantidades suscetíveis de causar toxicidade às plantas ou aos animais que destas se alimentem e ao próprio Homem, se esses corretivos orgânicos forem aplicados em quantidades estimadas apenas com base no seu teor em azoto total.

Para além das condicionantes já referidas, não devem ser aplicados corretivos orgânicos ao solo nas seguintes condições:

- Durante os meses de maior pluviosidade previsível, nomeadamente novembro, dezembro e janeiro;
- Em solos inundados ou inundáveis e sempre que durante o ciclo vegetativo das culturas ocorram situações de excesso de água no solo devendo, neste caso, aguardar-se que o solo retome o seu estado de humidade característico do período de sazon;
- Nas zonas terrestres de proteção das albufeiras de águas públicas de serviço público ou das lagoas ou lagos de águas públicas, em faixas de largura variável fixada na legislação em vigor;
- Sob condições climáticas adversas, designadamente em períodos de precipitação ou em que esta esteja iminente;
- Em solos agrícolas em que não se encontre instalada uma cultura ou não esteja prevista a sua instalação e a consequente utilização próxima dos nutrientes veiculados pelos corretivos;
- Em dias ventosos ou durante os períodos de elevada temperatura diária, com exceção da aplicação por injeção direta (no caso do chorume e lamas com elevado teor de humidade).

A aplicação de corretivos orgânicos ao solo deve ainda respeitar as seguintes condições:

- Os chorumes e as lamas de depuração com baixo teor de matéria seca devem ser preferencialmente aplicados com equipamentos de injeção direta ou sistemas de baixas pressão que minimizem a sua dispersão;
- A incorporação no solo dos corretivos orgânicos deverá ser realizada tanto quanto possível logo após a sua aplicação, não devendo ficar à superfície mais do que 24 horas após a sua aplicação. Caso se trate de chorumes, a sua incorporação deverá ser efetuada rapidamente, se possível num período de tempo que não exceda as 4 horas após o espalhamento.
- A deposição temporária de estrumes no solo em medas ou em pilhas, com vista à sua posterior distribuição e incorporação no solo, deverá ser tanto quanto possível evitada.

No entanto, se tal for necessário, haverá que salvaguardar as seguintes condições:

- O local de deposição do estrume deverá estar localizado a uma distância mínima de 15 m contados da linha limite do leito dos cursos de água e de 25 m contados dos locais onde existam captações de águas subterrâneas, sem prejuízo da demais legislação aplicável;
- O local de deposição do estrume e a própria meda deverão ser protegidos, a fim de evitar infiltrações ou escorrências. Caso contrário, o tempo de deposição sem que haja distribuição e incorporação no solo não deverá exceder as 48 horas. Mesmo em situações em que se proceda à proteção mencionada, o período de deposição do estrume, antes de ser distribuído e incorporado no solo, não deverá ultrapassar os 30 dias;
- Seja assegurada a proteção das águas superficiais e das águas subterrâneas, face a eventuais escorrências ou arrastamentos, nos casos em que ocorra pluviosidade.

O azoto fornecido através do estrume ou do chorume não fica imediata nem integralmente disponível para a cultura. A libertação e a disponibilização do nutriente pode prolongar-se por períodos de tempo mais ou menos longos sendo mais rápida nos chorumes diluídos e mais lenta no caso dos estrumes.

No caso de uma aplicação isolada de estrume ou de chorume ao solo, podem considerar-se as seguintes eficiências para o azoto, no 1º ano: estrume de bovino - cerca de 20% do N_{total} ; chorume de bovino - cerca de 60% do N_{total} ; chorume de suíno - cerca de 80% do N_{total} ; estrume de aves - cerca de 90% do N_{total} . Nas parcelas de terreno que recebem regularmente fertilizantes orgânicos, é possível utilizar diretamente os valores de azoto disponível (N_{disp}) que figuram no anexo VII.

Os estrumes, os compostos e as lamas de depuração e os produtos similares deverão, nas épocas adequadas, ser espalhados uniformemente sobre o terreno e, de seguida, incorporados no solo, através de uma mobilização cuja profundidade dependerá da espessura da camada que se pretenda beneficiar.

No caso de ser necessário corrigir a acidez do solo, nomeadamente através da aplicação de calcário, os estrumes devem ser aplicados a seguir à calagem, a fim de reduzir as perdas gasosas do azoto sob a forma de amoníaco e a libertação de cheiros desagradáveis.

No que respeita aos estrumes e chorumes, apenas são admissíveis, dentro de zonas vulneráveis, aplicações ao solo de quantidades que veiculem no máximo 170 kg de azoto total por hectare de SAU e ano, incluindo o excreta dos animais em pastoreio.

Relativamente aos compostos de RSU, haverá que ter em consideração a sua composição em metais pesados que poderão estar presentes em quantidades suscetíveis de causar toxicidade às plantas ou aos animais que destas se alimentem e ao próprio Homem, se esses corretivos orgânicos forem aplicados em quantidades estimadas apenas com base no seu teor em azoto total.

A aplicação de corretivos orgânicos ao solo está sujeita a um conjunto de condições de cumprimento obrigatório, de modo a prevenir a poluição de solos e águas.

9 — Aplicação de Fertilizantes em Situações Especiais

Os riscos de arrastamento do azoto e do fósforo veiculados pelos fertilizantes, para as águas superficiais ou para as águas subterrâneas, podem ser apreciáveis, em condições particulares, exigindo cuidados especiais na sua aplicação ao solo. Tal pode verificar-se em terrenos declivosos, em terrenos adjacentes a cursos de água e próximos de captações de água potável ou para rega e em solos saturados de água, inundados, gelados ou cobertos de neve.

9.1 — Aplicação de Fertilizantes em Terrenos Declivosos

A aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos deverá ter em conta o risco de escoamento superficial o qual depende, entre outros, do declive do terreno, das características do solo (designadamente da sua permeabilidade), do sistema de cultivo e de proteção contra a erosão e da quantidade e intensidade das chuvas. O risco de perda de nutrientes nas águas de escoamento é especialmente elevado quando, logo após a aplicação de fertilizantes à superfície do solo, ocorrem chuvas intensas.

A aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos deverá, por isso, ser efetuada de modo a reduzir ou eliminar tal risco de arrastamento do azoto e do fósforo.

Assim, os fertilizantes devem ser aplicados em ocasiões em que não seja provável a ocorrência de fortes chuvas, devendo ainda ponderar-se sobre o tipo de adubos a utilizar, privilegiando-se os amoniacais, no caso do azoto ou, sempre que possível, os orgânicos quer para o azoto quer para o fósforo.

Deverá proceder-se à incorporação desses fertilizantes no solo, em especial no caso de estrumes, lamas de depuração e outros corretivos orgânicos que, pela sua natureza, tendem a ser facilmente arrastados pelas águas de escoamento superficial.

Em solos declivosos, adjacentes a cursos de água, deverá ter-se em consideração a necessidade de guardar uma faixa tampão a partir da linha limite do leito dos cursos de água, sem qualquer fertilização, mobilização do solo ou instalação de novas culturas, exceto no caso das pastagens permanentes, procurando assegurar ainda a manutenção de uma barreira vegetal/ripícola e a cobertura vegetal na faixa tampão, quando justificável.

Os solos declivosos e delgados, isto é com uma espessura superficial reduzida, devem ser destinados, preferencialmente, a pastagens de caráter permanente, onde, a fazer-se alguma fertilização, se aconselha a aplicação de corretivos orgânicos, em especial na forma sólida, para promover o aumento da fertilidade e da infiltração da água no solo, bem como a disponibilização lenta e gradual dos nutrientes para as plantas.

No Anexo XI indicam-se algumas limitações ao cultivo dos principais grupos de culturas agrícolas e às práticas agrícolas, de acordo com o valor do índice de qualificação fisiográfica da parcela (IQFP). As limitações aí indicadas destinam-se a prevenir o risco de erosão do solo e, em consequência, a perda de nutrientes e matéria orgânica.

No mesmo Anexo são também referidas algumas limitações à aplicação de fertilizantes consoante o valor do IQFP da parcela a beneficiar, em particular efluentes pecuários e adubos químicos. Tais limitações destinam-se, essencialmente, a prevenir o arrastamento dos fertilizantes aplicados através das águas de escoamento superficial.

9.2 — Aplicação de Fertilizantes em Terrenos Adjacentes a Cursos de Água e Captações de Água Potável ou para Rega

Dada a mobilidade dos nitratos no solo e a facilidade com que são arrastados, tal como o fósforo, nas águas de escoamento superficial e nas águas de drenagem, haverá que ter especiais cuidados na aplicação de matérias fertilizantes em terrenos contíguos a linhas de água, naturais ou artificiais, albufeiras e pontos de captação de água para consumo humano ou para rega, por forma a evitar ou reduzir os riscos de poluição dessas águas com nitratos e fosfatos.

Assim e para além de ser tido em consideração o que já foi dito anteriormente sobre as técnicas de aplicação de fertilizantes, convirá, ainda, manter sob cultivo permanente com gramíneas uma faixa ao longo dos cursos de água, de largura variável mas não inferior a 2-3 metros. Nesta faixa, mais ou menos sujeita a inundações, não deve ser aplicado qualquer tipo de fertilizante mineral ou orgânico que veicule azoto e/ou fósforo.

Consoante se trate de lamas residuais provenientes de estações de depuração ou de efluentes das atividades pecuárias e seus derivados, existem disposições legais em vigor que definem a largura das referidas faixas de terreno em que não se podem aplicar fertilizantes.

9.3 — Aplicação de Fertilizantes em Solos Saturados com Água, Alagados, Gelados ou Cobertos de Neve

Em solos saturados de água ou inundados não devem, como regra, aplicar-se fertilizantes (sobretudo se contiverem azoto nítrico). Sem-

pre que, durante o ciclo vegetativo das culturas, ocorram situações de alagamento temporário, haverá que aguardar que o solo retome o seu estado normal de humidade antes de proceder à aplicação de fertilizantes.

No caso concreto das culturas habitualmente feitas em terrenos inundados, como são os casos, em Portugal, do arroz e do agrião do rio, convirá aplicar o azoto sob forma amoniacal, ureica ou orgânica. A ureia, dada a sua grande solubilidade na água, só deverá ser aplicada com o solo mais ou menos seco aguardando-se dois ou três dias antes de proceder à inundações dos canteiros, a fim de permitir a transformação do azoto ureico em azoto amoniacal que, como foi referido, é retido pelo solo. Convirá, no entanto, não retardar a inundações para evitar que o azoto amoniacal se transforme em azoto nítrico, com os inconvenientes daí decorrentes.

Se também se aplicar fósforo, será desejável utilizar adubos compostos NP, em que o azoto se encontre na forma amoniacal, ou adubos orgânicos ou organominerais NP ou NPK.

Em Portugal, mesmo nas zonas de maior altitude do norte e do centro do País, são pouco frequentes as quedas de neve e extremamente curtos os períodos em que os solos agrícolas ficam por ela cobertos. São também muito raras, ou inexistentes, as situações em que o solo permanece gelado mais do que algumas horas, nos dias mais frios do ano. No entanto, sempre que tal aconteça, não devem ser aplicados fertilizantes, qualquer que seja a sua natureza.

A aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos deverá ter em conta o risco de escoamento superficial o qual depende, entre outros, do declive do terreno, das características do solo (designadamente da sua permeabilidade), do sistema de cultivo, de proteção contra a erosão e da quantidade e intensidade das chuvas.

Os solos declivosos e delgados devem ser destinados, preferencialmente, a pastagens permanentes, onde, a fazer-se alguma fertilização, se aconselha a aplicação de corretivos orgânicos, em especial na forma sólida, para promover o aumento da fertilidade e da infiltração da água no solo, bem como a disponibilização lenta e gradual dos nutrientes para as plantas.

Dada a facilidade com que os nitratos e os fosfatos são arrastados nas águas de escoamento superficial e nas águas de drenagem, haverá que ter especiais cuidados na aplicação de matérias fertilizantes em terrenos contíguos a linhas de água, naturais ou artificiais, albufeiras e pontos de captação de água para consumo humano ou para rega.

Assim é necessário manter sob cultivo permanente com gramíneas uma faixa ao longo dos cursos de água, de largura variável mas não inferior a 2 – 3 metros. Nesta faixa, mais ou menos sujeita a inundações, não deve ser aplicado qualquer tipo de fertilizante mineral ou orgânico que veicule azoto e/ou fósforo.

Existem disposições legais em vigor que definem a largura das referidas faixas de terreno.

Em solos saturados de água ou inundados não devem aplicar-se fertilizantes (sobretudo se contiverem azoto nítrico). Sempre que, durante o ciclo vegetativo das culturas, ocorram situações de alagamento temporário, haverá que aguardar que o solo retome o seu estado normal de humidade antes de proceder à aplicação de fertilizantes.

10 — Aspetos da Gestão e Utilização do Solo Relacionados com a Dinâmica do Azoto e do Fósforo

10.1 — Princípios Gerais

As elevadas produções unitárias obtidas numa agricultura moderna requerem quantidades de nutrientes que a generalidade dos solos cultivados é incapaz de fornecer às culturas, tornando-se necessário fornecê-las através da prática da fertilização.

Os nutrientes colocados à disposição das plantas, pelo solo ou pelos fertilizantes, são suscetíveis de se perder nas águas de escoamento superficial e/ou de infiltração, como é o caso do azoto que, como foi anteriormente referido, tende, em condições normais, a passar à forma de nitrato, altamente solúvel na água e facilmente arrastado e perdido por esta via. Também o fósforo do solo, embora possa estar retido na sua fase sólida, pode ser perdido nas águas de escoamento superficial em quantidades suscetíveis de causar enriquecimento excessivo das águas superficiais. Embora menos frequente, o fósforo também pode ser perdido nas águas de infiltração, em circunstâncias já anteriormente indicadas.

A intensidade e o volume das perdas de azoto e de fósforo do solo dependem de numerosos fatores, não apenas da quantidade, tipo, épocas e técnicas de aplicação dos fertilizantes, da intensidade e distribuição das chuvas, mas, também, do modo de utilização e mobilização do solo, do tipo de culturas praticadas e sua sequência no espaço e no tempo (rotações), das técnicas culturais adotadas e da gestão dos resíduos (palhas e restolhos) após as colheitas.

Numa agricultura que tenha como objetivo obter elevadas produções em quantidade e qualidade, com preservação da qualidade ambiental, haverá que ter em conta os diversos fatores que intervêm na dinâmica do azoto e do fósforo no solo, de modo a favorecer a absorção destes

nutrientes pelas culturas e a reduzir ao máximo as suas perdas nas águas de escoamento e/ou infiltração.

Para reduzir estas perdas e os riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, dever-se-á atender às seguintes medidas:

- Adoção de rotações culturais adequadas, de modo a que o solo seja mantido sob coberto vegetal durante a maior parte do ano, sobretudo no período outono-invernal quando é previsível a ocorrência de quedas pluviométricas potenciadoras da movimentação dos nitratos e do fósforo do solo para as águas;
- Correta gestão dos resíduos das culturas e oportuna aplicação ao solo de corretivos orgânicos com elevada relação C:N, quando em presença de altas quantidades de azoto e fósforo inorgânico no solo, em particular no outono e na ausência de cultura que as possa absorver;
- Mobilização do solo reduzida ao estritamente indispensável no caso do sistema convencional lavoura seguida de gradagem, privilegiando-se os sistemas alternativos, como os de mobilização reduzida, mínima ou de conservação e a não mobilização, com manutenção dos resíduos das culturas à superfície do solo.

10.2 — Rotações Culturais

Nas condições climáticas prevalentes em Portugal, verifica-se que, após as colheitas das culturas anuais, ficam no terreno quantidades maiores ou menores de azoto e de fósforo mineral, provenientes dos fertilizantes anteriormente aplicados e da mineralização da matéria orgânica do solo. Esta mineralização prosseguirá durante o outono e o inverno, enquanto houver condições favoráveis de temperatura e humidade.

O azoto inorgânico assim acumulado no solo, especialmente sob a forma de nitrato, será arrastado para as águas superficiais ou para as camadas profundas do solo e para as águas subterrâneas pelas chuvas outono-invernais, o mesmo se verificando com o fósforo inorgânico acumulado no solo, dependendo a sua movimentação para as águas de infiltração ou de escoamento superficial da ocorrência de condições locais favoráveis a estes processos.

No estabelecimento das rotações dever-se-á atender, entre outros, aos seguintes aspetos:

- Reduzir ao mínimo os períodos em que o solo se mantém inculto durante as épocas de maior pluviosidade, evitando as monoculturas de primavera-verão em que o solo fica por cultivar durante grande parte do outono e inverno até à primavera seguinte;
- As rotações que melhor protegem o ambiente, não apenas contra a poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos mas, também, contra a erosão hídrica dos solos, são aquelas em que o terreno se mantém com revestimento vegetal durante os períodos em que ocorrem as chuvas. É o caso de rotações em que a cultura principal é um cereal de outono-inverno ou que inclui culturas pratenses. São também as rotações em que figuram culturas intercalares, de crescimento rápido, instaladas a seguir às culturas de primavera-verão. Nestas rotações, as sementeiras deverão ser feitas o mais cedo possível, para que as culturas possam aproveitar as condições favoráveis de temperatura e humidade ainda existentes no solo, expandindo o seu raizame e absorvendo o azoto e o fósforo disponíveis no solo;
- As culturas intercalares deverão ser rústicas, resistente a pragas e doenças, dotadas de abundante raizame absorvente, capazes de se implantarem rapidamente e ocupar bem o terreno, formando um coberto vegetal suficientemente denso, homogêneo e desenvolvido antes de ocorrerem as primeiras chuvas de outono. Quando se aproximar a data de sementeira da cultura com interesse económico, os resíduos da cultura intercalar deverão ficar no solo;
- As rotações devem privilegiar a inclusão de culturas leguminosas antecedendo as culturas doutras espécies, preferencialmente gramíneas, capazes de utilizar o azoto fixado pelas leguminosas que fica no solo, quer como rizodépósitos, quer como resultado da decomposição das raízes ou da biomassa aérea que permaneça no solo;
- Convém que os restos dos cereais permaneçam à superfície do solo após a colheita ou que sejam ligeiramente incorporados no solo, no início do outono, para que, durante a sua decomposição, os microrganismos vão assimilando pelo menos parte do azoto e do fósforo inorgânicos presente no solo evitando, assim, o seu arrastamento pelas águas;
- No caso de resíduos vegetais ricos em azoto, com uma relação C:N relativamente baixa, a sua incorporação no solo no início do outono só é de considerar se for seguida, pouco depois, pela sementeira de uma cultura principal ou intercalar capaz de aproveitar os nitratos que irão ser produzidos logo que esses resíduos entrem em decomposição. Se durante o outono-inverno o terreno não for ocupado com uma tal cultura, será aconselhável deixar os resíduos à superfície do solo reduzindo, assim, a sua decomposição, ao mesmo tempo que oferecem alguma proteção contra o efeito nefasto do impacto direto das chuvas

sobre os agregados do solo, suscetível de provocar a degradação da sua estrutura e de agravar os fenómenos erosivos.

- Devem reduzir-se ao mínimo as mobilizações do solo durante o outono, optando pelos sistemas de sementeira direta sempre que possível.

10.3 — Culturas Permanentes

• Prados e pastagens permanentes

Nos terrenos ocupados com culturas permanentes não sujeitos a mobilizações periódicas, como acontece no caso de prados e pastagens permanentes, as perdas de nitratos e de fósforo por arrastamento pelas águas são habitualmente diminutas e resultam, sobretudo, da distribuição irregular dos fertilizantes e da deposição muito heterogênea dos excrementos dos animais durante o pastoreio, quando este ocorre.

Nas manchas de terreno em que se verifica uma elevada concentração de matérias fertilizantes, as plantas poderão ser desfavoravelmente afetadas e não ter capacidade para absorver todo o azoto disponível no solo, perdendo-se uma boa parte deles por lixiviação. Para evitar tal inconveniente, dever-se-á distribuir uniformemente os fertilizantes sobre a pastagem.

No que respeita aos excrementos do gado, resultantes do pastoreio direto, deverá proceder-se a uma rotação mais frequente dos animais na pastagem, compartimentando-a com cercas móveis, a fim de evitar grande concentração de animais durante um período de tempo muito prolongado, no mesmo local.

A fim de reduzir as perdas de nitratos e de fósforo, convirá fazer corretamente a aplicação dos fertilizantes, não só no que respeita às quantidades e técnicas de distribuição mas, também, no que respeita às épocas de aplicação que deverão coincidir com os períodos de crescimento ativo das plantas procurando, assim, assegurar uma elevada taxa de utilização do azoto e do fósforo aplicados.

No caso das pastagens à base de misturas de gramíneas e leguminosas, deverá ponderar-se a necessidade de aplicação de azoto ao solo, uma vez que, para além dos excrementos deixados na pastagem pelos animais em pastoreio e que constituem uma fonte daquele nutriente, as leguminosas presentes, se bem instaladas, poderão garantir o azoto necessário às espécies gramíneas presentes.

Nos prados e pastagens permanentes, a quantidade de azoto e fósforo contida nas raízes, na parte aérea das plantas e na matéria orgânica que se foi acumulando no solo poderá atingir níveis bastante elevados.

A eventual mobilização do solo, para alteração do seu uso, originará uma libertação intensa de nitratos e uma muito maior solubilização das formas de fósforo retidas no solo, que poderão ser perdidos em maior ou menor quantidade e provocar a poluição de águas superficiais ou subterrâneas.

Será conveniente evitar tais situações mas, quando tal não for possível, a mobilização do solo deverá ser efetuada na primavera, precedendo a cultura a instalar. Esta cultura, escolhida pela sua elevada capacidade de absorção de azoto, deverá ser seguida por uma outra, de outono-inverno, com exigências semelhantes. Estas culturas, ao absorverem quantidades importantes de azoto do solo, podem atingir grande expressão vegetativa para o que necessitam, igualmente, de quantidades de fósforo (e de outros nutrientes) mais elevadas, contribuindo para que o mesmo também não se perca para fora do sistema solo-planta.

Se houver necessidade de reinstalar o prado ou a pastagem, a sementeira deverá ser efetuada com uma mobilização mínima, de modo a que, no outono-inverno antes de ocorrerem as chuvas mais intensas, o terreno já tenha um revestimento vegetal suficiente para evitar perdas de solo e de nutrientes.

• Culturas arbóreas e arbustivas

Nos terrenos ocupados com culturas arbóreas e arbustivas, de um modo geral dispostas em linhas, o espaço da entrelinha pode, caso não seja devidamente protegido através de coberto herbáceo, ser sujeito a fenómenos de erosão, tanto mais acentuados quanto mais elevado for o declive da parcela, bem como a lixiviação e perdas de nutrientes por arrastamento superficial, em particular de azoto e de fósforo.

Assim, as entrelinhas deverão manter-se revestidas com um coberto vegetal herbáceo durante o inverno (enrelvamento) que poderá ser semeado ou de vegetação espontânea. Fora desta época, o coberto vegetal poderá ser controlado através de meios mecânicos, desde que o estado de sазão do solo o permita.

O coberto vegetal semeado deverá ser constituído por uma mistura de gramíneas e leguminosas, de preferência de caráter regional — melhor adaptadas às condições de solo e de clima da região — a instalar no outono. A fim de garantir a sua adequada instalação e persistência no terreno, a seleção das misturas deverá ter em consideração, entre outros aspetos, a sua adequação ao tipo de solo, a massa vegetal produzida, a fixação de azoto, a resistência ao calcamento e a cobertura do terreno.

Se o coberto vegetal for espontâneo, dever-se-á facilitar a proliferação das espécies leguminosas, pois a sua capacidade de fixação simbiótica

do azoto atmosférico permitirá, tal como no caso dos cobertos semeados, reduzir as aplicações de fertilizantes azotados.

Nas linhas, em que se verifique a necessidade de efetuar o controlo da vegetação herbácea através de meios mecânicos ou de aplicação de herbicidas, a manta morta daí resultante deverá ser deixada sobre o terreno, de modo a proteger o solo e reduzindo a erosão.

A fim de prevenir a erosão do solo, as mobilizações devem ser reduzidas ao mínimo indispensável, ser superficiais e realizadas com equipamentos que não contribuam para a destruição da estrutura do solo, no fim do inverno quando o solo apresentar um teor de humidade adequado. Nas plantações instaladas em solos de declive acentuado, deverão ser efetuadas perpendicularmente ao pendente com maior declive.

A intensidade e o volume das perdas de azoto e de fósforo no solo dependem de numerosos fatores, nomeadamente da quantidade, tipo, épocas e técnicas de aplicação dos fertilizantes, da intensidade e distribuição das chuvas, bem como do modo de utilização e mobilização do solo, do tipo de culturas praticadas e sua sequência no espaço e no tempo (rotações), das técnicas culturais adotadas e da gestão dos resíduos (palhas e restolhos) após as colheitas.

Para reduzir estas perdas e os riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, dever-se-á atender às seguintes medidas:

- Adoção de rotações culturais adequadas, para que o solo seja mantido sob coberto vegetal durante a maior parte do ano, sobretudo no período outono-invernal;
- Correta gestão dos resíduos das culturas e oportuna aplicação ao solo de corretivos orgânicos com elevada relação C:N, quando em presença de altas quantidades de azoto e fósforo inorgânico no solo, em particular no outono e na ausência de cultura que as possa absorver;
- Mobilização do solo reduzida ao estritamente indispensável no caso do sistema convencional (lavoura seguida de gradagem), privilegiando-se os sistemas alternativos: mobilização reduzida, mínima ou de conservação e a não mobilização, com manutenção dos resíduos das culturas à superfície do solo.

11 — Gestão da Rega

Os riscos de poluição das águas com nitratos e com fósforo estão particularmente presentes em culturas regadas, onde existe uma tendência para aplicar quantidades excessivas quer de fertilizantes quer de água, na expectativa de obtenção de produções mais elevadas. Uma rega mal gerida pode arrastar os nitratos e o fósforo para as camadas profundas do solo, fora do alcance das raízes, ou para os cursos de água adjacentes. Acresce, ainda, que a rega por si mesma, criando boas condições de humidade no solo num período mais ou menos longo de temperaturas particularmente favoráveis, estimula grandemente os fenómenos de mineralização da matéria orgânica, originando, assim, a produção de quantidades mais ou menos elevadas de nitratos e de fósforo inorgânico no solo.

A gravidade de tais riscos é função não apenas da maior ou menor abundância de nitratos e de fósforo inorgânico no solo mas, também, do volume de água de percolação ou de escorrência superficial, o qual depende da quantidade de água aplicada, do método de rega adotado e das características do solo (designadamente da sua permeabilidade, capacidade de retenção para a água e espessura efetiva), bem como da quantidade absorvida pelas plantas. Os riscos de contaminação dos aquíferos dependem, ainda, da profundidade a que estes se encontram.

Quanto maior for a permeabilidade do solo, mais reduzida a sua capacidade para retenção da água, menor a sua espessura efetiva, mais perto da superfície se encontrar o nível freático e mais elevado for o teor do solo em materiais orgânicos de fácil decomposição, tanto mais elevado será o risco de poluição das águas subterrâneas.

As áreas de maior risco são aquelas em que se verifica, pelo menos, uma das seguintes condições:

- Solos de textura ligeira, sobretudo solos arenosos, dotados de grande permeabilidade, com baixo poder de retenção para a água e nutrientes;
- Ocorrência de nível freático relativamente superficial, até 2 m de profundidade;
- Solos delgados, com espessura efetiva inferior a 15-20 cm, sobre rocha fissurada;
- Solos sujeitos a cultivo intensivo, com aplicação de quantidades exageradas de fertilizantes ricos em azoto e/ou fósforo;
- Solos relativamente permeáveis, submetidos à cultura do arroz ou do agrião do rio;
- Solos declivosos;
- Solos argilosos, ricos em minerais de argila expansíveis, com teores de azoto nítrico, fósforo inorgânico e/ou matéria orgânica elevados, quando se aplique a rega, após longos períodos de seca.

Nas áreas com solos de textura média, medianamente espessos (espessura efetiva não inferior a 50-60 cm), de baixa permeabilidade e reduzida capacidade de retenção para a água, com nível freático mais ou menos profundo (entre 2 e 15-20 m), os riscos de poluição das águas subterrâneas com nitratos e/ou com fósforo são relativamente moderados.

As áreas de baixo risco de contaminação dos aquíferos com nitratos e/ou fósforo de origem agrícola são aquelas em que os solos possuem textura fina, sobretudo os argilosos ricos em minerais de argila não expansíveis, com reduzida permeabilidade e elevada capacidade de retenção para a água, com espessura efetiva superior a 60-70 cm e nível freático abaixo dos 20 m de profundidade.

Tendo em vista prevenir a poluição das águas superficiais e/ou subterrâneas em terrenos de regadio, haverá que assegurar uma correta gestão da água de rega, no sentido de evitar ou reduzir ao mínimo as perdas de nitratos e fósforo por escoamento superficial ou por infiltração profunda. Por outro lado, haverá que proporcionar condições favoráveis para uma eficiente absorção dos nitratos e dos iões fosfato pelas culturas. Para se atingirem tais objetivos, deverá ter-se em conta o seguinte:

- Aplicar o volume de água adequado (dotação de rega), o qual é função das necessidades da cultura, das características do solo, designadamente da sua capacidade de retenção para a água, do seu grau de humidade na altura da rega e da espessura da camada a humedecer. Esta corresponde à camada mais densamente ocupada pelo raizame absorvente e depende, por isso, do tipo de cultura;
- Fazer a aplicação da água de rega de modo tanto quanto possível uniforme no terreno, evitando zonas com excesso de água que possam originar escoamentos superficiais ou movimentos de infiltração profunda. Em zonas mais declivosas, recorrer à rega por aspersão, gota-a-gota, ou em covacho, para minimizar o escoamento superficial;
- Fazer as regas com oportunidade, isto é, antes que as plantas comecem a sofrer de carência hídrica. Assim se conseguirá maximizar a absorção de água e nutrientes pelas plantas, reduzindo as quantidades de azoto e de fósforo residual no solo após as colheitas;
- Aplicar o azoto e o fósforo nas épocas e formas mais adequadas e nas quantidades de acordo com a produção esperada, a qual deve ser estimada em função da capacidade produtiva da cultivar utilizada, da disponibilidade de água de rega e de outros fatores de produção. Assim se evitarão excessos de azoto e de fósforo no solo após as colheitas;
- Adotar o método de rega mais apropriado, de acordo com as características do solo, da topografia do terreno, da área da parcela, da qualidade e abundância de água disponível, das exigências específicas da cultura e das condições climáticas da região.
- Indicar-se, de seguida, alguns critérios de caráter muito geral que se julga conveniente ter em consideração na escolha do método de rega a adotar:

— Em solos de elevada permeabilidade, como acontece com os solos de textura ligeira (arenosa, areno-franca e franco-arenosa) e, de um modo geral, em todas as áreas de risco elevado ou moderado de perdas de nitratos, iões fosfato e/ou compostos orgânicos solúveis de fósforo, estão contraindicados os métodos de rega por gravidade, devido às grandes perdas de água e de nitratos por lixiviação;

— Nestes solos poderá adotar-se a rega por aspersão ou a rega localizada — gota a gota ou a miniaspersão — desde que convenientemente controlada, por forma a evitar que o bolbo de solo humedecido ultrapasse as zonas do solo atingidas pelas raízes da cultura regada;

— Nos solos de textura média (franca e franco-limosa) poderá adotar-se qualquer método de rega, desde que se assegure uma conveniente uniformidade na distribuição da água e se apliquem, com oportunidade, as adequadas dotações de rega;

— Em áreas de baixo risco, com solos de textura fina (franco-argilosa, argilo-arenosa, argilo-limosa e argilosa), dotados de fraca permeabilidade, baixas taxas de infiltração e elevada capacidade de retenção para a água, podem utilizar-se diferentes métodos de rega, desde que se controle o débito da água a fornecer, se minimize a compactação do solo e também se reduza, ao máximo possível, o desprendimento das partículas de solo, designadamente na rega por aspersão com rampas rotativas (*center pivot*);

— Nos solos argilosos, ricos em minerais de argila expansíveis, haverá que ter especial cuidado com a oportunidade das regas, por forma a manter o solo sempre com um grau de humidade que evite o fendilhamento e as subseqüentes perdas de água e nutrientes por infiltração;

— Sempre que se recorra à fertirrega, será necessário assegurar uma distribuição tanto quanto possível uniforme da água e dos nutrientes por ela veiculados. A administração dos fertilizantes na água de rega só deverá iniciar-se depois de se ter aplicado um quarto a um quinto da dotação de rega e deverá cessar quando faltar 10 a 20 % da quantidade da água a aplicar. Os fertilizantes usados em fertirrega são sais

que promovem o aumento da salinidade do solo, pelo que não devem ser utilizadas quantidades que permitam exceder os valores críticos de tolerância à salinidade para cada cultura.

As áreas de maior risco de poluição das massas de águas superficiais e subterrâneas são aquelas em que se verifica, pelo menos, uma das seguintes condições:

- Solos de textura ligeira, sobretudo solos arenosos, dotados de grande permeabilidade, com baixo poder de retenção para a água e nutrientes;
- Ocorrência de nível freático relativamente superficial, até 2 m de profundidade;
- Solos delgados, com espessura efetiva inferior a 15-20 cm, sobre rocha fissurada;
- Solos sujeitos a cultivo intensivo, com aplicação de quantidades exageradas de fertilizantes ricos em azoto e/ou fósforo;
- Solos relativamente permeáveis, submetidos à cultura do arroz ou do agrião do rio;
- Solos declivosos;
- Solos argilosos, ricos em minerais de argila expansíveis, com teores de azoto nítrico, fósforo inorgânico e/ou matéria orgânica elevados, quando se aplique a rega, após longos períodos de seca.

12 — Planos de Fertilização e Registo dos Fertilizantes Utilizados na Exploração Agrícola

Como referido, a fertilização racional, deverá ser orientada para a nutrição adequada das culturas, corrigindo eventuais carências e evitando excessos de nutrientes, por forma a proporcionar produções elevadas e de qualidade, ao mesmo tempo que se preserva a qualidade do solo, da água e do ar.

Nesse sentido, convirá relembrar que se deve ter em conta, principalmente, os seguintes aspetos:

- A satisfação das necessidades nutritivas das culturas para níveis de produção realisticamente previsíveis, estabelecidos em função da capacidade produtiva das culturas, da qualidade do solo e da possibilidade de assegurar a correta execução das restantes operações culturais;
- A capacidade do solo para disponibilizar às culturas os diversos nutrientes de que elas necessitam;
- As características do solo e as condições meteorológicas prevalentes na região, as quais terão influência na escolha dos fertilizantes e das épocas e técnicas da sua aplicação, por forma a obter a sua melhor eficácia e reduzir os riscos de perdas e os prejuízos económicos e ambientais;
- A disponibilidade de matérias fertilizantes produzidas na própria exploração, tais como estrumes, chorumes, compostos, resíduos das culturas, lamas de depuração e águas residuais, ou outras, que deverão utilizar-se de forma sistemática e tecnicamente correta para a fertilização das parcelas, recorrendo-se à aplicação de adubos e/ou outros fertilizantes apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes ou para proceder à correção da acidez do solo ou à sua recuperação.

A prática da fertilização racional impõe-se, como já foi referido, de uma maneira especial no caso do azoto, dada a complexidade do seu comportamento no solo e a facilidade com que, sobretudo sob a forma de nitrato, se perde nas águas de escoamento e de percolação. Convirá, por isso, quer por razões de ordem económica, quer por razões de ordem ambiental, assegurar a correta gestão deste elemento na exploração. O mesmo se aplica à gestão do fósforo, pelas importantes perdas que pode sofrer para as águas, com os inconvenientes também já indicados.

Para atingir tal objetivo, deverá estabelecer-se em cada exploração um plano de fertilização contemplando não apenas o azoto e o fósforo mas, preferencialmente, também os restantes nutrientes.

Este plano, no qual serão definidos de forma objetiva os tipos, as quantidades, as épocas e as técnicas de aplicação dos fertilizantes, deverá ser revisto periodicamente em função dos resultados da análise do solo e, sempre que necessário e conveniente, da análise da água de rega e das plantas, designadamente da análise foliar.

No plano de fertilização, deverá dar-se uma atenção especial à gestão do azoto e do fósforo, tendo em vista evitar ou reduzir as suas perdas sob a forma de nitratos e formas de fósforo solúveis e não solúveis, arrastados pelas águas.

O plano de fertilização ganha importância, sobretudo, quando se utilizam estrumes, chorumes ou outros corretivos orgânicos produzidos na exploração ou provenientes do exterior, uma vez que a gestão do azoto e do fósforo se torna mais difícil do que quando se utilizam, apenas, adubos. Acresce, ainda, que alguns desses produtos poderão veicular, juntamente com os nutrientes, outros elementos ou substâncias prejudiciais, como metais pesados, capazes de se acumularem no

solo e se tornarem tóxicos para as plantas, para os animais e para o próprio Homem.

Haverá, por isso, que conhecer a composição de tais produtos, não apenas em azoto e em fósforo, mas também noutros nutrientes e em elementos potencialmente perigosos. Só com esse conhecimento será possível, com segurança, estabelecer a forma tecnicamente mais correta do seu uso na fertilização do solo.

No estabelecimento do plano de fertilização, dever-se-á proceder ao balanço da exploração, relativamente aos nutrientes principais, azoto, fósforo e potássio.

Outros nutrientes, incluindo os micronutrientes, deverão ser igualmente considerados no plano de fertilização, de acordo com as necessidades das culturas.

Dada a variabilidade habitualmente existente em relação a culturas e a tipos de solos e sua fertilidade, tal balanço deverá ser organizado parcela a parcela (folha a folha), ou por grupos de parcelas ou folhas mais ou menos uniformes no que respeita a culturas e solos, estimando as necessidades das culturas nesses nutrientes em função das produções esperadas e, por outro lado, avaliando as quantidades que o solo é capaz de fornecer, através da sua análise.

Uma vez fixadas as quantidades de elementos fertilizantes a aplicar, há que fazer o balanço das matérias fertilizantes produzidas na exploração, em especial estrumes, chorumes, compostos e outras, a fim de serem prioritariamente utilizadas na fertilização, recorrendo-se apenas à aquisição de outros fertilizantes para preencher o défice de nutrientes eventualmente existente.

As quantidades de estrumes e chorumes a aplicar ao solo não deverão ultrapassar o correspondente a 170 kg de azoto total por hectare de SAU e por ano, incluindo o excreta dos animais em pastoreio. No Anexo XII, indica-se o número de animais de diferentes espécies pecuárias, ou de lugares destes nas respetivas instalações, a que corresponde a produção anual de 170 kg de azoto total por hectare e por ano.

Convirá existir na exploração um sistema de registo de modo a que, para cada parcela ou folha, seja possível conhecer, ano após ano, as culturas e as fertilizações adotadas, especificando os tipos, quantidades, datas de aplicação de fertilizantes e sua composição em N, P₂O₅ e K₂O, bem como as produções obtidas. Estas informações depois de analisadas, contribuirão para o aperfeiçoamento progressivo dos planos de fertilização.

No Anexo XIII apresenta-se, como exemplo, um modelo de documento contendo os elementos necessários ao registo das fertilizações efetuadas nas explorações agrícolas, bem como do plano de fertilização.

Em cada exploração deverá ser estabelecido um **Plano de Fertilização** contemplando não apenas o azoto e o fósforo mas também os restantes nutrientes.

Neste plano serão definidos de forma objetiva os tipos, as quantidades, as épocas e as técnicas de aplicação dos fertilizantes.

O plano de fertilização deverá ser revisto periodicamente em função dos resultados da análise do solo e, sempre que necessário e conveniente, da análise da água de rega e das plantas, designadamente da análise foliar.

O plano de fertilização é especialmente importante quando se utilizam estrumes, chorumes ou outros corretivos orgânicos produzidos na exploração ou provenientes do exterior.

Alguns dos referidos produtos podem veicular, juntamente com os nutrientes, outros elementos ou substâncias prejudiciais, como metais pesados, capazes de se acumularem no solo e se tornarem tóxicos para as plantas, para os animais e para o próprio Homem.

Para a elaboração do **Plano de Fertilização** é necessário estabelecer o **Balanço da exploração em nutrientes**, relativamente ao azoto, fósforo e potássio.

O **Balanço de nutrientes** deverá ser organizado parcela a parcela (folha a folha), ou por grupos de parcelas ou folhas mais ou menos uniformes no que respeita a culturas e solos, estimando as necessidades das culturas em azoto, fósforo e potássio em função das produções esperadas e avaliando as quantidades que o solo é capaz de fornecer, através da sua análise.

Uma vez fixadas as quantidades de elementos fertilizantes a aplicar, há que fazer o balanço das matérias fertilizantes produzidas na exploração, em especial estrumes, chorumes, compostos e outras, a fim de serem prioritariamente utilizadas na fertilização, recorrendo-se apenas à aquisição de outros fertilizantes para preencher o défice de nutrientes eventualmente existente.

As quantidades de estrumes e chorumes a aplicar ao solo não deverão ultrapassar o correspondente a 170 kg de azoto total por hectare de SAU e por ano, incluindo o excreta dos animais em pastoreio.

Convirá existir na exploração um sistema de registo em que, para cada parcela ou folha, seja possível conhecer, ano após ano, as culturas e as fertilizações adotadas, especificando os tipos, quantidades, datas de aplicação de fertilizantes e sua composição em N, P₂O₅ e K₂O, bem como as produções obtidas. Estas informações depois de analisadas, contribuirão para o aperfeiçoamento progressivo dos planos de fertilização.

13 — Armazenamento e Manuseamento de Adubos Inorgânicos

Os riscos de poluição causada por adubos inorgânicos durante o seu armazenamento são muito limitados. Podem, no entanto, ocorrer acidentes suscetíveis de originar fenómenos mais ou menos graves de poluição, sobretudo com adubos fluidos (soluções e/ou suspensões). A fim de reduzir ou eliminar tais riscos, haverá que ter certos cuidados, entre os quais se indicam:

- O armazenamento de adubos na exploração por longos períodos de tempo deve ser evitado, sendo a sua aquisição efetuada antes de serem utilizados nas quantidades previstas no plano de fertilização. O armazenamento dos adubos com elevado teor de azoto e o seu transporte deve obedecer às disposições legais em vigor;
- Os adubos sólidos e especialmente os fluidos devem ser armazenados em locais secos e impermeabilizados, situados a mais de 10 metros de distância de linhas de água ou valas de drenagem, de poços, furos ou nascentes;
- Os depósitos para adubos fluidos, as válvulas de enchimento e esvaziamento dos depósitos e as respetivas tubagens deverão ser projetados com capacidade e características adequadas à quantidade e tipo de adubos que se pretenda armazenar. Deverão ser fabricados em material resistente à corrosão eventualmente provocada pelos adubos fluidos e assentes numa base suficientemente resistente para suportar com solidez os depósitos totalmente cheios. Os acessos e dispositivos de proteção deverão permitir que as operações de abastecimento se realizem com facilidade e segurança;
- Haverá que manter os depósitos e as respetivas tubagens e válvulas sempre limpos e em perfeitas condições de funcionamento, procedendo a inspeções periódicas e realizando as operações de manutenção e reparação convenientes. No caso de depósitos de aço, para além das superfícies interiores serem adequadamente tratadas para resistirem à corrosão provocada pelos adubos azotados (basta, para tanto, que o primeiro adubo líquido nele armazenado contenha fosfato, que dará origem à formação de uma camada protetora de fosfato de ferro), convirá que as superfícies exteriores sejam pintadas, regularmente, para garantir uma boa conservação;
- Nas operações de enchimento, deverá evitar-se atestar os depósitos, deixando sempre uma certa folga para permitir a expansão do adubo sem danos, em períodos com temperaturas mais elevadas;
- Quando não estiverem em uso, as válvulas que deem saída ao adubo por gravidade devem ficar fechadas a cadeado;
- A manipulação dos adubos fluidos deverá merecer um especial cuidado para evitar derrames suscetíveis de causar a poluição das águas. A correta execução das operações de enchimento dos depósitos e de abastecimento dos distribuidores de adubos elimina, praticamente, tais riscos.

Os riscos de poluição causada por adubos inorgânicos durante o seu armazenamento são muito limitados. Podem, no entanto, ocorrer acidentes suscetíveis de originar fenómenos mais ou menos graves de poluição, sobretudo com adubos fluidos (soluções e/ou suspensões).

A fim de minimizar tais riscos, o armazenamento de adubos na exploração por longos períodos de tempo deve ser evitado, sendo a sua aquisição efetuada antes de serem utilizados nas quantidades previstas no plano de fertilização. O armazenamento dos adubos com elevado teor de azoto e o seu transporte deve obedecer às disposições legais em vigor,

14 — Armazenamento e Manuseamento de Efluentes Pecuários

Desde a altura em que estas matérias fertilizantes são produzidas, até ao momento em que são aplicadas ao solo, podem ocorrer perdas mais ou menos elevadas de nutrientes, em especial de azoto, o que por um lado diminui o seu valor agronómico e, por outro, contribui para a poluição do ambiente, sobretudo da água e do ar. Haverá, por isso, que racionalizar a gestão desses subprodutos das explorações, de forma a minimizar tanto quanto possível tais perdas e inconvenientes e, simultaneamente, preservar ou melhorar o seu poder fertilizante.

14.1 — Acerca das Instalações Pecuárias

A melhoria da gestão desses subprodutos começa pela melhoria das instalações pecuárias, as quais, no caso de vacarias e pocilgas, devem permitir uma limpeza fácil, com baixo consumo de águas de lavagem a fim de reduzir o grau de diluição dos dejetos e a capacidade das fossas onde estes são recolhidos.

As fossas e os tanques de recolha e armazenamento dos efluentes pecuários deverão ser construídos fora das instalações onde se encontram os animais, evitando-se, deste modo, o risco de acumulação, dentro

destes, de gases que nelas se poderão libertar, como o amoníaco e o ácido sulfídrico, nocivos para os animais.

Deste modo, será igualmente possível efetuar a homogeneização periódica dos dejetos sólidos e líquidos recolhidos neste dispositivos, operação esta de importância fundamental mas que será assaz difícil, ou mesmo impossível de realizar, se as fossas forem construídas no interior das instalações onde se encontram os animais.

As fossas deverão estar protegidas da entrada de águas pluviais, ser de construção sólida e estanques, de forma a evitar a saída dos efluentes com risco de contaminação do solo e das águas, em particular das águas subterrâneas.

Nas zonas vulneráveis à poluição com nitratos de origem agrícola, a construção das infraestruturas de armazenamento de efluentes pecuários terá em conta as características específicas de cada uma das referidas zonas e deve obedecer aos requisitos constantes na legislação que estabelece o programa de ação para as zonas vulneráveis de Portugal Continental.

No caso de vacarias e sempre que na exploração haja disponibilidade de materiais adequados (palhas, outros resíduos das culturas, matos, serradura, entre outros), convirá utilizá-los nas camas dos animais a fim de absorver os dejetos sólidos e líquidos, obtendo-se uma mistura, o estrume, que será removido para um recinto apropriado, se possível, uma nitreira.

No caso da criação de galinhas poedeiras, convirá que as instalações sejam dotadas de dispositivos que assegurem uma boa ventilação, o que permitirá a secagem parcial dos dejetos produzidos baixando significativamente a intensidade das fermentações e reduzindo-se, assim, a libertação de cheiros desagradáveis e as perdas de azoto por volatilização.

A ventilação eficaz, eventualmente associada a sistemas de arrefecimento, evitará também, em épocas de maior calor, a subida exagerada da temperatura, com a natural tendência para o aumento do consumo de água pelas aves, de que resultará a produção de fezes mais líquidas, com os inconvenientes que daí decorrem.

Convirá também que os dispositivos de alimentação e de abeberamento de água funcionem, de modo a evitar, tanto quanto possível, desperdícios de alimentos e derrames de água.

Em tais condições, os dejetos obtidos serão de melhor qualidade, ocuparão menor volume e tornarão mais fácil a sua aplicação ao campo.

No que respeita à criação de frangos, as instalações devem ser concebidas e construídas de forma a evitar fenómenos de condensação de humidade que poderão originar o humedecimento das camas. A distribuição e funcionamento dos dispositivos de abeberamento deverão reduzir, tanto quanto possível, os desperdícios e derrames de água; os comedouros devem ser em número suficiente, de maneira a evitar a competição e disputa entre os frangos, de que resultam derrames dos alimentos sobre as camas.

A utilização de rações adequadas, que evitem a produção de dejetos demasiado líquidos e a aplicação de material de camas, em quantidade apropriada que facilite a incorporação dos dejetos produzidos permite, juntamente com os cuidados anteriormente mencionados, a produção de um material fertilizante de melhor qualidade.

No Anexo XIV, indica-se a quantidade média de diversos materiais de camas utilizados, por animal estabelecido, conforme o sistema de estabulação.

14.2 — Acerca do Armazenamento dos Efluentes Pecuários

A utilização na fertilização do solo de dejetos produzidos nas explorações pecuárias, bem como de estrumes, chorumes e compostos que, a partir deles, se poderão obter, implica a sua aplicação ao solo nas quantidades e épocas mais adequadas, o que obriga ao seu armazenamento por períodos de tempo mais ou menos longos.

As explorações necessitarão, por isso, de instalações apropriadas, com capacidade suficiente para conservar, em boas condições, tais matérias fertilizantes, até à altura em que devem ser aplicadas e operadas de forma a assegurar o equilíbrio entre a produção e a respetiva utilização ou destino.

Para dimensionar a capacidade dessas instalações, haverá que ter em conta a produção diária total de efluentes, chorumes e/ou estrumes e o período de armazenamento capaz de assegurar a utilização dessas matérias fertilizantes nas alturas mais adequadas.

Assim e de um modo geral, será necessário considerar um período mínimo de armazenamento de 120 dias que, no caso dos chorumes, poderá ser alargado a 150 dias de acordo com o tipo de exploração e as condições climáticas da região, especialmente os níveis de precipitação previsíveis durante o período de armazenamento.

No cálculo da capacidade de armazenamento mínima, deve ainda ser previsto o volume das águas pluviais não separadas das instalações pecuárias, bem como uma capacidade de reserva de segurança.

No caso dos chorumes, haverá também que ter especial cuidado na conceção e construção das infraestruturas de recolha e armazenamento, por forma a assegurar a impermeabilidade das paredes e dos pavimentos e, assim, reduzir ou eliminar os riscos de fugas, com os inconvenientes daí resultantes.

Os parques exteriores de alojamento temporário de animais devem possuir sistemas de retenção das águas pluviais, com capacidade suficiente para evitar o arrastamento dos efluentes para as massas de água.

Os estrumes deverão ser guardados, como atrás se referiu, em recintos apropriados, protegidos das águas das chuvas, com pavimento impermeável, em pilhas ou medas que não devem exceder os 3 m de altura, que periodicamente serão revolvidas para facilitar um conjunto de transformações microbianas aeróbias através das quais se conseguirá a sua maturação. Durante este processo verifica-se, em condições normais, uma abundante libertação de calor, atingindo a temperatura do estrume valores suficientemente elevados para destruir a maior parte dos microrganismos patogénicos e as sementes de infestantes eventualmente presentes.

Os estrumes também poderão ser empilhados temporariamente no solo, sem que haja distribuição e incorporação, em locais com declive reduzido e que não estejam sujeitos a inundações, desde que seja assegurada a proteção das águas superficiais e das águas subterrâneas, face a eventuais escorrências ou arrastamentos, nos casos em que ocorra pluviosidade. Esta deposição temporária não deverá exceder as 48 horas ou, se o solo for impermeabilizado e a meda protegida superficialmente, os 30 dias.

Outras normas mais específicas, relativamente ao armazenamento de efluentes das explorações pecuárias, estão fixadas na legislação em vigor.

14.3 — Escorrências de Silagem

As escorrências provenientes dos silos onde se conservam as silagens são ricas em substâncias orgânicas facilmente biodegradáveis, algumas delas azotadas, possuindo, por isso, um grande potencial poluente de águas superficiais e subterrâneas. Estes efluentes são, ainda, bastante corrosivos, atacando não só o cimento mas, até, o próprio aço.

As quantidades produzidas dependem do maior ou menor grau de humidade com que as forragens são ensiladas e da eventual entrada de água das chuvas nos silos.

Não podendo as escorrências das silagens ser tratadas, para serem descarregadas nos cursos de água, haverá que armazená-las de forma conveniente, antes de serem aplicadas ao solo como matérias fertilizantes ou utilizadas na alimentação do gado.

Uma vez que estas escorrências originam uma redução do valor alimentar da silagem e, simultaneamente, constituem um risco de poluição das águas, haverá toda a conveniência em limitar ao máximo a sua produção e dar-lhe um destino adequado. Nesse sentido, deverá ter-se em consideração o seguinte:

- Convém que as forragens a ensilar estejam relativamente secas e possuam um teor de matéria seca não inferior a 25 %; convirá, por outro lado e se possível, colocar uma camada de fardos de palha, no fundo do silo, para absorver parte das escorrências;
- Os silos deverão ser construídos com solidez, de molde a oferecer segurança contra os derrames e infiltrações das escorrências. Deverão ser cobertos, por forma a impedir a entrada da água das chuvas e possuir um fundo revestido de pavimento impermeável com um declive de cerca de 2 % para drenos laterais junto às paredes, por onde possam sair as escorrências da silagem que serão conduzidas para um depósito subterrâneo com capacidade adequada, estanque e com boa resistência à corrosão com ácidos;
- Não convém que os silos, os tanques e as condutas que para eles levam as escorrências, as valas de drenagem para onde possam escoar-se essas escorrências, no caso de algum acidente, sejam construídos a menos de 10 m das margens das linhas de água e a menos de 25 m dos locais onde são efetuadas captações de água subterrânea, sem prejuízo da demais legislação aplicável;
- Os efluentes dos silos não devem ser drenados para as fossas subterrâneas e/ou instaladas em recintos fechados onde habitualmente se recolhem os chorumes, dado haver uma libertação relativamente abundante de gases letais; poderão, no entanto, ser bombeados dos pequenos depósitos subterrâneos onde são recolhidos diretamente dos silos, para tanques de armazenamento de chorumes construídos em recintos abertos, dotados de boa ventilação;
- Os efluentes dos silos poderão ser aplicados ao solo, mas só depois de diluídos com igual volume de água, não convindo aplicar mais que 30 a 40 m³/ha do efluente diluído, de cada vez;
- Antes de proceder à ensilagem, deverão os silos deverão ser inspecionados e, se necessário, deverão ser efetuadas obras de reparação, forma fim de eliminar fendas nos pavimentos ou nas paredes, por onde possam escapar escorrências para o exterior.

As instalações de armazenamento dos efluentes pecuários devem ser construídas de modo a facilitar a gestão daqueles produtos na exploração, a minimizar a perda do seu valor fertilizante e a poluição ambiental.

ANEXO Ia

Quantidades de nutrientes principais removidos do solo por algumas culturas arvenses, forrageiras, pratenses, hortícolas e horto-industriais

Cultura	Produto	Produção (t/ha)	Remoção (kg/ha)			Fonte	
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Abóbora	(<i>Cucurbita maxima</i>)	fruto	30-50	96-160	14-23	117-195	[2]
Aboborinha	(<i>Cucurbita pepo</i>)	fruto	30-50	72-120	25-42	94-157	[2]
Acelga	(<i>Beta-cycla</i>)	folhas	30-50	87-143	32-53	86-143	[2]
Aipo	(<i>Apium graveolens</i>)	raízes	30-50	217- 362	83-138	333-555	[1]
Alface	(<i>Latuca sativa</i>)	folhas	25-50	63-126	25-50	150-300	[1]
Alho	(<i>Allium sativum</i>)	bolbos	10-14	102-143	39-55	65-91	[2]
Alho francês	(<i>Allium porrum</i>)	bolbos	25-60	83-199	50-120	100-240	[1]
Amendoim	(<i>Arachis hypogaea</i>)	semente	1,5	131	21	32	[3]
Arroz	(<i>Oryza sativa</i>)	grão	4-10	49-123	24-60	44-110	[1]
Aveia	(<i>Avena sativa</i>)	grão	1-4	23-92	10-40	28-112	[1]
Batata primor	(<i>Solanum tuberosum</i>)	tubérculos	20-70	100-350	47-165	210-735	[1]
Batata temporã	(<i>Solanum tuberosum</i>)	tubérculos	20-70	100-350	44-154	178-623	[1]
Beringela	(<i>Solanum melongena</i>)	fruto	25-55	44-97	13-29	64-141	[2]
Beterraba de mesa	(<i>Beta vulgaris</i>)	raízes	30-50	81-135	28-47	112-187	[2]
Beterraba forrag.	(<i>Beta vulgaris</i>)	raízes	50	150	50	250	[1]
Beterraba sacarina	(<i>Beta vulgaris</i>)	raízes	50-80	103-165	25-40	131-210	[1]
Cártamo	(<i>Carthamus tinctorius</i>)	sementes	1-5	30-150	8-40	11-55	[1]

Cultura	Produto	Produção (t/ha)	Remoção (kg/ha)			Fonte
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Cebola	(<i>Allium cepa</i>)	bolbos	25-60	75-180	40-96	110-264 [1]
Cenoura	(<i>Daucus carota</i>)	raízes	30-70	144-336	56-131	222-518 [1]
Centeio	(<i>Secale cereale</i>)	grão	1-4	33-132	10-40	27-108 [1]
Cevada	(<i>Hordeum vulgare</i>)	grão	3-8	54-143	32-86	69-186 [1]
Couve brócolo	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	inflorescências	10-40	58-232	18-72	45-180 [2]
Couve-de-bruxelas	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemnifera</i>)	gemas foliares	5	180	60	170 [1]
Couve chinesa	(<i>Brassica chinensis</i>)	folhas e talos	30-80	65-173	23-61	75-200 [2]
Couve comum	(<i>Brassica oleracea</i>)	folhas e talos	20-40	109-218	51-102	103-204 [1]
Couve-flor	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	inflorescências	10-40	68-272	28-112	88-352 [1]
Couve-galega	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>)	folhas e talos	20-40	106-212	26-52	96-192 [2]
Couve lombarda	(<i>Brassica oleracea</i>)	folhas e talos	30-80	240-640	60-160	225-600 [1]
Couve repolho	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	folhas e talos	30-80	58-155	23-61	80-213 [2]
Ervilha	(<i>Pisum sativum</i>)	vagem	7-10	438-625	105-150	228-325 [1]
Espargos (4ºano)	(<i>Asparagus officinalis</i>)	turiões	3	75	20	80 [1]
Espinafre	(<i>Spinacea oleracea</i>)	folhas	20-30	120-180	40-60	133-200 [1]
Fava	(<i>Vicia faba</i>)	vagens	10-14	90-126	22-31	30-42 [2]
Feijão verde	(<i>Phaseolus vulgaris</i>)	vagens	5-25	50-250	17-85	16-80 [2]
Feijão seco	(<i>Phaseolus vulgaris</i>)	sementes	1,5-4,5	45-135	11-34	38-113 [1]
Girassol	(<i>Helianthus annuum</i>)	grão	1-4	27-108	17-68	13-52 [1]
Melancia	(<i>Citrullus Lanatus</i>)	fruto	20-35	20-35	5-9	30-53 [2]
Melão	(<i>Cucumis melo</i>)	fruto	20-50	24-60	3-8	51-128 [2]
Milho grão	(<i>Zea mays</i>)	grão	3-16	83-443	31-165	65-347 [1]
Morangueiro	(<i>Fragaria x ananassa</i>)	fruto	40-50	44-55	17-21	83-104 [2]
Nabo	(<i>Brassica napus</i>)	raíz	30-70	58-135	28-65	80-187 [2]
Pepino	(<i>Cucumis sativus</i>)	fruto	20-35	23-40	11-19	46-81 [2]
Pimento	(<i>Capsicum annum</i>)	fruto	20-50	33-83	13-33	39-98 [2]
Rabanete	(<i>Raphanus sativus</i>)	fruto	20-40	35-70	13-26	68-136 [2]
Salsa	(<i>Petroselinum sativum</i>)	planta inteira	20-30	55-83	20-30	120-180 [1]
Soja	(<i>Glycine max</i>)	grão	1-5	75-375	18-90	30-150 [1]
Sorgo grão	(<i>Sorghum bicolor</i>)	grão	3-10	49-163	20-67	12-40 [2]
Tabaco "Burley"	(<i>Nicotiana tabacum</i>)	folhas	3-10	90-300	16-53	106-353 [2]
Tomate	(<i>Lycopersicum</i>) <i>esculentum</i>)	fruto	50-120	157-377	43-103	229-550 [1]
Trigo	(<i>Triticum aestivum</i>)	grão	3-8	62-165	26-69	60-160 [1]

Fonte: [1] — adaptado de LQARS, 1980; [2] — USDA (disponível em: <http://plants.usda.gov/index.html>); [3] — ACES (disponível em <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0449/>)

ANEXO Ib

Quantidades de nutrientes principais removidos do solo por algumas culturas arbóreas e arbustivas

Cultura	Produto	Produção (t/ha)	Remoção (kg/ha)			Fonte
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Abacateiro	(<i>Persea americana</i>)	fruto	4-15	13-49	4-15	29-108 [1]
Actinídea (Kiwi)	(<i>Actinidea deliciosa</i>)	fruto	20-25	40-50	14-18	70-88 [2]
Ameixeira	(<i>Prunus domestica</i>)	fruto	10-50	13-65	3-15	21-105 [1]
Amendoeira	(<i>Prunus dulcis</i>)	fruto	2-3	64-96	24-36	18-27 [1]
Aveleira	(<i>Corylis avellana</i>)	fruto	3-4	63-84	21-28	17-22 [1]
Castanheiro	(<i>Castanea sativa</i>)	fruto	1,2-6,0	6-30	2-10	6-30 [3]
Cerejeira	(<i>Prunus avium</i>)	fruto	5-30	10-60	2-12	13-78 [1]

Cultura		Produto	Produção	Remoção (kg/ha)			Fonte
			(t/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Citrinos	(<i>Citrus</i>)	fruto	10-40	19-76	4-16	26-104	[1]
Damasqueiro	(<i>Prunus armeniaca</i>)	fruto	15-30	34-68	7-14	54-108	[1]
Figueira	(<i>Ficus carica</i>)	fruto	2-10	2-10	1-5	6-30	[1]
Ginjeira	(<i>Prunus cerasus</i>)	fruto	4-6	6-9	1-2	8-12	[1]
Macieira	(<i>Malus sp.</i> cv. Royal Gala)	fruto	20-60	7-21	4-12	24-72	[8]
Macieira	(<i>Malus sp.</i> cv. Bravo de Esmolfe)	fruto	20-60	10-30	5-15	37-111	[9]
Nogueira	(<i>Juglans regia</i>)	fruto	4-5	91-114	29-36	24-30	[1]
Oliveira	(<i>Olea europaea</i>)	fruto	2-8	7-28	2- 8	12-48	[5]
Pereira	(<i>Pyrus communis</i>)	fruto	20-60	8- 24	4-12	28-84	[7]
Pessegueiro	(<i>Prunus persica</i>)	fruto	15-60	21-84	9-36	38-152	[6]
Videira	(<i>Vitis vinifera</i>)	fruto	5-20	5-20	3-12	14-56	[4]

Fonte: [1] USDA (disponível em: <http://plants.usda.gov/index.html>); [2] Pacheco *et al.*, 2004; [3] Gomes- Laranjo *et al.*, 2007; [4] — Santos *et al.*, 2004; [5] Jordão e Marcelo, 2005; [6] Simões *et al.*, 2006; [7] Calouro *et al.*, 2008; [8] Calouro *et al.*, 2006; [9] Jordão *et al.*, 2006

ANEXO Ic

**Quantidades de nutrientes principais removidos do solo pela lenha
de poda de algumas culturas arbóreas e arbustivas**

Cultura		Remoção (kg/t)			Fonte
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Actinídea (Kiwi)	(<i>Actinidea deliciosa</i>)	4,5	1,6	3,0	[1]
Castanheiro	(<i>Castanea sativa</i>)*	3,6	1,4	2,8	[2]
Oliveira	(<i>Olea europaea</i>)	2,9	1,1	2,9	[4]
Pereira	(<i>Pyrus communis</i>)	4,4	1,4	2,5	[5]
Videira	(<i>Vitis vinifera</i>)	2,7	1,2	3,6	[3]

* inclui todo o material retirado (ouriços, folhas, inflorescências, casca dos troncos e troncos)

Fonte: [1] Pacheco *et al.*, 2004; [2] Gomes- Laranjo *et al.*, 2007; [3] Santos *et al.*, 2004; [4] Jordão e Marcelo, 2005; [5] Jordão *et al.*, 2004

ANEXO Id

Quantidades de nutrientes principais removidos do solo por algumas culturas forrageiras

Cultura	Produto	Produção (t/ha)	Remoção (kg/ha)			Fonte	
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Aveia forragem	(<i>Avena sativa</i>)	planta inteira	20-40	180-360	47-94	193-386	[2]
Centeio forragem	(<i>Secale cereale</i>)	planta inteira	20-40	50-100	21-42	61-122	[2]
Milho forragem	(<i>Zea mays</i>)	planta inteira	40-90	98-220	40-91	133-300	[1]
Luzerna	(<i>Medicago sativa</i>)	planta inteira	50	219	53	190	[1]

Fonte: [1] — adaptado de LQARS, 1980; [2] — USDA (disponível em: <http://plants.usda.gov/index.html>)

ANEXO II

Quantidades médias de azoto fixado anualmente por algumas leguminosas

Cultura	Azoto fixado (kg/ ha e ano)
Ervilhacas (<i>Vicia</i> sp.)	90 - 155 ^[1]
Ervilheira (<i>Pisum sativum</i> L.)	37 - 185 ^{[2][3][4][5]}
Faveira (<i>Vicia faba</i> L.)	160 - 216 ^{[2][3][4][5]}
Feijão frade (<i>Vigna sinensis</i>)	65 - 130 ^[1]
Feijão verde (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	3 - 125 ^[6]
Grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	12-176 ^{[2][3][4][5]}
Lentilha (<i>Lens colinaris</i> Medicus)	15 - 85 ^[5]
Luzerna (<i>Medicago sativa</i> L.)	25 - 504 ^[1]
Soja (<i>Glycine max</i> L.)*	12 - 450 ^{[1][2][3]}
Tremoceiro doce (<i>Lupinus albus</i> L.)	59 - 400 ^{[8][9][10]}
Tremocilha (<i>Lupinus luteus</i> L.)	73 ^[8]
Trevo branco (<i>Trifolium repens</i> L.)	25-680 ^[11]
Trevo encarnado (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)	20 ^[11]
Trevo subterrâneo (<i>Trifolium subterraneum</i> L.)	12 - 200 ^{[11][7]}
Trevo violeta ou trevo dos prados (<i>T. pratense</i> L.)	85 - 189 ^[1]

Fontes: ^[1] Tisdale *et al.*, 1985; ^[2] Carranca, 1996; ^[3] Carranca, 2000; ^[4] Carranca *et al.*, 1999b; ^[5] Rennie and Dubetz, 1986; ^[6] Peña-Cabriaes *et al.*, 1993; ^[7] Carranca *et al.*, 1999a; ^[8] Carranca *et al.*, 2008a; ^[9] Carranca *et al.*, 2009a; ^[10] Carranca *et al.*, 2009b; ^[11] Ledgard and Giller, 1995

ANEXO III

Teores de azoto, fósforo e potássio presentes nos resíduos de algumas culturas (kg/t de matéria verde)

Cultura		Produto	Teores em elementos minerais (kg/t)			Fonte
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Arroz	(<i>Oryza sativa</i>)	palha	6-9	4-5	22-33	^[1]
Aveia	(<i>Avena sativa</i>)	palha	5-7 ^[3]	2-4 ^[2]	18-24 ^[2]	
Batata industrial	(<i>Solanum tuberosum</i>)	rama	0-2	0-1	4-9	^[2]
Batata temporã	(<i>Solanum tuberosum</i>)	rama	2-5	0-1	4-10	^[2]
Beterraba forrageira	(<i>Beta vulgaris</i>)	folhas	2-5	0-1	6-8	^[2]
Beterraba sacarina	(<i>Beta vulgaris</i>)	folhas	2-4	0-2	5-7	^[2]
Centeio	(<i>Secale cereale</i>)	palha	3-7	2-3	10-14	^[2]
Cevada	(<i>Hordeum vulgare</i>)	palha	3-6	1-3	12-24	^[2]
Ervilha	(<i>Pisum sativum</i>)	rama	13* ^[8]	5-10 ^[2]	13-19 ^[2]	
Fava ratinha	(<i>Vicia faba minor</i>)	rama	20-40	3-4	15-25	^[2]
Faveira	(<i>Vicia faba</i>)	rama	19,0* ^[8]	nd	nd	
Girassol	(<i>Helianthus annuum</i>)	palha	8-10	2-3	55-68	^[2]
Grão de bico	(<i>Cicer arietinum</i> L.)	rama	18 ^[8]	nd	nd	
Milho grão	(<i>Zea mays</i>)	palha	4-8	2-5	14-30	^[2]

Cultura		Produto	Teores em elementos minerais (kg/t)			Fonte
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Soja	(<i>Glycine max</i>)	rama	25-45	10-15	20-40	[2]
Sorgo	(<i>Sorghum bicolor</i>)	palha	7	3	9	[9]
Tabaco “Burley”	(<i>Nicotiana tabacum</i>)	caules	20-26	6-8	35-55	[2]
Tabaco “Virginia”	(<i>Nicotiana tabacum</i>)	caules	8-12	7-10	40-60	[2]
Tremoceiro doce	(<i>Lupinus albus</i> L.)	rama	14*-27 ^{[4],[5]}	nd	nd	
Tremocilha*	(<i>Lupinus luteus</i> L.)	rama	27 ^[4]	nd	nd	
Trigo	(<i>Triticum aestivum</i>)	palha	5 ^[6] -9 ^[7]	1-3 ^[2]	7-15 ^[2]	

* na fase de maturação; nd — valores não determinados

Fonte: ^[1] Fernandes, 1995; ^[2] Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 2009; ^[3] Carranca *et al.*, 2009c; ^[4] Carranca *et al.*, 2008; ^[5] Carranca *et al.*, 2009b; ^[6] Alves *et al.*, 1979; ^[7] Carranca *et al.*, 1999c; ^[8] Carranca *et al.*, 1999b; ^[9] USDA

ANEXO IV

Relação carbono_{org}/azoto_{tot} (C/N) de diversos materiais orgânicos

Produtos		C/N	Fonte
Estrume	bovinos	18	[1]
	suínos	3	[1]
	ovinos/caprinos	15	[1]
	aves	8	[1]
	equinos *	21	[1]
Chorume	bovinos	9	[1]
	suínos	4	[1]
Compostos de RSU		14-15	[2]
Lamas de ETAR urbanas		7-8	[2]
Lamas de ETAR de indústria cervejeira		5-6	[2]
Lamas de ETAR de indústria de madeiras (lavagem de estilha)		39-82	[2]
Lamas de depuração de indústria de lacticínios		4-6	[2]
Lamas celulósicas		39-83	[2]
Sub-produtos de lagares de azeite	água-ruça de 3 fases	25-40	[2]
	água-ruça de prensas	29-43	[2]
	bagaço de 2 fases	27-47	[2]
Bagaço de uva		20-25	[2]
Farinhas	de carne	4-5	[3]
	de peixe	4-5	[3]
“Húmus” de minhoca		11-21	[2]
Palha	aveia, centeio e trigo	60-140	[1], [4]
	cevada	70-140	[1]
	milho	52-105	[1]
	girassol	21-26	[1]
	colza	42-84	[1]
Rama	soja	9-17	[1]
	fava ratinha	10-21	[1]
	tremoceiro doce	9-17	[1]

Produtos	C/N	Fonte
Resíduos da cultura de tabaco (caules)	22-29	[1]
Caruma	50	[5]
Fetos	15-20	[5]
Giesta	15-20	[5]
Tojo	30-40	[5]
Serradura	100-500	[6]

*No caso de estrume fresco o valor é de 39,5

[1] Adaptado de Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 2009; [2] LQARS (dados não publicados); [3] INETI (dados não publicados); [4] Carranca *et al.* 2008b; [5] LQARS, 1980; [6] University of Minnesota (disponível em: <http://www.extension.umn.edu/Dairy/dairystar/12-28-07-Schooper.html>)

ANEXO V

Épocas do ano mais adequadas à aplicação de fertilizantes contendo azoto e fósforo, nas culturas de outono/inverno e culturas arbóreas e arbustivas

Grupo de culturas	Estrumes, sargaços, guanos, lamas e compostados	Chorumes	Adubos químicos contendo azoto	Adubos químicos contendo fósforo
Culturas arvenses	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira e ao longo do ciclo, se necessário.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>À sementeira e ao longo do ciclo, se necessário.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p> <p>Se a sementeira ocorrer após o dia 1 de novembro, ou se a evolução do ciclo vegetativo o aconselhar, pode aplicar adubos que contenham azoto na forma nítrico-amoniacal nos meses mencionados.</p>	<p>À sementeira, juntamente com o azoto.</p>
Culturas forrageiras	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira e ao longo do ciclo, se necessário.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>À sementeira e ao longo do ciclo, se necessário.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p> <p>Se a sementeira ocorrer após o dia 1 de novembro, ou se a evolução do ciclo vegetativo o aconselhar, pode aplicar adubos que contenham azoto na forma nítrico-amoniacal nos meses mencionados.</p>	<p>À sementeira, juntamente com o azoto.</p>

Grupo de culturas	Estrumes, sargaços, guanos, lamas e compostados	Chorumes	Adubos químicos contendo azoto	Adubos químicos contendo fósforo
Floricultura e culturas hortícolas ao ar livre	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira ou plantação.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira ou plantação-sementeira e ao longo do ciclo, se necessário.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Até dois dias antes da sementeira ou plantação no período outono / inverno, na forma nitrato-amoniacal e ao longo do ciclo se necessário.</p> <p>Não aplicar se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar a ocorrência de precipitação.</p>	<p>Até dois dias antes da sementeira ou plantação no período outono / inverno.</p> <p>Não aplicar se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar a ocorrência de precipitação.</p>
Pastagens e relvados	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Com alguma antecedência em relação à data de sementeira e a seguir a cada corte.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>À sementeira e a seguir a cada corte.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>À sementeira, juntamente com o azoto.</p>
Culturas arbóreas e arbustivas.	<p>Com alguma antecedência em relação à plantação ou, em culturas já instaladas, antes da rebentação anual.</p> <p>Não aplicar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, salvo se a previsão meteorológica do IPMA (1), indicar que não ocorrerá precipitação.</p>	<p>Em culturas já instaladas, antes da rebentação anual e ao longo do ciclo anual até ao repouso invernal.</p> <p>Não aplicar durante o repouso invernal.</p>	<p>Em culturas já instaladas, a partir de meados de fevereiro, durante o ciclo anual.</p> <p>Não aplicar durante o repouso invernal.</p>	<p>Com alguma antecedência em relação à plantação.</p> <p>Em culturas já instaladas, a partir de meados de fevereiro, durante o ciclo anual.</p> <p>Não aplicar durante o repouso invernal</p>

(1) - IPMA — Instituto Português do Mar e da Atmosfera

Quantidade média de nutrientes principais excretados anualmente por unidade animal de diferentes espécies pecuárias e sua conversão em cabeça normal (CN)

Espécie pecuária / tipo de animal			Nutrientes excretados			CN ²⁰	Nutrientes excretados		
			kg por animal ou lugar e ano ¹⁹				kg por CN e ano		
			N _t	P ₂ O ₅	K ₂ O		N _t	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bovinos	Vaca leiteira ¹	por animal	115,0	41,0	184,0	1,2	95,8	34,2	153,3
	Vaca mãe sem vitelo	por animal	80,0	30,0	120,0	1 ²¹	80,0	30,0	120,0
	Vaca aleitante - raças pesadas (>500kg pv) ²	por animal	90,0	32,0	125,0	1	90,0	32,0	125,0
	Vaca aleitante - raças ligeiras (<500kg pv) ²	por animal	70,0	26,0	110,0	0,8	87,5	32,5	137,5
	<div>< 1 ano</div>	por animal	25,0	7,5	35,0	0,4 ²¹	62,5	18,8	87,5
	<div>Bezerro ou vitela para criação³1 a 2 anos</div>	por animal	40,0	13,0	60,0	0,6 ²¹	66,7	21,7	100,0
	<div>> 2 anos</div>	por animal	55,0	20,0	75,0	0,8 ²¹	68,8	25,0	93,8
	<div>Vitelo recria/engorda (de 50 a 200kg pv) ⁴</div>	por lugar	13,0	4,5	7,0	0,4 ²¹	32,5	11,3	17,5
		por animal	5,0	1,5	2,7	0,4 ²¹	12,5	3,8	6,8
	<div>Vitelo em aleitamento (até ± 350kg pv) ⁵</div>	por animal	34,0	8,0	34,0	0,4 ²¹	85,0	20,0	85,0
	<div>Bovino de engorda intensiva ⁶</div>	por lugar	33,0	11,0	33,0	0,8 ²¹	41,3	13,8	41,3
		por animal	41,0	14,0	41,0	0,8 ²¹	51,3	17,5	51,3
	<div>Bovino de engorda em pastoreio ⁷</div>	por lugar	40,0	12,0	55,0	0,8 ²¹	50,0	15,0	68,8
		por animal	65,0	18,0	80,0	0,8 ²¹	81,3	22,5	100,0
Touro reprodutor	por animal	50,0	18,0	85,0	1	50,0	18,0	85,0	
Suínos	<div>Porco de engorda / substituição⁸</div>	por lugar	13,0	6,0	7,0	0,15 ²¹	86,7	40,0	46,7
		por animal	4,0	2,0	2,3	0,15 ²¹	26,7	13,3	15,3
	Porco de criação ⁹	por lugar	35,0	19,0	19,0	0,35	100,0	54,3	54,3
	Varrasco	por animal	18,0	10,0	10,0	0,3	60,0	33,3	33,3
	<div>Porca aleitante⁹</div>	por lugar	42,0	23,0	18,0	0,35	120,0	65,7	51,4
		por porca e ciclo	5,1	2,8	2,2	0,35	14,6	8,0	6,3
	<div>Porca gestante⁹</div>	por lugar	20,0	11,0	13,0	0,35	57,1	31,4	37,1
		por porca e ciclo	6,5	3,5	4,2	0,35	18,6	10,0	12,0
	<div>Bácoro desmamado⁹</div>	por lugar	4,6	2,6	2,5	0,05	92,0	52,0	50,0
		por animal	0,4	0,2	0,2	0,05	8,0	4,0	4,0

Espécie pecuária / tipo de animal			Nutrientes excretados			CN ²⁰	Nutrientes excretados			
			kg por animal ou lugar e ano ¹⁹				kg por CN e ano			
			N _t	P ₂ O ₅	K ₂ O		N _t	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Ovinos / caprinos	Ovelha/cabra ¹⁰	por lugar	12,0	4,5	20,0	0,17	70,6	26,5	117,6	
	Ovelha/cabra em produção intensiva de leite ¹¹	por lugar	21,0	9,0	32,0	0,23	91,3	39,1	139,1	
Equinos	Égua com potro ¹²	por animal	52,0	31,0	88,0	1,4 ²¹	37,1	22,1	62,9	
	Cavalo adulto ¹³	por animal	44,0	23,0	75,0	1	44,0	23,0	75,0	
	Poldro (de 6 meses a 24 meses)	por animal	42,0	19,0	68,0	0,6	70,0	31,7	113,3	
Aves	Galinha poedeira ¹⁴	por 100 lugares	80,0	45,0	30,0	1,3 ²²	61,5	34,6	23,1	
	Frangas de recria ¹⁵	por 100 lugares	34,0	21,0	12,0	0,6 ^{21,22}	56,7	35,0	20,0	
		por 100 animais	15,0	9,0	5,0	0,6 ^{21,22}	25,0	15,0	8,3	
	Frangos de carne ¹⁶	por 100 lugares	45,0	16,0	22,0	0,6 ²²	75,0	26,7	36,7	
	Perus (até 12 kg) ¹⁷	por 100 lugares	140,0	70,0	40,0	3 ²²	46,7	23,3	13,3	
		por 100 animais	48,0	25,0	13,0	3 ²²	16,0	8,3	4,3	
	Avestruz	< 13 meses	por animal	11,0	6,0	8,0	0,2	55,0	30,0	40,0
		> 13 meses	por animal	24,0	10,0	15,0	0,2	120,0	50,0	75,0
Leporídeos	Coelha reprodutora ¹⁸	por lugar	9,0	6,0	5,0	0,04	225,0	150,0	125,0	

Adaptado de Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 2009

Notas relativas ao Anexo VI com considerações gerais e indicações sobre as condições de produção de referência

¹ Com um peso médio de 650 kg e uma produção anual de 7000 kg de leite. Por 1000 kg de leite a menos reduzir em 10 % as dejeções, e por 1000 kg a mais, aumentar 2 %. Esta correção tem em conta as diferenças de peso dos animais. Para determinada produção de leite, um animal que pese menos 100 kg ingere e excreta 6 % menos;

² Inclui até dois vitelos por vaca;

³ Valores para um parto aos 30 meses. Para um parto à volta dos 24 meses, a quantidade excretada no 1.º ano é 30 kg de N, 10 kg de P₂O₅ e 44 kg de K₂O. No 2.º ano é de 45 kg de N, 15 de P₂O₅ e 65 kg de K₂O. Os vitelos vendidos com 3 a 6 semanas não são tidos em consideração;

⁴ Com 2,6 ciclos/ano ou recria de cerca de 150 dias após desmame na produção de vitelos para abate (< 8 meses) ou para posterior engorda/acabamento;

⁵ Com um ciclo por ano. Se os animais forem engordados até aos 400 kg os valores excretados passam a ser 43 kg de N, 11 kg de P₂O₅ e 45 kg de K₂O;

⁶ Engorda intensiva a partir dos 65 kg até mais de 500 kg de peso vivo (pv). Se os animais não são colocados no estábulo senão após o desmame então os valores por lugar e ano passam a ser 38 kg de N, 13 kg de P₂O₅ e 39 kg de K₂O (1 ciclo por ano);

⁷ Engorda na pastagem com um ou dois períodos de pasto (cerca de 17 ou 22 meses, respetivamente), do nascimento até atingir mais de 500 kg;

⁸ Um lugar de porco de engorda corresponde a um lugar para engorda de um animal com um peso entre os 25 e os 100 kg com 3 a 3,2 ciclos por ano. A excreta de N baseia-se no consumo de forragem com um teor de proteína de 170 g por kg. Uma variação de 10 g de proteína bruta/kg leva a um aumento ou diminuição de 8 % de N. A excreta de P₂O₅ indicada baseia-se no consumo de uma forragem com 6 g de P₂O₅/kg. Uma variação de um grama por kg leva a um aumento ou redução de 25 %. A quantidade excretada pode ser reduzida até um máximo de 10 kg de N e 2,7 kg de P₂O₅ por lugar de porco de engorda;

⁹ Um lugar de porca reprodutora compreende uma porca (depois do 1.º parto) e a criação dos 20 a 24 bácoros até um peso de 25-30 kg por lugar e por ano. A excreta de N tem por base o consumo de forragem com um teor em proteína de 145 g/kg para as porcas gestantes, 165 g/kg para as porcas aleitantes e 175 g/kg para os bácoros (todos os dados têm por base alimentos com 88 % de MS). Uma redução de 10 g de proteína bruta/kg leva a uma diminuição de 8 % de N para as porcas e de 10 % para os bácoros. A produção de P_2O_5 indicada baseia-se no consumo de uma forragem com 6,5 g de P_2O_5 /kg. Uma variação de uma grama por kg leva a um aumento ou redução de 20 %. A quantidade excretada pode ser reduzida até um máximo de 29,2 g de N e 12 kg de P_2O_5 por lugar de porca de criação; na porca aleitante consideram-se 8,2 ciclos por ano, na gestante 3,1 ciclos/ano e nos bácoros 11,5 ciclos/ano;

¹⁰ Produção anual por ovelha/cabra em exploração extensiva e compreende os animais destinados a substituição, e os machos associados. Estes valores referem-se a uma produção baseada em forragem proveniente de prados extensivos. Em produção mais intensiva com bom feno e silagem as quantidades excretadas são de 18 kg de N, 6 kg de P_2O_5 e 25 kg de K_2O ;

¹¹ Produção anual por ovelha/cabra em produção intensiva de leite e compreende os animais destinados a substituição e os machos associados;

¹² Os potros nascidos na primavera ficam com a mãe até ao outono antes de serem vendidos. Se se mantiverem durante mais tempo devem ser considerados separadamente;

¹³ Um cavalo adulto tem um peso médio de 550-600 kg. Os valores relativos a animais mais leves (pôneis, muare, cavalos jovens) devem ser convertidos em função do peso efetivo; Estes dados são válidos para uma carga de trabalho reduzida (uma hora por dia em trabalho de equitação). Se a carga for maior, as dejeções de N e de P_2O_5 aumentam de 7 % por hora e 4 % para os outros nutrientes;

¹⁴ A duração média da produção durante um ano não influencia os resultados dos elementos fertilizantes excretados. A produção de P_2O_5 tem como base um teor em P na ração de 5,7 g/kg. Quando o teor de P varia 1 g/kg, a produção de P_2O_5 varia cerca de 20 %;

¹⁵ Em 18 semanas as aves atingem o peso de 1,3 a 1,6 kg; consideram-se 2 a 2,5 ciclos por ano;

¹⁶ Os valores dos dejetos equivalem a uma unidade "100 lugares normais" (peso final dos animais até 2 kg de pv), em condições de detenção (30 kg/m²). Para raças de engorda intensiva estes valores correspondem a uma duração de 40 dias (9 ciclos/ano) e para raças de engorda extensiva de 60 dias (6 ciclos/ano). Dado que o peso final dos animais e a duração dos ciclos podem variar substancialmente, neste caso apenas se apresentam os valores dos nutrientes excretados com base nos lugares de frangos;

¹⁷ Produção de perus com um peso médio final de 12 kg, com 2,8 ciclos por ano; para os perus em pré-engorda até um 1,5 kg de peso vivo, o que corresponde a 6 ciclos por ano, a excreta é de 40 kg de N, 20 kg de P_2O_5 e 12 kg de K_2O para 100 lugares de perus por ano; para o acabamento de engorda (de 1,5 kg a 13 kg de peso vivo, 2,9 ciclos por ano), a excreta é 230 kg de N, 115 kg de P_2O_5 e 70 kg de K_2O por 100 lugares;

¹⁸ Um lugar de coelha reprodutora, num sistema de engorda intensivo, corresponde a uma fêmea com 40 crias, com um peso vivo final de 2,7 a 3 kg por coelho e por ano;

¹⁹ Nos casos particulares de produção de animais com ciclos mais curtos, com duração inferior a um ano completo, é preferível utilizarem-se os valores por lugar e por ano. Os tempos mortos entre dois ciclos estão compreendidos nos dados por lugar e ano;

²⁰ CN (cabeça normal) — unidade padrão de equivalência usada para comparar e agregar números de animais de diferentes espécies ou categorias tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo e a vocação produtiva (DL 214 de 10 de novembro de 2008);

²¹ Valores de CN adaptados do DL 214 de 10 de Nov de 2008;

²² Valores de CN correspondentes a 100 animais.

ANEXO VII

Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias e sua conversão em cabeça normal (CN)

Espécie pecuária / tipo de animal	Efluente pecuário ¹	m ³ ou t /animal ou lugar/ano ²	kg/t de estrume ou kg/m ³ de chorume						CN ⁵	m ³ ou t /CN / ano			kg/CN e ano			
			MS	MO	N _i ³	N _{disp} ⁴	P ₂ O ₅	K ₂ O		MO	N _i ³	N _{disp} ⁴	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Bovinos	Vaca leiteira ⁶	Estrume	21,0	210	175	5,3	1,3 - 2,5	2,2	10,8	1,20	17,5	3063	93	22,8 - 43,8	39	189
	Chorume	23,0	90	70	4,3	2,2 - 3,0	1,8	8,0	19,2		1342	82	42,2 - 57,5	35	153	
	Vaca aleitante	Estrume	14,0	210	175	5,3	1,3 - 2,5	2,2	10,8	1,00	14,0	2450	74	18,2 - 35,0	31	151
	Chorume	15,5	90	70	4,3	2,2 - 3,0	1,8	8,0	15,5		1085	67	34,1 - 46,5	28	124	
	Bovino de recia (6 a 24 meses) ⁷	Estrume	7,0	210	175	5,3	1,3 - 2,5	2,2	10,8	0,60	11,5	2013	61	15,0 - 28,8	25	124
		Chorume	8,0	90	70	4,3	2,2 - 3,0	1,8	8,0		13,5	945	58	29,7 - 40,5	24	108
	Bovino de engorda intensiva	Estrume	6,8	210	155	5,4	1,3 - 2,5	2,3	8,9	0,60	11,3	1757	61	14,7 - 28,3	26	101
		Chorume	7,5	90	65	4,3	2,2 - 3,0	1,7	5,2		12,5	813	54	27,5 - 37,5	21	65

Espécie pecuária / tipo de animal		Efluente pecuário ¹	m ³ ou t /animal ou lugar/ano ²	kg/t de estrume ou kg/m ³ de chorume							CN ⁵	m ³ ou t / CN / ano	kg/CN e ano					
				MS	MO	N _t ³	N _{disp} ⁴		P ₂ O ₅	K ₂ O			MO	N _t ³	N _{disp} ⁴	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	Vitelo de recria (< 6 meses)	Estrume	2,2	210	150	5,3	1,3	- 2,5	2,3	5,5	0,40	5,5	825	29	7,2 - 13,8	13	30	
	Vitelo aleitamento (< 3 meses) ⁷	Estrume	1,4	90	150	5,3	1,3	- 2,5	2,3	5,5	0,20 ⁸	3,5	525	19	4,6 - 8,8	8	19	
Suínos	Lugar de porcas reprodutoras (substituição/ gestação/ lactação) ⁹	Estrume	3,4	270	40	7,8	3,1	- 4,7	7,0	8,3	0,35	9,7	389	76	30,1 - 45,7	68	81	
		Chorume	6,0	50	33	4,7	2,4	- 3,3	3,2	3,2		17,1	566	81	41,1 - 56,6	55	55	
	Lugar de porcos de engorda/acabamento ¹⁰	Estrume	1,2	270	40	7,8	3,1	- 4,7	7,0	8,3	0,15	8,0	320	62	24,8 - 37,6	56	66	
		Chorume	1,6	50	36	6,0	3,0	- 4,2	3,8	4,4		10,7	384	64	32,0 - 44,8	41	47	
	Lugar de bácoros / leitões desmamados ¹¹	Estrume	0,5	270	40	7,8	3,1	- 4,7	7,0	8,3	0,05	10,0	400	78	31,0 - 47,0	70	83	
		Chorume	0,8	50	36	6,0	3,0	- 4,2	3,8	4,4		16,0	576	96	48,0 - 67,2	61	70	
	Exploração de produção de leitões ¹²	Estrume	5,1	270	40	7,8	3,1	- 4,7	7,0	8,3	0,52 ⁸	9,8	390	76	30,2 - 45,8	68	81	
		Chorume	8,7	50	33	4,7	2,4	- 3,3	3,2	3,2		16,7	552	79	40,2 - 55,2	54	54	
	Exploração em ciclo fechado ¹³	Estrume	12,9	270	40	7,8	3,1	- 4,7	7,0	8,3	1,49 ⁸	8,6	346	67	26,8 - 40,6	60	72	
		Chorume	19,1	50	36	6,0	3,0	- 4,2	3,8	4,4		12,8	461	77	38,5 - 53,8	49	56	
Ovinos / Caprinos	Exploração ovinos / caprinos carne ¹⁴	Estrume	1,7	270	200	8,0	3,2	- 4,8	3,3	16,0	0,17 ⁸	10,0	2000	80	32,0 - 48,0	33	160	
	Exploração ovinos / caprinos leite ¹⁴	Estrume	2,3	270	200	8,0	3,2	- 4,8	3,3	16,0	0,23 ⁸	10,0	2000	80	32,0 - 48,0	33	160	
Equinos	Cavalo adulto (> 24 meses) ¹⁵	Estrume fresco	12,0	350	300	4,4	0,3	- 0,8	2,5	9,8	1,00	12,0	3600	53	3,6 - 9,6	30	118	
		Estrume curtido	8,0	350	240	6,8	0,7	- 1,8	5,0	19,5		8,0	1920	54	5,6 - 14,4	40	156	
Aves	Lugar de galinhas poedeiras	Excrementos	0,027	350	250	21,0	8,4	- 12,6	17,0	11,0	0,013	2,1	519	44	17,4 - 26,2	35	23	
		Estrume	0,015	500	330	27,0	11,0	- 16,0	30,0	20,0		1,2	381	31	12,7 - 18,5	35	23	
	Lugar de frangas de recria ¹⁶	Estrume	0,008	500	430	30,0	12,0	- 18,0	26,0	15,0	0,006	1,3	573	40	16,0 - 24,0	35	20	
	Lugar de frangos de engorda ¹⁷	Estrume	0,008	650	440	34,0	14,0	- 21,0	20,0	28,0	0,006	1,3	587	45	18,7 - 28,0	27	37	
	Lugar de perus ¹⁸	Estrume	0,030	600	400	28,0	12,0	- 18,0	23,0	13,0	0,025	1,2	480	34	14,4 - 21,6	28	16	

Adaptado de Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 2009

Notas relativas ao Anexo VII com considerações gerais e indicações sobre as condições de produção em relação às quais se baseiam os cálculos

¹ O efluente pecuário produzido depende do tipo de animal e da percentagem de fezes que contém. O chorume contém todas as fezes e urina, sendo que as quantidades referidas na tabela não consideram a adição de águas de lavagens ou pluviais. Em função de eventuais diluições, a composição mineral final do efluente pecuário, para efeitos de valorização agrícola, deve ser ajustada. O estrume é a mistura dos

dejetos sólidos e líquidos dos animais com resíduos de origem vegetal constituinte das camas. O tipo e qualidade do estrume dependem da quantidade e qualidade da cama utilizada e da proporção de fezes e de urina que contém;

² Valores referentes a uma produção média. Quando a produção é mais intensiva a quantidade de estrume e chorume aumenta consequentemente. A produção de estrume ou de chorume depende do sistema de estabulação. Se o sistema de estabulação prever a produção conjunta de estrumes e chorumes, devem ser atribuídas percentagens a cada um destes efluentes;

³ Tendo como referência o valor de N excretado nas fezes e urina, deduziram-se a este as perdas de N (principalmente na forma de amoníaco) que para animais que consomem forragem grosseira (exceto o cavalo) são de 15 % em estabulação condicionada e de 20 % em estabulação livre; para o estrume de cavalo fresco a perda é de 10 % e no estrume maturado de 30 %; para os suínos é de 20 % e nas galinhas poedeiras é de 30 % com tapete rolante, 50 % com produção no solo e de 40 % nas aves de engorda;

⁴ O N_{disp} corresponde à fração que resulta da mineralização do azoto orgânico que pode ser utilizada pelas culturas em condições ótimas. Esta fração inclui o azoto disponível a curto prazo, bem como o azoto que ficará disponível nos anos seguintes. Nas parcelas de terreno que recebem regularmente estrumes ou chorumes será o valor de N_{disp} que deverá ser tomado em conta no plano de fertilização, pois assim entra-se em consideração com o efeito residual do azoto fornecido através daqueles efluentes em anos anteriores. Em culturas forrageiras, será melhor considerar os valores superiores do intervalo de variação do N_{disp} apresentado, enquanto que nas culturas mais intensivas (milho, trigo, batata, etc.) será de considerar os valores inferiores. Se o estrume ou o chorume não é aplicado no momento ótimo, o azoto que é efetivamente disponibilizado para a cultura pode ser apreciavelmente inferior. No caso de uma aplicação isolada de estrume ou chorume, a percentagem do azoto total (N_t) que ficará disponível para a cultura no 1.º ano pode ser estimada em cerca de: 20 % para o estrume de bovino; 60 % para o chorume de bovino; 80 % para o chorume de suíno; 90 % para o estrume de aves;

⁵ CN (cabeça normal) — unidade padrão de equivalência usada para comparar e agregar números de animais de diferentes espécies ou categorias tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo e a vocação produtiva (DL 214 de 10 de novembro de 2008);

⁶ Valores reportados a uma produção média de 7 000 kg de leite. Para uma produção média de menos 1 000 kg de leite, as quantidades podem ser reduzidas em 10 %; por cada 1 000 kg de leite de produção média a mais, o volume dos efluentes devem ser acrescidos em 2 %. Esta correção tem em conta as variações do peso vivo dos animais;

⁷ No caso dos bovinos de recria com menos de 1 ano, de 1 a 2 anos, ou com mais de 2 anos, o volume de efluentes produzidos por animal e ano deve ser de 5, 7, ou 10 toneladas de estrume ou 5,5, 8 e 11 m³ de chorume, respetivamente, com as mesmas características dos efluentes das vacas aleitantes. Nos vitelos em aleitamento artificial /recria até 90 dias de idade, as quantidades são consideradas por lugar/ano (4 ciclos);

⁸ Valor de cabeça normal adaptado do DL 214 de 10 de novembro de 2008;

⁹ Um lugar de porca reprodutora compreende uma porca (depois do 1.º parto) e a criação de 20 a 24 bácoros até um peso de 25-30 kg, por lugar e por ano. Na porca aleitante consideram-se 8,2 ciclos por ano, na gestante 3,1 ciclos/ano, e nos bácoros 11,5 ciclos/ano;

¹⁰ Um lugar de porco de engorda corresponde a um lugar para engorda de um suíno dos 25 até 100 kg com 3 a 3,2 ciclos por ano;

¹¹ Consideram-se 11,5 ciclos por ano, tendo cada ciclo uma duração de 32 dias;

¹² Na exploração de produção de leitões, por cada porca alojada e ano, para além dos efluentes desta, são considerados os valores equivalentes a 5 % de varrascos e 3 leitões desmamados;

¹³ Na exploração em ciclo fechado, por cada porca alojada e ano, para além dos efluentes desta, são considerados os valores equivalentes a 5 % de varrascos, 3 leitões desmamados e 6,5 porcos em acabamento;

¹⁴ Valores que têm em consideração os efluentes produzidos por uma fêmea reprodutora, bem como pela respetiva descendência/substituição (15 % nos regimes extensivos/carne ou leite e 20 % nos intensivos/leite) e os machos (5 %), associados ao efetivo;

¹⁵ Os estrumes produzidos são considerados "frescos" se o armazenamento for inferior a 1 mês e "curtidos" se for superior a 3 meses. Os valores apresentados na tabela referem-se a um cavalo adulto, com peso vivo médio de cerca de 550 kg e com uma atividade reduzida (média de uma hora trabalho/dia). Os valores para equídeos mais leves (pôneis, poldros, burros, etc.) devem ser adaptados em função do seu peso médio;

¹⁶ Em 18 semanas as aves atingem o peso de 1,3 a 1,6 kg; consideram-se 2 a 2,5 ciclos por ano;

¹⁷ Para raças de engorda intensiva estes valores correspondem a uma duração de 40 dias (9 ciclos/ano) e para raças de engorda extensiva de 60 dias (6 ciclos/ano);

¹⁸ Produção de perus com um peso médio final de 12 kg com 2,8 ciclos por ano.

ANEXO VIII

Valores de referência para o cálculo das quantidades de água de lavagem utilizadas na atividade pecuária que escoam para o tanque de receção dos dejetos

Tipo de água usada	Unidade ⁵	m ³ /ano
Água de limpeza do estábulo e de tratamento dos animais (bovinos) ¹	1 CN	7
Água de evacuação do estrume por flotação ²	1 CN	6
Água de limpeza da suinicultura e de tratamento dos animais ³	0,15 CN	2
Água de limpeza de aviários de galinhas poedeiras ³	13 CN	0,5
Água de limpeza de aviários de frangos de engorda ³	6 CN	0,8
Escorrências das pilhas de estrume a céu aberto e lugares de passagem não cobertos ⁴	m ²	1

Adaptado de Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 2009

¹ A quantidade de águas usadas pode variar enormemente consoante o tipo de lavagem e mesmo a época do ano. Cada exploração beneficiará se tiver um contador individual que lhe permita fazer as suas próprias estimativas;

² Esta quantidade adiciona-se geralmente à que é utilizada para a limpeza normal dos estábulos;

³ Sem a utilização de equipamento a alta pressão os valores são superiores aos indicados. Em princípio a limpeza não se faz senão ao fim de uma série. Para a limpeza de um pavilhão vazio que esteve ocupado com galinhas poedeiras, é preciso contar com o gasto de 0,5 m³ de águas usadas por 1000 galinhas poedeiras;

⁴ Quantidade a ser tida em consideração apenas quando a água vai parar ao tanque de receção dos dejetos;

⁵ CN (cabeça normal) — unidade padrão de equivalência usada para comparar e agregar números de animais de diferentes espécies ou categorias tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo e a vocação produtiva (DL 214 de 10 de novembro de 2008).

ANEXO IX

Composição química de compostos de RSU, lamas de ETAR urbanas e celulósicas, subprodutos de lagares de azeite e farinhas de carne e peixe

Parâmetros		Compostos RSU ^[1]	Lamas ETAR urbanas ^[1]	Lamas celulósicas ^[1]	Subprodutos de Lagares de azeite			Farinhas	
					Águas-ruças de 3 fases ^[1]	Águas-ruças de prensas ^[1]	Bagaços de 2 fases ^[1]	Carne ^[2]	Peixe ^[2]
pH(H ₂ O)		7,7 - 8,0	7,1 - 7,5	7,8 - 8,5	5,0 - 5,7	4,6 - 5,1	4,6 - 5,5		
C/N		14 - 15	7 - 8	39 - 83	25 - 40	29 - 43	27 - 47	3,58 - 4,90	4,24 - 4,63
Cond. Elétrica	mS/cm	3,70 - 4,40	2,02 - 2,65	0,72 - 1,74	3,77 - 5,93	6,48 - 8,83	2,21 - 5,56		
Humidade	%	28 - 33	70 - 77	58 - 69	98 - 99	96 - 98	65 - 75	3 - 4	5 - 6
Matéria gorda	%							13 - 16	11 - 13
Matéria orgânica	%	51,7 - 56,1	57,6 - 61,7	40,1 - 52,2	0,7 - 1,2	1,3 - 2,6	94,1 - 96,0	69,9 - 76,8	76,5 - 83,3
Carbono orgânico	%	22,1 - 26,8							
Comp. Húmicos	%	14,4 - 16,2							
Ac. Húmicos	%	8,1 - 9,4							
Ac. Fúlvicos	%	5,9 - 7,2							
N total	%	2,08 - 2,29	4,45 - 4,93	0,51 - 1,06	0,01 - 0,02	0,02 - 0,04	1,14 - 1,92	8,26 - 8,80	9,70 - 10,08
N (NH ₄)	%	0,15 - 0,21	0,43 - 0,58	0,02 - 0,06					
N (NO ₃)	%	0,05 - 0,08	0,10 - 0,20	0,02 - 0,05			0,02 - 0,05		
N org.	%	1,41 - 1,55							
P total	%	1,22 - 1,38	3,23 - 4,37	0,19 - 0,45	0,01 - 0,04	0,02 - 0,05	0,26 - 0,71	2,78 - 4,57	2,31 - 3,50
K total	%	1,39 - 1,67	0,30 - 0,48	0,08 - 0,20	0,11 - 0,21	0,23 - 0,40	1,39 - 2,93		
Ca total	%	6,96 - 8,29	6,70 - 8,71	17,19 - 23,13	0,02 - 0,04	0,02 - 0,03	0,17 - 1,08	4,25 - 8,64	2,61 - 3,86
Mg total	%	0,77 - 0,94	0,65 - 0,95	0,39 - 0,59	0,005 - 0,008	0,010 - 0,015	0,040 - 0,220		
Fe total	mg/kg	1,13 - 1,47	0,92 - 1,84	0,14 - 0,44					
Na total	%	0,86 - 1,08			0,003 - 0,021	0,004 - 0,040		0,34 - 1,59	
Cl total	%	1,03 - 1,21	0,37 - 0,54					0,88 - 1,43	1,78 - 3,78
S total	%	0,64 - 0,76	0,76 - 1,02						
Al total	%	1,36 - 2,15							
Cu total	mg/kg	172 - 221	292 - 426	40 - 76					
Zn total	mg/kg	341 - 427	957 - 1223	95 - 184					
Mn total	mg/kg	175 - 279	152 - 317	54 - 69					
B total	mg/kg	26 - 33	22 - 39						
Ni total	mg/kg	30 - 37	99 - 251	20 - 35					
Cr total	mg/kg	42 - 64	106 - 140	16 - 29					
Cd total	mg/kg	1,12 - 1,50	2,03 - 2,58	1,57 - 2,19					
Pb total	mg/kg	135 - 179	74 - 101	25 - 39					
Co total	mg/kg		9,8 - 11,7						
Hg total	mg/kg	0,25 - 0,45	0,83 - 1,28	0,01 - 0,09					
RAS					0,36 - 1,37	0,30 - 1,70			

Fonte: ^[1] LQARS (dados não publicados); ^[2] INETI (dados não publicados);

Resultados reportados à matéria seca exceto os das águas-ruças que reportam à matéria original; RAS — razão de adsorção de sódio

ANEXO Xa

Valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nas lamas destinadas à agricultura e quantidades máximas que anualmente se podem incorporar nos solos.

Metais pesados ¹	Valores limite em solos com ²			Valores limite em lamas (mg/kg de matéria seca)	Valores limite das quantidades que podem aplicar-se ao solo através de lamas ³ (kg/ha e ano)
	pH ≤ 5,5	5,5 < pH ≤ 7,0	pH > 7,0		
Cádmio	1	3	4	20	0,15
Chumbo	50	300	450	750	15
Cobre	50	100	200	1000	12
Crómio	50	200	300	1000	4,5
Mercúrio	1	1,5	2,0	16	0,1
Níquel	30	75	110	300	3
Zinco	150	300	450	2500	30

Adaptado de MAOTDR, 2009

¹ Fração solúvel em água-régia

² Os valores de pH referem-se a pH (H₂O). Os valores-limite para solos com pH (H₂O) superior a 7,0 aplicam-se apenas no caso de esses solos serem ocupados com culturas com fins comerciais e destinadas unicamente ao consumo animal. No caso de solos com pH superior a 7,0, destinados a culturas para consumo humano, aplicam-se os valores limite que figuram na coluna anterior.

³ As quantidades indicadas referem-se a valores médios de metais pesados incorporados ao solo num período de 10 anos de aplicação de lamas. A quantidade de lama a aplicar num determinado ano deve ser calculada com base na média das quantidades de metais pesados introduzidas no solo através das mesmas no período de 10 anos que termina nesse mesmo ano (inclusive).

ANEXO Xb

Valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nos efluentes pecuários e fertilizantes orgânicos deles derivados e quantidades máximas que anualmente se podem incorporar nos solos.

Metais pesados ¹	Valores limite em solos com ²			Valores limite nos efluentes pecuários (mg/kg de matéria seca)	Valores limite das quantidades que podem aplicar-se ao solo através de efluentes pecuários ³ (kg/ha e ano)
	5,0 < pH < 6,0	6,0 < pH < 7,0	pH ≥ 7,0		
Cádmio	0,5	1,0	1,5	5	0,03
Chumbo	50	70	100	600	2,25
Cobre	20	50	100	500	3,0
Crómio	30	60	100	300	3,0
Mercúrio	0,1	0,5	1,0	5	0,03

Metais pesados ¹	Valores limite em solos com ²			Valores limite nos efluentes pecuários (mg/kg de matéria seca)	Valores limite das quantidades que podem aplicar-se ao solo através de efluentes pecuários ³ (kg/ha e ano)
	5,0 < pH < 6,0	6,0 < pH < 7,0	pH ≥ 7,0		
Níquel	15	50	70	200	0,9
Zinco	60	150	200	1500	7,5

Adaptado de MAOTDR e MADRP, 2009.

¹ Fração solúvel em água-régia² Os valores de pH referem-se a pH (H₂O).

³ Estas quantidades dependem das características do fertilizante, bem como do solo em que irá ser aplicado; as quantidades indicadas referem-se a valores médios de metais pesados incorporados no solo num período de 10 anos de aplicação do fertilizante.

ANEXO Xc

Valores-limite de concentração de compostos orgânicos nas lamas destinadas à agricultura

Compostos orgânicos	Valores limite (matéria seca)
LAS (alquila benzenossulfonatos lineares)	5000 mg/kg
NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados)	450 mg/kg
PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos)	6 mg/kg
PCB (compostos bifenilos policlorados)	0,8 mg/kg
PCDD (policlorodibenzodioxinas)	100 ng TEQ/kg
PCDF (furanos)	

Adaptado de MAOTDR, 2009.

ANEXO Xd

Valores máximos admissíveis de concentração de microrganismos patogénicos nos efluentes pecuários e nas lamas de depuração

Microrganismos	Valores limite
<i>Escherichia coli</i>	< 1000 células/g de material fresca
<i>Salmonellas</i> spp.	ausente em 25 g de material fresca

Adaptado de MAOTDR, 2009

A — Restrições à instalação de culturas e às práticas agrícolas de acordo com o declive do terreno

Valor do IQFP	Floricultura e culturas hortícolas ao ar livre	Arvenses, forrageiras e pastagens Temporárias	Culturas arbóreas e arbustivas	Pastagens permanentes
1	Cobertura do solo cultivado durante a época das chuvas, com vegetação espontânea, semeada ou cobertura morta/inerte. Para as parcelas com declive entre 5 % e 10 %: • Mobilização do solo aproximadamente segundo as curvas de nível e evitando a linha de maior declive; • Culturas efetuadas em vala e cômodo.		Durante o inverno, revestir as entrelinhas das plantações com vegetação espontânea, semeada ou cobertura morta/inerte.	
2	Não cultivar durante o período de outono / inverno, exceto se as culturas forem instaladas em patamares ou socacos. Nas parcelas habitualmente ocupadas por floricultura e/ou culturas hortícolas, não mobilizar o solo durante a época das chuvas (outubro/março) e garantir o seu revestimento, durante este período, com vegetação espontânea, semeada ou cobertura morta/inerte.	Manter o restolho durante a época das chuvas até à preparação do solo para a cultura de primavera. Mobilizar o solo, aproximadamente segundo as curvas de nível e evitando a linha de maior declive.	Instalar novas plantações apenas em vala e cômodo, ou outro sistema de controlo de erosão considerado adequado. Durante o inverno, revestir as entrelinhas das plantações com vegetação espontânea, semeada ou cobertura morta/inerte.	
3		Instalar culturas anuais apenas se integradas em rotações. Instalar culturas com duração de 4 a 5 anos, apenas se forem culturas forrageiras ou prados temporários. Não lavar com alfaia que enterrem os resíduos das culturas anteriores.	Instalar novas plantações apenas em patamares. Durante o inverno, revestir as entrelinhas das plantações com vegetação espontânea, semeada ou cobertura morta/inerte.	Instalar pastagens semeadas com duração mínima de 5 anos. Efetuar o controlo mecânico ou manual das espécies arbustivas (sem intervenção no solo).
4	Não cultivar estas espécies	Não cultivar estas espécies		Melhorar a pastagem natural sem mobilização do solo.
5			Não cultivar estas espécies	

B — Restrições à aplicação de determinados tipos de fertilizantes de acordo com o declive do terreno

Valor do IQFP	Estrumes, sargaços, guanos, lamas e compostados	Chorumes	Adubos químicos azotados	Adubos químicos fosfatados
1	Ter em consideração as épocas e as quantidades máximas permitidas bem como a salvaguarda das distâncias de segurança a linhas de água, valas de drenagem, poços, furos ou nascentes, através de faixas tampão sem qualquer fertilização.		Ter em consideração as épocas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a linhas de água, valas de drenagem, poços, furos ou nascentes, através de faixas tampão sem qualquer fertilização.	
2				

Valor do IQFP	Estrumes, sargaços, guanos, lamas e compostados	Chorumes	Adubos químicos azotados	Adubos químicos fosfatados
3	Aplicar apenas fertilizantes com baixo teor de humidade. Ter em atenção as quantidades máximas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.	Não aplicar chorumes	Não aplicar à instalação de culturas arbóreas e arbustivas. Ter em atenção as épocas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.	Ter em atenção as épocas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.
4	Aplicar fertilizantes com baixo teor de humidade em culturas arbóreas e arbustivas (instalação ou já instaladas). Ter em atenção as épocas e as quantidades máximas permitidas bem como a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.	Não aplicar chorumes	Aplicar apenas a culturas arbóreas e arbustivas instaladas em patamares. Ter em atenção as épocas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.	Aplicar às culturas arbóreas e arbustivas (instalação ou já instaladas). Ter em atenção as épocas permitidas e a salvaguarda das distâncias de segurança a cursos de água adjacentes às parcelas.
5	Não aplicar fertilizantes			

ANEXO XII

Número de animais de diferentes espécies pecuárias, ou de lugares destes nos estábulos, pocilgas, aviários ou redís, a que corresponde a produção anual de 170kg de azoto excretado e sua conversão para cabeças normais (CN)

Espécie pecuária / Tipo de animal			Animais ou lugares / ha	CN	CN / ha
Bovinos	Vaca leiteira	<i>animal</i>	1,5	1,2	1,8
	Vaca mãe sem vitelo	<i>animal</i>	2,1	1	2,1
	Vaca aleitante - raças pesadas (>500kg pv)	<i>animal</i>	1,9	1	1,9
	Vaca aleitantes - raças ligeiras (<500kg pv)	<i>animal</i>	2,4	0,8	1,9
	Bezerro ou vitela para criação	< 1 ano <i>animal</i>	6,8	0,4	2,7
		1 a 2 anos <i>animal</i>	4,3	0,6	2,6
		> 2 anos <i>animal</i>	3,1	0,8	2,5
	Vitelo recria/engorda (50 a 200kg pv)	<i>lugar</i>	13,1	0,4	5,2
		<i>animal</i>	34,0	0,4	13,6
	Vitelo em aleitamento (até 10 meses e ± 350kg pv)	<i>animal</i>	5,0	0,4	2,0
		<i>lugar</i>	5,2	0,8	4,1
	Bovino de engorda intensiva	<i>animal</i>	4,1	0,8	3,3
		<i>lugar</i>	4,3	0,8	3,4
Suínos	Porco de engorda / substituição	<i>lugar</i>	13,1	0,15	2,0
		<i>animal</i>	42,5	0,15	6,4
	Porco de criação	<i>lugar</i>	4,9	0,35	1,7
	Varrasco	<i>animal</i>	9,4	0,3	2,8
	Porca aleitante	<i>lugar</i>	4,0	0,35	1,4
		<i>porca e ciclo</i>	33,3	0,35	11,7
	Porca gestante	<i>lugar</i>	8,5	0,35	3,0
		<i>porca e ciclo</i>	26,2	0,35	9,2
	Bácoro desmamado	<i>lugar</i>	37,0	0,05	1,8
		<i>animal</i>	425,0	0,05	21,3
Ovinos / caprinos	Ovelha/cabra de carne	<i>animal</i>	14,2	0,15	2,1
	Ovelha/cabra de leite intensiva	<i>animal</i>	8,1	0,2	1,6
Equinos	Égua com potro	<i>animal</i>	3,3	1,4	4,6
	Cavalos adultos	<i>animal</i>	3,9	1	3,9
	Poldro (de 6 meses a 24 meses)	<i>animal</i>	4,0	0,6	2,4
Aves	Galinha poedeira	<i>lugar</i>	213	0,013	2,8
	Frangas de recria	<i>lugar</i>	500	0,006	3,0
		<i>animal</i>	1133	0,006	6,8
	Frangos de carne	<i>lugar</i>	378	0,006	2,3
	Perus (até 12 kg)	<i>lugar</i>	121	0,025	3,6
		<i>animal</i>	354	0,025	10,6
	Avestruz	< 13 meses <i>animal</i>	15,5	0,2	3,1
		> 13 meses <i>animal</i>	7,1	0,2	1,4
Leporídeos	Coelha reprodutora	<i>lugar</i>	18,9	0,04	0,8

Plano de Fertilização (exemplo de modelo)

$$P_a + P_s + P_r = \quad \text{kg/ha de } P_2O_5$$

1 - O somatório do valor de P_2O_5 disponibilizado com o do P_2O_5 aplicado não deve ser superior ao valor recomendado pelos serviços especializados, em função da produção esperada; 2 - No caso de haver pastoreio direto de uma cultura prateada (e não restolho), contabilizar o excreta de acordo com os valores do anexo VI.

ANEXO XIV

Quantidades médias de material de camas utilizado por animal estabulado

Espécie pecuária/ tipo de animal	Sistema de estabulação	Material usado	Quantidade média utilizada
Vacas leiteiras	Em pesebres	Palha cortada	120 kg/180 dias
		Serradura	150 kg/180 dias
	Livre	Palha	530 kg/180 dias
Bovinos de carne	Livre	Palha	530 kg/180 dias
Suínos	Pocilgas com camas	Palha	102 kg/ano
Galinhas poedeiras	Criação no solo em camas profundas	Aparas de madeira	1 kg/ano
		Palha cortada (38-50mm)	1 kg/ano
Frangos	Criação no solo em camas profundas	Aparas de madeira	0,5kg/ano/frango/série
		Palha cortada	0,5kg/ano/frango/série
		Desperdícios de papel	0,5kg/ano/frango/série

Fonte: Scottish Executive, 2005

ANEXO XV

Legislação**1 — Legislação Nacional**

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho (<http://dre.pt/pdf1s/1997/06/139A00/29592967.pdf>)

Relativo à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático, procedendo à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1991. Foi alterado pelo Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro, pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho e pelo Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de outubro.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro (<http://www.dgadr.mamaot.pt/rec-hid/diretiva-nitratos/legislacao>)

Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (<http://dre.pt/pdfgratis/1998/08/176A00.PDF>)

Estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro (<http://dre.pt/pdf1s/1998/11/259A00/59825983.pdf>)

Procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro, que altera a Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio, no que respeita a determinados requisitos estabelecidos no seu anexo I.

Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, e transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro.

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março (<http://dre.pt/pdf1sdp/1999/03/059A00/13721373.pdf>)

Altera o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.

Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho (<http://dre.pt/pdf1sdp/2004/06/145A00/38053809.PDF>)

Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (<http://www.dre.pt/pdf1s/2005/12/249A00/72807310.pdf>)

Estabelece as bases para a gestão sustentável dos recursos hídricos e define o novo quadro institucional para o setor, sendo complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho.

Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março (<https://dre.pt/pdf1sdp/2006/03/064A00/23312354.pdf>)

Complementa a transposição da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, em desenvolvimento do regime fixado na Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio (<https://dre.pt/pdf1sdp/2007/05/10502/00240049.pdf>)

Estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 391-A/2007, de 21 de dezembro, pelo Decreto-Lei n.º 93/2008, de 4 de junho, pela Declaração de Retificação n.º 32/2008, de 11 de Junho, pelo Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, pelo

Decreto-Lei n.º 137/2009, de 8 de junho, pelo Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, pelo Decreto-Lei n.º 82/2010, de 2 de julho, e pela Lei n.º 44/2012, de 29 de agosto.

Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de outubro (<http://dre.pt/pdf1s/2008/10/19500/0713007133.pdf>)

Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, na redação que lhe foi dada pelos Decretos-Leis n.ºs 348/98, de 9 de novembro, e 149/2004, de 22 de junho, que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas.

Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro (<http://dre.pt/pdf1sdp/2008/10/20900/0756907575.pdf>)

Estabelece o regime de proteção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de dezembro, relativa à proteção da água subterrânea contra a poluição e deterioração.

Decreto-Lei n.º 276/2009, de 2 de outubro (<http://dre.pt/pdf1s/2009/10/19200/0715407165.pdf>)

Estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correta utilização.

Portaria n.º 631/2009, de 9 de junho (<https://dre.pt/pdf1sdp/2009/06/11100/0358003594.pdf>)

Estabelece as normas regulamentares a que obedece a gestão dos efluentes das atividades pecuárias e as normas regulamentares relativas ao armazenamento, transporte e valorização de outros fertilizantes orgânicos.

Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho (http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/DL_73_2011_DQR.pdf)

Procede à terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, e transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro, relativa aos resíduos.

Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho (<https://dre.pt/pdf1sdp/2012/06/12000/0310903139.pdf>)

Procede à segunda alteração à Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, transpondo a Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

Portaria n.º 259/2012, de 28 de agosto (http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/portaria_259_2012.pdf)

Estabelece o programa de ação para as zonas vulneráveis de Portugal Continental identificadas pela Portaria n.º 164/2010, de 16 de março (<http://dre.pt/pdf1sdp/2010/03/05200/0081700820.pdf>).

Decreto-Lei n.º 81/2013, de 14 de junho (<http://dre.pt/util/getdiplomas.asp?s=sum&idip=20131031>)

Aprova o novo regime do exercício da atividade pecuária (NREAP), nas explorações pecuárias, entrepostos e centros de agrupamento, garantindo o respeito pelas normas de bem-estar animal, a defesa higios-sanitária dos efetivos, a salvaguarda da saúde, a segurança de pessoas e bens, a qualidade do ambiente e o ordenamento do território, num quadro de sustentabilidade e de responsabilidade social dos produtores pecuários.

Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho (<http://www.homepage-juridica.net/destaques-do-diario-da-republica/6812-decreto-lei-n-103-2015-de-15-de-junho.html>)

Estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes, assegurando a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativo aos adubos.

2 — Legislação Comunitária

Diretiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro

(<http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index.en.html>)
Relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.

Diretiva 91/271/CEE, do Conselho Europeu, de 21 de maio
(<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=818>)

Relativa à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas e ao tratamento e descarga de águas residuais de determinados setores industriais.

Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 27 de fevereiro
(<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=818>)

Altera o anexo I da Diretiva 91/271/CEE.

Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro

(<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=818>)

Estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, designada resumidamente por Diretiva-Quadro da Água (DQA).

Regulamento CE 1069/2009, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro

(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:PT:PDF>)

Define as regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano e que revoga o Regulamento (CE) n.º 1774/2002 (regulamento relativo aos subprodutos animais).

¹ Os valores relativos à composição percentual dos adubos nos diversos nutrientes que se apresentam neste código devem ser entendidos como sendo os valores mínimos obrigatoriamente doseados

311077799

AGRICULTURA, FLORESTAS E DESENVOLVIMENTO RURAL

Gabinete do Ministro

Despacho n.º 1231/2018

Criada em 1999, a Medalha de Honra da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural visa reconhecer publicamente e distinguir as pessoas ou organizações que, de forma particularmente dedicada e empenhada, através da sua ação continuada, contribuem ou contribuíram para o desenvolvimento e valorização da agricultura nacional.

Nascida em Alvaiázere, Maria Antónia da Silva Figueiredo, foi a mulher portuguesa que, desde a adesão de Portugal à então CEE, desempenhou o cargo de mais elevada representatividade associativa no âmbito da agricultura, em Bruxelas.

Licenciada em Engenharia Agrónoma pelo Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, em 1988 ingressou na cúpula do setor cooperativo agrícola português, a CONFAGRI — Confederação das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal, ocupando, desde 2012, os cargos de Secretária-Geral Adjunta da Confederação e de Vice-Presidente da COGECA — Confederação Geral das Cooperativas Agrícolas da União Europeia.

Dotada de uma excelente capacidade de comunicação, especializada em economia agrícola e conhecedora profunda da Política Agrícola Comum, Maria Antónia da Silva Figueiredo participou ativamente, desde 1998, em colóquios e seminários de dirigentes e técnicos de cooperativas e associações agrícolas e de agricultores em todo o país, formando e informando inúmeros agricultores portugueses.

Foi Presidente do Observatório dos Mercados Agrícolas e Importações Agroalimentares, desde a sua criação, em 1997.

O nome de Maria Antónia da Silva Figueiredo ficará para sempre ligado à história da CONFAGRI e associado à competência, dinamização e conhecimento do associativismo cooperativo em Portugal.

Assim, ao abrigo do n.º 1 do artigo 4.º da Portaria n.º 294-A/2016, de 25 de novembro, que estabelece o regime de atribuição da Medalha de Honra, concedo a Medalha de Honra da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, a título póstumo, a Maria Antónia da Silva Figueiredo, em reconhecimento pelo seu valioso e inestimável contributo para o desenvolvimento e valorização do associativismo cooperativo da agricultura nacional e na União Europeia, designando a CONFAGRI como fiel depositária desta distinção.

30 de janeiro de 2018. — O Ministro da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, *Luís Manuel Capoulas Santos*.

311101295