



FELIPE MACÍAS
MONTserrat DÍAZ-RAVIÑA
MARÍA TERESA BARRAL
(eds.)

RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA CIENCIA DEL SUELO



VI CONGRESO IBÉRICO DE LA CIENCIA DEL SUELO
CICS2014
SANTIAGO DE COMPOSTELA

andavira
e d i t o r a

Efeitos agronômicos resultantes da utilização de diferentes técnicas de aplicação de chorume ao solo

J.P. Carneiro^{1,2*}, D. Soares², J. Monteiro², S. Surgy³, J. Pereira^{4,5}, J. Coutinho⁶, H. Trindade⁵,
D. Fangueiro³

¹CERNAS, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Portugal *jpc@ipcb.pt

²Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, Portugal

³UIQA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal

⁴Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior Agrária, Portugal

⁵CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

⁶Centro de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Resumo

A aplicação de chorume ao solo por injeção, ou após tratamento através da separação mecânica de sólidos ou da acidificação, são práticas consideradas como suscetíveis de reduzirem emissões de amoníaco (NH₃). Com o objetivo de avaliar, em condições mediterrânicas, o efeito destas técnicas de aplicação de chorume na produção de silagem de milho e na eficiência da utilização pelas plantas do azoto (N) aplicado, foi estabelecido na região de Castelo Branco, Portugal, um ensaio em campo. Dos resultados apurados pôde verificar-se que a utilização de qualquer uma dessas metodologias de aplicação será viável nas condições do estudo, na medida em que não resultaram em reduções na produção nem em efeitos negativos no aproveitamento pelas plantas do N aplicado através do efluente.

Introdução

Em Portugal, durante 2011, foram emitidas para a atmosfera cerca de 47 kt de amoníaco (NH₃) (Dias et al., 2013). A atividade agrícola contribuiu com cerca de 89% das emissões de NH₃ (EEA, 2013), estando as mesmas particularmente associadas à volatilização que ocorre a partir dos dejetos produzidos pelos animais, nomeadamente quando da aplicação de chorume ao solo. Usualmente, os chorumes são aplicados sob a superfície dos solos, e foi já verificado ocorrerem importantes reduções nas emissões de NH₃ quando em alternativa se procede à sua injeção no solo (Smith et al., 2000), quando antes da aplicação se acidifica o efluente (Kai et al., 2007), ou quando se procede à separação mecânica do efluente e se aplica ao solo unicamente a fração líquida (Nyord et al., 2012). Para além disso, o recurso a uma técnica de aplicação de chorume ao solo capaz de reduzir emissões de NH₃, pode proporcionar uma maior eficiência de utilização de azoto (N) pelas culturas, com efeito sobre a quantidade e qualidade das produções obtidas (Webb et al., 2010).

Para além da eficiência de utilização de N poder variar com o método de aplicação de um determinado fertilizante, depende, entre outros aspetos, da cultura e das condições ambientais. Com o objetivo de contribuir para a obtenção de informação, em condições mediterrânicas, do efeito da utilização de técnicas de aplicação de chorume suscetíveis de reduzirem emissões de NH₃, na produção de silagem de milho e no aproveitamento pelas plantas do N disponibilizado, desenvolveu-se na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Portugal, um ensaio em campo.

Materiais e métodos

O ensaio de campo decorreu na região centro interior de Portugal, em Castelo Branco, num Cambissolo dístico. Nos primeiros 20 cm o solo apresentava 15 g kg⁻¹ de matéria orgânica, 5,9 pH (H₂O), 311 e 300 mg kg⁻¹ P₂O₅ e K₂O (Egner-Riehm), 381,1 g kg⁻¹ de areia grossa (0,2 - 2 mm), 380,2 g kg⁻¹ de areia fina (0,02 - 0,2 mm), 152,1 g kg⁻¹ de limo (0,002 - 0,02 mm) e 86,7 g kg⁻¹ de argila (< 0,002 mm). O estudo realizou-se entre junho e

J. P. Carneiro, D. Soares, J. Monteiro, S. Surgy, J. L. Pereira, J. Coutinho, H. Trindade, D. Fangueiro (2014). Efeitos agronômicos resultantes da utilização de diferentes técnicas de aplicação de chorume ao solo. In Felipe Macías, Monserrat Díaz-Raviña y María Teresa Barral (Ed.), *Retos y oportunidades en la ciencia del suelo* (pp. 323-326), Andavira Editora, Santiago de Compostela. (ISBN: 978-84-8408-769-4)

setembro de 2013, utilizando-se a cultura do milho para produção de silagem. O efluente utilizado foi o chorume de produção intensiva de suínos, tendo o mesmo sido submetido a diferentes técnicas de aplicação: tradicional – distribuição à superfície seguida de incorporação - (Trad), à superfície (Sup), com prévia acidificação aplicado à superfície (Ac), injetado a 10-15 cm de profundidade (Inj), e aplicação à superfície da fração líquida (FL). Foram ainda considerados os tratamentos com aplicação de adubos azotados minerais convencionais (Adtrad) e sem aplicação de qualquer fertilizante (Controlo). A FL foi obtida com recurso a um separador sólidos/líquidos mecânico tipo prensa e para a acidificação (realizada cerca de 24h antes da aplicação ao solo) foi adicionado ácido sulfúrico na quantidade necessária para se obter no chorume um pH 5. Os efluentes (chorume bruto, chorume bruto acidificado e fração líquida) e os fertilizantes minerais foram aplicados ao solo de forma a serem doseadas as mesmas unidades de N em todos os tratamentos com fertilização, 170 kg N ha⁻¹. Os efluentes foram aplicados através de uma única aplicação (uma semana antes da sementeira da cultura) e em Adtrad a repartição da aplicação dos adubos em fundo (sulfato de amónio 20,6%, no mesmo dia dos efluentes líquidos) e em cobertura (nitroamoniaco 27%) foi de 90 e 80 kg N ha⁻¹. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em cada um dos três blocos em que o campo foi dividido, em talhões com 30 m² (6 m x 5 m). As práticas culturais adotadas foram as tradicionalmente praticadas pelos agricultores. Para determinação da produção de forragem de milho foram colhidas plantas nas linhas centrais dos talhões, num total de 3 m lineares por talhão (2 x 1,5 m), a que correspondeu uma área de 2.25 m² (3 m x 0,75 m) por talhão. Para além da produção de matéria verde (MV) foi determinada a produção de matéria seca (MS), tendo-se para o efeito secado (60 ± 5°C) cinco plantas de cada talhão. Para apuramento das quantidades de N removidas pela cultura, e para cada talhão, consideraram-se as produções por hectare expressas em MS e a concentração de N total na parte aérea das plantas, analisada através do método de Kjeldahl. Os teores de N apurados foram corrigidos relativamente ao valor de humidade determinada a 105 °C.

Para avaliação da eficiência de uso do azoto, foram considerados os conceitos de eficiência agronómica (EA) e de recuperação aparente de azoto dos fertilizantes (RAA). EA foi definida como o acréscimo de produção de forragem produzida por kg de N aplicado, e determinada pela expressão

$$EA = \frac{(MS_{fert} - MS_{controlo})}{Napl_{fert}}$$

em que MS_{fert} representa a produção obtida quando se fertilizou, $MS_{controlo}$ a produção no tratamento sem adição de qualquer fertilizante, e $Napl_{fert}$ as unidades de N aplicadas. O RAA foi calculado com o objetivo de avaliar a capacidade das plantas em recuperar do solo N aplicado através dos fertilizantes usados, de acordo com a expressão

$$RAA (\%) = \frac{(Nr_{fert} - Nr_{controlo})}{Napl_{fert}} \times 100$$

em que Nr_{fert} e $Nr_{controlo}$ representam, respectivamente, a quantidade de N removida pela parte aérea da cultura quando se fertilizou e a extraída quando tal prática não foi considerada. A produção de forragem foi expressa em kg MS ha⁻¹.

Resultados e discussão

Como se pode observar pela Tabela 1, o chorume obtido na exploração de produção intensiva de suínos apresentava um teor em MS relativamente baixo, aspeto que condicionou a obtenção de uma mais evidente diferenciação entre as características do efluente bruto e da fração líquida.

Quanto à produção de silagem de milho (Figura 1), para além de se poder verificar a importância da disponibilidade de N no solo para a quantidade de biomassa produzida (menos 36 a 50% de MS produzida no Controlo relativamente aos restantes tratamentos), pode observar-se a inexistência de diferenças importantes na produção quando o doseamento desse N foi feito com adubos minerais ou com recurso a chorume de suínos. É importante também salientar que, quer a não incorporação imediata do chorume (forma de aplicação passível de utilização em culturas forrageiras permanentes), quer o recurso a técnicas de aplicação suscetíveis de reduzirem emissões de NH₃ (injeção, acidificação ou aplicação unicamente de fração líquida), não resultaram em reduções de produção de biomassa.

Tabela 1- Algumas características do chorume de suínos (matéria seca) usado no ensaio em campo.

Parâmetro	Efluente bruto	Efluente bruto acidificado	Fração líquida
Densidade	1,02	1,02	1,02
Matéria Seca (%)	3,8	3,4	3,4
MO (%)	71,2	62,7	68,0
pH (H ₂ O)	7,8	5,8	7,8
CE (dS.m ⁻¹)	22,3	26,2	24,4
N Total – N (%)	9,3	12,0	9,6
N Orgânico (%)	2,7	3,3	4,1

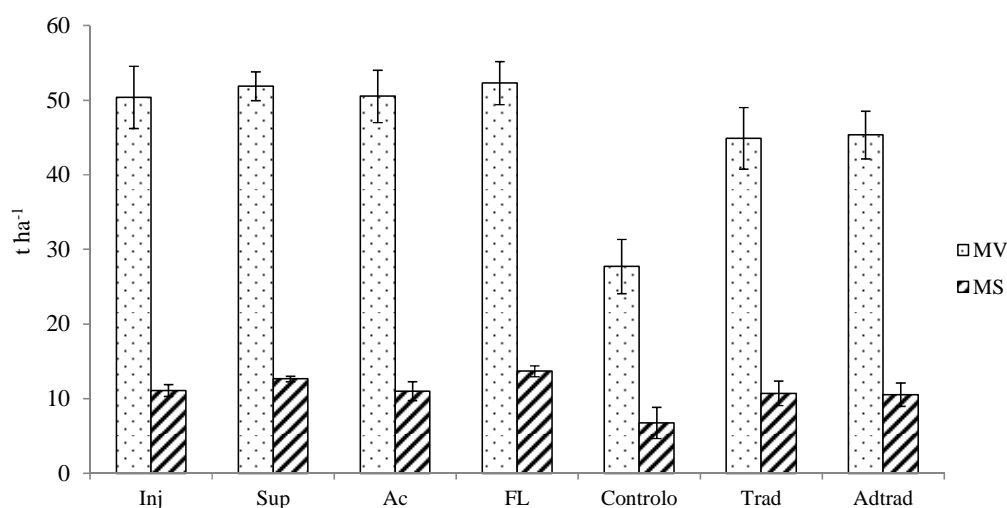


Figura 1 - Valores médios de produção de silagem de milho nos vários tratamentos. Barras verticais representam o erro padrão da média (n=3).

Possivelmente devido a uma menor disponibilidade de N em formas absorvíveis num período de maior utilização do nutriente pelas plantas, foi com a ausência de qualquer fertilização (Controlo) e com a aplicação da fração líquida do chorume (FL) que as concentrações de N na planta (Tabela 2) foram mais baixas (8 e 11 g kg⁻¹, respetivamente). Ainda assim, e devido à produção de forragem mais elevada em FL (13,7 t MS ha⁻¹), a quantidade de N removida pela cultura com esta forma de aplicação do chorume, foi muito semelhante às registadas em todos os restantes tratamentos. Efetivamente, foi no Controlo que as remoções de N foram mais baixas (próximas dos 50 kg N ha⁻¹), correspondendo a cerca de 1/3 do medido com aplicação ao solo de chorume ou de adubo mineral.

Usualmente, a recuperação de N a partir de fertilizantes minerais é maior em relação ao que sucede com fertilizantes orgânicos. Ainda assim, e certamente como resultado da relativa proximidade das produções obtidas nos diferentes tratamentos com fertilização, não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos, quer em relação ao acréscimo de J. P. Carneiro, D. Soares, J. Monteiro, S. Surgy, J. L. Pereira, J. Coutinho, H. Trindade, D. Figueiro (2014). Efeitos agrónómicos resultantes da utilização de diferentes técnicas de aplicação de chorume ao solo. In Felipe Macías, Monserrat Díaz-Raviña y María Teresa Barral (Ed.), *Retos y oportunidades en la ciencia del suelo* (pp. 323-326), Andavira Editora, Santiago de Compostela. (ISBN: 978-84-8408-769-4)

produção por unidade de azoto aplicada (EA), quer no que diz respeito à recuperação aparente de azoto dos fertilizantes pela cultura (RAA). Os resultados de EA variaram entre os 20 a 40 kg de MS por kg de N aplicado, tendo os dos RAA oscilado entre os 50 e 70% do N aplicado. Perante tais observações, poder-se-á deduzir que a adoção de técnicas de aplicação de chorume passíveis de reduzirem emissões de NH₃, não serão suscetíveis, nas nossas condições, de interferirem negativamente no aproveitamento do N pela cultura do milho.

Tabela 2 – Valores médios de azoto na parte aérea das plantas de milho, de remoção de nutriente pela cultura, de eficiência agronómica do azoto e de recuperação aparente de azoto dos fertilizantes pela cultura. Na mesma coluna, tratamentos com letras diferentes apresentam diferenças significativas ($P < 0,05$), de acordo com o teste de Duncan. Valores entre parêntesis representam o erro padrão ($n = 3$).

Tratamento	Teor N (g N Kg ⁻¹ MS)	Remoção N (kg N ha ⁻¹)	EA (kg MS kg ⁻¹ N aplicado)	RAA (% do N aplicado)
Inj	14,8 ab	165,1 a	25,5 (4,5)	65,6 (4,7)
Sup	13,6 ab	171,5 a	34,6 (4,0)	69,3 (2,2)
Ac	12,6 bc	138,1 a	25,1 (10,6)	49,7 (7,5)
FL	10,9 cd	149,1 a	40,7 (11,6)	56,2 (12,2)
Controlo	8,1 d	53,7 b		
Trad	13,3 abc	143,1 a	23,3 (13,3)	52,6 (9,6)
Adtrad	16,7 a	172,6 a	22,3 (13,5)	70,0 (9,1)
<i>P</i>	< 0,05	< 0,05	0,518	0,734

Conclusões

Dos resultados apurados pode depreender-se, em primeiro lugar, que a utilização de chorume de suínos na fertilização da cultura de milho destinada à produção de silagem pode constituir uma boa alternativa à tradicional adubação mineral azotada. Para além disso, verificou-se que o recurso a técnicas de aplicação do efluente passíveis de contribuir para uma redução das emissões de NH₃, como sejam a injeção, ou o seu tratamento por separação de sólidos ou acidificação, não só não resultaram, nas condições do estudo, em quebras de produção de forragem, como não afetaram negativamente a sua qualidade ou o aproveitamento pelas plantas do azoto aplicado através do efluente.

Bibliografia

- Dias A, Teixeira A, Azevedo F, Gonçalves L, Guerra M, Ribeiro R, Rodrigues S, Alvarenga, A. 2013. *Relatório do Estado do Ambiente 2013*. Edição: Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora.
- EEA. 2013. *Air pollution fact sheet 2013 – Portugal*. Edition: European Environment Agency. Copenhagen.
- Kai P, Pedersen P, Jensen JE, Hansen MN, Sommer SG. 2008. A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions. *European Journal of Agronomy* 28: 148–154.
- Nyord T, Hansen MN, Birkmose. 2012. Ammonia volatilisation and crop yield following land application of solid-liquid separated, anaerobically digested, and soil injected animal slurry to winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 160: 75-81.
- Smith KA, Jackson DR, Misselbrook TH Pain BF, Johnson RA. 2000. Reduction of ammonia emission by slurry application techniques. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77: 277-287.
- Webb J, Pain B, Bittman S, Morgan J. 2010. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response - A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137: 39-46.

Agradecimentos

Trabalho financiado pelo projeto FCT PTDC/AGR-PRO/119428/2010, “Gestão agronómica e ambiental de chorumes: práticas sustentáveis de aplicação ao solo”. D. Figueiro usufruiu de uma bolsa de Pós-doutoramento financiada pela FCT (SFRH/BPD/84229/2012).

J. P. Carneiro, D. Soares, J. Monteiro, S. Surgy, J. L. Pereira, J. Coutinho, H. Trindade, D. Figueiro (2014). Efeitos agronómicos resultantes da utilização de diferentes técnicas de aplicação de chorume ao solo. In Felipe Macías, Monserrat Díaz-Raviña y María Teresa Barral (Ed.), *Retos y oportunidades en la ciencia del suelo* (pp. 323-326), Andavira Editora, Santiago de Compostela. (ISBN: 978-84-8408-769-4)