

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Fertilização com uréia em superfície em pastagem irrigada e a volatilização de amônia”

PATRÍCIA PERONDI ANCHÃO OLIVEIRA⁽¹⁾, ANA CAROLINA ALVES⁽²⁾, VALDO RODRIGUES HERLING⁽³⁾, PEDRO HENRIQUE CERQUEIRA LUZ⁽³⁾, TERESA CRISTINA ALVES⁽²⁾, RAMON C. ROCHETTI⁽⁴⁾, JOÃO PAULO MARIANO ALVES⁽⁴⁾

RESUMO - A aplicação de uréia em superfície na pastagem pode ocasionar elevadas perdas de amônia por volatilização e uma das alternativas para minimizar esse efeito é a irrigação ou a precipitação logo após a adubação. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de lâminas de água, após a adubação com uréia (75 kgN/ha) na superfície e a lâmina em pastagem de colômbio, nas perdas de N por volatilização. Foram realizados três experimentos em três épocas, verão, inverno e primavera. O delineamento experimental foi em faixas, em sistema de aspersão em linha, com cinco repetições. Os tratamentos foram quatro níveis de irrigação após a adubação com uréia, sendo três tratamentos com lâminas de água e um controle (sem irrigação). Um dos tratamentos consistia em elevar a umidade do solo à capacidade de campo e os outros dois eram lâminas de água intermediárias aos do controle e capacidade de campo, havendo variação conforme a estação do ano. No verão, a aplicação de apenas 3,2 mm de água elevou a umidade do solo para 52,4% da capacidade de água disponível e reduziu as perdas de N-NH₃ para menos de 3,1 % do N aplicado, enquanto a ausência de irrigação provocou perdas de 30,5%. No inverno e na primavera a volatilização de N-NH₃ foi baixa, mesmo na ausência de irrigação após a adubação. Na primavera, a irrigação com 16 mm de água elevou a umidade do solo à capacidade de campo e reduziu as perdas para 1,6 % do N aplicado, enquanto no controle as perdas foram de 5%.

Palavras-Chave: (perdas; nitrogênio; adubação)

Introdução

A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil e no mundo, por apresentar vantagens como maior concentração de N, baixo custo de produção, de transporte e armazenamento comparado aos demais

fertilizantes nitrogenados sólidos. No entanto, é considerado o fertilizante que apresenta maior potencial de perda de N-NH₃ por volatilização, principalmente quando aplicado em superfície. As condições climáticas, as características do solo, o manejo de aplicação são alguns dos fatores que se interagem afetando a taxa de volatilização de NH₃ e fazendo com que ela seja tão variável. Através de um manejo adequado é possível minimizar essas perdas, evitando prejuízos ambientais e econômicos, tornando o uso da uréia tão eficiente como de outras fontes de N. Uma das formas de minimizar a volatilização é a ocorrência de chuva ou irrigação logo após aplicação do fertilizante. A água solubiliza a uréia, incorpora-a ao solo e dificulta as perdas N-NH₃ por volatilização. Por outro lado, a adição de água aumenta a hidrólise da uréia e se não for suficiente para incorporar os produtos da hidrólise no solo, haverá suprimento de NH₃ próximo à superfície, o que favorece a volatilização.

O volume de água, pela chuva ou irrigação, e o momento da ocorrência afetam as perdas de N-NH₃ por volatilização de maneira considerável e incerta. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de lâminas de água, após a adubação com uréia, nas perdas de N por volatilização do solo e emissão foliar em pastagem.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbio, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, em Ilha Solteira, SP (20° 25' S, 51° 21' W e altitude de 335 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,7 °C, precipitação anual de 1.259 mm e umidade relativa do ar média de 62,5%. Os dados climáticos foram coletados em estação meteorológica localizada a menos de 100 m da área experimental. As características químicas do solo classificado como Podzólico Vermelho Escuro, eutrófico, textura arenosa, são apresentadas na Tabela 1.

⁽¹⁾ Primeira Autora é Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste. Rod. Washington Luiz Km 234, Caixa Postal 339, São Carlos, SP, CEP 13560-970. E-mail: ppaolive@cnpq.embrapa.br

⁽²⁾ Segunda e Quinta Autoras são pós graduandas do PPG em Qualidade e Produtividade Animal do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225 A, Caixa Postal 23, Pirassununga, SP, CEP 13635-970.

⁽³⁾ Terceiro e Quarto Autores são Professores do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225 A, Caixa Postal 23, Pirassununga, SP, CEP 13635-970.

⁽⁴⁾ Sexto e Sétimo Autores são Alunos de Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Avenida Brasil, 56 – Centro, 15385-000 Ilha Solteira - SP

Apoio financeiro: FAPESP e CNPq.

Os valores do conteúdo de água no solo quando em capacidade de campo (CC) e em ponto de murcha permanente (PMP) foram obtidos das curvas características de retenção da água no solo, realizado para a área experimental. Considerou-se o ponto de murcha permanente o teor de água retida no solo sob tensão de 15 atm e como capacidade de campo, o retido a 0,1 atm, por ser um solo de textura arenosa. A capacidade de água disponível no solo, que representa a lâmina de água armazenada na camada radicular explorada pelas raízes, era de 27 mm. A % da CAD no decorrer do experimento foi calculada considerando a CAD no início, as entradas e saídas diárias de água (irrigação, precipitação e evapotranspiração).

Durante os meses de janeiro (verão), julho (inverno) e outubro (primavera) de 2008 foram realizados os experimentos em delineamento experimental em faixas, com sistema de aspersão em linha e cinco repetições. Este sistema permite a aplicação de lâminas de água na direção transversal à linha de aspersores ([6]). Os tratamentos foram quatro níveis de irrigação após a aplicação da uréia, que variaram da capacidade de campo (CC) à ausência de irrigação (SI) (Tabela 2 e Figura 1). As duas lâminas intermediárias (L1 e L2) foram determinadas em relação à lâmina mais próxima da linha dos aspersores, onde a umidade do solo foi reposta para atingir a capacidade de campo.

O experimento ocupou a área aproximada de 240 m² onde foram locadas 20 parcelas de 1 m². Realizou-se corte de uniformização da pastagem a 30 cm de altura e aplicou-se, a lanço manualmente, dose equivalente a 75 kg/ha de N na forma de uréia e em seguida a área foi irrigada de acordo com os tratamentos. O cálculo da necessidade de irrigação, para elevar a umidade do solo à capacidade de campo no tratamento CC, foi feito levando em consideração a curva de retenção de água, a umidade do solo e o teste de aspersão. Foram retiradas amostras representativas da camada de 0-10 e 10-20 cm do solo para a determinação da umidade por pesagem das amostras antes e após a secagem em estufa à temperatura de 105 a 110°C por 24 h.

A amônia volatilizada foi quantificada utilizando-se absorvedores com espuma ([1]). Após a adubação nitrogenada e irrigação da pastagem, os absorvedores foram colocados a 1 cm do solo, captando o N-NH₃ volatilizado do solo. No experimento realizado em janeiro os absorvedores foram trocados a cada dois dias, durante apenas oito dias, devido a alta pluviosidade ocorrida (199,6 mm). Nos outros dois experimentos (julho e outubro) os absorvedores foram trocados a cada dia, durante a primeira semana, e depois a cada dois dias, o período experimental foi de 18 e 19 dias respectivamente. Para melhor comparação das épocas considerou-se quatro amostragens em cada período experimental (2, 4, 6 e 8 dias após a aplicação da uréia). O teor de N dos absorvedores foi determinado pelo método macro-Kjeldahl.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados

A volatilização de N-NH₃ do solo iniciou logo após a aplicação da uréia e a sua máxima expressão ocorreu entre o primeiro e o sexto dia. Como observado em outros estudos, essas perdas concentram-se nos primeiros seis dias após a aplicação do fertilizante ([1, 4, 7]).

No verão, a maior perda de N-NH₃ por volatilização aconteceu para o tratamento controle, sem irrigação (SI), dois dias após a aplicação da uréia. E foi seguida de uma drástica redução na taxa de volatilização, em decorrência de uma chuva de 120 mm que aconteceu três dias após aplicação do fertilizante. Na Figura 2, pode-se observar a distribuição das perdas ao longo dos dias, a variação na capacidade de água disponível no solo e as entradas de água no sistema pela irrigação ou chuva, no decorrer dos dias. Em média, a volatilização de N-NH₃ acumulada para o tratamento SI, nos oito dias de avaliação, foi de 22,9 kg/ha, o que corresponde a 30,5% do N aplicado. Já nos tratamentos irrigados após a aplicação da uréia, as perdas foram baixas e constantes ao longo dos dias. Perdas de 44% do N aplicado foram encontradas por Martha Júnior [1] em condições de elevada umidade do solo, ausência de chuvas durante o primeiro dia depois da adubação e temperaturas elevadas. A volatilização de N-NH₃ nas parcelas SI foi maior comparada àquelas irrigadas, o que já era esperado, pois a volatilização é reduzida quando ocorre chuva ou irrigação logo após a aplicação da uréia, e quanto menor o tempo entre a aplicação e o molhamento do solo, menor será a volatilização ([2]). Porém, a diferença na quantidade de N-NH₃ volatilizado para SI foi grande comparada aos demais tratamentos, o que indica que neste caso, a irrigação com apenas 3,2 mm de água (L1), elevou a umidade do solo para 52,4% da CAD e foi suficiente para incorporar a uréia no solo reduzindo as perdas. Essa diferença entre os tratamentos irrigados e o não irrigado também pode ser em parte explicada pela chuva de 3,3 mm que ocorreu no dia seguinte a aplicação da uréia. Foi como um atraso na aplicação de água no tratamento SI, o que causa aumento na volatilização ([2]) e ainda contribuiu para que a quantidade de água no solo, neste tratamento, fosse mantida por volta dos 16 % nos dois primeiros dias, enquanto nos tratamentos irrigados a CAD ficou acima de 27% (Figura 2). Segundo Bremner; Mulvaney (1978) citado por CANTARELLA [3] a taxa de hidrólise aumenta conforme o teor de umidade do solo se eleva, até que este atinja 20%, a partir desse ponto a hidrólise é pouco afetada pelo teor de água.

No inverno, as taxas de volatilização foram baixas para todos os tratamentos (Figura 3). A porcentagem de N volatilizado em relação à quantidade de N aplicado variou de 1,6 a 2,5%, não havendo diferença entre os tratamentos. Para a volatilização diária, a irrigação com 10 mm (L2), após a aplicação da uréia, reduziu as perdas para 0,35 kg/ha/dia comparado ao tratamento SI que apresentou perda de 0,73 kg/ha/dia. As baixas perdas no inverno são explicadas pelas condições climáticas, como temperatura

mais amena e o longo período sem chuva, que fez com que o solo estivesse bem seco. A média da temperatura máxima foi de 30,0°C e da mínima 15,1°C. A precipitação total, nos meses de junho e julho, foi de apenas 3,8 mm e a evapotranspiração média de 3,4 mm/dia. No tratamento que não recebeu irrigação, alguns grânulos de uréia ainda podiam ser vistos próximo aos coletores após 17 dias do início do experimento, o que explica as baixas perdas ocorridas também nesse tratamento. Duarte et al. [5] também observaram ausência de volatilização de N quando a uréia foi aplicada em solo seco, isso ocorre porque a umidade do solo não é suficiente para solubilizar a uréia e promover o seu contato com a urease do solo, interrompendo a formação de produtos que causam volatilização.

Na primavera, somente a irrigação do solo com 17 mm (CC) de água reduziu as perdas em relação ao tratamento SI. A perda acumulada de N-NH₃ caiu de 4,88% para 1,46% do N aplicado. Porém, mesmo para o tratamento SI as perdas foram baixas comparadas as que geralmente ocorrem em pastagens adubadas com uréia em superfície. A baixa perda para o tratamento SI na primavera, pode ser devido ao rápido secamento do solo (Figura 4)

No dia seguinte à aplicação da uréia, para o tratamento sem irrigação, não havia mais água disponível no solo, o que fez com que a volatilização fosse baixa. No terceiro dia após a aplicação da uréia ocorreu uma chuva de 8,9 mm que elevou a CAD, favorecendo novamente a volatilização. Na avaliação feita no quarto dia após a aplicação da uréia, pode-se observar que houve o pico de volatilização no tratamento SI, com perdas 3,11 kg/ha/dia (Figura 3). Kissel et al. [9] observaram que a simulação de uma chuva de 24 mm, sete dias após a aplicação da uréia, não interrompeu as perdas por volatilização, mas as intensificou. Já quando a simulação foi feita imediatamente após a aplicação da uréia, as perdas foram reduzidas para 1% do aplicado.

A volatilização acumulada para os tratamentos com irrigação não variou nas épocas do ano, sendo baixa no verão, inverno e na primavera (Figura 2, 3 e 4). Para esses tratamentos, oito dias após a adubação com uréia, as perdas não passaram de 3,97 % do N aplicado. Com esse comportamento, permite-se concluir que a irrigação logo após a adubação, nas diferentes épocas, é eficiente para minimizar as perdas por volatilização, pela melhor incorporação da uréia ao solo, movendo a amônia para as camadas mais profundas, onde o processo de volatilização de N-NH₃ é reduzido ([10]). Já no tratamento SI, as perdas de N-NH₃ variaram nas épocas do ano. No verão, a volatilização foi maior comparada ao mesmo tratamento no inverno e primavera (Figura 2, 3 e 4).

Conclusões

A aplicação de água imediatamente após a adubação com uréia é eficiente para reduzir as perdas de N-NH₃

por volatilização. No verão, a aplicação de apenas 3,2 mm de água reduziu as perdas de N-NH₃ para menos de 3,1 % do N aplicado, enquanto na ausência de irrigação ocorreram perdas de 30,5%.

A taxa de volatilização é influenciada pela quantidade de água disponível no solo nos dias seguintes à aplicação da uréia. As perdas de N-NH₃ por volatilização são baixas quando a uréia é aplicada em solo seco ou quando o solo seca rapidamente, mesmo que a temperatura seja elevada. No inverno e na primavera, os tratamentos que não receberam irrigação, tiveram baixas perdas por volatilização de N-NH₃, 2,5 e 4,9% do N aplicado respectivamente, pois a quantidade de água disponível no solo, no dia seguinte a adubação era baixa, 2,5 % da CAD no inverno e 0,0% da CAD na primavera. No verão, as perdas N-NH₃ por volatilização foram altas quando o solo não foi irrigado após a aplicação da uréia e apresentou, no dia seguinte à adubação, por volta de 15% da CAD.

A aplicação ou não de água, após a adubação com uréia, não influenciou a emissão foliar de N-NH₃.

Referências

- [1] ALVES, A. C. *Métodos para quantificar volatilização de N-NH₃ em solo fertilizado com uréia*. 2006. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP.
- [2] BLACK, A.S.; SHERLOCK, R.R.; SMITH, N.P. Effect of timing of simulated rainfall on ammonia volatilization from urea, applied to soil of varying moisture content. 1987. *European Journal of Soil Science*. 38: 679 – 687.
- [3] CANTARELLA, H. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da uréia. Piracicaba: *International Plant Nutrition Institute*. n. 117. 2007.
- [4] COSTA, M.B.B.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. 2003. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 27: 631-637.
- [5] DUARTE, F. M.; POCOJESKI, E.; SILVA, L.S.; GRAUPE, F.A.; BRITZKE, D. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia com aplicação de uréia em solo de várzea com diferentes níveis de umidade. *Ciência Rural* vol.37 n.3. Santa maria. 2007.
- [6] HANKS, R.J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V.P.; WILSON, G.D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. 1976. *Soil Science Society of American Journal* 40:426-429.
- [7] LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semi aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. 1990. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* Campinas, 14:345-352
- [8] MARTHA JÚNIOR, G. B. ; CORSI, M.; BARIONI, L. G. ; VILELA, L. Efeito da intensidade de desfolha na produção de forragem do capim Tanzânia irrigado na primavera e no verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2004. 39:927-936.
- [9] KISSEL, D. E; CABRERA, M. L.; VAIO, N.; CRAIG, J. R.; REMA J. A.; MORRIS, L. A. Rainfall Timing and Ammonia Loss from Urea in a Loblolly Pine Plantation. 2004. *Sci. Soc. Am. J.* 68:1744-1750.
- [10] RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Volatilização de amônia após o emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. 1986. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 10:37-43.

Tabela 1. Característica química do solo da área experimental.

Profund. (cm)	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	SB	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³					mmolc/dm ³				%		mg/dm ³				
0-10	5,5	25	17,5	6,8	2,2	17	10	20	tr	49	29	59	tr	0,15	1,7	33	145,6	1,2
10-20	5,3	24	14,8	7,5	1,9	16	8	20	tr	46	25	56	tr	0,21	1,9	37	152,9	1,1

Tabela 2. Lâminas de água e umidade do solo em relação à capacidade de água disponível (CAD) nos três experimentos

	Verão		Inverno		Primavera	
	10/01/08 a 18/01/08		01/07/08 a 19/07/08		16/10/08 a 02/11/08	
	Lâmina (mm)	CAD (%)	Lâmina (mm)	CAD (%)	Lâmina (mm)	CAD (%)
SI	0	40	0	27	0	37
L1	3	52	6	49	5	56
L2	10	76	10	64	9	69
CC	16	100	20	100	17	100

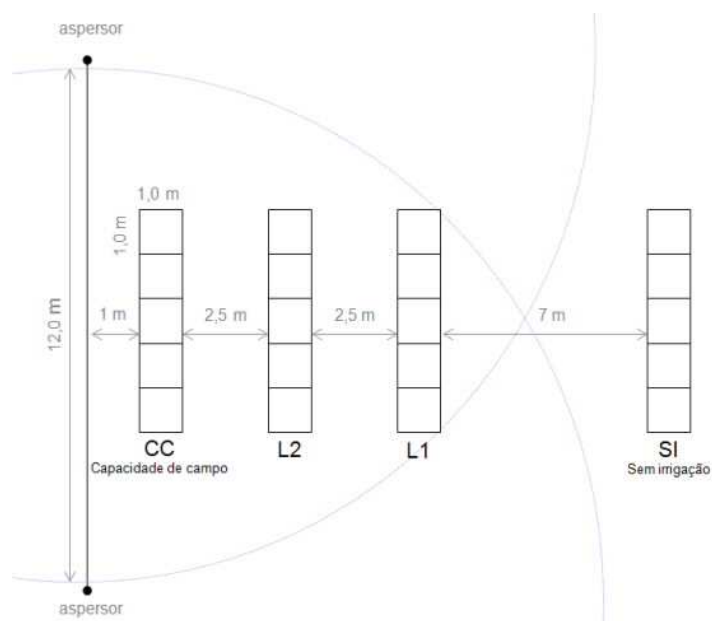


Figura 1. Disposição das parcelas e tratamentos experimentais

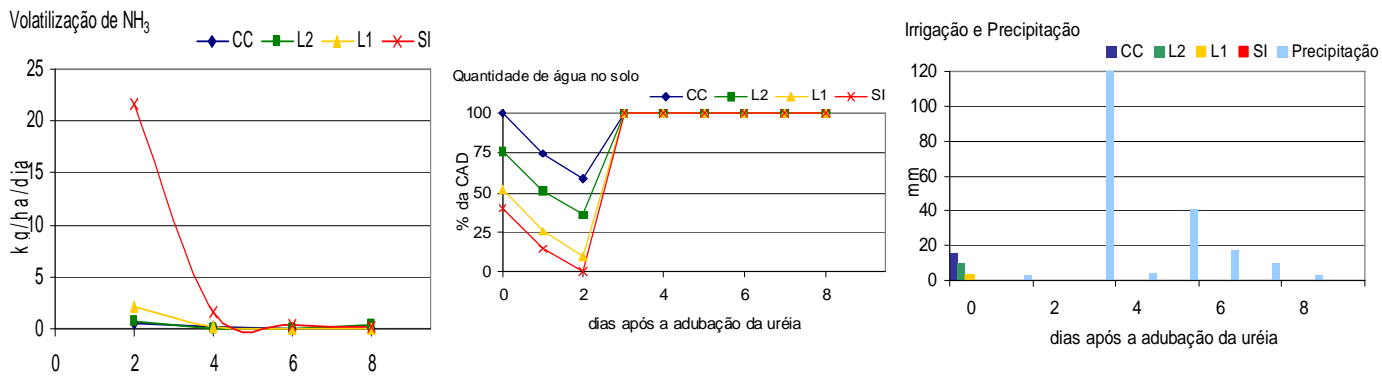


Figura 2. Volatilização de N-NH₃ (kg/ha/dia), quantidade de água disponível no solo (% da CAD), precipitação (mm) e irrigação (mm), no verão

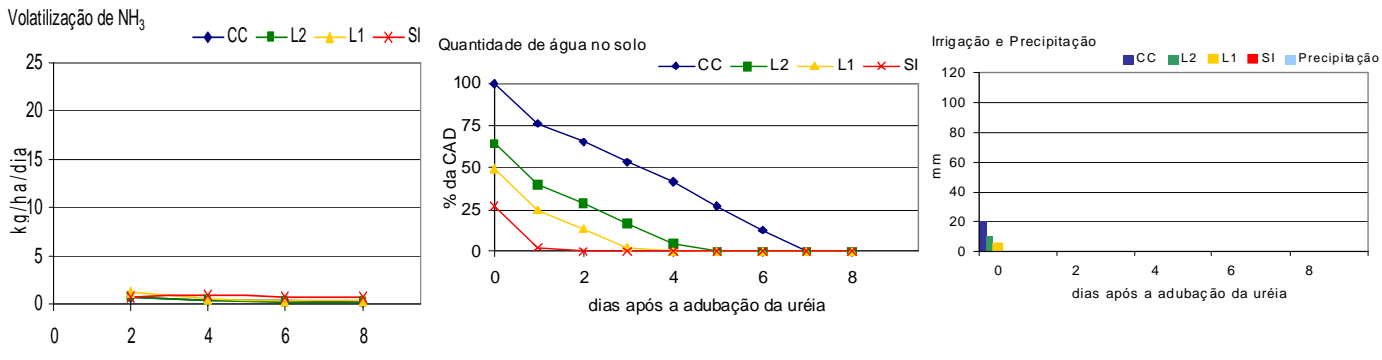


Figura 3. Volatilização de N-NH₃ (kg/ha/dia), quantidade de água disponível no solo (% da CAD), precipitação (mm) e irrigação (mm), no inverno

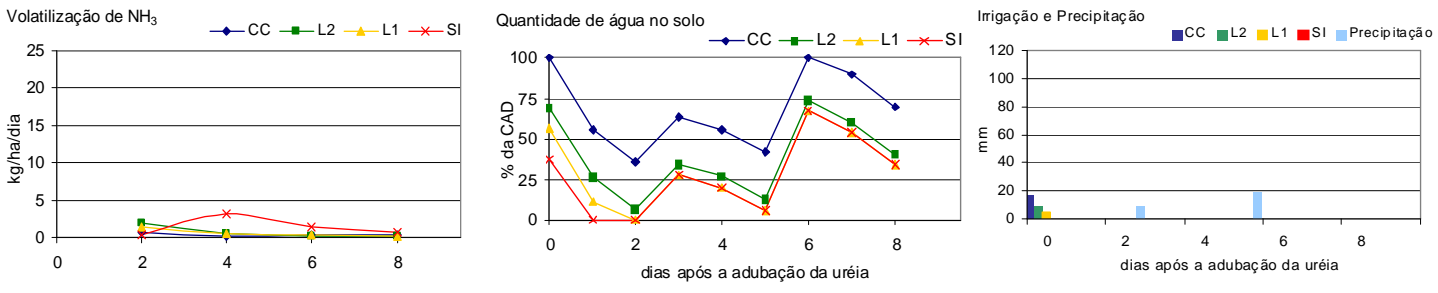


Figura 4. Volatilização de N-NH₃ (kg/ha/dia), quantidade de água disponível no solo (% da CAD), precipitação (mm) e irrigação (mm), no verão