

A ADUBAÇÃO AZOTADA DO TRIGO EM PORTUGAL

O problema da variabilidade climática

Mário Carvalho

INTRODUÇÃO

A desconcertante variabilidade climática intra-anual que se verifica em Portugal, particularmente no que se refere à precipitação (**Figura 1**), coloca problemas muito difíceis na definição do itinerário técnico mais adequado para as culturas de Outono/Inverno. A adubação azotada dos cereais de Inverno é um exemplo paradigmático desta situação.

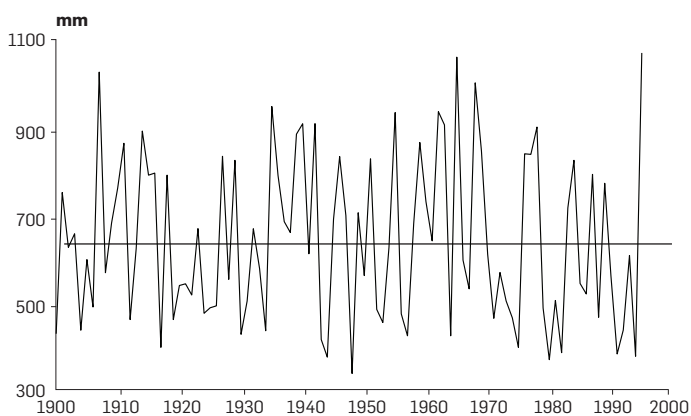


Figura 1 - Variação da precipitação anual na Estação Meteorológica de Évora. A linha horizontal representa a precipitação anual média no século XX.

A abordagem clássica para o cálculo da adubação racional das culturas assenta na estimativa das reservas no solo, na exportação das culturas e na eficiência de utilização do adubo aplicado. No caso do azoto, as reservas estão fundamentalmente sobre a forma orgânica, pelo que a sua disponibilização para a cultura depende da taxa de mineralização a qual, sendo realizada pela atividade microbiana do solo, está dependente das condições ambientais. A produção esperada é também função das condições meteorológicas no decurso da cultura, que influenciam igualmente as perdas de azoto a esperar, ou seja, a eficiência de utilização do adubo aplicado. Assim, todas as variáveis importantes no cálculo da adubação azotada estão dependentes de condições que irão ocorrer no futuro e impossíveis de prever (**Figura 2**). Para se ultrapassar esta dificuldade torna-se necessário comprometer o mínimo de azoto à sementeira da cultura e desenvolver um modelo de gestão das adubação azotada, a aplicar de cobertura, indexado à precipitação que for ocorrendo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios para desenvolver o modelo de gestão do azoto de acordo com a precipitação de inverno foram realizadas entre 1995/96 e 1998/99, num solo Pm no centro Experimental da Revilheira (Reguengos de Monsaraz), em colaboração com a Direção Regional de Agricultura do Alentejo (**Fotografia 1**). O ensaio foi realizado em condições de sequeiro e o solo apresentava um teor de matéria orgânica de 1 % na camada de 0-20 cm. Três níveis de N foram aplicados à sementeira e 1ª adubação de cobertura (0, 40 e 80 kg N/

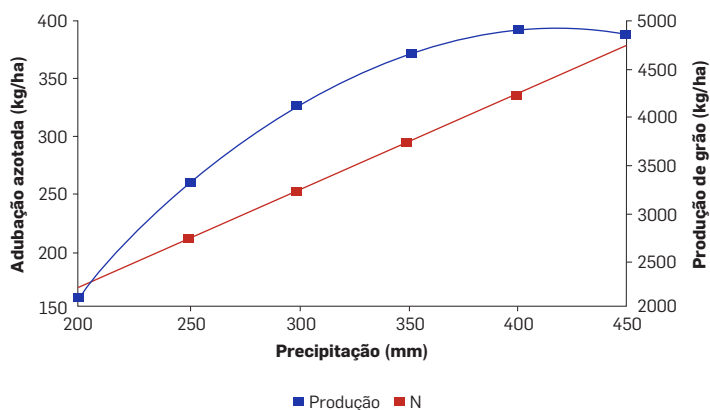


Figura 2 - Relação entre a precipitação de novembro a fevereiro, a produção de trigo e a adubação azotada a aplicar, em cinco anos de ensaios consecutivos realizados num Barro Vermelho de Beja (Herdade da Almocreva).

a aplicar para se atingir a produção máxima (N – kg/ha) e a precipitação (R_1 – desde 1 de Novembro a 20 de Janeiro; R_2 – Desde 21 de Janeiro a 28 de Fevereiro) (equação 1):

$$Y = 574 + 10.25 N - 0.04 N^2 - 1.76 R_1 + 0.001 R_1 N + 19.6 R_2 + 0.09 R_2 N \text{ (equação 1)}$$

$$F_{[6,74]} = 106.81 \text{ p} < 2.15 \text{ E}^{-34} \text{ R}^2 = 0.90$$

A equação é altamente significativa e é de destacar o efeito negativo da precipitação entre 1 de Novembro e 20 de Janeiro na produção (termo em R_1 negativo) e a interação positiva entre a precipitação e as adubações de cobertura, ou seja, estas têm que aumentar à medida que aumenta a precipitação verificada entre 1 de Novembro e 20 de Janeiro (termo $R_1 N$ - 1.ª cobertura positivo) e 21 de Janeiro e 28 de Fevereiro (termo $R_2 N$ - 2.ª cobertura positivo).

Fazendo a derivada da equação 1 em relação a N (para um retorno de 6 kg de trigo por cada kg de azoto aplicado, ou seja, derivada igual a 6), obtém-se a seguinte equação:

$$N = 53 + 0.01 R_1 + 1.1 R_2 \text{ (equação 2)}$$

Que permite estimar a adubação de azoto a praticar em função da precipitação ocorrida e para um retorno mínimo de 6 kg de trigo por cada unidade de azoto aplicada. Naturalmente, uma alteração da relação entre o preço do trigo e o custo do azoto altera a equação 2, ou seja, o nível económico óptimo do azoto a aplicar. De acordo com os resultados obtidos e da equação 2, a adubação azotada do trigo deve ser conduzida da seguinte forma: 20 kg N/ha de fundo; aplicação de uma primeira cobertura ao pleno afilhamento (20 de Janeiro) igual a $33 + 0.01 R_1$ (o valor 33 resulta de $53 - 20$ já aplicados em fundo); aplicação de uma 2.ª cobertura até ao início do encanamento (28 de Fevereiro) igual a $1.1 R_2$. Desta forma, não há uma predefinição da quantidade de azoto a fornecer à cultura de trigo, dependendo esta adubação da precipitação do ano.



Fotografia 1 - Aspeto geral do ensaio de níveis de azoto na cultura de trigo num solo Pm no Centro Experimental da Revilheira.

ha) (1/3 à sementeira - 15 de Novembro e 2/3 à 1ª cobertura - 20 de Janeiro)) e três níveis de N foram aplicados numa segunda adubação de cobertura (0, 60 e 120 kg N/ha). Foram testadas várias datas de aplicação da 2ª cobertura, tendo os resultados mostrados que o seu atraso até 28 de Fevereiro (início do encanamento da cultura) não reduz o seu potencial produtivo, pelo que os resultados que se apresentam dizem apenas respeito a esta data. Os tratamentos estavam em combinação fatorial, ou seja, em cada uma das doses de fundo + 1ª cobertura foram testadas todas as doses da 2ª cobertura. O modelo desenvolvido com os dados destes ensaios foi testado no ano de 2003/2004, em dois tipos de solo: Pm (Centro experimental da Revilheira) e Bpc (Centro Experimental da Abóboda). Para o efeito comparou-se a produção da cultura de trigo conduzindo-se a adubação azotada de acordo com o modelo estabelecido e reduzindo ou acrescentando 50% da dose em cada uma das adubações de cobertura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos nos vários anos do ensaio permitiram estabelecer a relação entre a produção de trigo (Y - kg/ha), a adubação azotada



Fotografia 2 - Herdade da Parreira 2013/2014 - Cultura em que a adubação azotada foi conduzida de acordo com o modelo proposto.



Fotografia 3 - Herdade e folha vizinhas - Cultura em que não foi aplicado azoto de Inverno por impossibilidade de entrada no terreno.

Este modelo permite eliminar desperdícios na adubação azotada, resultantes quer de adubações excessivas em anos secos (aumento dos custos), quer de adubações escassas em anos húmidos (diminuição das receitas).

A validação do modelo foi feita no ano de 2003/2004, em dois solos importantes para a produção de trigo em Portugal. Nas figuras 3 e 4 apresentam-se os resultados da produção de trigo para a adubação recomendada pelo modelo (20 kg N de fundo e o restante em duas coberturas ajustadas à precipitação ocorrida) e de dois tratamentos correspondentes a uma redução de 50 % nas adubações de cobertura. Para qualquer dos dois solos podemos verificar que o

melhor retorno económico resultou de se utilizar a dose recomendada pelo modelo.

O modelo proposto permite assim ajustar a adubação azotada do trigo à precipitação que for ocorrendo durante o seu ciclo, o que permite aumentar o retorno económico desta adubação, quer por evitar excessos de aplicação em anos mais secos, quer por permitir aumentos do rendimento da cultura em anos de maior precipitação. No entanto, esta otimização da adubação azotada, se bem que melhore o resultado económico, não resolve o problema de fundo de uma baixa eficiência do azoto, na produção de cereais em ambiente Mediterrânico. Se considerarmos os valores apresentados nas **Figuras 3 e 4** e para a adubação recomendada pelo modelo, verificamos um retorno de cerca de 15 e 25 kg de trigo por unidade de azoto aplicada, para os solos Pm e Bpc respectivamente, o que têm de ser considerados valores modestos comparativamente aos conseguidos noutras regiões do mundo.

Para um aumento mais significativo desta eficiência serão necessárias outras abordagens, assuntos que serão tema de um próximo artigo, dando conta da investigação realizada.

Duas chamadas de atenção finais. O modelo não incorpora nenhuma variável relativa à reserva de azoto no solo, ou seja, ao seu teor em matéria orgânica. Recorda-se que o solo em que se realizaram os ensaios apresentava um teor de matéria orgânica de 1%, pelo que em solos enriquecidos no teor orgânico, o modelo apresentará adubações excessivas. Um segundo aspecto diz respeito à possibilidade de se entrar no terreno, para se realizarem as duas adubações de cobertura no momento oportuno. Este aspecto depende da transitabilidade do solo, que por sua vez depende da sua coesão e das características do equipamento. Solos excessivamente mobilizados impossibilitam a aplicação de adubações de cobertura em anos húmidos (como também de mondas) e esta é a principal causa de reduções da produção em Invernos chuvosos. Esta situação está bem ilustrada nas **Fotografias 2 e 3**. Na Herdade da Parreira (**Fotografia 2**), a cultura foi adubada de acordo com o modelo previsto, o que foi possível porque a cultura foi instalada sem mobilização do solo. Apesar de ter sido um ano de



Inverno muito chuvoso, a produção obtida foi de 6050 kg/ha. Na herdade vizinha e numa folha que apenas está separada por um caminho (**Fotografia 3**), não foi possível aplicar azoto de Inverno, por impossibilidade de entrar no terreno, pelo que se verificou uma quebra drástica da produção, situação típica nos cereais de Inverno em anos chuvosos. Num clima irregular como o nosso, a flexibilidade dos vários aspectos relacionados com o itinerário técnico das culturas é crucial, pelo que a transitabilidade do solo é uma condição imprescindível para se poder responder à variabilidade intra-anual do clima Mediterrânico, tanto mais que os modelos de alteração climática prevêem um aumento de frequência, dos acontecimentos extremos no nosso País. ■

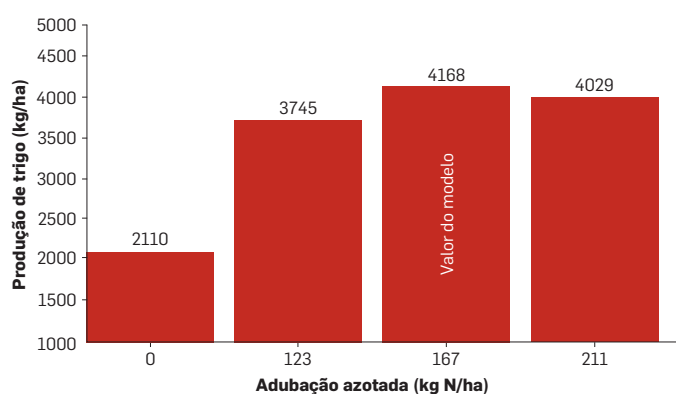


Figura 4 - Validação do modelo de gestão do azoto (equação 2) no solo Bpc (Centro Experimental da Abóboda) no ano de 2003/2004. A Adubação azotada recomendada pelo modelo foi de 167 kg N/ha. A adubação de 123 e 211 representam uma redução ou aumento de 50 % nas adubações de cobertura, respetivamente.

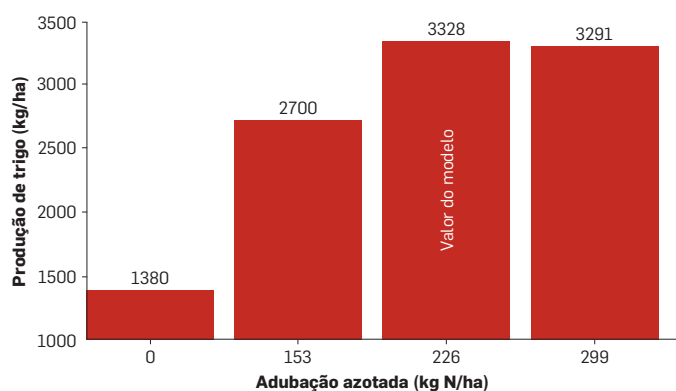


Figura 3 - Validação do modelo de gestão do azoto (equação 2) no solo Pm (Centro Experimental da Revilheira) no ano de 2003/2004. A Adubação azotada recomendada pelo modelo foi de 226 kg N/ha. A adubação de 153 e 299 representam uma redução ou aumento de 50 % nas adubações de cobertura, respetivamente.