



**PRODUTIVIDADE DE COLMOS E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM
A APLICAÇÃO DE FONTES NITROGENADAS CONVENCIONAIS E ORGANOMINERAIS VIA
SOLO E FOLIAR**

Heurilen Reis dos **Santos**¹; Fabio Sousa Guedes **Silva**²; Nadia Valério **Passignolo-Vitti**³; Edna Ivani **Bertoncini**⁴; André Cesar **Vitti**⁵

Nº 18303

RESUMO – A adubação na cultura de cana-de-açúcar é de grande importância para o planejamento agrícola, principalmente a aplicação de fontes nitrogenadas, via solo ou foliar. Dentre estas fontes, encontram-se os fertilizantes minerais e organominerais como Ajifer e Amino Arginine, que são resíduos da indústria alimentícia. Entretanto, o elemento nitrogênio é susceptível à volatilização. O presente estudo objetivou avaliar a eficiência do produto Amino Arginine via aplicação foliar em cana planta, em diferentes doses diluídas em água, sendo aplicado 150 litros da calda por hectare com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado. Além disso, avaliou-se as perdas de N por volatilização em diferentes fontes nitrogenadas, como o Ajifer, através da instalação de coletores semiabertos estáticos. O fertilizante aplicado via foliar demonstrou ser eficiente para o ganho de produtividade, principalmente nas doses 3,0 e 4,5 L ha⁻¹. O Ajifer mostrou-se compatível com as fontes estáveis como sulfato de amônio em relação às perdas por volatilização em comparação com a ureia convencional ou revestida com nanopartículas protetoras. A mistura ureia com o Ajifer C mostrou-se também eficiente tendo redução de cerca de 50% das perdas se comparado com a ureia convencional.

Palavras-chaves: Resíduo orgânico, Ajifer, Amino Arginine, volatilização de nitrogênio.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduando em Tecnologia em Biocombustíveis, FATEC, Piracicaba-SP; heurilen@hotmail.com

2 Bolsista FUNDAG: Graduando em Tecnologia em Biocombustíveis, FATEC, Piracicaba-SP.

3 Doutoranda em Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, Piracicaba-SP.

4 Pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Centro Sul, Piracicaba-SP.

5 Orientador: Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Centro Sul, Piracicaba-SP; acvitti@apta.sp.gov.br



ABSTRACT – *Fertilization in sugarcane is extremely important for agricultural planning, mainly the application of nitrogenous sources, via soil or foliage. Among these sources are mineral and organomineral fertilizers like Ajifer and Amino Arginine, which are waste from the food industry. However, the nitrogen element is susceptible to volatilization. The present study aimed to evaluate the efficiency of the Amino Arginine product through foliar application in cane plant, in different doses diluted in water, with 150 liters of the syrup per hectare being applied with the aid of a pressurized costal sprayer. In addition, losses of N by volatilization in different nitrogen sources, such as Ajifer, were evaluated through the installation of semi-open static collectors. The fertilizer applied through the foliage showed to be efficient for the productivity gain, mainly in doses 3,0 and 4,5 L ha⁻¹. Ajifer was shown to be compatible with stable sources such as ammonium sulfate in relation to losses by volatilization compared to conventional urea or coated with protective nanoparticles. The urea mixture with Ajifer C was also efficient having a reduction of about 50% of losses compared to conventional urea.*

Keywords: *Organic waste, Ajifer, Amino Arginine, nitrogen volatilization.*

1. INTRODUÇÃO

Importante fonte de mão de obra e cultivada em mais de 100 países do mundo, a cultura da cana-de-açúcar concentra-se majoritariamente em dez países, dentre os quais Brasil e Índia lideram a produção, sendo ambos responsáveis por pouco mais da metade da cana produzida em todo o mundo. Nesta perspectiva, em 2006, a área dedicada à cana-de-açúcar no mundo foi da ordem de 20,4 milhões de hectares (NOVACANA, 2018).

No contexto da adubação nitrogenada, a ureia se destaca por seu baixo custo e alta concentração do elemento nitrogênio. Atualmente, é o fertilizante nitrogenado mais amplamente difundido nas lavouras brasileiras (68%), seguido pelo nitrato de amônio (17%) e o sulfato de amônio (13%) (IFA, 2013, *apud* RINALDI, 2017, p. 20). Porém, a ureia, quando aplicada na superfície e sobre a palhada, pode ter sua eficiência agrônômica reduzida, devido às perdas de amônia por volatilização (PRAMMANEE *et al.*, 1989; FRENEY *et al.*, 1992; LARA CABEZAS; SOUZA, 2008; TRIVELIN *et al.*, 1997; VITTI *et al.*, 2002). Existem alternativas para minimizar as perdas de N-NH₃, como a utilização de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada como o uso de inibidores de urease ou protegidos. Silva *et al.* (2017) observaram redução de 52% na perda de NH₃ usando ureia protegida em comparação a convencional.



Além de fontes nitrogenadas (minerais e os resíduos como a Ajifer) aplicadas via solo existe a opção de aplicar via foliar. Atualmente, na cultura canaveira, em função das pragas e doenças que surgiram nos últimos anos, tornou-se comum o controle via foliar. Aproveitando essas aplicações vem crescendo a nutrição foliar em cana-de-açúcar, em destaque a nitrogenada e via micronutrientes. O Amino Arginine é um fertilizante organomineral líquido de aplicação via foliar e fertirrigação, fonte de macro, micronutrientes e aminoácidos (Arginina e Ácido Glutâmico). O uso dessa fonte fará com que a produtividade, nível nutricional e qualidade tecnológica aumentem em condições de campo. A hipótese é fundamentada no fato do produto ser fontes de N e matéria orgânica, incluindo aminoácidos (Arginina e Ácido Glutâmico) e metabólitos do processo de fermentação. Essas combinações proporcionarão aumento significativo no desenvolvimento da cana durante o ciclo produtivo, quer em cana planta ou em cana soca.

O experimento, em condições controladas, teve como objetivo avaliar a estabilidade das fontes de N dos vários resíduos denominados Ajifer A, B, C e D determinando as perdas de N-NH₃ por volatilização e comparação com as fontes nitrogenadas minerais como ureia convencional e revestida com nanopartículas protetoras, sulfato de amônio e com a mistura de ureia e Ajifer C.

No campo e em cana planta o objetivo foi avaliar a eficiência das doses do produto Amino Arginine em relação a produtividade de colmos (TCH), qualidade tecnológica (POL%Caldo) e acúmulo de açúcares totais por hectare (TPH). Esse estudo pretende além da cana planta estender para duas socas em ciclos agrícolas consecutivos. O uso desse fertilizante foliar, associado ou não às fontes nitrogenadas, via solo bem como as fontes de Ajifer vistas nos estudo de volatilização.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Experimento no Campo

O experimento em cana planta, cultivar RB96-6928 (*Saccharum ssp.*), foi desenvolvido em Lençóis Paulistas/SP, em condições de campo. As fontes nitrogenadas aplicadas via solo, em outro experimento, em cana soca (cultivar RB 85-7515) ainda não foi realizado a colheita e nesse caso será apresentado apenas o estudo via foliar em cana planta. O plantio foi realizado em abril de 2017 em latossolo vermelho álico de textura média e o delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Todas as parcelas experimentais receberam a mesma adubação de plantio e o diferencial foi a adubação foliar com as doses de

Amino Arginine representadas pelos tratamentos: (1) sem aplicação; (2) 1,5 L ha⁻¹; (3) 3,0 L ha⁻¹; (4) 4,5 L ha⁻¹; 6,0 L ha⁻¹. Essas quantidades foram diluídas em água aplicando 150 L ha⁻¹ de calda. As aplicações foliares dos produtos ocorreram nos dias 12 de dezembro de 2017 e 31 de janeiro de 2018 e foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado no período matinal (Figura 1). O tamanho da parcela foi de 5 fileiras duplas (0,90 m x 1,50 m) de 8 metros lineares, totalizando 96 m². Durante a primeira aplicação, as plantas estavam com pelo menos 4 entrenós desenvolvidos, e na segunda aplicação, com o máximo fechamento, em torno de 15 entrenós. Nas ocasiões, as plantas estavam em plena atividade metabólica, ou seja, com elevado índice de área foliar, solo úmido e temperatura na faixa de 20-25°C. A colheita foi realizada em 3 maio de 2018, obtendo a produtividade de colmos de cada parcela e dentro de cada tratamento, a qualidade tecnológica obtida na coleta consecutiva de 10 colmos industrializáveis e a produção de açúcares por hectare segundo a Equação 1.

$$TPH = \frac{[(POL (\%)caldo \times TCH)]}{100} \quad (1)$$

Os resultados das variáveis tonelada de colmo por hectare, POL (%) caldo, e tonelada de POL por hectare foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para comparar o efeito das doses do produto Amino Arginine, e em caso de significância, as médias foram comparadas utilizando análises de regressão polinomial. Esses procedimentos foram realizados utilizando o software estatístico R versão 2.15.1 (R CORE TEAM, 2012).



A. Pulverizador costal pressurizado.



B. Aplicação foliar de Amino Arginine.



C. Aspecto final da aplicação (cobertura) de Amino Arginine.

Figura 1. Aplicação de Amino Arginine via foliar com a cultura em plena atividade metabólica.



2.2. Experimento em casa de vegetação

O experimento de volatilização de N foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), situada no município de Piracicaba/SP (22°42'30" S; 47°38'00" W e altitude de 546 m). Esse ambiente protegido teve a finalidade de evitar a interferência das chuvas torrenciais que poderiam incorporar os fertilizantes no solo e interferir nas perdas de N por volatilização, mascarando os resultados. A ideia foi avaliar a estabilidade dos tratamentos contendo as fontes nitrogenadas aplicadas sobre a palhada de cana-de-açúcar em condições favoráveis à volatilização como temperatura entre 30 a 40°C e umidecendo o solo e a palhada. Essas condições favorecem a atividade ureolítica e promovem condições extremas para os processos de volatilização de N

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e três repetições, resultando em um total de 30 parcelas experimentais. Os tratamentos foram: (1) Sulfato de amônio (22,80g); (2) Ureia convencional (10,13g); (3) Ureia revestida com nanopartículas protetoras (10,13g); (4) Ajifer C (60,2 ml); (5) Ajifer B (56,30 ml); (6) Ajifer A (73,7 ml); (7) Ajifer D (148,2 ml); (8) ½ Ajifer C (30,1 ml) + ½ Ureia convencional (5,06g); e o tratamento (9) 2x Ajifer C (2 x 60,2 ml). O tratamento controle sem adição de fontes de N foi utilizado para subtrair suas perdas dos demais tratamentos. Esses valores entre parentese foram as quantidades de cada produto (fontes de N) colocadas sobre a palhada no interior dos coletores, equivalente a dose de 100 kg ha⁻¹ de N considerando um canavial com espaçamento duplo de 0,90 m x 1,50 m, média de 2,4 m.

Em um primeiro momento, foram preparadas soluções aquosas de ácido fosfórico na concentração de 1,5 mol/L e glicerina a 5% (v/v). Em sequência, na casa de vegetação, espumas em forma de discos foram suficientemente embebidas na solução diluída descrita anteriormente e acomodadas em coletores semiabertos estáticos (Figura 2) desenvolvidos por Nönmik (1973) e adaptados por Lara Cabezas e Trivelin (1990). No interior de cada coletor foi colocada uma massa de 30 gramas de palhada de cana-de-açúcar, simulando o equivalente a 10 toneladas por hectare de massa seca. Estas câmaras foram instaladas sobre vasos contendo solo de textura arenosa e palhada e sobre as mesmas adicionou-se as fontes nitrogenadas.

Em cada câmara apresentou duas espumas coletoras, de maneira que a espuma inferior atuava no sentido de capturar o nitrogênio volatilizado das fontes nitrogenadas, enquanto a espuma localizada na parte superior da câmara foi empregada com o intuito de capturar o nitrogênio presente na atmosfera para evitar a contaminação da espuma inferior. As espumas foram substituídas por espumas recém embebidas na solução diluída (ácido fosfórico e glicerina)

após 3, 5, 7, 11, 14, 19, 25, 28 e 35 dias da instalação do experimento. Desta maneira, foram realizadas 9 coletas (Figura 3). No laboratório foi realizada a extração do conteúdo das espumas. Com uma proveta de 200 ml e com pequenas quantidades de água deionizada adicionadas e em seguida de vigorosa torção manual. Os extratos obtidos foram pesados, armazenados em geladeira até análise para a determinação do nitrogênio volatilizado. Para determinar o teor de N volatilizado foi empregado o método salicilato proposto por Kempers e Zweers (1986).

Os resultados das perdas de $N-NH_3$ (%) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em caso de significância, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. Esses procedimentos foram realizados utilizando o pacote ExpDes versão 1.1.2 (FERREIRA et al., 2013) no software do programa R versão 2.15.1 (R CORE TEAM, 2012).

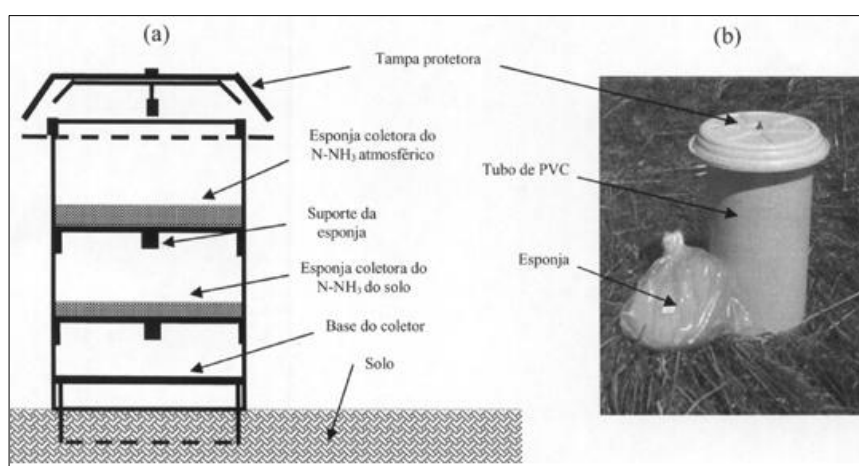


Figura 2. Representação esquemática (a) e foto (b) do coletor estático semiaberto (DA ROS, 2005).



A



B



C

Figura 3. Aspecto das etapas de montagem do experimento de volatilização de N. A: Embebição das espumas em solução ácida com glicerina; B: Aplicação das fontes nitrogenadas e no caso da foto a adição de ajifer; C: Retirada das espumas para serem analisadas e reposição das mesmas após a sua embebição.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento de Campo

Os resultados de tonelada de colmo por hectare (TCH), Pol % do caldo extraído (POL) e tonelada de pol por hectare (TPH) obtidos no experimento em campo encontram-se na Tabela 1. As curvas de respostas para TCH, POL e TPH foram significativas para a regressão quadrática. Nota-se que para o TCH e TPH as regressões apresentaram melhor ajuste (significativo < 5% de probabilidade e com CD próximo a 70%) se comparados a qualidade tecnológica (POL: significativo a 10% de probabilidade) com coeficiente de determinação baixo (CD = 35%). Dessa maneira, no que diz respeito ao TCH, os tratamentos T3 e T4 proporcionaram os melhores resultados em produtividade, enquanto os extremos das doses apresentaram menor eficiência, bem como o T1. No que tange ao POL% Caldo, os extremos da dose apresentaram melhor eficiência, rendendo maior quantidade de sacarose no caldo, ao contrário do T1, T3 e T4, que apresentaram valores menores para este parâmetro.

Contudo, ao considerar a variável TPH, que é em função do TCH e do POL% caldo, observa-se que as melhores resultados foram para o T3 e T4, uma vez que o alto TCH compensou o POL% caldo, mesmo esse sendo mais baixo que o T5, resultando em maior TPH. Os altos valores de POL% caldo não compensaram a produtividade menor de TCH no T1 e T5, enquanto o T1 possuiu valores menores para todos os parâmetros, ressaltando a eficiência do produto em questão. Cabe ressaltar que no ano de 2018 esta sendo um ano bem atípico com chuvas escassas no verão e no outono e as temperaturas foram elevadas no final de janeiro a março. Com a deficiência hídrica elevada as plantas que apresentaram maior índice de área foliar, sofreram mais estresse sendo mais prejudicadas na retomada do desenvolvimento. Isso pode ser uma possível hipótese de que o tratamento (T5) que foi aplicado a maior dose acabou sendo mais prejudicado em relação aos tratamentos T3 e T4. A diminuição do crescimento favoreceu o acúmulo de açúcares, esse resultado é bem típico quando se aplica maturadores. Trabalhos na literatura mostraram que a qualidade do caldo da cana-de-açúcar varia em função dos sistemas de manejo dos cultivares, idade dos canaviais, épocas de corte, entre outros fatores, em relação aos ambientes de produção. As fertilizações, em destaque a nitrogenada, áreas de aplicação contínua de vinhaça, bem como os anos com baixa deficiência hídrica associado a temperaturas favoráveis levam a perda na qualidade tecnológica uma vez que a cultura acaba vegetando e acumula menos açúcares. Porém caso ocorra o contrário poderá ocorrer o aumento da qualidade tecnológica.



Tabela 1. Descrição dos resultados obtidos em função da dose de Amino Arginine.

Tratamentos	TCH	POL	TPH
T1	105	17,7	18,6
T2	106	18,0	19,2
T3	122	17,6	21,4
T4	121	17,5	21,2
T5	98	18,1	17,7
Valor F	6,62	3,09	4,40
Prob. > F	0,003	0,048	0,015
CV (%)	6,8	1,7	7,0
RQ ^[1] :	$y=101,3+1,17X-0,0187 X^2$	$y=17,9-0,02X+0,0003X^2$	$y=18,1+0,19-0,0029X^2$
Valor F:RQ	17,7	3,8	12,8
Prob.> F: RQ	0,001	0,066	0,003
CD ^[2] (%)	68,2	34,7	74,9

T1: Controle; T2: 1,5 L/ha; T3: 3,0 L/ha; T4: 4,5 L/ha; T5: 6,0 L/ha de Amino Arginine; [1] Regressão Quadrática; [2] Coeficiente de determinação; **: significativo a 7% de probabilidade.

Segundo SOUZA et al. (2005) com a aplicação de N ocorre aumento da produtividade da cana-de-açúcar e pode ocorrer diluição na concentração do açúcar e das outras variáveis indicadoras da qualidade da cana-de-açúcar, não sendo possível verificar aumento da qualidade da cultura com aplicação de N. Porém quando realizado o calculo de TPH observa aumento da quantidade de açúcares por hectare. CAMPANHÃO et al. (2005), em cana soca, observaram que adição de nitrogênio (N) não afetou diretamente a Pol da cana, todavia, afetou a produtividade e conseqüentemente a Pol em t ha⁻¹. Nessa mesma linha, PRADO e PANCELLI (2006) verificaram que a adubação com N na primeira soca não influenciou na qualidade do caldo e sim no segundo corte onde aumentou a Pol e o rendimento teórico recuperável.

3.2. Experimento em casa de vegetação

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para as perdas médias acumuladas de N, enquanto a Figura 4 representa a evolução da volatilização acumulada de N. A ureia convencional assim como a ureia revestida com nanopartículas protetoras foram os tratamentos que apresentaram as maiores quantidades de N volatilizadas ao final do experimento, enquanto os



produtos da linha Ajifer sofreram perdas inferiores a 10% e não diferiram estatisticamente da fonte estável sulfato de amônio. A mistura Ajifer C com ureia promoveu menor volatilização do total de N adicionado quando comparada à ureia convencional e até mesmo a protegida, disponibilizando maior quantidade de N para ser incorporada ao solo por ocasião das chuvas.

Segundo Pereira (2008) o pH médio do resíduo Ajifer foi em torno de 3,2 e a acidez titulável (AT), a pH 7,0 foi de 0,48 mol L⁻¹ de H⁺. Para a vinhaça a AT a pH 7,0 ficou entre 0,03 a 0,3 mol L⁻¹ de H⁺ (RODELLA; FERRARI, 1977). Nesse contexto, esses resíduos em função de seus valores de acidez titulável podem ser caracterizados como doadores de prótons em uma possível mistura com fontes nitrogenadas amídicas ou amoniacais. OTTO *et al.* (2017) realizaram um trabalho similar envolvendo a aplicação da mistura de vinhaca concentrada (VC) com fertilizantes nitrogenados aplicados sobre a palha de cana-de-açúcar (8 Mg ha⁻¹) em condições controladas. Após 40 dias as perdas de N variaram de 29 a 35% para VC + ureia e 21% para o tratamento com uran.

Apesar da ureia revestida com nanopartículas protetoras e ureia revestida com polímero apresentarem grandes quantidades de N volatilizado, respectivamente, 49 e 38%, os picos de volatilização foram menores em relação à ureia convencional no decorrer do experimento (Gráfico 2), aumentando, desta maneira, as chances de incorporação do fertilizante ao solo por ocasião de uma chuva antes de grandes perdas.

Tabela 2. Análise estatística das perdas médias acumuladas de N-NH₃ (%).

Tratamentos	Perdas N (%)
Ureia convencional	53,8 A
Ureia encapsulada	37,5 B
Sulfato de Amônio	0,3 D
Ajifer C	7,5 D
Ajifer B	8,2 D
Ajifer A	4,7 D
Ajifer D	5,2 D
2x Ajifer C	3,4 D
½ Ajifer C + ½ Ureia	27,2 C
F-Valor para tratamentos	110,0
Pr(>F) para tratamentos	1,1x10 ⁻¹³
Coefficiente de Variação (%)	19,03

Letras maiúsculas idênticas não diferem entre si entre tratamentos.

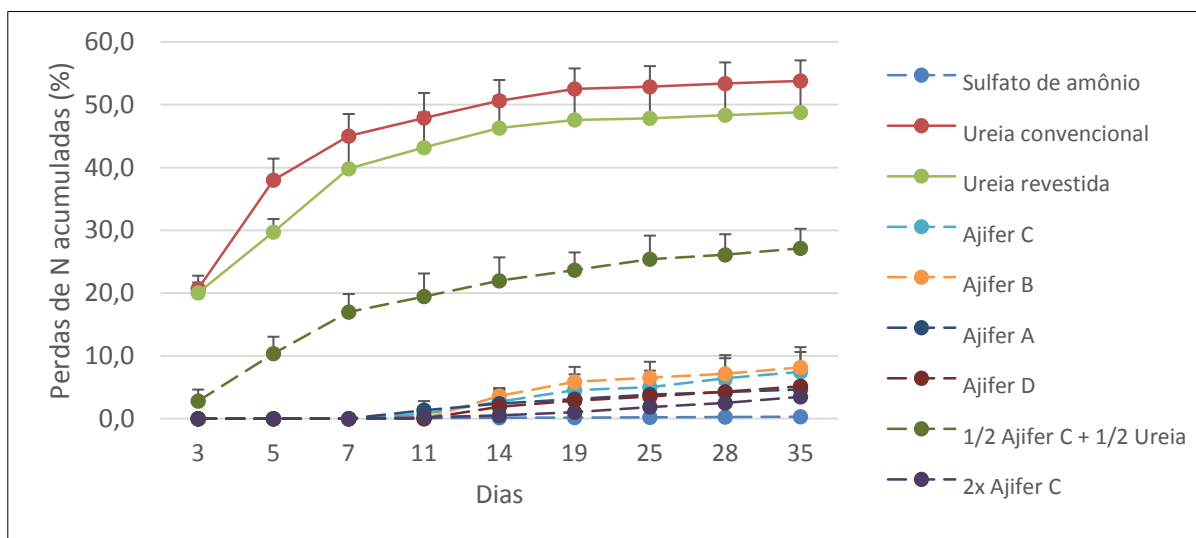


Figura 4. Perdas acumuladas de N-NH₃ (%) ao longo de 35 dias de acordo com os tratamentos com diferentes fontes nitrogenadas minerais e das fontes de Ajifer.

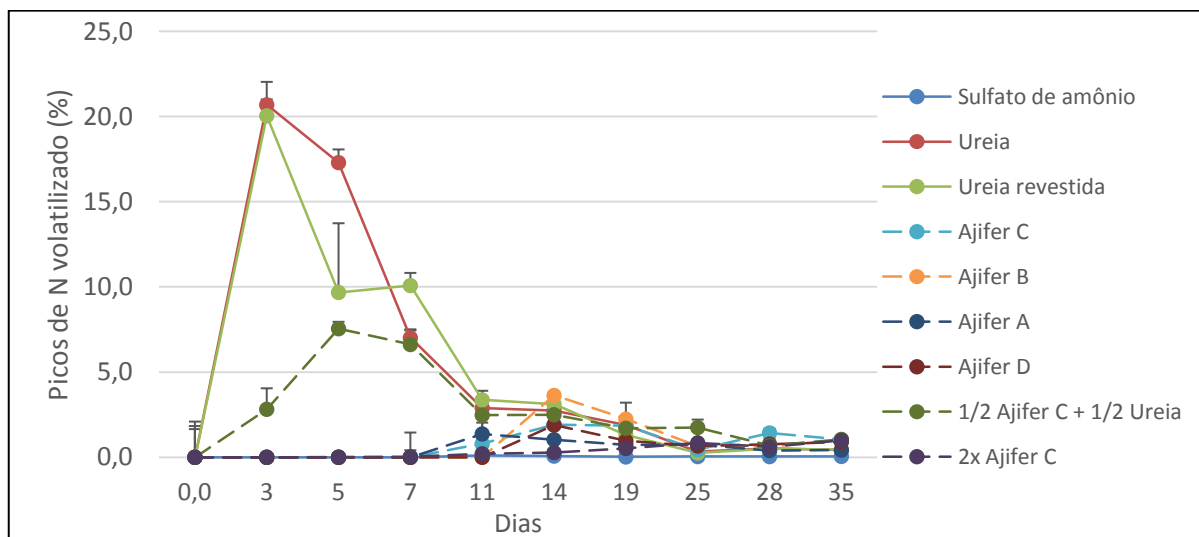


Figura 6. Picos de perdas que ocorrem entre cada troca das espumas, sendo mais significativas no início após a aplicação das fontes nitrogenadas de baixa estabilidade.



4. CONCLUSÃO

4.1. Experimento de campo

A fertilização foliar em duas épocas com Amino Arginine proporcionou incremento no desenvolvimento da cana-de-açúcar especialmente em termos de tonelada de cana por hectare e tonelada de POL por hectare, com destaque para as doses de 3,0 L/ha (T3) e 4,5 L/ha (T4).

4.2. Experimento em casa de vegetação

Os produtos da linha Ajifer são menos susceptíveis às perdas de N por volatilização em relação à ureia convencional e ureia revestida com os inibidores de urease. Uma possível forma de reduzir a volatilização seria aplicar a mistura de Ajifer com uréia na lavoura, entretanto, faz-se necessário um estudo acerca da viabilidade econômica desta mistura.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa; à empresa AJINOMOTO, na pessoa do Fábio e Camila, pelo financiamento do projeto; à Beatriz Cristina Migot; à Dra Sarah Mello Leite Moretti; à Isabela Garcia Cocatto; à Maria Aparecida Godoy e ao Bruno Bernardes.

6. REFERÊNCIAS

CAMPANHÃO, J.M.; BARBOSA, V.; DURIGAN, A.M.P.R.; MUTTON, M.A. Manejo da soqueira da cana-de-açúcar submetida a queima acidental da palhada remanescente da colheita mecanizada. **STAB – Açúcar, Alcool e Sub-Produtos**, v.23, p.33-37, 2005.

DA ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 799-805, ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 jun. 2018.

FERREIRA, E.B., CAVALCANTI, P.P., NOGUEIRA, D.A. 2013 ExpDes: Experimental designs package. R package version 1.1.2.R CRAN.

FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T.; WOOD, A. W.; SAFFIGNA, P. G.; CHAPMAN, L. S.; HAM, G. J.; HURNEY, A. P.; STEWART, R. L. Factors controlling ammonia loss trash covered sugarcane fields fertilizer with urea. **Fertilizer Research**, v. 31, p. 341-349, 1992.

KEMPERS, A. J.; ZWEERS, A. Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 17, n. 7, p. 715-723, 1986.



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-145-5

LARA CABEZAS, W. A. R.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de ureia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2331-2342, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado e da ureia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 345-352, 1990.

NOVACANA. **A produção de cana-de-açúcar no Brasil e no mundo**, 2018. Disponível em: <<https://www.novacana.com/cana/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo/>>. Acesso: 25 de junho de 2018.

OTTO, R.; JÚNIOR, J. C. M. F.; ZAVASCHI, E.; FARIA, I. K. P.; PAIVA, L. A.; BAZANI, J. H.; MIRA, A. B.; KAMOGAWA, M. Y. Combined application of concentrated vinasse and nitrogen fertilizers in sugarcane: strategies to reduce ammonia volatilization losses. **Sugar Tech**, v. 19, n. 3, p. 248-257, 2017.

PEREIRA, L. R. **Dinâmica do nitrogênio amídico (15N-uréia) ou amoniacal (15N-aquamônia) no solo aplicado conjuntamente com o co-produto da produção do ácido glutâmico (Ajifer)**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

PRADO, R.M.; PANCELLI, M.A. Nutrição nitrogenada em soqueiras e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Álcool e Sub-Produtos**, v.25, p.60-63, 2006.

PRAMMANEE, P. G.; SAFFIGNA, P. G.; WOOD, A. W.; FRENEY, J. R. Loss of nitrogen from urea and ammonium sulfate applied to sugar cane crop residues. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 11., **Anais...** Mackay: Watson Ferguson, p.76-84, 1989.

R CORE TEAM. 2012. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Available in: <<http://cran.r-project.org/src/base/R-2/R-2.15.1.tar.gz>> Acesso em: 25 jun. 2018.

RINALDI, L. F. Eficiência de uso de ¹⁵N-ureia tratada com inibidores de urease em associação com substâncias húmicas pela cultura do milho. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODELLA, A. A.; FERRARI, S.R.A. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilização na cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v. 90, n. 1, p. 380-387, 1977.

SILVA, A. G. B.; SEQUEIRA, C. H.; SERMARINI, R. A.; OTTO, R. Urease Inhibitor NBPT on Ammonia Volatilization and Crop Productivity: A Meta-Analysis. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 1, p. 1-13, 2017.

SOUZA, Z.M.; PAIXÃO, A.C.S.; PRADO, R.M. CESARIN, L.G. Manejo de palhada do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, v.35, p.1061-1068, 2005.

TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A.; OLIVEIRA, M. W.; MURAOKA, T. Potencialidade da mistura de aquamônia com vinhaça na fertilização de canaviais colhidos sem despalha a fogo. Parte I: Estabilidade química da mistura. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, n. 2, p. 26-29, 1997.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTTI, C. P.; OLIVEIRA, M. W. Volatilização de amônia da adubação nitrogenada aplicada sobre o solo coberto com palhada de cana-de-açúcar: efeito na produtividade de cana-soca. Congresso Nacional dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8., 2002, Olinda, Recife, **Anais...** Olinda: STAB, 2002.