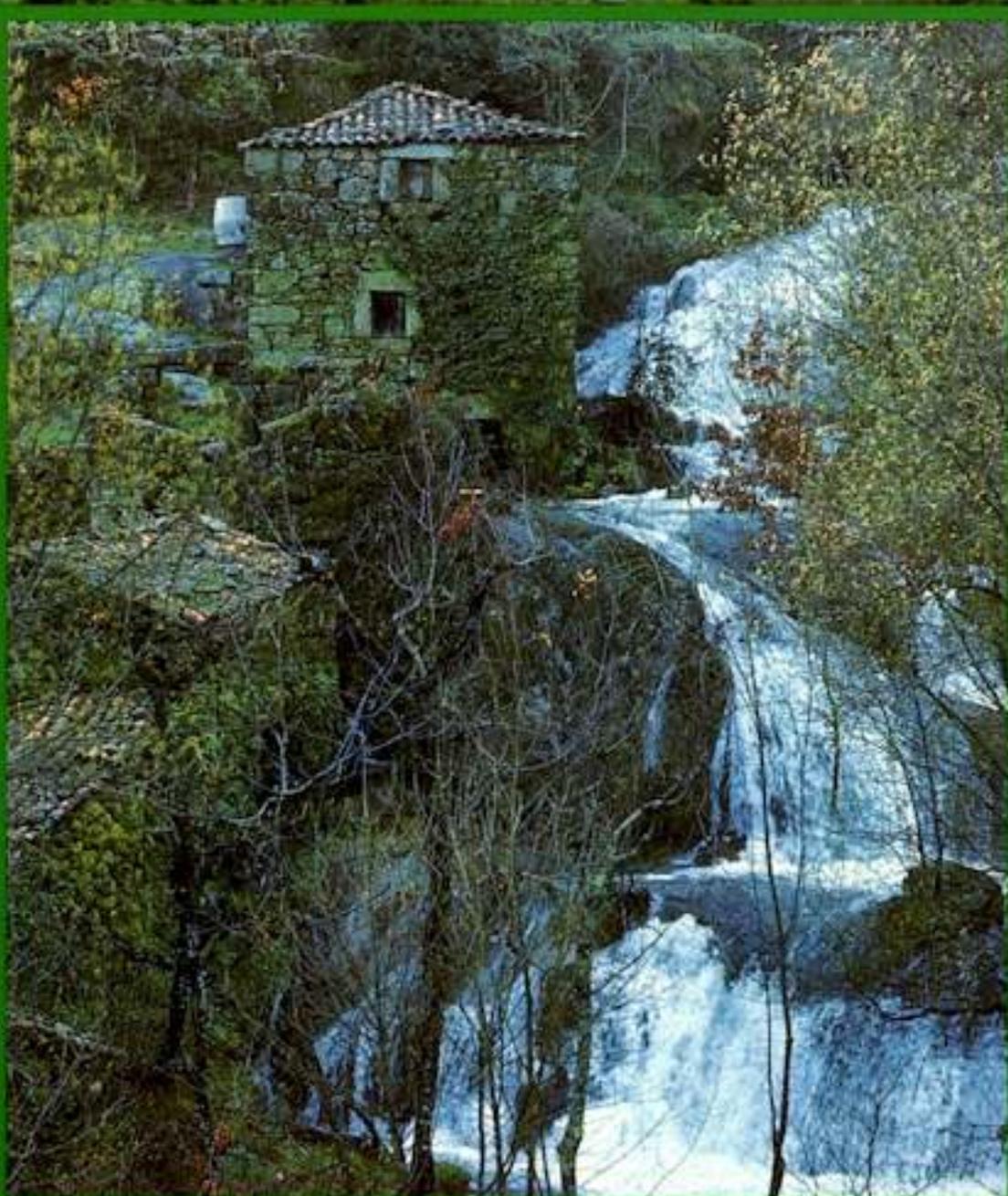




Ministério da  
Agricultura,  
do Desenvolvimento  
Rural e das Pescas

# CÓDIGO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

## PARA A PROTECÇÃO DA ÁGUA CONTRA A POLUIÇÃO COM NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA



# CÓDIGO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

## PARA A PROTECÇÃO DA ÁGUA CONTRA A POLUIÇÃO COM NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA

### Apresentação

*"Para que o agricultor tenha boas produções, se é indispensável que ele lance mão de sementes ou plantas de boa qualidade, não é menos importante que as terras em que as novas plantas tem de se desenvolver, estejam n'um conveniente estado de fertilização..."*

*... Este facto, que todos os agricultores reconhecem, mas que infelizmente parece não lhes merecer a atenção devida, mostra quanto se torna essencial o adubar, estrumar e tornar as terras aptas a serem exploradas com economia. e vantagem.*

*O primeiro elemento de que se lança mão para dar ás terras a fertilidade precisa, é o estrume. Mas, podemos dizel-o, nenhum agricultor dispõe da massa de estrumes sufficiente para corrigir nas suas terras o desfalque que ellas annualmente experimentam pelo effeito das culturas successivas. D'aqui, a necessidade que tem todo o agricultor de recorrer a outros meios de fertilização. Veem portanto as adubações chimicas que tão completamente resolvem esta difficuldade.*

*Se, porém, queremos indicar ao agricultor o modo de augmentar e melhorar a força dos seus estrumes, ainda mais é desejo nosso dar-lhe elementos para que elle possa fazer um largo emprego dos adubos chimicos com probabilidade de bom exito quanto á sua applicação e ao abrigo dos logros quanto á sua compra"*

*In "Guia Pratico para o Emprego dos Adubos em Portugal" ; Real Associação Central da Agricultura Portugueza - 1898*

O papel da adubação química e orgânica na melhoria da produtividade dos sistemas culturais mantém hoje a actualidade com que é tratado nas palavras deste texto introdutório, velho de um século.

A utilização adequada desta técnica de produção, correctamente associada às outras práticas culturais que constituem os sistemas culturais, pode ser factor decisivo para aumentar a sua rentabilidade económica, contribuindo, assim, para a modernização e reforço da competitividade do sector agrícola.

Se aqueles dois objectivos são estratégicos para o desenvolvimento da nossa agricultura, temos, também, que ter presente que, à luz da realidade actual e da evolução dos conhecimentos científicos, a protecção dos recursos naturais e a preservação do ambiente são igualmente imprescindíveis, tal como claramente consagrado na Lei de Bases do Desenvolvimento Agrário.

A protecção da água, elemento essencial a qualquer forma de vida e factor de produção insubstituível da actividade agrícola, merece assim especial preocupação, quer em termos de manutenção da sua qualidade, quer da sua disponibilidade.

O presente Código de Boas Práticas Agrícolas, ao estabelecer, nas condições naturais do nosso país, um conjunto de orientações e directrizes de base para a gestão do azoto nos ecossistemas agrícolas, constitui um instrumento importante para atingir aquele objectivo.

O empenho pessoal que o Eng<sup>o</sup> Soveral Dias colocou na elaboração deste documento, transmitindo nele o profundo saber que a sua competência técnica encerra, deve ser aqui realçado e objecto de reconhecimento.

O seu contributo insere-se na tarefa colectiva que, gostaria de sublinhar, envolve todos e cada um de nós, governo, agricultores, técnicos e comunidade científica para salvaguarda desse património nacional que são os nossos recursos hídricos.

Lisboa, 27 de Novembro de 1997

*O Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas*

## **INDICE:**

- **Introdução, Definições**
- **Princípios Gerais da Fertilização Racional**
- **Fertilizantes contendo Azoto e seu Comportamento no Solo**
- **Armazenamento e Manuseamento de Adubos Químicos. Normas Gerais**
- **Armazenamento e Manuseamento de Efluentes das Explorações Agro-Pecuárias**
- **Aplicação de Fertilizantes contendo Azoto**
- **Aspectos da Gestão e Utilização do Solo Relacionados com a Dinâmica do Azoto**
- **Gestão da Rega e Prevenção da Poluição das Águas Superficiais e Subterrâneas causada por Nitratos**
- **Planos de Fertilização e Registo dos Fertilizantes Utilizados na Exploração Agrícola**
- **Bibliografia**
- **ANEXOS:**

**ANEXO 1** - Quantidade média de nutrientes principais excretados anualmente por unidade animal das principais espécies pecuárias

**ANEXO 2** - Quantidade e composição de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente pelas principais espécies pecuárias, conforme o sistema de estabulação

**ANEXO 3** - Valores indicativos para o cálculo das quantidades de água de lavagem que vão parar aos tanques de recepção dos dejectos

**ANEXO 4** - Composição química de lamas de depuração de esgotos urbanos e de compostos de resíduos sólidos urbanos (RSU)

- ANEXO 5** - Valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nas lamas destinadas à agricultura e quantidades máximas que anualmente podem incorporar-se nos solos
- ANEXO 6** - Quantidades médias de material de camas utilizado por animal estabulado
- ANEXO 7** - Quantidades de nutrientes principais removidos do solo por algumas culturas
- ANEXO 8** - Quantidades estimadas de azoto fixado por algumas leguminosas
- ANEXO 9** - Quantidades de azoto, fósforo e potássio contidos nos resíduos de algumas culturas com teor médio de humidade à colheita (kg/t)
- ANEXO 10** - Relação C/N de alguns estrumes, compostos e outros produtos
- ANEXO 11** - Número de animais de diferentes espécies pecuárias, ou de lugares destes nos estábulos, pocilgas aviários ou redis, a que corresponde a produção anual de 170 kg de azoto.
- ANEXO 12** - Laboratórios que realizam análises de terra

## INTRODUÇÃO

- A preservação da qualidade do ambiente constitui hoje uma preocupação maior da humanidade face às ameaças que, de vários lados, continuamente se levantam, pondo em risco a sua própria sobrevivência.
- À 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 explosivo de crescimento demográfico, mais que quadruplicou ao longo deste século. O recurso à produção intensiva de alimentos, quer de natureza vegetal, quer de natureza animal, conduziu em muitas regiões ao uso maciço de adubos químicos, de pesticidas e de outros factores de produção e 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 e a gestão incorrecta das volumosas quantidades de resíduos orgânicos gerados nas explorações agrícolas, agro-pecuárias e pecuárias ou provenientes do exterior, poderão ser fontes de contaminação e de poluição ambiental, seja dos solos, das águas e ou do ar. Tal poluição poderá ter carácter pontual, como acontecerá no caso da descarga directa dos efluentes não tratados das pecuárias intensivas nos cursos da água; 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.
- Algumas das substâncias constituintes ou provenientes de muitos adubos químicos e resíduos orgânicos, estrumes, chorumes, águas residuais, lamas de depuração e outros produtos, incluindo a matéria orgânica do solo, são os nitratos, dotados de grande solubilidade e, por isso, facilmente arrastados pelas águas das chuvas ou das regas.
- A redução das perdas de nitratos 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 pelas culturas e para o aumento das suas produções, concorrendo, assim, para uma rentabilidade económica mais elevada do uso dos fertilizantes e de outros factores de produção.

- A contaminação das águas com nitratos, quando ultrapassa certos limites, pode ter consequências nefastas para o ambiente e para a própria saúde humana, pelo que deverá ser evitada.
- A União Europeia, através da Directiva 91/676 relativa à protecção 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 presente Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) procura satisfazer uma tal exigência. Nele se estabelecem orientações e directrizes de carácter geral, tanto quanto possível fundamentadas, com o objectivo principal de auxiliar os empresários agrícolas, com a necessária preparação básica para compreenderem o que nele se expõe, e, sobretudo, os técnicos extensionistas que prestam apoio aos agricultores, na tomada de medidas que visem racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que directa ou indirectamente interferem na dinâmica do azoto nos ecossistemas agrários, por forma a minimizar as suas perdas sob a forma de nitratos e, assim, proteger as águas superficiais e subterrâneas desta forma de poluição.
- Com base no CBPA poderão estabelecer-se programas de acção a implementar nas zonas vulneráveis, como determina a Directiva 91/676. Neste caso, as medidas nele descritas, que em condições normais são de aplicação facultativa, terão carácter obrigatório, assumindo formas concretas em função das condições agro-climáticas e das culturas e sistemas culturais dominantes.
- Nas medidas e técnicas culturais que agora se propõem, procurou ter-se em conta a melhor e mais recente informação científica disponível no nosso País. Esta é, no entanto, bastante escassa 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, por isso, que recorrer à informação proveniente de outros países e, na medida do possível, adaptá-la às condições prevalecentes em Portugal.
- Este CBPA deverá, por conseguinte, ser periodicamente revisto para a introdução de melhorias e aperfeiçoamentos que os resultados dos estudos e investigações conduzidos em Portugal ou no estrangeiro justifiquem.

## 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 a eutrofização, poluição e água poluída, são apenas acepções restritas de conceitos muito mais gerais.

**1 - Água doce:** 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 - Água subterrânea:** a água que se situa abaixo da superfície do solo na zona de saturação e em contacto directo com o solo ou o subsolo. As formações em que esta água é retida designam-se aquíferos.

**3 - Água de percolação:** a água que se infiltra no solo e que se dirige para camadas mais profundas em direcção à zona de saturação.

**4 - Cursos de água:** todas as águas superficiais, quer sejam rios, lagoas, albufeiras, canais, valas, quer sejam águas costeiras ou estuarinas.

**5 - Margem** (de cursos de água): faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas. 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 navegáveis ou flutuáveis tem a largura de 30 m; a margem das águas não navegáveis tem a largura de 10 m.

**6 - Composto azotado:** qualquer substância que contenha azoto, excluindo o azoto molecular gasoso.

**7 - Fertilizante:** qualquer substância utilizada com o objectivo de directa ou indirectamente manter ou melhorar a nutrição das plantas.

**8 - Adubo:** fertilizante cuja função principal é fornecer à planta um ou mais nutrientes.

**9 - Adubo mineral ou adubo químico:** o adubo de origem mineral ou obtido industrialmente por processos físicos e/ou químicos.

**10 - Adubo orgânico:** adubo cujos nutrientes são, na sua totalidade, de origem vegetal e/ou animal.

**11 - Adubo organomineral:** adubo obtido por mistura mecânica de adubos minerais e adubos orgânicos, contendo, pelo menos, um por cento de azoto orgânico.

**12 - Adubo azotado:** adubo elementar cujo macro-nutriente principal é o azoto, que se pode encontrar nas formas nítrica, amoniacal amídica ou em associações destas formas, como a nítrico-amoniacal.

**13 - Azoto orgânico:** azoto que faz parte de matérias orgânicas de origem animal ou vegetal, presentes no solo ou nos fertilizantes.

**14 - Azoto mineral:** azoto sob forma nítrica ou sob forma amoniacal. Por convenção, o azoto amídico dos adubos químicos (ureia e seus derivados, cianamida cálcica e outros), embora de natureza orgânica, é considerado azoto mineral.

**15 - Azoto total:** azoto orgânico e mineral contido no solo ou nos fertilizantes.

**16 - Mineralização do azoto:** conversão do azoto orgânico em azoto mineral por acção de numerosos microorganismos presentes no solo.

**17 - Nitrificação:** fase da mineralização em que o azoto amoniacal é convertido em nitratos por acção das nitrobactérias.

**18 - Correctivo agrícola:** fertilizante cuja função principal é melhorar as características físicas, químicas e/ou biológicas do solo.

**19 - Correctivo orgânico:** correctivo de origem vegetal, ou vegetal e animal, utilizado principalmente com o objectivo de aumentar o nível de matéria orgânica do solo. A maioria dos estrumes, dos compostos e das lamas de depuração, bem como a generalidade das turfas, são compostos orgânicos. Os correctivos orgânicos veiculam maiores ou menores quantidades de nutrientes que progressivamente disponibilizam para as plantas.

**20 - Estrume:** mistura dos dejectos sólidos e líquidos dos animais com resíduos de origem vegetal, como palhas e matos, com maior ou menor grau de decomposição.

**21 - Chorume:** mistura dos dejectos sólidos e líquidos dos animais, com maior ou menor grau de diluição, contendo, por vezes, restos de rações, de palhas ou de fenos. As escorrências provenientes das nitreiras também são vulgarmente designadas por chorume.

**22 - Nitreira:** estrumeira de pavimento de cimento com uma ligeira inclinação para facilitar o escoamento do líquido (chorume) que sai da base das medas ou pilhas de estrume em direcção a uma valeta que o conduz para uma fossa subterrânea onde é recolhido.

**23 - Composto:** produto resultante de um conjunto de transformação microbiológicas de misturas de resíduos orgânicos de natureza vegetal e animal como palhas e outros resíduos das culturas, matos, resíduos sólidos urbanos, lamas de depuração, estrumes, etc.

**24 - Lamas de depuração:** i) as lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) domésticas ou urbanas e de outras estações de tratamento de águas residuais de composição similar às águas residuais domésticas e urbanas; ii) as lamas de fossas sépticas e de outras instalações similares para o tratamento de águas residuais; iii) as lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais de actividades agropecuárias.

**25 - Lamas tratadas:** as lamas tratadas por via biológica, química ou térmica, por armazenagem a longo prazo ou por qualquer outro processo com o objectivo de eliminar todos 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.

**26 - Eutrofização:** o enriquecimento das águas em compostos de azoto, designadamente em nitratos que, provocando uma aceleração do crescimento das algas e plantas superiores, ocasiona uma perturbação indesejável do equilíbrio dos organismos presentes na água e da qualidade das águas em causa.

**27 - Poluição:** a descarga, directa ou indirecta, de compostos azotados de origem agrícola no meio aquático, com resultados susceptíveis de pôr em perigo a saúde humana, prejudicar os recursos vivos e os ecossistemas aquáticos, danificar áreas de recreio ou interferir noutras utilizações legítimas da água.

**28 - Poluição pontual:** descarga directa em cursos de água de efluentes contendo compostos azotados, provenientes de instalações agropecuárias como estábulos, pocilgas, ovis, aviários, nitreiras, silos, armazéns de adubos, etc.

**29 - Poluição difusa:** contaminação das águas superficiais e ou subterrâneas com compostos azotados, em especial nitratos, provenientes sobretudo de matérias fertilizantes (estrumes, chorumes, compostos, escorrências de silagens, lamas de depuração, adubos contendo azoto, etc.) distribuídas e incorporadas no solo.

**30 - Água poluída:** água cujo teor de nitratos é superior a 50 mg/l.

**31 - Escoamento superficial:** água que escorre à superfície do solo em direcção a cursos de água.

**32 - Lixiviação:** processo de lavagem de substâncias solúveis, em especial sais, por acção das águas de percolação.

**33 - Zona vulnerável:** área que drena para águas poluídas ou em vias de o serem se não forem tomadas medidas adequadas.

**34 - Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO):** quantidade de oxigénio, expressa em mg/l, que os microrganismos necessitam de consumir para a decomposição aeróbia da matéria orgânica presente na água, medida durante 5 dias a 20°C (CBO5).

**35 - Escorrência de silagem:** líquido que escorre da forragem conservada pelo processo da ensilagem em instalação apropriada designada silo.

## 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 nutrientes minerais variam com a natureza da cultura e, dentro desta, com a cultivar e o respectivo 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 enormemente 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 incorrectas ou, pelo contrário, pode aumentar quando cultivado de forma adequada de maneira a melhorar as 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 ou por degradação de alguma das suas propriedades ou ser mesmo completamente destruído por acção de fenómenos erosivos; e um solo com uma fertilidade natural muito baixa pode tornar-se altamente produtivo após correcção dos factores limitantes, designadamente de carências ou de excessos minerais, impeditivos do normal crescimento e desenvolvimento das plantas.
- Numa agricultura tecnicamente evoluída, a preservação e 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 do ambiente.
- A preservação e melhoria da fertilidade de um solo e a criação de condições adequadas para a 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 correctamente ao solo e ou às plantas, nas épocas apropriadas e sob as formas mais adequadas, os nutrientes que nele escasseiam face às necessidades da(s) cultura(s).
- Haverá, por um lado, que conhecer as necessidades de nutrientes da cultura relativamente ao nível de produção que realisticamente pretende atingir-se e, por outro, conhecer as disponibilidades do solo em nutrientes. A partir do balanço necessidades - disponibilidades poderão determinar-se os nutrientes e respectivas 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 rendibilidade económica da produção agrícola e à preservação da qualidade do ambiente, nomeadamente a protecção das águas superficiais e das águas

subterrâneas contra a poluição (eutrofização) com nutrientes minerais veiculados pelos fertilizantes.

- A prática da fertilização racional pressupõe, por conseguinte, 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 de solo, de clima e da própria cultura?
  - - Quais as épocas mais apropriadas para proceder à sua aplicação?
  - - Quais as técnicas de aplicação a adoptar de forma a obter-se uma melhor 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, com base na análise de amostras representativas de terra e/ou de amostras foliares e noutros 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 factores, formulam as recomendações de fertilização.
- A formulação das recomendações de fertilização é habitualmente feita pelos laboratórios que realizam as análises de terra e/ou as análises foliares. Tais recomendações poderão, localmente, ser melhor detalhadas, adaptadas ou complementadas com o contributo de técnicos dos serviços regionais de agricultura em função de um conhecimento mais completo das realidades locais 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, etc., recorrendo a outros fertilizantes obtidos no exterior, nomeadamente adubos químicos, adubos orgânicos e adubos organominerais, apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes.
- O azoto é o nutriente nobre por excelência das plantas e, através de vários dos seus compostos orgânicos, em especial das proteínas, também dos animais. Dado o seu comportamento biogeoquímico, a sua gestão no sistema solo-cultura ou solo-rotação de culturas é algo difícil de realizar com segurança. Por um lado, é praticamente impossível determinar com suficiente rigor a quantidade deste nutriente que um determinado solo é capaz de fornecer a uma dada cultura ao longo do seu período de vegetação activa e, daí, a dificuldade de calcular o montante adequado de azoto a aplicar através da fertilização. Por outro, o conjunto de transformações a que os compostos azotados estão sujeitos num solo normal conduz à formação de nitratos, altamente solúveis e sem capacidade para serem retidos no complexo de adsorção do solo e, por isso, facilmente arrastados nas águas de escoamento superficial e nas águas de percolação, perdendo-se, assim, para a produção agrícola e, pior que isso, contribuindo para a poluição das águas superficiais e das águas subterrâneas.
- As especificidades de comportamento do azoto no solo impõem que a fertilização com este nutriente e todas as técnicas culturais que influenciem a sua dinâmica sejam conduzidas por forma a limitar ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação com nitratos dos lençóis freáticos ou dos cursos de água.

## FERTILIZANTES CONTENDO AZOTO E SEU COMPORTAMENTO NO SOLO

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

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

Nos fertilizantes vulgarmente mais utilizados o azoto poderá encontrar-se sob forma **nítrica**, sob forma **amoniacal** ou sob forma **orgânica**. Em condições normais de temperatura e de humidade no 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.

As plantas absorvem fácil e rapidamente o azoto sob forma nítrica, isto é, sob forma de ião nitrato. Os **nitratos** são sais extremamente solúveis em água e o ião nitrato não é susceptível de ser retido, pelo menos em quantidade apreciável, pelo complexo de adsorção do solo (argila e húmus, sobretudo), nem reage com outros constituintes para dar origem a compostos insolúveis ou de solubilidade mais ou menos reduzida. 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 percolação. Os nitratos poderão ser, assim, perdidos para os cursos de água e para os lençóis freáticos, originando progressivamente a sua poluição.

Contrariamente ao que acontece com o azoto nítrico, o **azoto amoniacal**, sob a forma de ião amónio, é facilmente retido pelo complexo de adsorção do solo e, por isso, não fica sujeito às perdas por lixiviação nas águas de percolação. Em condições normais de humidade e temperatura vai, no entanto, sob a acção das nitrobactérias, convertendo-se progressivamente em nitrato, antes de ser absorvido pelas plantas. Uma vez convertido em nitrato, o azoto amoniacal passa a ter o mesmo comportamento do azoto nítrico no solo.

O **azoto orgânico** pode encontrar-se nos fertilizantes orgânicos sob diferentes formas, em especial sob a forma proteica. O azoto da ureia e da cianamida é, do ponto de vista químico, azoto orgânico, mas no domínio dos adubos convencionou-se considerar a ureia e a cianamida cálcica adubos minerais e não adubos orgânicos.

O azoto orgânico, uma vez incorporado no solo, fica sujeito a um conjunto de sucessivas transformações (aminização, amonificação e nitrificação) realizadas por diversos microrganismos. Tais transformações, que globalmente se designam por mineralização do azoto, têm como resultado final a conversão do azoto orgânico em azoto nítrico, depois de passar por azoto amoniacal.

O azoto orgânico não está imediatamente disponível para as plantas. Estas só podem absorvê-lo depois de mineralizado. Antes disso é fortemente retido no solo e não se perde nas águas de lixiviação. A sua mineralização é um processo gradual e assaz complexo e a rapidez com que se desenvolve depende de numerosos factores ambientais, em especial das condições de temperatura, humidade, arejamento e grau de acidez do solo.

Simultaneamente com a mineralização do azoto orgânico ocorre um processo inverso, a imobilização do azoto mineral, traduzido pela absorção deste, no todo ou em parte, pelos próprios microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. O saldo destes dois processos, no que toca à disponibilização de azoto mineral para as culturas, será negativo quando os materiais orgânicos incorporados ao 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 aspectos é muito importante para a tomada de decisões correctas 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.

### 1 - ADUBOS CONTENDO AZOTO APENAS SOB FORMA NÍTRICA

Os principais adubos contendo azoto apenas sob forma nítrica são o **nitrato de cálcio**, com 15% de N, o **nitrato de sódio** (sintético ou nitrato de Chile), com 15% de N e o **nitrato de potássio**, com 15% de N e 45% de potássio expresso em potassa ( $K_2O$ ).

A elevada assimilabilidade do azoto nítrico, associada à sua grande mobilidade no solo, aconselha a utilização destes adubos 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, convirá fazer a sua aplicação de forma fraccionada, isto é, em duas ou mais vezes, nas épocas e nas quantidades mais adequadas em função das exigências e hábitos alimentares das culturas, do tipo de solo e das características climáticas locais.

### 2 - ADUBOS CONTENDO AZOTO APENAS SOB FORMA AMONICAL

Os principais adubos contendo azoto apenas sob forma amoniacal são o **amoniaco anidro** com 82% de N, **soluções amoniacaís**, com várias concentrações de N, o **sulfato de amónio** com 20-21% de N e 24% de enxofre (S), o **fosfato monoamónico** (MAP), com 12% de N e 51% de fósforo expresso em anidrido fosfórico ( $P_2O_5$ ) e o **fosfato diamónico** (DAP), com 18% de N e 46% de fósforo expresso em anidrido fosfórico ( $P_2O_5$ ).

Estes adubos são sobretudo usados em adubações de fundo, dado o facto de o azoto amoniacal ser retido facilmente no complexo de adsorção do solo. Pelos motivos anteriormente expostos, a sua acção sobre as culturas não é tão rápida como a dos adubos nítricos e os riscos de perdas de azoto por lixiviação são menores. Estas perdas podem, no entanto, ser elevadas em solos muito arenosos e pobres em matéria orgânica, com reduzida capacidade de troca catiónica e, por isso, sem poder de retenção para o ião amónio.

### 3 - ADUBOS CONTENDO AZOTO NÍTRICO E AZOTO AMONICAL

Os adubos nitricoamoniacaís mais importantes são o **nitrato de amónio** e o **sulfonitrato de amónio**.

O **nitrato de amónio**, comercializado em Portugal sob forma concentrada, doseia 33% de azoto, metade nítrico e metade amoniacal. No comércio existem também diluições sólidas granuladas do nitrato de amónio doseando 20,5% ou 26% de azoto, obtidas pela mistura com calcário, calcítico ou dolomítico, finamente moído, nas quais o azoto se encontra em partes iguais sob ambas as formas, nítrica e amoniacal.

O nitrato de amónio, quer na forma concentrada, quer nas suas diluições sólidas, 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 acção imediata sobre as culturas, acção 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 26% de azoto, sendo 1/4 nítrico e o restante amoniacal. Contém, ainda, 15% de enxofre (S).

Possui 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 veicula permite-lhe uma acção mais rápida sobre as culturas.

#### **4 - ADUBOS CONTENDO AZOTO UREICO**

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

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

Existe uma gama de adubos químicos que contêm azoto ureico. O principal deles é a **ureia** com 46% de azoto.

A ureia é o adubo sólido mais rico em azoto. Trata-se de um produto extremamente solúvel na 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 convém aplicar à superfície do solo, em coberturas, em virtude do risco de elevadas perdas por volatilização do azoto sob forma de amoníaco, sobretudo em solos alcalinos em dias quentes e ventosos.

#### **5 - ADUBOS CONTENDO AZOTO APENAS SOB FORMA ORGÂNICA**

Existe uma extensa gama de fertilizantes em que o azoto se encontra inteiramente ou quase apenas 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. Segundo a norma portuguesa sobre adubos e correctivos agrícolas, NP 1048, um adubo orgânico azotado deverá possuir pelo menos 3% de azoto orgânico.

Os principais adubos orgânicos azotados são os seguintes:

- Bagaço de oleaginosas
- Farinha de sangue
- Farinha de substâncias córneas
- Farinha de peixe
- Farinha de resíduos de couro

Nestes adubos o azoto orgânico encontra-se sobretudo sob forma de proteínas, cuja estrutura, mais ou menos complexa, depende da matéria orgânica de que é feito o adubo.

A rapidez com que as substâncias proteicas se mineralizam no solo e disponibilizam o azoto sob a forma de nitrato para as plantas depende da sua estrutura química e dos factores já mencionados, podendo variar de poucas semanas a alguns meses.

Os adubos orgânicos actuam de forma mais ou menos lenta no solo, libertando progressivamente o azoto. Por isso a sua aplicação deve ser feita nas adubações de fundo, precedendo as sementeiras e 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 continuará a mineralizar-se, dando origem a nitratos que ficarão sujeitos a perder-se na água 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.

## **6 - ADUBOS CONTENDO AZOTO ORGÂNICO E AZOTO MINERAL (ADUBOS ORGANOMINERAIS)**

Como se indica, os adubos organominerais possuem simultaneamente azoto mineral e azoto orgânico. O azoto mineral permite ao adubo exercer uma acção mais ou menos rápida sobre as culturas enquanto o azoto orgânico lhe assegura uma acção mais lenta, prolongada e duradoura. Segundo a norma portuguesa NP 1048, um adubo organomineral azotado é obtido por mistura de produtos de origem animal e ou vegetal com adubos minerais e tendo apenas teor de azoto declarado. Deve possuir pelo menos 5% do azoto total e 1% de azoto orgânico.

No comércio internacional existe uma extensa gama de adubos organominerais de composição muito variada.

## **7- ADUBOS DE DISPONIBILIDADE CONTROLADA**

A fim de assegurar um fornecimento mais regular de azoto às culturas, em especial às culturas perenes, durante o seu ciclo vegetativo (evitando períodos de grande abundância alternados com períodos de escassez), reduzir, ao mesmo tempo, o número de aplicações e limitar as perdas de azoto nas águas de lixiviação, a indústria adubeira produz adubos que disponibilizam gradualmente o azoto às culturas e que podemos designar de **adubos de libertação lenta**, *slow-release fertilizers* em inglês.

Alguns são constituídos por compostos azotados de baixa solubilidade e outros são alguns dos 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 grandemente.

Do primeiro tipo, constituídos essencialmente por produtos de condensação da ureia com aldeídos, os principais adubos são os seguintes:

- **Ureia-formaldeído**, com pelo menos 36% de N total, do qual pelo menos 31% está sob a forma de azoto de ureia - formaldeído;
- **Crotonilideno-diureia (CDU)**, com pelo menos 28% de N total, do qual pelo menos 25% sob a forma de azoto de crotonilideno-diureia;
- **Isobutilideno-diureia (IBDU)**, com pelo menos 28% de N total, do qual pelo menos 25% sob a forma de azoto de isobutilideno-diureia.

Do segundo tipo existem diversos adubos um dos quais, bastante conhecido, consiste em grânulos de ureia revestidos por uma película de enxofre elementar, praticamente impermeável de início, que gradualmente, sob acção dos microrganismos do solo, se vai degradando e

deixando passar o azoto ureico para a solução do solo. É a *Sulfur-Coated Urea* (SCU) da literatura americana.

## **8 - CORRECTIVOS ORGÂNICOS**

A fertilização azotada das culturas é habitualmente feita através da aplicação de adubos adequados. No entanto, há uma grande diversidade de materiais de natureza orgânica, alguns dos quais subprodutos das explorações agrícolas e agropecuárias, como estrumes, compostos, resíduos das culturas, etc, que são habitualmente usados como correctivos orgânicos do solo com o objectivo fundamental de melhorar as suas características físicas, químicas e biológicas.

Para além dos estrumes, compostos e resíduos das culturas, também podem produzir-se nas explorações agro-pecuária outros materiais fertilizantes como chorumes e, ainda, águas residuais e lamas de depuração resultantes do tratamento dos efluentes provenientes das unidades de criação intensiva de animais, designadamente das suiniculturas.

Fora do âmbito das explorações agrícolas e pecuárias, como subprodutos de algumas indústrias, em especial das indústrias agro-alimentares e florestais, bem como da compostagem dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e do tratamento dos esgotos domésticos ou urbanos, geram-se hoje grandes quantidades de materiais cujo destino mais racional será o seu uso na fertilização do solo.

Todos estes produtos veiculam maiores ou menores quantidades dos diversos nutrientes, entre eles o azoto que pode encontrar-se inteira ou parcialmente sob forma orgânica conforme o grau de decomposição ou mineralização que os correctivos já sofreram.

Até há cerca de um século e meio, antes do advento dos adubos químicos, eram sobretudo os estrumes que os agricultores tradicionalmente utilizavam, para manter ou melhorar a fertilidade do solo e o seu potencial produtivo.

Nos planos de fertilização das culturas, e num contexto em que se procura racionalizar a gestão do azoto, não apenas por razões de economia mas, sobretudo, por exigências de natureza ambiental, é indispensável entrar em linha de conta com o contributo em azoto dos diferentes correctivos orgânicos que possam incorporar-se no solo. Nesse sentido se faz uma breve referência às características mais relevantes desses correctivos.

### **8.1 - Estrumes e chorumes**

A composição dos estrumes varia bastante com a espécie pecuária, sua idade e fim com que é explorada, com o seu regime alimentar e tipo de estabulação, com a quantidade e natureza do material utilizado nas camas, com a técnica de produção utilizada e com outros factores.

Os nutrientes contidos nos estrumes são sobretudo provenientes dos dejectos (fezes e urinas) que neles são incorporados. No Anexo 1 indicam-se as quantidades médias de alguns nutrientes excretados anualmente por unidade animal das principais espécies pecuárias.

A quantidade de estrumes e de chorumes produzidos anualmente nas explorações por unidade animal varia sobretudo com as espécies pecuárias e os 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 que elas absorvem, da temperatura atingida durante a fermentação, do grau de curtimenta final, podendo obter-se estrumes mais ou menos palhosos e mais ou menos ricos em nutrientes, conforme os casos.

A quantidade de chorume depende, também, do seu grau de diluição com 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 com restos de rações, de palhas, de fenos, de silagem ou de outros materiais.

No Anexo 2 apresentam-se as quantidades e composições médias dos estrumes e chorumes produzidos anualmente por animal das principais espécies pecuárias em função do sistema de estabulação. As quantidades de chorume referidas nesse Quadro correspondem a chorume não diluído, portanto, exclusivamente aos dejectos totais. A diluição do chorume pelas águas de lavagem das instalações, e outras, que afluem ao tanque de recepção, variará enormemente com o tipo e intensidade da limpeza efectuada. No Anexo 3 apresenta-se uma estimativa das quantidades de água de lavagem que vão para os tanques de recepção.

O azoto fornecido através do estrume ou chorume não fica imediatamente nem integralmente disponível para a cultura. A libertação e disponibilização do azoto pode alongar-se por um, dois ou três anos, dependendo da sua natureza, sendo naturalmente mais rápida nos chorumes diluídos e mais lenta no caso dos estrumes. Como é referido no Anexo 2, no caso de uma aplicação isolada de estrume ou chorume podem considerar-se as seguintes eficiências nutritivas 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 adubos orgânicos é possível utilizar directamente os valores de azoto disponível ( $N_{disp.}$ ) que figuram no Quadro do Anexo 2.

## 8.2 - Lamas de depuração

As lamas de depuração provenientes das estações de tratamento dos esgotos urbanos ou dos efluentes das pecuárias intensivas, designadamente das suiniculturas, pela matéria orgânica e pelos nutrientes que contêm, poderão ser utilizadas como fertilizantes.

Com efeito, depois de desidratadas, as lamas apresentam teores da ordem dos 45 a 50% ou mais de matéria orgânica e de 3 a 4% de azoto total do qual cerca de 90% sob forma orgânica. O teor de fósforo é bastante variável, podendo atingir os 4 - 5% expresso em  $P_2O_5$  nas lamas das ETARs dos esgotos domésticos e ultrapassar os 12-13% nas lamas resultantes do tratamento dos efluentes das suiniculturas. No Anexo 4 apresenta-se, a título meramente indicativo, a composição química de lamas de depuração de esgotos urbanos.

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

A utilização de lamas de depuração na fertilização do solo está condicionada às características destes e ao conteúdo daquelas em metais pesados (cádmio, cobre, crómio, mercúrio, níquel, chumbo e zinco) susceptíveis de causar a poluição do solo e, em certas condições, das águas, sobretudo das águas superficiais.

O Decreto-Lei nº. 446/91, de 22 de Novembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº. 86/278/CEE, relativa à utilização agrícola de lamas de depuração, fixa as exigências referentes às condições de aplicação dessas lamas aos solos cultivados. Estabelece, em particular, que só podem utilizar-se em agricultura lamas tratadas e em solos com pH ( $H_2O$ ) igual ou superior a 5,5, admitindo, no entanto, que possam também utilizar-se lamas não tratadas desde que enterradas ou injectadas no solo e só após autorização conjunta dos serviços regionais de agricultura e do ambiente. Estes mesmos serviços poderão igualmente autorizar a aplicação de lamas tratadas em solos com pH ( $H_2O$ ) inferior a 5,5. No Anexo 5 apresentam-se os valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nas lamas destinadas à agricultura e as quantidades máximas de metais pesados que, através de lamas, poderão aplicar-se anualmente ao solo.

Ao estabelecer que a aplicação de lamas se deve fazer sobre solos bem desenvolvidos e profundos, o Decreto-Lei mencionado revela-se demasiado restritivo e pouco realista face à grande extensão que os solos delgados ocupam no nosso País, grande parte dos quais poderão beneficiar significativamente com a aplicação tecnicamente correcta de lamas, sem que daí resulte qualquer prejuízo para o ambiente. Convirá que este aspecto possa ser considerado numa próxima revisão desse Decreto-Lei.

## **ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO DE ADUBOS QUÍMICOS - NORMAS GERAIS**

Os riscos de poluição causada por adubos químicos durante o seu armazenamento são muito limitados. Podem, no entanto, ocorrer acidentes susceptíveis de originar fenómenos mais ou menos graves de poluição, sobretudo com adubos fluidos (soluções e ou suspensões). Haverá, por isso, que ter certos cuidados com o armazenamento dos adubos químicos a fim de reduzir ou eliminar tais riscos, nomeadamente:

- No tocante a adubos sólidos, deverá evitar-se armazená-los a menos de dez metros de distância de cursos de água, de valas e outras condutas de drenagem, de poços, furos ou nascentes.
- Os depósitos de adubos fluidos deverão ser localizados tão longe quanto possível desses locais e projectados com capacidade e características adequadas à quantidade e tipo de adubos que se pretenda armazenar. Deverão ser construídos em material resistente à corrosão provocada pelos adubos líquidos (as soluções de adubos azotados são particularmente corrosivas) e assentes numa base suficientemente resistente para suportar com solidez os depósitos totalmente cheios. As tubagens e válvulas de enchimento e esvaziamento dos depósitos deverão, igualmente, ser resistentes à corrosão. Os seus acessos e dispositivos de protecção deverão permitir que as operações de abastecimento se realizem com facilidade e segurança.
- Haverá que manter sempre os depósitos e as respectivas tubagens e válvulas convenientemente limpas e em perfeitas condições de funcionamento, procedendo a inspecções periódicas e realizando as obras de manutenção e reparação julgadas necessárias. No caso de depósitos de aço, para além de as 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 protectora 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, sem danos, do adubo em períodos de temperaturas mais elevadas.
- Quando não em uso, as válvulas que dêem saída ao adubo por gravidade devem ficar fechadas a cadeado.
- A manipulação dos adubos fluidos deverá merecer um especial cuidado para evitar derrames susceptíveis de causar a poluição das águas. A correcta execução das operações de enchimento dos depósitos e de abastecimento dos distribuidores de adubos elimina, praticamente, tais riscos.

## **ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO DE EFLUENTES DAS EXPLORAÇÕES AGRO-PECUÁRIAS**

Como já anteriormente foi referido, a composição dos dejectos sólidos e líquidos das diferentes espécies pecuárias e dos estrumes e chorumes que deles resulta é bastante variável.

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

## **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, deverão permitir uma limpeza fácil com um baixo consumo de águas de lavagem, reduzindo-se, assim, o grau de diluição dos dejectos e a capacidade das fossas onde estes são recolhidos. As fossas deverão ser construídas fora dos estábulos, evitando-se, deste modo, o risco de acumulação, dentro destes, de gases que nelas poderão libertar-se, como o amoníaco e o ácido sulfídrico, nocivos para os animais; ao mesmo tempo obtêm-se economias na construção e tornar-se-á possível proceder periodicamente à homogeneização dos dejectos sólidos e líquidos que nelas se recolhem, operação esta de importância fundamental que será assaz difícil ou mesmo impossível de fazer se as fossas forem construídas no interior dos estábulos. As fossas deverão estar protegidas da entrada de águas pluviais, ser de construção sólida e estanques, por forma a evitar a saída dos efluentes com risco de contaminação do solo e das águas, sobretudo das águas subterrâneas.

No caso de vacarias, sempre que na exploração haja disponibilidade de materiais adequados (palhas, outros resíduos das culturas, matos, serradura, etc.) convirá utilizá-los nas camas dos animais para absorver os dejectos 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 dejectos produzidos por forma a baixar significativamente a intensidade das fermentações, 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 ou menos líquidas com os inconvenientes que daí decorrem.

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

Em tais condições, os dejectos obtidos serão de melhor qualidade, ocuparão menor volume e tornarão mais fácil a sua aplicação no campo.

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

A utilização de rações adequadas que evitem a produção de dejectos demasiado aquosos, por um lado, e, por outro, a aplicação de material de camas em quantidade apropriada que facilite

a incorporação dos dejectos produzidos, permitirão, juntamente com os cuidados anteriormente mencionados, a produção de um material fertilizante de qualidade razoável.

No Anexo 6 indica-se a quantidade média de diversos materiais de camas utilizados por animal estabulado, conforme o sistema de estabulação.

## **2 - ACERCA DO ARMAZENAMENTO DOS EFLUENTES**

Os dejectos produzidos nas explorações pecuárias, bem como os estrumes, chorumes e compostos que a partir deles poderão obter-se, deverão ser utilizados na fertilização dos solos e das culturas de forma tecnicamente correcta para deles conseguir retirar o melhor proveito sem fazer perigar a qualidade do ambiente. Haverá, por isso, que aplicá-los nas quantidades e épocas mais adequadas, o que obrigará a ter de armazená-los durante períodos maiores ou menores de tempo. As explorações agro-pecuárias necessitarão, por isso, de instalações apropriadas com capacidade suficiente para conservar em boas condições essas matérias fertilizantes até à altura em que elas devam ser aplicadas. Tais instalações deverão ser operadas de forma a evitar ou a reduzir ao máximo a poluição das águas, superficiais ou freáticas, e do ar.

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 armazenagem capaz de assegurar a utilização dessas matérias fertilizantes nas alturas mais adequadas, o que depende das condições climáticas prevalecentes na região, da forma como decorre o tempo, das culturas e do tipo de solo.

No caso de estrumes bastará considerar um período de 3-4 meses; no que respeita a chorumes ter-se-á que alargar esse período para 5-6 meses.

Haverá que ter especial cuidado na concepção e construção das fossas e tanques de recolha e armazenamento de chorumes, por forma a assegurar a impermeabilidade das paredes e dos pavimentos e, assim, reduzir ou eliminar os riscos de fugas de chorume com os inconvenientes daí resultantes.

Por uma questão de segurança e facilidade de gestão, convirá que a capacidade de cada tanque ou fossa de armazenamento de chorume não exceda os 5 000 m<sup>3</sup>, sendo preferível que se situe entre os 2 000 e os 3 000 m<sup>3</sup>. O seu projecto deve ser confiado a técnicos especialistas na matéria.

Relativamente aos estrumes, convirá guardá-los, como atrás se referiu, em recintos apropriados, se possível protegidos das águas das chuvas, com pavimento impermeável, em pilhas ou medas, até dois metros de altura, que periodicamente são 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 ervas daninhas eventualmente presentes.

## **3 - ESCORRÊNCIAS DE SILAGEM**

As escorrências provenientes de instalações (silos) onde se conservam forragens mais ou menos em verde (silagem) são ricas em substâncias orgânicas facilmente biodegradáveis, algumas delas azotadas, possuindo, por isso, um grande potencial poluente. Quando são lançadas nos cursos de água, poderão causar graves problemas de poluição devido, por um lado, à sua elevada carência bioquímica de oxigénio (CBO) que originará uma redução maior ou menor da taxa de oxigénio dissolvido na água, pondo em causa a sobrevivência dos peixes e, por outro, veiculando quantidades maiores ou menores de nutrientes que contribuirão para a eutrofização das águas com todos os inconvenientes daí resultantes. 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.

Os acidentes de poluição com estes efluentes poderão ser devidos a silos e ou fossas de recolha mal concebidos, deficientemente construídos ou mantidos.

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

Quer porque estas escorrências originam uma redução do valor alimentar da silagem, quer porque constituem um risco de poluição das águas, haverá toda a conveniência em limitar ao máximo a sua produção e dar-lhe o destino adequado por forma a minimizar aquele risco. Nesse sentido deverá ter-se em conta o seguinte:

- Convém que as forragens a ensilar estejam relativamente enxutas e possuam um teor de matéria seca não inferior a 25%; convirá, por outro lado, se possível, colocar uma camada de fardos de palha no fundo do silo para absorver parte das escorrências;
- Os silos deverão ser projectados por técnicos competentes e construídos com solidez de molde a oferecer segurança contra os derrames e infiltrações das escorrências. Designadamente deverão ser cobertos por forma a impedir a entrada da água das chuvas e possuir um fundo revestido de pavimento impermeável com um declive da ordem dos 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;
- Quer os silos, quer os tanques e condutas que para eles levam as escorrências não convém ser construídos a menos de 10 m de cursos de água ou de valas de drenagem para onde possam escoar-se essas escorrências no caso de algum acidente;
- 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 directamente 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 m<sup>3</sup>/ha de cada vez, do efluente diluído;
- Antes de proceder à ensilagem, deverão inspeccionar-se os silos e, se necessário, efectuar obras de reparação por forma a eliminar fendas nos pavimentos ou nas paredes por onde possam escapar-se escorrências para o exterior.

## **7 - APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES CONTENDO AZOTO**

### **7.1 - QUANTIDADES A APLICAR**

A quantidade adequada de azoto a aplicar através de fertilizantes a um dado sistema solo-cultura depende de numerosos factores. Por um lado, depende das necessidades da cultura e,

por outro, das disponibilidades de azoto assimilável do solo durante o ciclo vegetativo dessa cultura.

As necessidades em azoto variam enormemente consoante as culturas e dentro de uma mesma cultura variam com o seu nível de produção.

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

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

- características físicas adequadas no tocante à permeabilidade ao ar, à água e às raízes, boa espessura efectiva, boa capacidade para água utilizável;
- boas características químicas, nomeadamente disponibilidade de nutrientes assimiláveis nas quantidades e proporções mais apropriadas, ausência de elementos e/ou compostos em níveis que provoquem toxicidade, grau adequado de acidez, boa capacidade de troca catiónica para a retenção de nutrientes sob forma assimilável e garantia de um bom poder tampão que proteja a planta dos efeitos nefastos de variações bruscas de pH;
- características bióticas favoráveis, como actividade microbiana intensa (o que pressupõe abundância de matéria orgânica de qualidade com todos os seus efeitos positivos sobre a fertilidade do solo) e ausência de agentes patogénicos animados susceptíveis de atacar as plantas.

Continuando a agricultura a ser uma actividade predominantemente de natureza económica, interessará ao agricultor aproveitar, tanto quanto possível, a capacidade produtiva das plantas que cultiva. Nesse sentido deverá, através de técnicas culturais adequadas, incluindo a fertilização, proporcionar-lhes condições que lhe permitam expressar, o melhor possível, essa capacidade produtiva.

Como se sabe pela lei dos acréscimos de rendimento decrescentes, a produção máxima que poderá alcançar-se não corresponde, habitualmente, à produção óptima do ponto de vista económico.

Isto é especialmente verdade no caso da fertilização azotada, tendo em conta a tendência do comum das culturas para, acima de certos limites, entrarem em regime de consumos de luxo, isto é, continuarem a absorver quantidades elevadas de azoto sem que daí resulte qualquer aumento de produção. Haverá, por isso, que considerar as necessidades de azoto que correspondam ao nível de produção economicamente mais vantajoso.

Presentemente haverá, também, que ter em conta, para além dos aspectos económicos, aspectos de natureza ambiental, isto é, as quantidades de azoto a aplicar deverão ser tais que não conduzam à contaminação das águas superficiais e/ou subterrâneas com nitratos. Será perfeitamente possível, no entanto, harmonizar uns e outros mediante uma correcta gestão do azoto do 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, embora de forma grosseiramente aproximada, a quantidade de azoto que o solo será capaz de disponibilizar para a cultura durante o ciclo vegetativo desta, bem como os contributos nesse nutriente de outras origens, nomeadamente resíduos vegetais, água de rega e ou água das chuvas, fixação biológica, etc.; será necessário, ainda, possuir estimativas, mesmo que também grosseiras, das perdas de azoto por lavagem e/ou por volatilização assim como das quantidades eventualmente imobilizadas pelos microrganismos do solo.

Com o conhecimento destes diversos parâmetros, necessidades da cultura para um determinado nível de produção, por um lado, e disponibilidades e perdas de azoto, por outro, estar-se-á em condições de estimar a quantidade de azoto a fornecer pela fertilização a uma determinada cultura. Essa estimativa poderá calcular-se pela seguinte expressão

$$F = N - ( S + A + B + R ) + ( I + P + L )$$

em que:

F - azoto a fornecer pela fertilização, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

N - necessidades da cultura em azoto para um determinado nível de produção, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

S - azoto disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo da cultura, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

A - azoto fornecido ao solo pela água de rega e através de deposições atmosféricas secas (poeiras) ou húmidas (chuvas), em  $\text{kg.ha}^{-1}$

B - azoto fixado biologicamente sobretudo através da simbiose Rizóbio-Leguminosa, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

R - azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

I - azoto imobilizado pelos microrganismos do solo, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

P - perdas de azoto por volatilização, inclusive por desnitrificação, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

L - perdas de azoto por lavagem nas águas de escoamento e de percolação, em  $\text{kg.ha}^{-1}$

Vejamos como poderão estimar-se os valores destes diversos parâmetros.

- **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, como é óbvio, 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 extensionista, tomando em linha de conta não apenas a capacidade produtiva da cultivar mas, também, a qualidade natural do solo, as potencialidades climáticas da região para a cultura em causa, as possibilidades do agricultor fazer a tempo e horas, e correctamente, as diferentes operações culturais e granjeios desde a preparação do solo até à colheita, a disponibilidade de água no caso de culturas de regadio, etc.

No Anexo 7 apresentam-se, para um conjunto de culturas e para os níveis de produção indicadas, as quantidades médias de azoto (e de outros nutrientes) removidos do solo por essas culturas.

Dentro de cada género e para o mesmo nível de produção, as quantidades de azoto e de outros nutrientes removidos poderão variar com a espécie e dentro de cada espécie poderão ainda variar com a cultivar. Por isso, os números que se apresentam têm apenas valor aproximado, indicativo.

- **Azoto disponibilizado pelo solo (S)**

Na sua quase totalidade, o azoto que se encontra no solo faz parte da matéria orgânica e por isso apenas uma diminuta fracção se encontra imediatamente assimilável pelas plantas. O azoto orgânico, como já anteriormente se referiu, para poder ser utilizado pelas culturas terá de passar à forma mineral, primeiro a azoto amoniacal e depois a azoto nítrico, o que acontece gradualmente pela mineralização ou decomposição da matéria orgânica do solo.

A matéria orgânica do solo é, habitualmente, bastante heterogénea, constituída por fracções de composição muito diversa sobretudo no que respeita ao valor da relação C/N (carbono /azoto). Um, com valores dessa relação da ordem dos 8-10, atingiram já bastante estabilidade e decompõem-se, por isso, muito lentamente, representando o que vulgarmente se designa por húmus; outras, com valores bastante superiores, são sede de uma actividade microbiana mais ou menos intensa em condições adequadas de temperatura, de humidade e arejamento, decompondo-se ou mineralizando-se mais rapidamente que o húmus em que, progressivamente, se vão transformando.

Do ponto de vista da fertilização, interessaria conhecer com bastante aproximação a quantidade de azoto mineral que o solo vai libertando em condições de ser utilizado pela cultura. Tal não é possível, no entanto, dada a complexidade do processo, a multiplicidade de factores que nele intervêm e a imprevisibilidade de alguns deles.

Não se dispõe, por isso, de um método laboratorial suficientemente seguro e fiável para determinar, com o rigor que seria desejável, a quantidade de azoto mineral disponibilizado pelo solo durante o período activo da cultura.

Há, no entanto, métodos que permitem medir com bastante rigor o teor de azoto mineral ( $N_{\min}$ ) do solo num determinado momento. A informação assim obtida, que pode converter-se em kg/ha de azoto assimilável, embora insuficiente, vem, no entanto, a ser cada vez mais utilizada na formulação das recomendações da fertilização azotada de algumas culturas em certas regiões nas quais se procedeu aos necessários estudos.

Na falta de um método de determinação rigorosa da quantidade de azoto que o solo é capaz de disponibilizar para a cultura, poderá recorrer-se ao cálculo de uma estimativa, embora grosseira, dessa quantidade desde que se conheça o teor de matéria orgânica do solo. Admitindo para esta um valor de 12 para a relação C/N e uma taxa de mineralização anual variando entre 2 e 3% conforme as características do solo e as condições climáticas médias prevalentes em Portugal, estima-se que a quantidade de azoto mineral disponível anualmente será da ordem dos 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, respectivamente.

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 activo crescimento da cultura é susceptível 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 efectivamente o terreno. Assim, será de considerar apenas 2/3 daqueles valores para as culturas de Primavera-Verão, 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 chuvadas 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 forragens e pastagens plurianuais que ocupem permanentemente o solo.

- **Azoto fornecido ao solo através de deposições atmosféricas secas (poeiras) ou húmidas (chuvas e neve) e/ou através da água de rega (A)**

A quantidade de azoto recebido pelo solo através das poeiras, das chuvas e da neve pode variar consideravelmente com a região e tipo de actividades que nela se desenvolvem. De

forma geral poderá estimar-se essa quantidade em 5 a 10 kg de N por ano, a qual poderá aumentar de forma muito significativa em áreas de pecuária intensiva ou com determinados tipos de indústria. 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.

- **Azoto fixado biologicamente (B)**

A quantidade anual de azoto fixado biologicamente no solo, sobretudo através da simbiose *Rhizobium - Leguminosa*, depende enormemente do tipo de leguminosa cultivada, da produção desta e da quantidade de biomassa incorporada no solo, variando entre poucas dezenas e algumas centenas de quilos de N por hectare. No Anexo 8 apresentam-se as quantidades fixadas anualmente por algumas leguminosas.

- **Azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes (R)**

A quantidade de azoto assimilável fornecido à cultura pelos resíduos da(s) cultura(s) que a precede(m) (precedente cultural) depende da quantidade e composição desses resíduos, sobretudo da sua riqueza em azoto e do seu maior ou menor grau de lenhificação. Depende, também, da sua maior ou menor 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 fim com que foram feitas.

De uma cultura de milho para grão, por exemplo, poderá ficar no solo praticamente a planta inteira, excepto 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. Se se tratar de milho forragem para ser consumido em verde ou sob a forma de silagem, no terreno pouco mais restará que o raizame.

Será, pois, difícil estimar, com um mínimo de rigor, as quantidades de azoto e de outros nutrientes provenientes da(s) cultura(s) precedente(s), que deverão ser consideradas no cálculo da adubação. A título indicativo, apresentam-se no Anexo 9 as quantidades de azoto (N), de fósforo ( $P_2O_5$ ) e de potássio ( $K_2O$ ) contidos numa tonelada de resíduos de algumas culturas com um teor médio de humidade à colheita.

- **Azoto imobilizado pelos microrganismos do solo (I)**

A incorporação no solo de resíduos vegetais pobres em azoto poderá dar origem a uma diminuição do teor de azoto mineral do solo como consequência de a quantidade deste nutriente que é libertada durante a decomposição dos resíduos ser insuficiente para satisfazer as necessidades dos microrganismos responsáveis por essa decomposição.

É o que acontece, por exemplo, com o enterramento de palhas dos cereais com relações C/N elevadas, por vezes superiores a 100. Se se pretender evitar uma tal diminuição, haverá que incorporar, juntamente com as palhas, uma certa quantidade de azoto mineral, da ordem dos 8-10 quilogramas de N por cada tonelada de palha enterrada. Isso poderá tornar-se necessário se, logo após o enterramento das palhas, se seguir a sementeira de uma cultura que ficará sujeita ao risco de uma carência mais ou menos grave de azoto se tal incorporação não for feita. No Anexo 10 apresentam-se valores indicativos da relação C/N referente a diversos resíduos orgânicos.

- **Perdas de azoto sob forma gasosa para a atmosfera (P)**

Estas perdas podem ocorrer através de vários mecanismos, em especial por desnitrificação e por volatilização sob a forma de amoníaco à superfície de solos alcalinos. 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 em solos com má drenagem 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, quando estes são aplicados à superfície de solos alcalinos em períodos ventosos e de temperatura elevada. A proporção de azoto perdido por esta via poderá, em condições muito desfavoráveis, atingir os 50%.

- **Perdas por lavagem nas águas de escoamento e de percolação (L)**

As perdas de azoto nas águas de escoamento e de percolação ocorrem, sobretudo, sob a forma de nitratos e constituem o principal agente de poluição difusa do meio aquático originada pelas actividades agrícolas.

O montante destas perdas, que pode variar de poucos a algumas centenas de quilos por hectare e por ano, depende de numerosos factores, designadamente do nível de nitratos presentes no solo e da intensidade dos fenómenos de escoamento e de lixiviação. Tal nível é variável com a quantidade, tipo, época e técnica de aplicação de fertilizantes contendo azoto, com a quantidade de azoto nítrico resultante da mineralização da matéria orgânica do solo e de quaisquer outros resíduos orgânicos nele incorporados e com a quantidade de azoto recebido pelo solo por outras vias.

A mineralização da matéria orgânica e os fenómenos da lavagem dos nitratos são fortemente influenciados pelo tipo de utilização do solo e pelas técnicas culturais usadas.

Quer do ponto de vista da economia da exploração agrícola quer, do ponto de vista da preservação da qualidade do ambiente, haverá todo o interesse em reduzir ao máximo estas perdas, o que será possível com a adopção de práticas agrícolas correctas.

\*

Dada a multiplicidade e a complexidade dos factores que condicionam a determinação da quantidade tecnicamente correcta de azoto a aplicar, o critério mais seguro que o agricultor pode seguir será o de recorrer aos serviços especializados, sobretudo aos serviços oficiais do Ministério da Agricultura que, em função da análise da terra e ou da análise foliar e tendo em conta a produção esperada para a cultura que pretende fazer, lhe recomendarão a fertilização mais adequada, incluindo a quantidade de azoto a aplicar e a época e técnica de aplicação. O agricultor poderá ainda, para o efeito, recorrer a algumas Universidades, Escolas Superiores Agrárias e Adubeiras que disponham de serviços de recomendações de fertilização apoiados na análise da terra e/ou das plantas. No Anexo 12 apresenta-se uma lista dos laboratórios de análise de terra a que os agricultores poderão recorrer.

## **7.2 - ÉPOCAS E TÉCNICAS DE APLICAÇÃO. PERÍODOS IMPRÓPRIOS PARA A APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES AZOTADOS**

### **7.2.1 - Épocas de aplicação dos fertilizantes azotados**

As épocas mais adequadas de aplicação dos fertilizantes azotados serão aquelas que proporcionem um melhor aproveitamento do azoto pelas culturas, conseguindo-se, assim, uma eficiência mais elevada deste nutriente com todos os benefícios daí resultantes, incluindo a redução do risco do seu arrastamento pelas águas que se infiltram no solo ou que escorrem à sua superfície.

Essas épocas dependem não apenas das culturas mas, também, das condições agroclimáticas prevalentes e das formas químicas sob que se encontra o azoto nos fertilizantes a aplicar.

Se se utilizarem adubos químicos com azoto sob forma nítrica, amoniacal e ou ureica, portanto em condições de ser imediata ou facilmente absorvido pelas plantas, a sua aplicação convirá ser feita tanto quanto possível nas épocas em que as culturas dele mais necessitem.

Se se utilizarem fertilizantes com o azoto predominantemente sob forma orgânica, como sejam estrumes, compostos e adubos orgânicos, haverá que ter em conta que o azoto nessa forma só estará em condições de ser absorvido depois de passar à forma mineral através de um conjunto de transformações que sofre no solo. Haverá, por isso, que fazer a aplicação destes fertilizantes com a antecedência suficiente relativamente às épocas de maior absorção pelas culturas. No caso das culturas anuais, e por razões de ordem prática, a aplicação destes fertilizantes é feita na altura das sementeiras ou plantações ou precedendo estas.

A seguir se apresentam, em termos muito gerais, algumas orientações e recomendações quanto às épocas e técnicas de fertilização azotada que se consideram mais apropriadas relativamente a grandes grupos de culturas.

#### **7.2.1.1 - Culturas 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, são elevados os riscos de arrastamento do azoto nítrico pelas águas de lixiviação e ou escoamento. Por isso as quantidades de azoto a aplicar nas adubações de fundo, por ocasião das sementeiras, deverão ser sempre reduzidas e sob forma amoniacal e ou ureica. Pode mesmo não ser recomendável a aplicação de qualquer quantidade de azoto, utilizando as culturas semeadas nesta altura do ano, nas suas primeiras fases de crescimento, algum azoto mineral existente no solo, proveniente da cultura anterior e ou da mineralização da matéria orgânica, contribuindo, assim, para reduzir as perdas de nitratos nas águas das chuvas.

A fertilização azotada deverá, sobretudo, ter lugar mais tarde, em cobertura. Nos cereais, ao afilhamento (de preferência com adubos que tenham ou origem azoto amoniacal, dada a probabilidade de ainda virem chuvas) e, sobretudo no centro e norte do País, ao encanamento (de preferência com azoto sob forma nítrica que seja rapidamente disponibilizado à cultura).

No caso das forragens à base de aveia, de centeio ou de outra gramínea, aplicar o azoto ao afilhamento. Já nas consociações forrageiras gramíneas x leguminosas convirá aplicar uma pequena proporção do azoto no período Outono-Inverno (no sentido de favorecer as gramíneas), fraccionando depois a adubação de cobertura (após cada corte, quando haja vários).

#### **7.2.1.2 - Culturas de Primavera-Verão**

As quantidades de precipitação na Primavera-Verão em quase todo o território continental são habitualmente pequenas e os riscos de arrastamento do azoto pelas águas das chuvas são relativamente reduzidos na maior parte dos solos. Por isso, o azoto poderá ser todo aplicado na adubação de fundo das culturas de ciclo vegetativo mais curto, como é o caso da maioria das hortícolas; nas restantes, de ciclo vegetativo mais longo, a aplicação do azoto convirá ser fraccionada, 1/3 a 1/2 na adubação de fundo e o restante numa ou mais coberturas.

Nas culturas regadas em que seja possível a fertirrigação, o azoto poderá ser aplicado gradualmente por forma a satisfazer as necessidades fisiológicas dessas culturas ao longo do seu ciclo vegetativo.

Na cultura do arroz, tal como é feita em Portugal, em canteiros alagados, o azoto a aplicar, quer em fundo, quer em cobertura, não deverá ser sob forma nítrica, pois que além dos riscos de perdas por arrastamento pelas águas haverá, também, a ocorrência de perdas avultadas

por desnitrificação. Convirá, de preferência, ser aplicado sob forma amoniacal, que o solo retém com bastante segurança e que o arroz absorve facilmente.

### **7.2.1.3 - Culturas perenes** (vinha, olival, pomares, prados permanentes e outras)

Nestas culturas o azoto deverá ser aplicado a partir do Inverno, precedendo o começo da rebentação ou da retoma do crescimento, altura em que se inicia um período de intensa absorção de nutrientes. Aplicá-lo antes, quando as culturas se encontram ainda em repouso vegetativo, será sujeitá-lo a perdas mais ou menos intensas nas águas das chuvas.

## **7.2.2. - Técnicas de aplicação dos fertilizantes**

A fertilização azotada deverá, não apenas, fazer-se nas quantidades e épocas mais adequadas mas, também, com a técnica que proporcione uma elevada eficiência do azoto.

No que respeita ao modo ou técnica de aplicação, considerar-se-ão por um lado, os adubos (minerais, organominerais e orgânicos) e, por outro, os correctivos orgânicos (estrumes, chorumes, compostos, lamas de depuração, etc.).

### **7.2.2.1 - Adubos**

Idealmente, a técnica de aplicação dos adubos ao solo e à cultura, designadamente dos adubos fornecedores de azoto, conviria ser tal que conduzisse à sua máxima eficiência, isto é, que todo o azoto aplicado fosse absorvido pela cultura. Numa situação destas não haveria qualquer risco de contaminação das águas com nitratos. Seria uma situação óptima não apenas do ponto de vista ambiental mas, também, do ponto de vista económico. Porém, tal não é possível na prática: a quantidade do azoto absorvido pelas culturas é apenas uma fracção, maior ou menor, do azoto fornecido pelo adubo.

Não podendo alcançar-se o óptimo, deverá, no entanto, tentar conseguir-se o bom ou o razoável através de um processo de aplicação do adubo ao sistema solo-planta que facilite ao máximo a absorção do(s) nutriente(s) contido(s) no adubo.

Os adubos podem ser distribuídos uniformemente sobre toda a superfície do terreno a fertilizar (adubações a lanço) ou aplicados apenas em zonas restritas do terreno (adubações localizadas: em bandas ou faixas laterais, sulcos, covas, caldeiras de rega, etc.).

Quer nas adubações a lanço, quer nas adubações localizadas, os adubos podem ou não ser enterrados. O enterramento pode ser feito a maior ou menor profundidade na camada do solo mais densamente ocupada pelo raizame das culturas.

A técnica de aplicação a adoptar depende de vários factores relacionados:

- com o adubo (forma sob que se encontra o azoto e seu teor; estado físico do adubo - sólido, líquido ou gasoso);
- com a cultura (exigências específicas de azoto ao longo do ciclo vegetativo);
- com o solo (características físicas e químicas);
- com o clima (quantidade e distribuição das chuvas);
- com o custo da fertilização (encargos com a aquisição e aplicação do adubo).

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

Escolhido o distribuidor de adubo mais adequado, haverá que ter-se especial cuidado na sua regulação e operação por forma a assegurar-se a correcta aplicação do adubo, quer no que se refere à quantidade e à uniformidade da sua distribuição, quer no que respeita à sua localização relativamente à semente ou propágulo, sempre que for caso disso.

### 7.2.2.2 - Correctivos orgânicos

A manipulação e técnicas de aplicação de estrumes, chorumes, compostos, lamas de depuração e de outras matérias fertilizantes similares condicionam largamente o efeito que esses produtos têm sobre o ambiente, quer no que respeita às perdas de azoto por volatilização para a atmosfera ou arrastado pelas águas, quer no tocante à libertação de odores desagradáveis. Estas operações deverão, por isso, realizar-se de maneira a minimizar tanto quanto possível tais efeitos.

Os estrumes, compostos, lamas de depuração e produtos similares deverão, nas épocas adequadas, espalhar-se uniformemente sobre o terreno e de seguida ser incorporados o mais brevemente possível no solo com uma lavoura cuja profundidade dependerá da espessura da camada que se pretenda beneficiar. Assim se reduzirão as perdas por volatilização do azoto sob a forma de amoníaco bem como a libertação de cheiros desagradáveis.

No que respeita aos **estrumes e compostos** não convirá aplicar anualmente quantidades superiores às correspondentes a 170 kg de azoto total por hectare como medida de prevenção contra a poluição das águas com nitratos.

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 teores susceptíveis de causar toxicidade às plantas ou aos animais que destas se alimentem e ao próprio Homem se esses correctivos orgânicos forem aplicados em quantidades estimadas apenas com base no seu teor em azoto.

Relativamente aos estrumes de aviário deverá, também, ter-se em conta a sua salinidade e alcalinidade bem como os seus teores de cobre e de zinco. Nestas condições, e à falta de dados experimentais, será prudente não exceder as 3-4 t/ha.

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

A utilização das **lamas de depuração** na fertilização do solo encontra-se, como anteriormente se referiu, condicionada pelo seu conteúdo em metais pesados e pelas características do próprio solo. Dada a perigosidade dos metais pesados para as plantas, os animais e o Homem quando em concentrações excessivas no solo, a aplicação das lamas nos solos agrícolas está regulamentada pelo Decreto-Lei anteriormente mencionado e pela Portaria nº. 176/96 que fixa os valores permitidos para a concentração desses metais nos solos e nas lamas bem como os valores-limite para as quantidades de metais pesados que podem anualmente ser introduzidos nos solos cultivados com base numa média de 10 anos.

De acordo com essa regulamentação:

- A aplicação de lamas deve fazer-se em solos bem desenvolvidos e profundos e em quantidades compatíveis com o fixado pela portaria referida;
- A aplicação superficial de lamas não deve fazer-se em terrenos a menos de 100 m de casas individuais ou a menos de 200 m de povoações, escolas ou zonas de interesse público, podendo estas distâncias ser reduzidas se existir permissão escrita dos indivíduos potencialmente afectados ou dos seus representantes;
- A aplicação de lamas deve ter em atenção uma distância mínima de 50 m a poços e furos exclusivamente utilizados para rega, sendo a distância mínima a captações de água para consumo de 100 m;

- As lamas devem ser incorporadas no solo no prazo máximo de dois dias após a sua aplicação;
- O espalhamento de lamas em solos incultos é condicionado às disposições constantes no item anterior;
- É proibida a utilização de lamas quando a concentração de um ou vários metais pesados nos solos ultrapasse os valores-limite fixados na portaria atrás referida;
- É proibida a utilização de lamas:
  - em prados ou culturas forrageiras, dentro das três semanas imediatamente anteriores à apascentação do gado ou à colheita de forragens;
  - em culturas hortícolas e frutícolas, com excepção das culturas de árvores de fruto durante o período vegetativo ;
  - em solos destinados a culturas hortícolas ou frutícolas, que estejam normalmente em contacto directo com o solo e que sejam normalmente consumidas em cru, durante um período de 10 meses antes da colheita e durante a colheita;
- É proibido espalhar lamas sob condições climatéricas adversas, designadamente durante períodos de alta pluviosidade;
- É proibida a aplicação de lamas em margens de rios ou lagos.

No que respeita aos **chorumes** eles são habitualmente transportados para o campo em tanques ou cisternas e distribuídos à superfície do terreno nú, precedendo as sementeiras ou plantações de culturas anuais, ou do terreno ocupado com pastagens e/ou forragens.

Na aplicação do chorume é fundamental ter certos cuidados para conseguir, por um lado, obter os benefícios do seu poder fertilizante e, por outro, para evitar ou reduzir os riscos de contaminação ambiental e de degradação do solo.

As melhores épocas e dias para a sua aplicação serão aquelas ou aqueles que possibilitem o maior benefício para as culturas e, ao mesmo tempo, os menores riscos de poluição da água e do ar.

Sempre que o chorume seja aplicado sobre o terreno nu convirá, logo de seguida, proceder à sua incorporação no solo.

No tocante às culturas, convirá que os chorumes sejam aplicados atempadamente por forma a que os nutrientes neles contidos possam ser absorvidos na maior proporção possível, melhorando, assim, a sua eficácia ao mesmo tempo que se reduzem os riscos de poluição ambiental.

Nas culturas primavera-estivais convém que as aplicações sejam feitas na altura das sementeiras ou com alguma antecedência ou mesmo depois, enquanto as máquinas puderem entrar no terreno.

No que respeita a cereais de Outono-Inverno convirá fazer as aplicações precedendo a sementeira e continuando-as enquanto for possível entrar com as máquinas nas searas, guardando um intervalo de cerca de três semanas entre duas aplicações sucessivas.

Relativamente a pastagens e forragens, poderão fazer-se aplicações ao longo do ano com intervalos mínimos de três semanas e não ultrapassando o número total de aplicações correspondente à quantidade de azoto a aplicar, que não deverá exceder 170 kg de azoto por hectare e por ano.

A operação de aplicação do chorume só deverá ser feita com o solo em bom estado de humidade. Por um lado, porque um solo demasiado húmido não terá capacidade para reter o chorume, que terá tendência a acumular-se em poças à superfície do solo ou a escorrer superficialmente para terrenos adjacentes. Por outro lado, e sobretudo se o solo for argiloso, um estado adequado de humidade é essencial para evitar que a passagem dos equipamentos de distribuição degrade a estrutura do próprio solo. Quando este está demasiado húmido a passagem de veículos destrói ou danifica mais ou menos gravemente os agregados estruturais. Quanto mais pesados forem estes veículos, mais húmido estiver o solo e mais fina for a textura deste, tanto maiores serão os prejuízos causados à estrutura do solo. Os danos são mínimos quando a distribuição do chorume é feita com o solo relativamente seco.

A degradação da estrutura do solo torna este mais compacto, menos permeável e mais susceptível aos riscos de escorrimentos superficiais dos chorumes com os inerentes riscos de poluição das águas superficiais e torna-o, também, mais exposto aos fenómenos de erosão.

Para reduzir os fenómenos de compactação do solo convirá, por isso, para além de ter em conta o seu grau de humidade, utilizar na aplicação do chorume máquinas equipadas com rodas pneumáticas largas, de baixa pressão e que permitam faixas de distribuição com a maior largura possível, a fim de reduzir o número de passagens sobre o terreno.

A técnica tradicional de aplicação de chorumes por espalhamento, a mais usada em Portugal, apresenta vários inconvenientes um dos quais, a compactação do solo, acabou de ser referido. A libertação de cheiros desagradáveis e a perda de azoto amoniacal para a atmosfera, que pode atingir proporções elevadas do azoto total aplicado e, ainda, a conspurcação e contaminação das plantas com os efeitos negativos daí resultantes são outros dos inconvenientes. Para atenuá-los haverá que utilizar dispositivos de distribuição que funcionem a baixa pressão por forma a reduzir de maneira significativa a formação de aerossóis, as perdas por volatilização de azoto amoniacal e a libertação de cheiros desagradáveis.

Estes inconvenientes serão praticamente eliminados se, em vez da aplicação à superfície, o chorume for injectado na camada arável do solo, o que requer equipamento especial, mais dispendioso do que o utilizado no sistema tradicional.

### **7.3 - CASOS ESPECIAIS**

Os riscos de arrastamento do azoto dos fertilizantes para as águas superficiais ou para as águas subterrâneas podem, em certas condições, aumentar enormemente e requerer cuidados especiais na aplicação dos fertilizantes. É o que pode acontecer em terrenos declivosos, em terrenos adjacentes a cursos de água e a captações de água potável, em solos saturados de água, inundados, gelados ou cobertos de neve.

#### **7.3.1 - Aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos**

A aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos deverá ter em conta o risco de escorrimentos superficiais o qual depende de vários factores, sobretudo do declive do terreno, das características do solo, em especial da sua permeabilidade à água, do sistema de cultivo e de protecção contra a erosão e, naturalmente, da quantidade e intensidade das chuvas. O risco de perdas de azoto e de outros nutrientes nas águas de escoamento é especialmente elevado quando, logo após a aplicação de fertilizantes à superfície do solo, ocorrem chuvadas intensas.

A aplicação de fertilizantes em terrenos declivosos deverá, por isso, fazer-se por forma a reduzir ou eliminar tal risco: em ocasiões em que não seja provável a ocorrência de fortes chuvadas; deverá, por outro lado, proceder-se, através de lavoura adequada, à incorporação desses fertilizantes no solo, em especial no caso de estrumes e de produtos similares que, pela sua natureza, tendem a ser mais facilmente arrastados pelas águas de escoamento superficial.

Se, por qualquer razão, não for possível proceder à incorporação dos fertilizantes no solo, deverá evitar fazer-se a sua aplicação nas épocas ou ocasiões em que seja notório o risco de se verificarem chuvadas que dêem origem a escoamentos superficiais.

### **7.3.2 - Aplicação de fertilizantes em terrenos adjacentes a cursos de água e a captações de água potável**

Dada a mobilidade dos nitratos no solo e a facilidade com que são arrastados, quer nas águas de escoamento superficial, quer nas águas de drenagem, haverá que ter especiais cuidados na aplicação de matérias fertilizantes em terrenos contíguos a linhas de água, naturais ou artificiais, barragens, albufeiras e pontos de captação de água para consumo

humano ou para abastecimento de salas de ordenha, por forma a evitar ou reduzir os riscos de poluição com nitratos.

Nesse sentido, e para além de ser tido em conta o que já foi dito anteriormente sobre as técnicas de aplicação de fertilizantes, convirá, ainda, sempre que possível, manter sob cultura permanente de gramíneas uma faixa de pelo menos 2 a 3 metros de largura ao longo dos cursos de água. Nesta faixa, mais ou menos sujeita a inundações, não deve aplicar-se qualquer tipo de fertilizantes minerais ou orgânicos que veiculem azoto. Caso se trate de lamas residuais provenientes de estações de depuração, a largura da faixa de terreno em que não poderão aplicar-se por imposição do nº 4 do artigo 5º do Decreto-Lei 446/91, de 22 de Novembro, será, no mínimo, de 10 metros no caso de cursos de água não navegáveis, ou de 30 metros no caso de cursos de água navegáveis. Por força do nº. 7 do artigo 3º. do mesmo diploma as lamas de depuração não podem aplicar-se em terrenos a menos de 100 m de captações de água para consumo.

A protecção dos cursos de água contra a poluição com nitratos e contra outras formas de poluição será reforçada sempre que haja galerias ribeirinhas arbóreo - arbustivas. Nesse sentido será conveniente promover, sempre que possível, a sua reconstituição nos cursos de água em que elas anteriormente tenham existido ou se encontrem degradadas, utilizando espécies ripícolas bem adaptadas à região.

### **7.3.3 - Aplicação de fertilizantes a solos saturados de água, inundados, gelados ou cobertos de neve**

Em solos saturados de água ou inundados não devem, como regra, aplicar-se fertilizantes, sobretudo se contiverem azoto nítrico. Sempre que, durante o ciclo vegetativo das culturas, ocorram situações dessas, haverá que aguardar que o solo retome o seu estado normal de humidade antes de proceder à aplicação de fertilizantes, evitando-se, assim, perdas de azoto nítrico arrastado pelas águas de infiltração ou de escoamento e ou perdas por desnitrificação sob a forma de azoto elementar ou de óxidos de azoto.

No caso concreto de culturas habitualmente feitas em terrenos inundados, como é o caso, em Portugal, da cultura do arroz, convirá aplicar o azoto sob forma amoniacal e ou ureica. Se se utilizar ureia, dada a sua grande solubilidade na água, deverá aplicar-se sobre o solo mais ou menos seco e aguardar dois ou três dias antes de proceder à inundaçãõ dos canteiros a fim de permitir a transformação do azoto ureico em azoto amoniacal que, como anteriormente foi referido, é retido pelo solo. Convirá, no entanto, não retardar a inundaçãõ para evitar que o azoto amoniacal se transforme em azoto nítrico com os inconvenientes daí decorrentes.

Em Portugal, mesmo nas zonas de maior altitude do Centro e Norte do País, são muito pouco frequentes as quedas de neve e extremamente curtos os períodos em que os solos ficam por ela cobertos. E são muito raras, ou inexistentes, as situações em que o solo permanece gelado mais que algumas, poucas, horas nos dias mais frios do ano. Sempre que, no entanto, tal aconteça, não deverão aplicar-se fertilizantes, qualquer que seja a sua natureza.

# ASPECTOS DA GESTÃO E UTILIZAÇÃO DO SOLO RELACIONADOS COM A DINÂMICA DO AZOTO

## 1 - PRINCÍPIOS GERAIS

As elevadas produções unitárias obtidas pela agricultura moderna requerem grandes quantidades de nutrientes que a generalidade dos solos cultivados é incapaz de colocar à disposição das culturas, tornando-se, por isso, necessário fornecê-los através da prática da adubação.

Uma parte maior ou menor destes nutrientes, quer dos que são veiculados pelos fertilizantes para o solo, quer dos que este coloca à disposição das plantas, é susceptível de perder-se nas águas de escoamento superficial e ou nas águas de infiltração. Isto é particularmente verdade no caso do azoto que, como já anteriormente se disse, tende, em condições normais, a passar à forma de nitrato, altamente solúvel em água e que é facilmente arrastado por esta uma vez que o solo é incapaz de retê-lo.

A intensidade e volume das perdas de nitratos dependem de numerosos factores, não apenas da quantidade, tipo, épocas e técnicas de aplicação dos fertilizantes, 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 adoptadas, da gestão dos resíduos (palhas e restolhos) após as colheitas, etc.

Numa agricultura que tenha como objectivo obter elevadas produções em quantidade e qualidade, com preservação da qualidade do ambiente, haverá que ter em conta os diversos factores que intervêm na dinâmica do azoto no solo por forma a favorecer a sua absorção pela culturas e a reduzir ao máximo as suas perdas nas águas de escoamento e/ou infiltração.

Para reduzir as perdas de nitratos e os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas poderão contribuir fortemente:

- a adopção de rotações adequados em que o solo é mantido sob cultura durante a maior parte do tempo, sobretudo no período outono-invernal em que se verificam maiores quedas pluviométricas com fenómenos mais ou menos intensos de percolação no solo;
- uma correcta gestão dos resíduos das culturas, sobretudo a oportuna incorporação no solo de palhas e restolhos com elevada relação C/N;
- a limitação, ao estritamente indispensável, dos trabalhos de mobilização do solo.

## 2 - ROTAÇÕES E CONSOCIAÇÕES DE CULTURAS

Os fenómenos de mais intensa lixiviação dos nitratos ocorrem durante o período de mais chuvas, no Inverno, quando o solo se encontra nú.

Nas condições climáticas prevalecentes em Portugal, verifica-se que após as colheitas das culturas anuais ficam no terreno maiores ou menores quantidades de azoto mineral proveniente 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 mineral assim acumulado sob a forma de nitratos será levado para as camadas profundas do solo e para os lençóis freáticos pelas chuvas outono-invernais se, entretanto, não forem absorvidos por uma cultura de crescimento rápido que tenha sido semeada, cultura que poderá ser uma simples cultura

intercalar feita sobretudo com este fim e que mais tarde, no fim do Inverno, princípio da Primavera, poderá ser enterrada como sideração ou adubação verde, precedendo uma cultura primaveril-estival, ou ser cortada para forragem; essa cultura poderá, mesmo, ser uma cultura de rendimento.

Uma outra forma de reduzir os riscos de lavagem dos nitratos será o de incorporar ao solo, quando for caso disso, os restolhos e palhas dos cereais, habitualmente com elevada relação C/N. De facto, como já anteriormente se disse, os resíduos vegetais em que o valor dessa relação é superior a cerca de 30, dão origem à proliferação de microrganismos do solo que absorvem o azoto mineral existente no meio para poderem decompor esses resíduos, evitando, assim, que ele se perca nas águas de infiltração.

Mais tarde, no fim do Inverno, princípios da Primavera, o azoto assim imobilizado pelos microrganismos do solo será libertado e cedido às culturas.

Os trabalhos de mobilização do solo aumentam o seu grau de arejamento e promovem, por isso, os processos de mineralização da matéria orgânica e a produção de nitratos. Convirá limitá-los ao estritamente indispensável. Tal implicará, muitas vezes, o recurso à aplicação de herbicidas para o controlo das ervas daninhas. Haverá, neste caso, que utilizar os herbicidas apropriados nas quantidades e épocas tecnicamente mais adequadas.

No estabelecimento de rotações convirá, por isso, ter em conta, entre outros, os seguintes aspectos:

- Reduzir ao mínimo os períodos em que o solo se mantém inulto durante as épocas de maior pluviosidade. Neste sentido deverão evitar-se as monoculturas de Primavera-Verão em que o solo fica inulto durante grande parte do Outono e Inverno até à Primavera do ano seguinte;
- As rotações que melhor protegem o ambiente, não apenas contra a poluição das águas superficiais e subterrâneas causadas por nitratos, mas, também, contra a erosão, 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 seja um cereal de Outono-Inverno. São também as rotações em que figuram culturas intercalares, de crescimento rápido, a seguir às culturas de Primavera-Verão. Nestas rotações as sementeiras deverão ser feitas tanto quanto possível sobre o cedo para que as culturas possam aproveitar bem das condições favoráveis de temperatura então existentes e desenvolver-se o suficiente para expandir o seu raizame e absorver a maior parte do azoto mineral do solo evitando, assim, o seu arrastamento pelas águas das chuvas;
- As culturas intercalares deverão ser rústicas, resistentes a pragas e doenças, dotadas de abundante raizame absorvente, capazes de se implantarem rapidamente e ocuparem bem o terreno, formando um coberto suficientemente denso, homogéneo e desenvolvido antes de ocorrerem as intensas lixiviações que se verificam mais frequentemente nos finais do Outono e durante o Inverno;
- Nas rotações em que entrem culturas leguminosas, estas deverão ser seguidas por culturas não leguminosas, de preferência gramíneas, capazes de utilizar o azoto fixado por aquelas que restar no solo;
- Convém que os restolhos e palhas de cereais que ficam sobre o terreno após as colheitas sejam incorporados no solo durante o Outono para que durante a sua decomposição os microrganismos utilizem pelo menos parte dos nitratos disponíveis, evitando, assim, o seu arrastamento pelas águas. Por outro lado, criam-se condições mais favoráveis para a desnitrificação, a qual contribui para a redução do teor de nitratos no solo e, conseqüentemente, para reduzir as perdas destes por lixiviação;
- No caso de resíduos vegetais ricos em azoto, portanto com relação C/N relativamente baixa, o seu enterramento no Outono só é de considerar se for seguido 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 Inverno o terreno não for ocupado com uma tal cultura, então é aconselhável deixar os resíduos à superfície do solo assim evitando ou reduzindo substancialmente a sua decomposição ao mesmo tempo que oferecem alguma protecção contra o efeito nefasto do impacto directo das chuvas sobre os agregados do solo, susceptíveis de provocar a degradação da sua estrutura e de agravar os fenómenos erosivos. Estes resíduos serão incorporados no solo pouco tempo antes da sementeira da próxima cultura;

- Reduzir ao mínimo as mobilizações do solo durante o Outono, fazendo sementeiras directas sempre que possível;
- Numa sucessão de culturas feitas durante o ano convirá cultivar primeiramente a cultura mais exigente em azoto ou que deixa maior quantidade deste nutriente sob a forma de resíduos; a seguir convirá fazer a cultura com raizame mais profundante.

### **3 - CULTURAS PERMANENTES**

Nos terrenos ocupados com culturas permanentes não sujeitos a mobilizações periódicas, como acontece no caso de prados e pastagens, as perdas de nitratos arrastados pelas águas são habitualmente diminutas e resultam, sobretudo, da distribuição irregular de fertilizantes, designadamente de estrumes, chorumes, de águas residuais ou de lamas de depuração bem como da deposição muito heterogénea dos excrementos dos animais durante o seu apascentamento.

Nas manchas de terreno em que se verifica uma elevada concentração de matérias fertilizantes as plantas poderão ser desfavoravelmente afectadas e não terão capacidade para absorver todos os nitratos, perdendo-se uma boa parte deles por lixiviação. Para evitar tal inconveniente, haverá que procurar aplicar cuidadosamente os fertilizantes de forma a conseguir uma distribuição tanto quanto possível uniforme.

No que respeita aos excrementos do gado pastando directamente nos prados permanentes, deverá fazer-se uma rotação mais frequente dos animais nos campos de pastagem, compartimentando estes com cercas móveis de forma a evitar que tendam a juntar-se demasiado tempo e sempre no mesmo sítio.

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

Nos prados e pastagens permanentes, a quantidade de azoto contida no raizame, na parte aérea das plantas e na matéria orgânica que se foi acumulando no solo ao longo dos anos poderá atingir níveis bastante elevados. A eventual mobilização desse solo originará uma libertação maciça de nitratos que poderão ser lixiviados em maior ou menor proporção e provocar a poluição das águas subterrâneas. Deverão, por isso, evitar-se situações dessas. Quando tal não for possível, convirá que essa mobilização seja feita na Primavera, precedendo uma cultura primaveril-estival com elevadas exigências em azoto, a qual deverá ser seguida por uma outra outono-invernal com exigências semelhantes.

Se houver que ressemear os prados, tal deverá ser feito com uma mobilização mínima e de forma que no Outono-Inverno, antes de ocorrerem chuvadas intensas, o terreno já tenha um bom revestimento vegetal.

## **GESTÃO DA REGA E PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS CAUSADAS POR NITRATOS**

Os riscos de poluição das águas com nitratos estão particularmente presentes em culturas de regadio. Há, por um lado a água de rega que, se mal gerida, poderá arrastar os nitratos para as camadas profundas do solo, fora do alcance das raízes ou para os cursos de água; há, por outro lado, a tendência para aplicar quantidades excessivas de fertilizantes na expectativa de obter colheitas muito elevadas, sobretudo quando se dispõe de água em abundância. 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 do solo, originando, assim, a produção de quantidades mais ou menos elevadas de nitratos.

A gravidade de tais riscos é função não apenas da maior ou menor abundância de nitratos existentes no solo, mas, também, e especialmente, do volume de água de percolação, o qual depende da quantidade de água aplicada e do método de rega adoptado, das características do solo, designadamente da sua permeabilidade, da capacidade de retenção para a água e da espessura efectiva e, naturalmente, da quantidade absorvida pelas plantas. Os riscos de poluição têm ainda a ver com a profundidade a que se encontra o lençol freático.

Quanto maior for a permeabilidade do solo, mais reduzida a sua capacidade de retenção para a água, menor a sua espessura efectiva, mais perto da superfície se encontra o lençol 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 com nitratos.

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; ocorrência de lençol freático relativamente superficial, até 2 m de profundidade; solos delgados, com espessura efectiva inferior a 15-20 cm sobre rocha fissurada; solos sujeitos a cultura intensiva, com aplicação de quantidades exageradas de fertilizantes ricos em azoto; solos relativamente permeáveis submetidos à cultura do arroz.

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

As áreas de baixo risco são aquelas em que os solos possuem textura fina, sobretudo argilosos, com reduzida permeabilidade e elevada capacidade de retenção para a água, com espessura efectiva superior a 60-70 cm e lençol freático abaixo dos 20 m de profundidade.

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

- Aplicar o volume de água adequado (dotação de rega), o qual é função das características do solo a regar, 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 maneira tanto quanto possível uniforme no terreno, evitando zonas com excesso de água que possam originar escoamentos superficiais ou infiltrações profundas;
- 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 de nutrientes do solo, reduzindo a quantidade de azoto residual após as colheitas, o qual é susceptível de ser mais tarde lixiviado pelas chuvas outono-invernais;
- Aplicar as quantidades de azoto de acordo com a produção esperada, a qual deve ser realisticamente estimada em função da capacidade produtiva da cultivar utilizada, da disponibilidade de água para rega e de outros factores de produção. Assim se evitarão excessos de azoto no solo após as colheitas;
- Promover ou estimular a expansão em profundidade do raizame das culturas por forma a explorar um maior volume de terra e fazer um melhor uso da água e dos nutrientes, designadamente de nitratos. Nesse sentido convirá atrasar a primeira rega, forçando, deste modo, as raízes a procurar a água de que necessitam em camadas mais profundas do perfil do solo;
- Adoptar o método e processo de rega mais apropriados, os quais dependerão de vários factores, designadamente das características do solo e da topografia do terreno, da qualidade e abundância da água disponível, das exigências específicas da cultura e das condições climáticas da região em que se situe a área a regar. Indicam-se, a seguir, alguns critérios que se julga conveniente tomar em consideração na escolha do método de rega a adoptar:
  - Em solos de elevada permeabilidade, como acontece com os solos de textura ligeira (arenosa, areno-franca e franco-arenosa), e de uma maneira geral em todas as áreas de risco alto ou moderado, estão contra-indicados os diversos métodos de rega por gravidade, devido às grandes perdas de água e de nitratos por lixiviação; aconselha-se a rega por aspersão através da qual poderão ser também ministrados elementos fertilizantes, designadamente o azoto (fertirrigação);
  - Nestes solos poderá adoptar-se, também, a rega localizada, nomeadamente a rega gota-a-gota ou a miniaspersão, desde que convenientemente controlada por forma a evitar que o humedecimento não ultrapasse as zonas mais profundas do solo atingidas pelo raizame da cultura regada;
  - Nos solos de textura média (franca e franco-limosa) poderá adoptar-se qualquer método ou processo de rega desde que se assegure uma conveniente uniformidade na distribuição da água e se apliquem com oportunidade 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, com baixas taxas de infiltração e elevada capacidade de retenção para a água, podem utilizar-se os diferentes métodos e processos de rega. Desaconselha-se, no entanto, a rega por aspersão com rampas rotativas, dada a circunstância de, habitualmente, as taxas de infiltração serem bastante inferiores às taxas de aplicação, dando origem a perdas de água por escoamento, a acentuadas heterogeneidades na infiltração da água e no humedecimento do solo e, ainda, a perdas de azoto sempre que haja fertirrigação.
- Em solos deste tipo, propensos a fendilhar quando secam, haverá que ter especial cuidado com a oportunidade das regas por forma a manter o solo sempre com um grau de humidade tal que evite o fendilhamento e as subsequentes perdas de água e das substâncias nela dissolvidas por infiltração para camadas profundas do solo;
- Sempre que se recorra à fertirrigação, haverá que assegurar uma distribuição tanto quanto possível uniforme da água de rega, que o mesmo será dizer 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 apenas 10 a 20% da água a aplicar.

## **PLANOS DE FERTILIZAÇÃO E REGISTO DOS FERTILIZANTES UTILIZADOS NA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA**

Numa exploração agrícola ou agro-pecuária deverá procurar obter-se o melhor rendimento económico possível das culturas praticadas, com salvaguarda da qualidade do ambiente. Isso pressupõe a prática de técnicas culturais correctas, de entre as quais a fertilização racional. Esta, como se salientou no capítulo 2 deste Código, deverá ser orientada para a nutrição adequada das culturas, corrigindo eventuais carências e evitando excessos de nutrientes por forma a proporcionar produções de elevada qualidade ao mesmo tempo que se preserva a qualidade do solo, da água e do ar.

Nesse sentido, convirá relembrar, há que ter em conta principalmente os seguintes aspectos:

- A satisfação das necessidades nutritivas das culturas para níveis de produção realisticamente previsíveis em função das suas capacidades produtivas, da qualidade do solo e da possibilidade de assegurar a correcta 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 prevalecentes na região, as quais influirão na escolha dos tipos de fertilizantes e das épocas e técnicas da sua aplicação, por forma a obter a sua melhor eficácia e reduzir os riscos de perdas com prejuízo do ambiente;
- 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 correcta na fertilização dos campos, recorrendo-se à aquisição de adubos químicos e ou outros fertilizantes apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes ou para proceder à correcção da acidez do solo ou à sua recuperação.

A prática da fertilização racional impõe-se, como já se viu, 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 sua correcta gestão a nível da exploração agrícola ou agro-pecuária.

Para atingir tal objectivo, deverá estabelecer-se para cada exploração um plano de fertilização, contemplando não apenas o azoto mas, também, os restantes nutrientes.

Esse plano, no qual serão definidos de forma objectiva os tipos, as quantidades, as épocas e as técnicas de aplicação dos fertilizantes, deverá ser revisto periodicamente em função da análise do solo e, sempre que necessário e conveniente, da análise da planta, designadamente da análise foliar.

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

O plano de fertilização ganha sobretudo importância quando se utilizam estrumes, chorumes e outros produtos similares produzidos na exploração ou provenientes do exterior. É que, neste caso, a gestão do azoto torna-se mais difícil e problemática do que quando se utilizam apenas adubos químicos. Acresce, também, que alguns desses produtos poderão veicular, juntamente com nutrientes, outros elementos ou substâncias prejudiciais, como metais pesados, capazes de acumular-se no solo e ser 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, mas, também, noutros nutrientes e em elementos potencialmente perigosos. Só com esse conhecimento será possível, com segurança, estabelecer a forma tecnicamente mais correcta do seu uso na fertilização do solo de maneira a minimizar os riscos de poluição do ambiente.

No estabelecimento do plano de fertilização haverá que proceder ao balanço da exploração no que toca aos nutrientes principais, azoto, fósforo e potássio.

Dada a variabilidade habitualmente existente no tocante a culturas e a tipos de solos e seu estado de 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 dessas culturas nesses nutrientes em função das produções esperadas, e, por outro, avaliando, através da sua análise, as quantidades que o solo é capaz de fornecer.

A determinação dos níveis de elementos fertilizantes a aplicar é habitualmente feita por serviços competentes de análise do solo e de recomendações de fertilização, nomeadamente os serviços oficiais do Ministério da Agricultura.

Uma vez fixados esses níveis, há que fazer o balanço das matérias fertilizantes produzidas na exploração, em especial estrumes, chorumes, compostos e outras, as quais, como atrás se referiu, deverão ser sistematicamente utilizadas na fertilização do solo, recorrendo-se à aquisição de outros fertilizantes apenas para preencher o défice de nutrientes eventualmente existente.

As quantidades de estrumes, chorumes, compostos e ou outras matérias fertilizantes de natureza orgânica a aplicar ao solo convém que não ultrapassem o correspondente a 170 kg de azoto total por hectare e por ano, incluindo o azoto contido nos dejectos depositados directamente pelos animais nos campos enquanto pastam. Nas explorações situadas em zonas vulneráveis será mesmo proibido exceder esse limite.

No Anexo 11 indica-se o número de animais de diferentes espécies pecuárias, ou de lugares destes nos estábulos, pocilgas, aviários ou redis, a que corresponde a produção anual de 170 kg de azoto.

Convirá que na exploração haja um sistema de registo em que para cada parcela ou folha se indique, ano após ano, as culturas e as fertilizações adoptadas, especificando os tipos e quantidades de fertilizantes aplicados, sua composição em N, P e K, datas de aplicação e produções obtidas. Estas informações, convenientemente aproveitadas, contribuirão para o aperfeiçoamento progressivo dos planos de fertilização.

## BIBLIOGRAFIA

- Alves, A. *et al.* (1979). - Investigação não ligada ao ensino. Projecto 4 - Fertilização mineral e correcção do solo: I - Fertilização mineral. - Lisboa: Ministério da Agricultura (MA), Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS). - III Plano de Fomento (1968-1973). - 412p.
- Bacon, P.E. (ed.)(1995). - Nitrogen fertilization in the environment. - New York: Marcel Dekker, Inc. - 608p.
- Bogardi, I.; Kuzelka, R.D. (Edited by)(1991). - Nitrate contamination: Exposure, consequence and control. - NATO ASI SERIES. - Series G: Ecological Sciences, v. 30 - 520 p.
- Borrego, M.J.V. (1989). - Horticultura Herbacea Especial. - 3ª ed. - Madrid: Mundi-Prensa. - 561p.
- Burt, T.P.; Heathwaite, A.L.; Trudgill, S.T. (Edited by)(1993). - Nitrate: Processes, patterns and management. - New York: John Wiley & Sons. - 444p.
- L.Q.A.R.S. (1980). - Guia prático de fertilização. - Lisboa: M.A., Dir. Geral Extensão Rural, : Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. - 72p.
- M.A.F.F. (1991). - Code of good agricultural practice for the protection of water. - London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) Publications.
- M.E.R.A.R. e Comités Nitrates (s.d.). - Code de bonnes pratiques agricoles pour une meilleur protection des eaux. - Bruxelles: Ministère de l'Environnement, des Ressources naturelles et de l'Agriculture pour la Région wallonne (M.E.R.A.R.) e Comité Nitrates a.s.b.l. - 64 p.
- M.R.A.A.F. (1993). - Codice de buona pratica agricola per la protezione della acque dai nitrati. - Roma: Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (M.R.A.A.F.). - 58p.
- Pereira, L.S.; Santos, J.Q. (1991). - Fertilizer and water application and control of nitrate pollution: Management issues. - *In*: Nitrate contamination. Exposure, consequence and control / Ed. I. Bogardi e R.D. Kuzelka, p.141-162.
- Ryser, J-P *et al.* (1994). - Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. - Revue Suisse Agric. 26 (4). - p. 193-242.
- Santos, J.Q. (1991). - Fertilização: Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. - Lisboa: Publicações Europa América. - 441 p.
- Santos, J.Q. (1995). - Fertilização e poluição: Reciclagem agroflorestal de resíduos orgânicos. - Lisboa: Edição do autor. - 192 p.
- Sol-Conseil (Ed.) (1986). - Liste restreinte des engrais les plus couramment utilisés en suisse romande. - Nyon, Suisse.
- Soveral Dias, J.C. (1994). - Os efluentes das suiniculturas e sua utilização agrícola. - *In*: Actas do II Congresso nacional da suinicultura. - Montijo, 23/24 Set., p.33-34. - 100p.
- Tisdale, S.L.; Nelson, W.L.; Beaton, J.D. (1985). - Soil fertility and fertilizers. - 4<sup>th</sup> ed.. - New-York: MacMillan publishers, Co. - 754p.

## Anexo 1

### Quantidade média de nutrientes principais excretados anualmente por unidade animal das principais espécies pecuárias.

Animais unidade de cálculo	Espécie animal e tipo de produção	Nutrientes principais produzidos (em kg por unidade animal e ano)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<b>BOVINOS</b>					
1	Vaca leiteira <sup>2</sup>	105	35	180	
1	Vaca mãe sem vitelo	84	28	144	
1	Bezerro ou vitela para criação	1 ano <sup>3</sup>	26	9	50
		2 anos <sup>3</sup>	42	14	75
		3 anos <sup>3,4</sup>	63	21	110
1	Lugar bezerro engorda <sup>5</sup>	8	2,5	7	
1	Lugar bovino engorda 125-500 kg <sup>6</sup>	35	17	36	
<b>SUÍNOS</b>					
1	Lugar porco de engorda 25 - 100 kg <sup>7</sup>	15	7	6	
1	Lugar porca reprodut., incluindo leitões até 25 kg <sup>8</sup>	35	20	18	
1	Lugar varrasco	17,5	10	9	
<b>AVES</b>					
100	Lugares poedeiras <sup>9</sup>	1	46	25	
100	Lugares frangas <sup>10</sup>	34	16	12	
100	Lugares frangos engorda <sup>11</sup>	40	15	13	
<b>OVINOS</b>					
1	Lugar carneiro	16	6	29	
1	Lugar ovelha leiteira	21	9	39	
<b>EQUÍDEOS</b>					
1	Cavalo <sup>12</sup>	22	12	24	

Adaptado de Ryser *et al.* (1994)

#### Notas:

<sup>1</sup> Por unidade animal entende-se o lugar destinado a cada tipo de animal na exploração agrícola. Este lugar pode ser ocupado por mais de um animal, quando este tem uma duração de criação inferior a 1 ano;

<sup>2</sup> Peso médio de 600 kg e produzindo cerca de 5000 kg leite/ano;

<sup>3</sup> Do nascimento ao 1º parto uma vitela produz 90 kg N, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 160 kg K<sub>2</sub>O. A repartição destas quantidades pelos anos depende da intensidade da produção, em particular da idade da vitela ao 1º parto, que se considerou neste quadro ser aos 30 meses;

<sup>4</sup> No caso das vitelas que parem antes dos 3 anos, corrige-se proporcionalmente este valor (ex: se o 1º parto for aos 30 meses, conta-se com metade dos valores indicados);

<sup>5</sup> Bezerro engordado dos 50-125 kg, durante cerca de 100 dias. Em condições óptimas 3-3,3 séries anuais. Se o nº de séries é inferior, conta-se com uma produção de 2,5 kg N, 0,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2,5 kg K<sub>2</sub>O por bezerro;

<sup>6</sup> Engorda dos 125 aos 500 kg, com um aumento diário de peso de 1,2 kg. Uma rotação por ano;

<sup>7</sup> Lugar para engorda de suíno desde os 25 até aos 100 kg, com 2,8 - 3 rotações por ano. Se a engorda não é permanente durante o ano, calcula-se 5 kg N, 2,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2 kg K<sub>2</sub>O por porco;

<sup>8</sup> Porca reprodutora incluindo leitões até um peso de 25 kg. Considera-se uma média de 18-22 leitões desmamados por porca anualmente;

<sup>9</sup> Duração de produção de 400-600 dias;

<sup>10</sup> Considera-se 2 - 2,5 séries anuais. Por série estima-se uma produção de cerca de 15 kg N, 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 5 kg K<sub>2</sub>O para 100 frangas;

<sup>11</sup> Cerca de 6,5 - 7 séries anuais;

<sup>12</sup> Quantidade de nutrientes excretada por um cavalo adulto com 500 kg peso vivo. Para animais mais ligeiros (pónies, poldros, burros) calculam-se os nutrientes proporcionalmente ao peso vivo do animal;

## ANEXO 2

### Quantidade e composição de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente pelas principais espécies pecuárias, conforme o sistema de estabulação

Espécie pecuária	Sistema de Estabulação	Género e quantidade anual de matéria fertilizante produzida <sup>1</sup>		Teor em kg/m <sup>3</sup> (dejectos totais ou chorume não diluído) ou kg/t (estrumo) <sup>2</sup>					
		Produto <sup>3</sup>	Quantidade (m <sup>3</sup> ou t) <sup>4</sup>	MS	MO	N <sub>t</sub>	N <sub>disp.</sub> <sup>5</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sup>6</sup>
<b>Estabulação permanente</b>									
	Com grelha	Chorume <sup>1;4</sup>	20 m <sup>3</sup>	90	70	4,5	2,5-3,4	1,7	9,0
	Com dreno de chorume ou plataforma para estrume <sup>8</sup>	Estrume em pilhas	8 t	190	150	5,0	1,5-2,5	3,1	7,0
		Chorume	10 m <sup>3</sup>	75	40	5,0	3,3-4,3	1,2	12,0
<b>Estabulação semi-permanente</b>									
	Com camas profundas sobre toda a superfície:								
Bovinos <sup>7</sup> (por UGB)	- bovinos leite	Estrume de estábulo	18 t	220	175	5,0	2,0-3,0	2,4	12,0
	- bovinos engorda	Estrume de estábulo	18 t	220	175	4,2	1,7-2,5	2,8	7,0
Suínos <sup>10</sup> (por lugar de porco de engorda)	Com camas profundas e área de manjedoura em cimento	Estrume de estábulo	11 t	220	175	5,0	2,0-3,0	2,5	12,0
		Chorume	8 m <sup>3</sup>	90	70	4,5	2,5-3,4	1,7	9,0
	Em pesebres ou em pavimento em grelhas:								
	- bovinos leite	Chorume	20 m <sup>3</sup>	90	70	4,5	2,5-3,4	1,7	9,0
	- bovinos engorda	Chorume	20 m <sup>3</sup>	90	70	3,7	2,0-2,8	2,1	5,0
	Pavimento em grelha total ou parcial, caixas de repouso ou corredor de dejeção	Chorume	2 m <sup>3</sup>	60	45	6,0	3,6-4,8	3,5	3,0
	Pocilgas com camas e corredor de dejeção, estabulação semi-permanente com camas profundas e área de alimentação com chão pavimentado ou grelhas	Estrume	0,7 t	250	200	9,0	3,6-5,4	6,3	7,0
		Chorume	1,0 m <sup>3</sup>	60	45	6,0	3,6-4,8	3,5	3,0
Galináceos <sup>11</sup> (por 100 lugares de galinhas poedeiras)	Criação em baterias (com tapete rolante para as dejeções)	Excrementos	4 t	250-350	200	14	7,0-9,8	11	6,0
	Pavilhão com criação no solo e pavimento em grelhas inclinadas ou com fossa para excrementos	Estrume	2 t	400-500	300	20	8,0-12,0	25	14,0
	Criação no solo em camas profundas	Estrume	2 t	550-750	440 <sup>12</sup>	40	16-24 <sup>12</sup>	18	14,0 <sup>12</sup>
Equinos <sup>13</sup> (por cavalo adulto)	Estabulação semi-permanente com camas (potro), ou boxes	Estrume de estábulo	10,5 t	220	175	5,0	2,0-3,0	2,5	12,0
		Estrume em pilhas	7 t	190	150	5,0	1,5-2,5	3,1	7,0
		Chorume (urina)	3,5 m <sup>3</sup>	60	30	6,5	4,6-5,9	0,7	18,0
Ovinos e caprinos (por ovelha ou cabra)	Estabulação semi-permanente com camas, ou permanente	Estrume	2,5 t	220	180	5,5	2,2-3,3	2,5	12,0

## Notas ao quadro do Anexo 2

- <sup>1</sup> Quando o gado está temporariamente ausente do estábulo será necessário reduzir proporcionalmente a produção de dejectos produzidos na exploração. As quantidades dizem respeito a uma produção média. Para uma intensidade de produção mais elevada aumenta conseqüentemente a quantidade de dejectos. Para uma vaca leiteira, com uma produção anual de 5000 kg de leite, calcula-se uma diferença de 10% de produção de dejectos por cada 1000 kg de aumento ou diminuição da produção de leite.
- <sup>2</sup> A composição dos dejectos varia com o arraçoamento. Os valores indicados correspondem a rações convencionais.
- <sup>3</sup> O tipo de produto depende da quantidade de camas e da proporção de fezes e urinas que elas contém. Chama-se estrume ao conjunto das dejeções totais (sólidas e líquidas) misturadas com palha ou outro material constituinte das camas dos animais. Designa-se por chorume o líquido formado pelas dejeções totais, podendo ter uma proporção variável de fezes, relativamente à de urina.
- <sup>4</sup> As quantidades de estrume indicadas são as totais, incluindo as perdas por armazenamento. Estas últimas variam em função do tipo de estrume, do armazenamento a que ele é sujeito, das condições climáticas, etc. Assim, a quantidade de estrume pode variar do valor indicado.  
  
Para um estrume em pilhas ou um estrume de estabulação semi-permanente pode considerar-se um peso volúmico de 800-900 kg/m<sup>3</sup>. Um estrume carregado com uma pá frontal ou uma grua pesa cerca de 650-750 kg/m<sup>3</sup>. O estrume transportado manualmente pesa 800-900 kg/m<sup>3</sup>. Estes dados não são válidos no caso de estrumes contendo uma grande proporção de resíduos de rações ou outros detritos orgânicos.
- As quantidades de chorume referidas correspondem a chorume não diluído. As quantidades de água susceptíveis de irem parar aos tanques de recepção dos dejectos constam do quadro 3.3. Aconselha-se uma diluição de pelo menos 1:1 (1 parte de chorume : 1 parte de água) para o chorume com todos os excrementos sólidos, de 1:2 para o chorume com poucos excrementos sólidos e 1:3 para o chorume sem excrementos sólidos (urina). Na prática constata-se que se fazem diluições desde 1:0,5 até 1:7. Com as diluições muito grandes consegue reduzir-se sensivelmente as perdas de azoto, principalmente no Verão.
- <sup>5</sup> Uma boa parte do azoto pode ser perdido nas águas de drenagem, nas águas de escoamento superficial ou por volatilização. Estas perdas são ambientalmente indesejáveis e devem, portanto, ser reduzidas na medida do possível. O N<sub>disp.</sub> será o azoto disponível para as culturas no caso de uma utilização óptima. Esta fracção inclui o azoto disponível a curto prazo, bem com o azoto que ficará disponível nos anos seguintes. Nas parcelas de terreno que recebem regularmente estrumes ou chorumes será o valor de N<sub>disp.</sub> que deverá ser tomado em conta no plano de adubação, pois assim entra-se em consideração com os efeitos retardados do azoto fornecido em anos anteriores. Em culturas forrageiras, será melhor considerar os valores superiores do intervalo de variação do N<sub>disp.</sub> apresentado, enquanto que nas culturas mais intensivas (milho, trigo, batata, etc.) será melhor considerar os valores inferiores. Se o estrume ou chorume não é aplicado no momento óptimo, o azoto que na realidade é disponibilizado à cultura pode ser nitidamente inferior.  
  
No caso de uma aplicação isolada de estrume ou chorume, a percentagem do azoto total (N<sub>t</sub>) que ficará disponível para a cultura no 1º 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.
- <sup>6</sup> Valores de potássio para animais que consomem forragem com 2,5-3,5% de K na matéria seca (MS). Para concentrações de potássio na ração inferiores a 2,5% na MS reduzir em 20% a concentração de K<sub>2</sub>O nos dejectos e, abaixo de 2,0 % K na MS, reduzir 40%.
- <sup>7</sup> UGB = Unidade Gado Bovino. Esta unidade corresponde a uma vaca leiteira com 600 kg de peso e 5000 kg de produção anual de leite. Estima-se que uma vaca com estas características excrete anualmente, em termos médios, 105 kg N e 35 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nos seus dejectos totais. 1 bezerro ou vitela com 0-1 anos, 1-2 e 2-3 anos correspondem a 0,25, 0,40 e 0,60 UGB respectivamente; um bezerro de engorda até 150 kg = 0,3 UGB; um bovino de engorda com 120-320 kg = 0,35 UGB e com 320-520 kg = 0,45 UGB; um bovino de engorda com 120-520 kg = 0,40 UGB; uma ovelha = uma cabra = 0,17 UGB; 1 cavalo adulto com 500 kg peso = 0,7 UGB.
- <sup>8</sup> A proporção de estrume relativamente à de chorume é tanto maior quanto menor a frequência de limpeza do estábulo.
- <sup>9</sup> A repartição entre chorume ou estrume pode variar enormemente em função do tipo de estabulação e do sistema de limpeza do estábulo.
- <sup>10</sup> 1 LPE = 1 lugar de porco de engorda com 20-110 kg de peso; 1 lugar de porco de engorda com 20-65 kg e 65-110 kg correspondem a 0,8 e 1,2 LPE, respectivamente; 1 lugar de porca reprodutora com mais de 120 kg, incluindo leitões = 2,7 LPE; 1 lugar de varrasco = 1,4 LPE.
- <sup>11</sup> 100 lugares de frangas ou de frangos de engorda = 40 lugares de galinhas poedeiras (LGP). 100 lugares de perus (peso final 6-11 kg) = 150 LGP.
- <sup>12</sup> No caso dos perus, o N<sub>total</sub> é de 30-35 kg/t, o teor de N<sub>disp.</sub> é de 12-20 kg/t e o de K<sub>2</sub>O é de 6 kg/t.
- <sup>13</sup> Cavalo adulto pesando 500 kg; Uma égua com cria = 1,4 cavalos;

### Anexo 3

#### Valores indicativos para o cálculo das quantidades de água de lavagem que vão parar aos tanques de recepção dos dejectos.

Tipo de água usada	Unidade	m <sup>3</sup> /ano
Água de limpeza do estábulo e de tratamento dos animais <sup>1</sup>	UGB <sup>5</sup>	7
Estabulação com grelha e dreno <sup>2</sup>	UGB	6
Água de limpeza da suinicultura e de tratamento dos animais <sup>3</sup>	LPE <sup>6</sup>	2
Água de limpeza do aviário <sup>3</sup>	1000 LGP <sup>7</sup>	0,5
Escorrências das pilhas de estrume a céu aberto e lugares de passagem não cobertos <sup>4</sup>	m <sup>2</sup>	0,5

Adaptado de Ryser *et al.* (1994)

<sup>1</sup> A quantidade de águas usadas pode variar enormemente consoante o tipo de lavagem e mesmo a época do ano. Os valores apresentados devem, assim, ser tomados com as devidas reservas. Cada exploração beneficiará se tiver um contador individual que lhe permita fazer as suas próprias estimativas.

<sup>2</sup> Esta quantidade adiciona-se geralmente à que é utilizada para a limpeza normal dos estábulos.

<sup>3</sup> Quantidade que pode variar bastante consoante o equipamento da exploração (limpeza a alta pressão, etc.) e as estações. Para a limpeza de um pavilhão vazio que esteve ocupado com galinhas poedeiras, o gasto de 0,5 m<sup>3</sup> por 1000 galinhas poedeiras (no fim de uma série) parece suficiente.

<sup>4</sup> Quantidade a ser tida em consideração apenas quando a água vai parar ao tanque de recepção dos dejectos.

<sup>5</sup> UGB = Unidade de Gado Bovino (ver conceito e equivalências no Anexo 1);

<sup>6</sup> LPE = Lugar de Porco de Engorda (ver Anexo 2)

<sup>7</sup> LGP = Lugar de Galinha Poedeira (ver Anexo 2)

## ANEXO 4

### Composição química de lamas de depuração de esgotos urbanos e de compostos de resíduos sólidos urbanos (RSU)

Parâmetros	Lamas de depuração	Compostos de RSU
Humidade %	2,2	24,3
pH (H <sub>2</sub> O) -	-	7,6
CE mS/cm a 25°C	-	2,5
Matéria Orgânica %	48,0	53,2
N total (N) %	3,3	1,8
Relação C/N -	8,4	17,1
P total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	4,3	1,4
K total (K <sub>2</sub> O) %	0,3	1,6
Ca total (CaO) %	6,5	10,6
Mg total (MgO) %	0,7	1,3
S total (SO <sub>3</sub> ) %	2,6	0,6
Cádmio total (Cd) ppm	2,2	2,5
Cobre total (Cu) "	1545	305
Crômio total (Cr) "	-	68
Níquel total (Ni) "	206	61
Chumbo total (Pb) "	17	306
Zinco total (Zn) "	1100	612

Fonte : LQARS

NOTA: A composição de lamas de depuração e de compostos são bastante variáveis. Os resultados que se apresentam têm valor meramente indicativo.

## ANEXO 5

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

Metais pesados	(1) Valores-limite em solos com			Valores-limite em lamas	(2) Valores-limite das Quantidades que podem aplicar-se ao solo através de lamas
	pH ≤ 5,5	5,5 < pH ≤ 7,0	pH > 7,0		
	mg/Kg de matéria seca				(kg/ha/ano)
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

Fonte: Portaria nº. 176/96, DR - II Série, nº 230 - 3 - 10 - 1996

(1) Os Valores de pH referem-se a pH (H<sub>2</sub>O).

Os valores-limite para solos com pH (H<sub>2</sub>O) superior a 7,0 aplicam-se apenas no caso de esses solos serem utilizados com culturas destinadas unicamente ao consumo animal.

(2) 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 lamas no período de 10 anos que termina nesse mesmo ano (inclusive).

## ANEXO 6

### Quantidades médias de material de camas utilizado por animal estabulado

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)	"
Frangos	Criação no solo em camas profundas	Aparas de madeira	0,5kg/ano/frango/série
		Palha cortada	"
		Desperdícios de papel	"

Fonte: MAAF (1991).

## Anexo 7

### Quantidades de nutrientes principais removidos do solo por algumas culturas

Cultura		Produto	Produção (t.ha <sup>-1</sup> )	Exportação(kg.ha <sup>-1</sup> )			Fonte
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Abóbora	<i>(Cucurbita maxima)</i>	fruto	20	110	28	125	2
Aipo	<i>(Apium graveolens)</i>	raízes	18	130	50	200	1
Alcachofra	<i>(Cynara scolymus)</i>	inflorescência	26	220	53	743	2
Alface	<i>(Lactuca sativa)</i>	folhas	25-35	63-88	25-35	150-210	1
Alho	<i>(Allium sativum)</i>	bolbos	10-14	111-182	43-174	80-415	2
Alho francês	<i>(Allium porrum)</i>	bolbos	15-50	50-167	30-100	60-200	1
Arroz	<i>(Oryza sativa)</i>	grão	4-10	49-122	24-60	44-111	1
Aveia	<i>(Avena sativa)</i>	grão	1-4	23-90	10-40	28-110	1
Batata primor	<i>(Solanum tuberosum)</i>	tubérculos	15-60	75-300	35-141	158-630	1
Batata temporã	<i>(Solanum tuberosum)</i>	tubérculos	15-60	75-300	33-133	133-533	1
Beterraba de mesa	<i>(Beta vulgaris)</i>	raízes	40-65	132-275	48-116	258-572	2
Beterraba forrag.	<i>(Beta vulgaris)</i>	raízes	50	150	50	250	1
Beterraba sacarina	<i>(Beta vulgaris)</i>	raízes	61	125	30	160	1
Cártamo	<i>(Carthamus tinctorius)</i>		1	30	8	11	1
Cebola	<i>(Allium cepa)</i>	bolbos	15-50	45-150	24-80	66-220	1
Cenoura	<i>(Daucus carota)</i>	raízes	15-50	72-240	28-93	111-370	1
Centeio	<i>(Secale cereale)</i>	grão	1-4	33-133	10-40	27-107	1
Cevada	<i>(Hordeum vulgare)</i>	grão	3-8	54-143	32-86	69-186	1
Chicória	<i>(Chicorium endivia)</i>	folhas	50	89	40	227	2
Couve bróculos	<i>(Brassica oleracea var. italica)</i>	inflorescências	20	90	34	84	2
Couve de Bruxelas	<i>(Brassica olerac. var. gemnifera)</i>	gemas foliares	5	180	60	170	1
Couve chinesa	<i>(Brassica chinensis)</i>	folhas e talos	60	120-150	40-60	200	2
Couve comum	<i>(Brassica oleracea)</i>	folhas e talos	35	190	90	180	1
Couve flôr	<i>(Brassica oleracea var. botrytis)</i>	inflorescências	25	170	70	220	1
Couve galega	<i>(Brassica oleracea var. acephala)</i>	folhas e talos	11	45	16	39	2
Couve lombarda	<i>(Brassica oleracea)</i>	folhas e talos	40	320	80	300	1
Couve repolho	<i>(Brassica oleracea var.)</i>	folhas e talos	35-50	250	85	250	2

	<i>capitata</i> )						
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	15	90	30	100	1
Fava	<i>(Vicia faba)</i>	vagens	10-14	120	30	80	2
Feijão verde	<i>(Phaseolus vulgaris)</i>	vagens	4,5	135-219	8-13	58-62	2
Feijão seco	<i>(Phaseolus vulgaris)</i>		1,5-4,5	45-135	11-34	38-113	1
Funcho	<i>(Foeniculum dulce)</i>	folhas	30-35	55	20	120	2
Girassol	<i>(Helianthus annum)</i>	grão	1-4	27-108	17-68	13-52	1
Luzerna	<i>(Medicago sativa)</i>	planta inteira	50	219	53	190	1
Melão	<i>(Cucumis melo)</i>	fruto	20-24	49-122	17-23	112-229	2
Milho grão	<i>(Zea mays)</i>	grão	3-16	83-440	31-165	65-347	1
Milho forragem	<i>(Zea mays)</i>	planta inteira	40-90	98-220	40-91	133-300	1
Morango	<i>(Fragaria x ananassa)</i>	fruto	25-50	108	70	190	2
Nabo	<i>(Brassica napus)</i>	raíz	20-30	100	60	100	2
Pepino	<i>(Cucumis sativus)</i>	fruto	15-30	47-50	13-40	65-80	2
Pimento	<i>(Capsicum annum)</i>	fruto	41-54	183-201	47-56	269-277	2
Salsa	<i>(Petroselinum sativum)</i>	planta inteira	20	55	20	120	1
Soja	<i>(Glycine max)</i>	grão	2	150	35	60	1
Tabaco	<i>(Nicotiana tabacum)</i>	folhas	2-3	106-159	59-88	182-274	1
Tomate	<i>(Lycopersicum esculentum)</i>	fruto	20-70	63-220	17-60	91-320	1
Trigo	<i>(Triticum aestivum)</i>	grão	3-8	62-166	26-70	60-160	1
Vinha	<i>(Vitis vinifera)</i>	fruto	10	80	30	100	1

Fonte: 1 - LQARS (1980); 2 - Borrego (1989)

## Anexo 8

### Quantidades estimadas de azoto fixado por algumas leguminosas

Culturas	Azoto fixado (kg/ha/ano)	
	Gama de valores	Valores típicos
Amendoim ( <i>Arachis hypogaea</i> )	-	47
Anafe menor ou trevo de cheiro ( <i>Melilotus indica</i> )	- 299	133
Ervilhacas ( <i>Vicia sp.</i> )	90 - 155	90
Ervilheira ( <i>Pisum sativum</i> )	34 - 157	81
Faveira ( <i>Vicia faba</i> )	57 - 116	146
Feijão frade ( <i>Vigna sinensis</i> )	65 - 130	95
Luzerna ( <i>Medicago sativa</i> )	56 - 504	217
Soja ( <i>Glycine soja</i> )	65 - 179	112
Trevos em geral ( <i>Trifolium sp</i> )	56 - 336	-
Trevo branco ( <i>T. repens</i> )	-	115
Trevo ladino ( <i>T. repens</i> , var. <i>ladino</i> )	-	200
Trevo violeta ou trevo dos prados ( <i>T. pratense</i> )	85 - 189	128

Adaptado de Tisdale, S.L., Nelson, L.W. e Beaton, J.D. (1985).

## Anexo 9

Quantidade de azoto, fósforo e potássio contidos nos resíduos de algumas culturas com teor médio de humidade à colheita (kg/t)

Cultura	Produto	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Fonte
Arroz	palha	7,8	4,4	27,0	1
Aveia	palha	5,0	2,6	21,0	2
Centeio	palha	7,5	2,5	14,0	2
Cevada	palha	4,0	2,3	17,0	2
Milho grão	palha	8,3	1,4	13,5	3
Trigo	palha	5,1	2,0	11,1	2
Triticale	palha	7,5	2,5	12,5	2
Batata	rama	2,7	0,6	9,0	2
Beterraba forrageira	folhas	3,5	0,8	7,0	2
Beterraba sacarina	folhas	3,0	0,8	5,4	2
Ervilha	palha	20,0	7,6	16,0	2
Fava ratinha	palha	30,0	3,6	20,0	2
Girassol	palha	9,0	2,7	61,7	2
Soja	palha	40,0	14,0	40,0	2

Fonte: 1 - LQARS; 2 - Ryser *et al.* (1994); 3 - Alves (1979)

## ANEXO 10

### Relação C/N de alguns estrumes, compostos e outros produtos

Produtos orgânicos	C/N	Adaptado de:
Estrumes	20 - 30	1
Estrume de bovino fresco	14 - 20	2, 3
Estrume de bovino curtido	18 - 25	2
Estrume de cavalo	22 - 25	2, 4
Estrume de ovino	20 - 25	2, 3
Estrume de aves	10 - 15	4
Estrume de frangos de engorda	11- 13	1, 3
Estrume de galinhas poedeiras	5	1
Dejectos frescos de galinha: criação em bateria	7	2
Dejectos frescos de galinha: criação no solo	13	2
Estrume de perus	11	3
Chorume de porco : fracção sólida	10 - 16	1, 5
Composto de resíduos de jardim	10	2
Composto de resíduos sólidos urbanos	12 - 18	6
Palha de aveia, cevada, colza, trigo	60 - 70	1, 2
Palha de centeio	77	2
Palha de milho	50 - 55	4
Palha de fava ratinha	13	2
Tremocilha para sideração, à floração	13	1
Resíduos da beterraba sacarina (folhas e coroas)	31	2
Resíduos da cultura do tabaco (caules)	23	2
Bagaço de uva	20 - 25	1, 2, 6
Bagaço de azeitona	16 - 32	6
Caruma	50	4
Fetos	15 - 20	4
Giesta	15 - 20	4
Tojo	30 - 40	4
Serradura	200 - 220	2
Composto de resíduos de jardim	10	2
Composto de resíduos sólidos urbanos	12 - 18	6
Lamas celulósicas (tratamento primário)	900 - 1000	1
Lamas celulósicas ( " secundário)	29	1
Lamas celulósicas compostadas	18	1

1 - Santos, J.Q. (1991); 2 - Sol-Conseil (1986); 3 - MERAR e Comité Nitratos (s.d.); 4 - LQARS (1980); 5 - Santos, J.Q. (1995); 6 - LQARS, não publicado.

## ANEXO 11

**Número de animais de diferentes espécies pecuárias, ou de lugares destes nos estábulos, pocilgas, aviários ou redis, a que corresponde a produção anual de 170 kg de azoto**

Vacas leiteiras com peso médio de 600 kg e produção anual de cerca de 5000 kg de leite (com crias)	1,6
Idem, sem crias	2,0
Lugares de bezerros de engorda dos 50 aos 125 kg	6,5
Lugares de bovinos de engorda dos 125 aos 500 kg	4,9
Lugares de porcos de engorda dos 25 aos 100 kg	11,3
Lugares de porcas reprodutoras, incluindo leitões até aos 25 kg	4,9
Lugares de varrasco	18,9
Lugares de galinhas poedeiras	239,4
Lugares de frangas	500
Lugares de frangos de engorda	425
Lugares de ovinos adultos	10,6
Lugares de ovelhas leiteiras	8,1

Nota: Os números que se apresentam têm apenas valor indicativo pois a quantidade de azoto excretada anualmente varia bastante com as quantidades e teores em proteína dos alimentos ingeridos.

## ANEXO 12

### Laboratórios que realizam análises de terra

Pertencentes ao Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (a recepção das amostras de terra faz-se pessoalmente, pelo correio ou através da respectiva Direcção Regional de Agricultura):

- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

Tapada da Ajuda, Apartado 3228  
1306 Lisboa Codex  
Tel: 01 - 362 15 82/3 ou 364 82 01  
Fax: 01 - 364 82 01

- Divisão de Laboratórios da DRAEDM

Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho  
Rua da Restauração nº 336  
4050 Porto  
Tel: 02 - 606 24 48  
Fax: 02 - 606 37 59

- Laboratório de Apoio Regional

Direcção Regional de Agricultura do Algarve  
Largo de Santo Amaro  
8800 Tavira  
Tel: 081 - 32 50 11  
Fax: 081 - 32 50 16

- Laboratório Agrícola da Madeira

Estrada Eng. Abel Vieira  
9135 Camacha  
Região Autónoma da Madeira  
Tel: 091 - 92 24 06 ou 92 26 69  
Fax: 091 - 92 25 11

Pertencentes ao Ministério da Educação:

- Laboratório de Solos

Escola Superior Agrária de Beja  
Praceta Rainha D. Leonor  
7800 Beja  
Tel: 084 - 32 30 60  
Fax: 084 - 32 61 63

- Laboratório de Solos

Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB)  
Quinta da Senhora de Mércules  
6000 Castelo Branco  
Tel: 072 - 24458 / 24463  
Fax: 072 - 32 88 81

- Laboratório de Solos

Escola Superior Agrária de Coimbra  
Bencanta  
3000 Coimbra  
Tel: 039 - 44 44 00  
Fax: 039 - 81 36 12

- Laboratório Químico Agrícola

Universidade de Évora  
Pólo da Mitra  
7000 Évora  
Tel: 066 - 740 98 00 ou 22106  
Fax: 066 - 71 11 63

- Departamento de Química Agrícola e Ambiental

Instituto Superior de Agronomia (ISA)  
Tapada da Ajuda  
1300 Lisboa  
Tel. geral do ISA: 01 - 363 8161  
Tel. e Fax do Deptº: 01 - 363 79 70

- Laboratório de Solos

Escola Superior Agrária de Santarém  
São Pedro  
2000 Santarém  
Tel: 043 - 22087 ext. 307  
Fax: 043 - 20742

- Laboratório de Solos e Fertilidade

Universidade de Trás os Montes e Alto Douro (UTAD)  
Quinta de Prados  
5001 Vila Real  
Tel: 059 - 32 02 01  
Fax: 059 - 32 04 80

- Departamento de Ciências Agrárias

Universidade dos Açores  
Terra Chã  
9700 Angra do Heroísmo  
Tel: 095 - 31 11 12 /3/4  
Fax: 095 - 32605

Privados:

- Quimigal Adubos, S.A.

Departamento de Desenvolvimento Agronómico  
Apartado 88  
2616 Alverca  
Tel: 01 - 957 47 59  
Fax: 01 - 958 18 35

A recepção das amostras de terra faz-se na Delegação Regional ou no Armazém da Quimigal mais próximo, pessoalmente ou pelo correio.