

CURSO

**Qualidade
e Segurança Alimentar
em Produtos
de Origem Vegetal
Resumo das Comunicações**

**Escola Superior Agrária de Bragança
29 e 30 de Maio 2006**



**Escola Superior Agrária
de Bragança**
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA

Uma escola de biociências

Utilização de fertilizantes e qualidade dos produtos vegetais: O problema dos nitratos

M. Ângelo Rodrigues

CIMO – E. S. Agrária, 5301-855, Bragança; Email: angelor@ipb.pt

1. Introdução

As condições ecológicas em que as plantas se desenvolvem (radiação, temperatura, água, nutrientes, ...) condicionam a produtividade e a composição de órgãos e tecidos vegetais. O homem modifica as condições de crescimento das plantas, orientando a produção no sentido de obter retorno adequado a um dado investimento. A produtividade é um aspecto sempre importante na sustentabilidade da actividade económica, embora o mercado imponha normas de qualidade para os produtos agrícolas cada vez mais exigentes.

A gestão da fertilidade do solo é determinante na obtenção de produtos de elevado valor alimentar e com qualidade tecnológica adequada para transformação industrial. A título indicativo podem referir-se: efeito do azoto na variação do teor de proteína em cereais, com consequências na qualidade tecnológica para panificação em trigo e no processo de maltagem em cevada; efeito negativo do azoto em beterraba sacarina, pela dificuldade que os compostos azotados de baixo peso molecular introduzem na extracção do açúcar; efeito pernicioso do cloro na cultura do tabaco, pela redução da combustibilidade da folha; efeito positivo do cálcio no controlo de acidentes fisiológicos em frutos, como *bitter-pit* em maçã e necrose apical em tomate; efeito positivo do potássio no conteúdo em açúcares nas uvas; e efeito positivo do boro na redução da bagoinha na vinha e no olival.

Contudo, o uso de fertilizantes dificilmente se pode considerar um problema central em questões de segurança e qualidade alimentar. Em situações muito particulares, decorrentes do uso de dejectos de animais (estrumes e chorumes) e outros biossólidos (lamas de ETAR, lamas celulósicas, resíduos sólidos urbanos, ...) como fertilizantes, podem admitir-se possíveis contaminações microbiológicas em vegetais frescos e em águas de consumo humano quando estas são recolhidas em fontanários ou captações privadas e utilizadas à margem de um controlo físico-químico e microbiológico adequado. A utilização de biossólidos na agricultura (lamas de ETAR, RSU's, ...) pode também originar contaminação do solo e, eventualmente, da água e de vegetais com metais pesados. A portaria No 176/96 (DR, 2ª série, 3 Outubro) estabelece limites de metais pesados nas lamas de tratamento de esgotos, nos solos em que se pretende aplicar este fertilizante e as quantidades máximas de biossólido a aplicar.

A acumulação de nitratos em vegetais e na água de consumo pode ser considerado o principal problema de qualidade e segurança alimentar associado a um uso eventualmente desregrado de fertilizantes azotados. Apesar da informação epidemiológica disponível sobre o efeito na saúde humana da ingestão de quantidades elevadas de nitrato ser controversa, considera-se, de forma genérica, que a exposição prolongada a dietas ricas em nitratos deve

ser evitada (1, 2). Neste sentido, a concentração máxima em nitratos permitida nalgumas espécies vegetais e na água de consumo humano encontra-se enquadrada por legislação comunitária.

2. Os nitratos e as plantas

Nitrato é a forma iónica NO_3^- , que se constitui como a principal fonte de azoto para a maioria das plantas. O azoto é o elemento nutriente que mais condiciona a produtividade primária (e a composição das plantas) em ecossistemas naturais e agrícolas. Apesar do N ser apenas mais um elemento essencial, de uma lista de pelo menos 16, a relação entre as necessidades das plantas e a disponibilidade de azoto no solo conferem-lhe um estatuto especial. O azoto tem de ser aplicado a todas as culturas, frequentemente mais que uma vez durante a estação de crescimento.

Em solos arejados não excessivamente ácidos, todas as formas de azoto no solo (orgânicas, amoniacais, ...) são convertidas pelos microrganismos em NO_3^- , que, por sua vez, é uma forma química de azoto relativamente estável e aquela que se acumula nos solos.

O ião NO_3^- é absorvido pelas plantas e assimilado, formando-se aminoácidos e outros compostos azotados. As plantas podem absorver NO_3^- em quantidade superior às suas necessidades imediatas, desde que disponível no solo, e acumulá-lo nos seus tecidos sem ser assimilado. As plantas podem também absorver azoto na forma NH_4^+ mas, ao contrário do NO_3^- , o ião NH_4^+ é fitotóxico, não se pode acumular nos tecidos, sendo assimilado após a sua absorção. A acumulação de nitratos (e outros compostos azotados de baixo peso molecular) nas plantas é frequentemente designada de *consumo de luxo*. Consumo de luxo representa uma adaptação evolutiva das plantas que lhes permite manter actividade vegetativa elevada mesmo em períodos de escassez do elemento.

A dinâmica do N no solo é elevada. O ião NO_3^- pode estar continuamente a ser formado a partir das reservas orgânicas de N do solo, ou da aplicação de estrumes e adubos. Contudo, o NO_3^- é muito solúvel em água, pelo que pode sair do solo nas águas de percolação (lixiviação) em momentos de precipitação elevada. Em ambiente redutor (excesso de água no solo) pode também ser desnitrificado, convertendo-se em formas voláteis de azoto (N_2 e NO_x). Assim, as plantas não podem perder oportunidades de absorver NO_3^- .

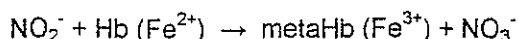
Há espécies vegetais que podem acumular quantidades particularmente elevadas de NO_3^- . Alface, espinafre, agrião, aipo, rabanete e beterraba hortícola podem acumular nitratos em quantidade superior a 2500 mg kg^{-1} de tecido fresco. Outros vegetais, como a batata, podem ser fonte importante de nitratos pela quantidade de alimento que o homem pode ingerir.

A agricultura intensiva tem contribuído para o aumento do azoto disponível no solo e nas águas de consumo. A par do problema dos nitratos na saúde humana e sanidade animal, diversas formas de azoto constituem-se como importantes contaminantes da atmosfera e de ecossistemas aquáticos.

3. Toxicidade dos nitratos

Os nitratos estão presentes nos fluidos humanos; são formados pelo próprio organismo mesmo na ausência de absorção de nitratos. Os nitratos são também obtidos a partir de fontes exógenas, como os vegetais e a água. Os nitratos, em si, são relativamente pouco tóxicos mas os nitritos e outros metabolitos associados, sobretudo compostos N-nitroso, podem causar efeitos adversos na saúde. Aproximadamente 5 % dos nitratos ingeridos ou contidos na saliva são reduzidos a nitritos pelos sistemas enzimáticos de bactérias presentes na boca e tracto gastrointestinal (2).

O *problema dos nitratos* surge devido à importância da Metahemoglobinémia ou síndrome dos bebés azuis. A metahemoglobinémia resulta do facto dos nitritos reagirem com a hemoglobina (Fe^{2+}) para formar meta-hemoglobina (Fe^{3+}) e nitrato.



Como consequência, a capacidade para o sangue transportar oxigénio fica limitada. Quando ocorre um aumento de metaHb de 10 a 20 % surgem sintomas clínicos da doença. A morte surge quando ocorre um aumento de metaHb superior ao normal entre 60 a 80 % (3).

Crianças e adultos são pouco susceptíveis a esta doença. Casos de Metahemoglobinémia em adultos ocorrem apenas quando estes são expostos directamente a nitritos em doses elevadas. A medicina tradicional tem uma longa história associada ao tratamento de terapias diversas a partir de fármacos que contêm nitratos, sem problemas aparentes, sendo alguns ainda usados actualmente.

Os bebés com menos de 3 meses são particularmente vulneráveis, porque o sistema enzimático que permite reverter a metaHb (Fe^{3+}) a Hb (Fe^{2+}) ainda se encontra pouco desenvolvido e a relação entre a quantidade de nitratos que podem ingerir e o seu peso é-lhe desfavorável (3). Suspeita-se também que nos bebés a quantidade de nitratos que se convertem em nitritos possa ser superior, porque o pH do seu estômago não é suficientemente baixo para garantir assepsia completa (4). Pelo contrário, a boca dos bebés está menos contaminada e uma proporção menor de nitratos será convertida em nitritos na boca (3).

Os bebés até aos três meses de idade podem estar expostos a nitratos e nitritos provenientes de água e de alguns vegetais. Parte significativa dos casos de metahemoglobinémia registada em bebés supõe-se ser devida à ingestão de papa de cenoura e outros vegetais contaminados com teores elevados de nitritos. Estes terão sido formados a partir dos nitratos por deficiente higienização dos produtos. Em países desenvolvidos casos de metahemoglobinémia são, actualmente, raros (3).

Os nitritos podem reagir com aminas e amidas e formar compostos N-nitroso, com poder cancerígeno. Estas reacções ocorrem sobretudo no estômago, mas podem ocorrer nos alimentos durante a conservação. Foi demonstrado que estes compostos têm efeito cancerígeno em mais de 40 espécies, incluindo mamíferos, pássaros, répteis e peixes.

Acredita-se que o homem não será excepção e que a ingestão de nitratos/nitritos possa estar associada a maior incidência de cancro gástrico (2). Há estudos epidemiológicos que parecem demonstrar o efeito cancerígeno de dietas ricas em nitratos, mas também o contrário, ou seja um efeito protector. A principal fonte de nitratos são os vegetais e estes contêm vitaminas (especialmente vitamina C), sais minerais, e compostos biológicos que exercem efeito protector.

O nitrato parece interferir com a absorção de iodo pela tiróide, resultando na sua hipertrofia. A tiróide é uma glândula responsável por várias funções endócrinas e hormonais do corpo humano. Foi também demonstrada relação positiva entre a ingestão de nitratos e o aumento de incidência da *diabetes mellitus* em crianças (2):

Os animais ruminantes são particularmente vulneráveis à ingestão de nitratos, que para serem assimilados têm de ser convertidos em nitritos e estes em amoníaco. Contudo, a primeira etapa do processo é mais rápida, pelo que os nitritos tendem a acumular-se. A anoxia provocada pelos nitritos tem um efeito vasodilatador que reduz a pressão sanguínea e no limite pode levar ao colapso do animal. Westcott et al. (5) procuraram definir limites críticos de nitratos em forragens para animais.

O óxido de azoto (NO) que se forma no estômago a partir dos nitratos exerce efeito depressivo sobre vários patogénicos. Esta é uma das razões para alguns autores considerarem os efeitos positivos dos nitratos muito superiores aos negativos. L'hirondel & L'hirondel (3) consideram que se criou um dogma de que os nitratos são prejudiciais à saúde sem haver fundamentação científica para tal. Contudo, a comissão científica para a alimentação da UE considera importante manter o esforço de redução da ingestão de nitratos.

4. Ingestão de nitratos

O Comité científico para a alimentação da UE estabeleceu como Dose Diária Admissível (*Acceptable Dairy Intake*, ADI) para nitratos e nitritos, valores entre 0 e 3,7 mg NO₃ kg⁻¹ e 0 e 0,07 mg NO₂ kg⁻¹ de peso corporal. Contudo a Agência de Protecção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos definiu como limites máximos aceitáveis 7,0 mg NO₃ kg⁻¹ e 0,33 mg NO₂ kg⁻¹ de peso corporal. Estudos na Holanda demonstraram que 15 % da população adulta e 45 % das crianças e jovens excedem a ADI definida pela União Europeia para nitratos (2). As dietas vegetarianas ultrapassam também necessariamente aqueles valores.

Os vegetais são responsáveis pela ingestão de 60 a 90 % de nitratos nas dietas actuais. Água de consumo, carnes curadas e conservas de peixe podem ser também fontes de nitratos importantes. Nos vegetais interessa ter em conta a sua frescura e higiene. Conservação demorada à temperatura ambiente pode conduzir à redução de nitratos a nitritos durante a conservação.

A União Europeia tem definido limites máximos em espinafre e alface em função do período de comercialização e da origem da produção, estufa ou ar livre (quadro 1). Alguns

países europeus incluíram em legislação nacional limites máximos de nitratos para vários outros vegetais.

Quadro 1. Concentração máxima de nitratos em vegetais (Regulamento EC 563/2002)

Vegetal	Período de comercialização	NO ₃ (mg kg ⁻¹ tecido fresco)	
Espinafre	1 Novembro – 31 Março	3000	
	1 Abril – 31 Outubro	2500	
Espinafre/processado		2000	
Alface	1 Outubro – 31 Março	Estufa	4500
		Ar livre	4000
	1 Abril – 30 Setembro	Estufa	3500
		Ar livre	2500
Alface "Iceberg"	Estufa	2500	
	Ar livre	2000	

5. Gestão da fertilização azotada

O problema dos nitratos surge com a intensificação da agricultura na segunda metade do século XX, mais concretamente com a utilização de doses crescentes de fertilizantes azotados. Desde modo, parte significativa do problema deve ser resolvida a montante, no sector da produção. Aliás, toda a legislação e regulamentações apontam nesse sentido.

O uso racional dos fertilizantes azotados (incluindo materiais orgânicos) é a chave do problema. As plantas devem dispor de N nas quantidades necessárias a um desenvolvimento vegetativo sem limitações, mas que não potencie a acumulação de nitratos nos seus tecidos. Contudo, o controlo do azoto disponível no solo não é fácil. A dinâmica do nutriente é considerável e muitas das transformações que o N sofre no solo são, basicamente, imprevisíveis, na medida em que dependem de condições ecológicas locais, da natureza dos substratos a decompor entre outros factores. Por outro lado, os laboratórios não dispõem, até ao momento, de metodologias que assegurem recomendações de fertilização azotadas devidamente ajustadas às necessidades das plantas. Algumas aproximações para a mitigação do problema têm tido sucesso relativo, como: a utilização de inibidores da nitrificação; a aplicação fraccionada do N após monitorização do estado nutritivo das plantas; e o cultivo em hidroponia. Contudo, as actividades económicas só são sustentáveis quando há uma relação benefício/custo favorável. As soluções tecnicamente mais sofisticadas são necessariamente mais caras e nem sempre têm o retorno económico desejado não sendo, por isso, aplicáveis de forma generalizada. Um longo caminho parece haver ainda a percorrer nesta matéria.

Referências

- (1) Boink, A. and Speijers, G.J.A. 2001. Health effects of nitrates and nitrites, a review. *Acta Hortic.* 563, 29-36.
- (2) Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86, 10-17.

- (3) L'hirondel, J. L and J.-L. L'hirondel. 2002. Nitrate and man: toxic, harmless or beneficial?. CABI Publishing, UK.
- (4) ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1991. Case studies in environmental medicine: nitrate/nitrite toxicity. ATSDR, 16: 1-23.
- (5) Westcott, M. P., Cash, S. D., Jacobsen, J. S., Carlson, G. R. and Welty, L. E. 1998. Sap analysis for diagnosis of nitrate accumulation in cereal forages. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29 (9 & 10): 1355-1363.