

ADUBAÇÃO DE SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CARBONATO/BICARBONATO DE AMÔNIO

Alberto C. de Campos Bernardi^{1,5}

Fábio A. de Oliveira^{2,5}

Valdomiro de C. Bittencourt³

Quirino A. de C. Carmello⁴

INTRODUÇÃO

Os fertilizantes fluídos vêm sendo utilizados na adubação da cultura da cana-de-açúcar com base nas vantagens econômicas e técnicas em relação aos adubos sólidos (BITTENCOURT & BEAUCLAIR, 1992). No Brasil, o estudo pioneiro da fertilização fluida foi realizado por COBRA NETO & COBRA (1966) com amônia anidra (ou amoníaco, NH_3) na cultura do milho. A amônia anidra, aplicada a 20 cm de profundidade e a 20 cm do sulco, um mês após o plantio, aumentou a produção e os teores foliares de N. O efeito da aplicação da amônia anidra e do nitrato de amônio na cultura da cana-de-açúcar foi estudado por BRINHOLI *et al.* (1980). As fontes foram aplicadas a 20 cm de profundidade em cobertura; forma fluida proporcionou maiores produtividades nas duas socas avaliadas.

Devido às dificuldades do manuseio da amônia anidra surgiu o interesse prático da utilização da aquamônia, produto da hidratação desta fonte. Porém existiam dúvidas quanto às suas doses e à sua eficiência. Os

1 Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, CEP:22460-000, Rio de Janeiro - RJ, alberto@cnpa.embrapa.br

2 CPG Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ/USP.

3 Dep. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

4 Dep. de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Piracicaba - SP

5 Bolsista do CNPq.

resultados dos estudos de PENNA & FIGUEIREDO (1984) e RODRIGUEZ *et al.* (1984) compararam os efeitos da aquamônia e das outras fontes sólidas de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar. Os autores não verificaram diferenças na produtividade de soqueiras adubadas com uréia e aquamônia em complementação à aplicação de vinhaça, em diferentes tipos de solo.

Atualmente a aquamônia tornou-se a principal fonte fluida de nitrogênio, utilizada tanto na cana-planta como, principalmente, nas soqueiras (MALAVOLTA, 1994). Mais recentemente, TRIVELIN *et al.* (1995 e 1996) compararam a eficiência do fornecimento de aquamônia e da uréia, marcadas com ^{15}N , à cultura. Os resultados obtidos com a técnica isotópica também mostraram que não houve diferença entre as fontes na produção de massa verde e número de perfilhos e na porcentagem de utilização do N aplicado.

Nas usinas e destilarias, o CO_2 gerado na fermentação alcoólica é geralmente desperdiçado, com perda energética do sistema. Uma alternativa para o seu aproveitamento é a produção do fertilizante carbonato/bicarbonato de amônio (FUZATO *et al.*, 1988). O produto pode ser obtido pela carbonatação da aquamônia:



Com a vantagem de ser mais estável que a aquamônia, além de apresentar-se na forma líquida, ideal para a fertilização fluida de soqueiras de cana-de-açúcar. A produção desta fonte pode ser viável, pois, segundo MALAVOLTA (1994a), a cultura da cana-de-açúcar é a maior consumidora de fertilizantes fluidos, e 90% dos produtos consumidos são produzidos nas próprias usinas e destilarias.

O bicarbonato de amônio pode ainda ser utilizado como fertilizante na forma sólida, como foi descrito por LI & CHEN (1980). Os resultados demonstraram o potencial de utilização dessa fonte de nitrogênio na adubação da cultura do arroz na China, que proporcionou altas produções em diferentes solos.

A eficiência de um adubo pode ser medida pela utilização do nutriente pela cultura. Porém o balanço de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar é difícil, em função das diferentes origens que o nutriente pode ter, como da reciclagem de raízes de cortes anteriores, em estado de decomposição, de restos de folhas, da mineralização da matéria orgânica, de exsudados das próprias raízes, da lavagem das folhas pela chuva, do fertilizante, ou até mesmo da fixação biológica. Esse fator dificulta a precisão dos resultados obtidos de aproveitamento e perdas do nutriente aplicado (RUSCHEL & VOSE, 1982).

Em ensaios com ^{15}N em cana-planta, BITTENCOURT *et al.* (1986) encontraram eficiências de utilização de 0,2 e 2,86% do N aplicado nas doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ em 10 variedades cultivadas em Latossolo Roxo. Estes valores são muito baixos, quando comparados aos obtidos por outros autores. SAMPAIO *et al.* (1984) verificaram, para uma dose de 60 kg ha⁻¹ N no plantio, eficiência de 39%; já para as doses de 20 no plantio mais 40 kg ha⁻¹ N em cobertura, a eficiência de utilização foi de 45%. Porém, descontando-se as folhas secas no chão, ambas as eficiências reduziram-se para 25%. TRIVELIN *et al.* (1995 e 1996) observaram que a cana-de-açúcar aproveitou aproximadamente 33% do fertilizante nitrogenado fornecido, na dose de 90 kg ha⁻¹. O N dos adubos representou apenas 15% de total contido nos órgãos analisados.

O objetivo deste trabalho foi o de verificar a eficiência da fonte não convencional de nitrogênio, carbonato/bicarbonato de amônio, em comparação com duas outras fontes, convencionais, para a adubação de soqueiras de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido ao ar livre, em área do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, em vasos com 100 dm³ de terra do horizonte Bt de um Podzólico Vermelho Escuro Latossólico (*Rhodic kandiodox*), textura argilosa (57,8% de argila).

A terra peneirada, seca ao ar e acondicionada nos vasos, apresentou, de acordo com a metodologia de RAIJ & QUAGGIO (1983), as seguintes características químicas: 18,4 g kg⁻¹ de M.O.; pH(CaCl₂) de 4,55; 13 mg kg⁻¹ de P (resina); 0,8, 22, 6,8, 29,3 e 59 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al e T, respectivamente; e V% igual a 50,3. Foi aplicado e misturado ao volume total de terra calcário calcinado dolomítico em quantidade necessária para a elevação da saturação por bases a 70%, aplicando-se, a seguir, quantidade de água suficiente para atingir a umidade do solo 80% da capacidade de campo, mantida durante 30 dias pela cobertura dos vasos com plástico.

Soqueiras de cana-de-açúcar da variedade RB 72-454 foram retiradas do campo experimental e transplantadas para os vasos, onde vegetaram por 90 dias, para garantir o enraizamento. Cortou-se então a parte aérea ao nível do solo e iniciaram-se os tratamentos.

O experimento, inteiramente casualizado, teve 3 fontes de nitrogênio (carbonato/bicarbonato de amônio; aquamônia e uréia) e a testemunha, com 6 repetições. O nitrogênio total aplicado (NTA) foi de 3,73 g por vaso, em dose única. Utilizou-se solução de carbonato/bicarbonato de amônio, obtida pelo processo de carbonatação da aquamônia, com uma concentração de 58,3 g dm⁻³ de N. A aquamônia e a uréia possuíam 150 g dm⁻³ e 450 g kg⁻¹ de N, respectivamente. Utilizaram-se em todos tratamentos 4 g por vaso de P₂O₅ e de K₂O, na forma de soluções de ácido fosfórico e cloreto de potássio, respectivamente.

Após 90 dias de cultivo, as plantas foram cortadas perto do nível do solo e separadas em colmos, folhas e folha +3, esta definida como a terceira folha com a aurícula visível, segundo o sistema de Kuijper (ORLANDO FILHO & ZAMBELLO JÚNIOR, 1983). Todo o material foi secado em estufa de circulação forçada de ar a 65-70°C para posterior determinação da massa de matéria seca (g por vaso). Fez-se também a determinação dos teores de N total de cada material, pelo método semi-micro-Kjeldahl, descrito por SARRUGE & HAAG (1974). A apresentação dos resultados na forma de N total extraído (NTE), foi feita pelo cálculo:

$$[10^3 \text{ (g kg}^{-1} \text{ de N x g por vaso M.S.)}] .$$

A recuperação do N aplicado como fertilizante (NRF) foi obtida pela expressão:

$$[10^2 (\text{NTE}_{\text{tratamento}} - \text{NTE}_{\text{testemunha}}) \text{NTA}^{-1}] .$$

Realizou-se a análise da variância dos resultados combinada com o teste F (**Tabela 1**) e foi utilizado o teste de Duncan (PIMENTEL-GOMES, 1990) para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produção de matéria seca das folhas, colmo e da parte aérea, teor de N na folha +3, nas folhas e no colmo, N total extraído (NTE) e N recuperado do fertilizante (NRF) estão na **Tabela 2**. A produção de material seco das folhas obtidas com as 3 fontes nitrogenadas não diferiram significativamente entre si, porém foram significativamente maiores que a da testemunha. Este aumento da matéria seca das folhas na presença do nitrogênio ocorreu devido ao efeito do nutriente sobre a expansão foliar. Segundo CLEMENTS (1980), na ausência do nutriente, ocorre diminuição no número de folhas verdes, aumento de folhas senescentes e no intervalo de aparecimento das folhas.

Os resultados na **Tabela 2** mostram que a produção de matéria seca dos colmos, de 157,7 g para o carbonato/bicarbonato de amônio não superou significativamente a de 117,3 g obtida com aquamônia, mas excede significativamente as da uréia e da testemunha, respectivamente 80,4 e 74,0 g. A menor produção de colmos, em relação às folhas, ocorreu devido à idade de avaliação das plantas, com 90 dias de cultivo, pois este período caracteriza-se pelo início da formação de colmos, assim como do perfilhamento. No cultivo a campo, esta é a fase do fechamento da cultura.

TABELA 1. Análises de variância para as variáveis estudadas, em função das fontes testadas na adubação da variedade RB 72-454 de cana-de-açúcar.

Causas de Variação	Mat. seco das folhas (MS _F)		Mat. seco do colmo (MS _C)		Mat. seco parte aérea (MS _{PA})		Nitrogênio na folha+3 (N _{F+3})					
	GL ⁽¹⁾	QM ⁽²⁾	F ⁽³⁾	GL	F	QM	GL	QM	F			
Tratamentos	3	2805,5	8,98***	3	8932,1	6,02**	3	60500,2	7,89**	3	0,108	1,73 n S
Resíduo	20	3120,4		20	1482,6		20	7663,5		20	0,063	
Causas de Variação	Nitrogênio nas folhas (N _F)		Nitrogênio no colmo (N _C)		Nitrogênio total extraído (NTE)		Nitrogênio recuperado (NRF)					
	GL	QM	F	GL	F	QM	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	3	0,056	3,72*	3	0,187	7,82**	3	3,602	18,88***	2	338,73	1,79 n S
Resíduo	20	0,015		20	0,024		20	0,191		15	189,69	

(1) GL = N° de graus de liberdade; (2) QM = Quadrado Médio e (3) F = teste F.

TABELA 2. Médias de produção de material seco das folhas (MS_F), colmo (MS_C) e parte aérea (MS_{PA}); teores de N na folha +3 (N_{F+3}), folhas (N_F) e colmo (N_C); nitrogênio total extraído (NTE) e nitrogênio recuperado do fertilizante (NRF) pela variedade RB 72-454 de cana-de-açúcar, aos 3 meses de cultivo.

Fontes	MS_F	MS_C g por vaso	MS_{PA}	N_{F+3}	N_F g kg ⁻¹	N_C	NTE g por vaso	NRF %
Carb. Amônio	311,47A	157,66A	469,13A	8,84	5,74AB	5,85A	2,649A	48,24%
Aquamônia	265,35A	117,27AB	382,62AB	10,17	6,71A	5,46A	2,215A	36,61%
Uréia	272,58A	80,43 B	353,01 B	10,45	6,51A	3,92A	2,124A	34,18%
Testemunha	152,58 B	74,01 B	226,59 C	7,54	4,57 B	1,96 B	0,849 B	—
CV	22,30%	35,51%	24,56%	27,03%	20,90%	36,02%	22,30%	3,71%

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.
CV = Coeficiente de variação.

O aumento da produção matéria seca pela parte aérea da cana-de-açúcar foi maior com a aplicação das fontes amoniacais do que com a fonte amídica (**Tabela 2**). Houve diferença significativa na produção das plantas que receberam o carbonato/bicarbonato de amônio em relação à uréia, com aumento de 32,9%. BITTENCOURT & BEAUCLAIR (1992) haviam observado esta mesma tendência, e relataram que a produtividade de cana-de-açúcar obtida com 60 kg ha⁻¹ de N na forma amoniacal somente seria obtida com 90 kg ha⁻¹ de N na forma amídica. A produção obtida com aquamônia (382,6 g) não diferiu das relativas ao carbonato/bicarbonato de amônio (469,1 g) e à uréia (353,0 g). TRIVELIN *et al.* (1995 e 1996) também não encontraram diferenças na produção de soqueiras de cana-de-açúcar obtida com aquamônia e uréia. Comparando a aquamônia com outras fontes sólidas de nitrogênio, PENNA & FIGUEIREDO (1984) e RODRIGUEZ *et al.* (1984) não comprovaram diferenças na produtividade da cana.

Todas as produções de matéria seca alcançadas com fertilizantes nitrogenados foram maiores que a da testemunha (226,6 g), evidenciando a importância do fornecimento do nitrogênio nesta fase da cultura. Este nutriente atua, no metabolismo, diretamente sobre a síntese proteica; na sua ausência há inibição da síntese de clorofila, de aminoácidos essenciais, de carboidratos e de esqueletos carbônicos, o que acarreta o efeito observado de diminuição da produção de matéria seca.

Não se observaram diferenças significativas entre teores de nitrogênio na folha diagnóstico (+3) das plantas que receberam adubação nitrogenada e a da testemunha. Os teores do nutriente obtidos neste estudo, entre 7,5 e 10,5 g kg⁻¹, são inferiores aos descritos por ORLANDO FILHO & ZAMBELLO JR. (1983), para soqueiras com 4 meses de idade, que estão em torno de 19,0 a 21,0 g kg⁻¹. São também inferiores ao valor de 19,0 g kg⁻¹, proposto por REUTHER (1986) para soqueiras entre 4 e 5 meses de idade. No entanto, deve-se considerar que as diferenças varietais e o tipo de solo interferem nos teores, e também que a diagnose do nitrogênio pela folha +3 tem sensibilidade mais baixa, quando comparada à diagnose do potássio e do fósforo (ORLANDO FILHO & ZAMBELLO JR., 1983).

Considerando agora os teores do nutriente nas folhas das soqueiras de cana-de-açúcar, observa-se que o valor de $5,7 \text{ g kg}^{-1}$, obtido com carbonato/bicarbonato de amônio, não diferiu estatisticamente do valor $4,6 \text{ g kg}^{-1}$ da testemunha. Tal fato pode estar associado, de acordo com JARREL & BEVERLY (1981), à maior produção de matéria seca na presença da adubação nitrogenada com a fonte alternativa, que levou a uma diluição da concentração do nutriente. Porém os teores do nutriente, nesta parte das plantas, não variaram significativamente entre as fontes testadas. CLEMENTS (1980) já havia relatado a existência de correlação entre aumento dos teores de nitrogênio no solo e teores nas folhas e entrenós. No caso dos teores de nitrogênio no colmo, também não se observaram diferenças entre as fontes, porém foram significativamente maiores do que os da testemunha.

A **Tabela 2** mostra também que as fontes de N proporcionaram maiores quantidades de nitrogênio total extraído - NTE (entre 2,1 e 2,6 g) maiores do que a testemunha (0,8 g), mas não diferiram entre si. TRIVELIN *et al.* (1995 e 1996) também não observaram diferenças entre as fontes de N neste parâmetro, nas duas épocas estudadas.

Apesar das dificuldades do estudo da recuperação de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar, optou-se por estabelecer uma relação entre o nitrogênio total extraído com as fontes e o total aplicado. O nitrogênio extraído pela testemunha foi utilizado como indicativo do nutriente originado do solo. Então, obtiveram-se os valores de nitrogênio recuperado do fertilizante (NRF), para os quais não se observaram diferenças significativas entre as fontes. A fonte carbonato/bicarbonato de amônio apresentou tendência de maior recuperação do nutriente, com valores de 48,2%, enquanto que as demais foram de 36,6 e 34,2% para aquamônia e uréia, respectivamente. Estes valores de recuperação de N obtidos são semelhantes aos resultados para cana-de-açúcar de SAMPAIO *et al.* (1984) e TRIVELIN *et al.* (1995 e 1996), e maiores que os obtidos por BITTENCOURT *et al.* (1986). Mas a técnica isotópica, usada neste trabalho, proporciona uma precisão muito maior neste tipo de estudo.

CONCLUSÕES

O carbonato/bicarbonato de amônio se revelou fonte de N eficiente para as soqueiras de cana-de-açúcar. Sua eficiência foi equivalente à da aquamônia e superior à da uréia.

RESUMO

Comparou-se a eficiência do carbonato/bicarbonato de amônio (produto da carbonatação da aquamônia com CO_2) com uréia e aquamônia na adubação de soqueira de cana-de-açúcar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 6 repetições. Soqueiras de cana-de-açúcar da variedade "RB 72-454" foram cultivadas em vasos com 100 dm^3 de terra e foram adubadas com as fontes de N. Após 90 dias de cultivo, avaliou-se a produção de matéria seca da parte aérea, o teor de N na folha +3, a extração total de N e a recuperação de N pelas plantas. O carbonato/bicarbonato de amônio resultou numa fonte de nitrogênio eficiente para a soqueira de cana-de-açúcar. Sua eficiência foi equivalente à aquamônia e superior à uréia.

Palavras-chave: Fertilizantes nitrogenados, diagnose foliar,

SUMMARY

SUGAR CANE RATOON FERTILIZATION WITH AMMONIUM CARBONATE/BICARBONATE

Ammonium carbonate/bicarbonate (resulting from aqua ammonia carbonation with CO_2) efficiency was compared with urea and aqua ammonia on sugar cane fertilization. The experimental design adopted was completely randomized with 4 treatments and 6 replications. Sugar-cane ratoons were transplanted to 100 dm^3 soil pots. After 90 days of growth they received the N sources. Leaves, stalks and shoot dry matter yield

production, N content of +3 leaf, leaves and stalks, total N uptake and N recovered from fertilizer were evaluated after 90 days of growth. Ammonium carbonate/bicarbonate resulted to be an efficient nitrogen source for sugar-cane ratoon. It's efficiency was equivalent to that of aqua ammonia and higher than urea's.

Key words: Sugar cane, fluid fertilization, nitrogen, ammonium carbonate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, V.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Fertilizantes fluidos. In: DECHEN, A.R.; BOARETTO, A.E.; VERDADE, F.C. (coord.) REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 20ª, Piracicaba, 1992. **Anais dos simpósios**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.255-273.
- BITTENCOURT, V.C.; FAGANELLO, B.F.; SALATA, J.C. Eficiência da Adubação Nitrogenada em Cana-de-Açúcar (planta), **STAB. Açúcar Álcool e Subprodutos**, v.5, n.1, p.25-29, 1986.
- BRINHOLI, O.; FURLANI, J.A.; SOARES, E.; SERRA, G. Estudo Comparativo de Formas e Doses de Nitrogênio na Cultura da Cana-de-Açúcar (Soca e Ressoca). **Brasil Açucareiro**, v.94, p.30-38, 1980.
- CLEMENTS, H.F. **Sugarcane Crop Logging and Crop Control: Principles and Practices**. Honolulu: University of Hawaii Press, 1980. 520p.
- COBRA NETO, A.; COBRA, A.P. Adubação Nitrogenada de Milho com Amônia Anidra. **Revista de Agricultura**, v.41, n.3, p.121-126, 1966.
- CHANG, Y.; WENG, T. Use of ^{15}N to Study the Efficacy of Nitrogen for Sugarcane. I. Nitrogen Recovery on Spring Planting Cane. **Taiwan Sugar**, v.99, p.23-25, 1983.
- FUZATO, M.A.; GARCIA, M.V.D.; ROSSELL, C.E.V. Alternativa para o Aproveitamento do CO_2 Gerado na Fermentação Alcoólica: Produção de Bicarbonato de Amônio, Bicarbonato de Sódio e Soluções de Sulfato de Amônio. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, v.43, p.48-51, 1988.

- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The Dilution Effect in Plant Nutrition Studies. **Advances in Agronomy**, v.34, n.1, p.197-224, 1981.
- LI, C.K.; CHEN, R.Y. Ammonium Bicarbonate Used as a Nitrogen Fertilizer in China. **Fertilizer Research**, v.1, p.125-136, 1980.
- MALAVOLTA, E. A Situação da Adubação Fluida no Brasil. In: VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. (Coord.). **Fertilizantes Fluidos**. Piracicaba: Potafos, 1994. p.31-54.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR., E. Diagnose Foliar. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.) **Nutrição e Adubação da Cana-de-Açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. p.125-152.
- PENNA, M.J.; FIGUEIREDO, A.A.M. Aquamônia X Uréia em Soqueiras de Cana-de-Açúcar Fertilizadas com Vinhaça. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2, Piracicaba, 1982. **Anais**. São Paulo: COPERSUCAR, 1984. p.180-195.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de Análise do Solo para Fins de Fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (IAC, Boletim Técnico, 81).
- REUTHER, D.J. Temperate and Subtropical Crops. In: REUTHER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Eds.). **Plant Analysis: an Interpretation Manual**. Melbourne: Inkata Press, p.38-99, 1986.
- RODRIGUES, J.C.S.; PENNA, M.J.; MORAES, R.S. Complementação Nitrogenada em Áreas Fertilizadas com Vinhaça. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA: MANEJO E ADUBAÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 3., Piracicaba, 1984. **Anais**. Piracicaba: COPERSUCAR, 1984. p.180-195.
- RUSCHEL, A.P. & VOSE, P.B. Nitrogen Cycling in Sugarcane. **Plant and Soil**, v.67, n.1-3, p.139-146, 1982.
- SAMPAIO, E.V.S.B., SALCEDO, J.H.; BETTANY, J. Dinâmica de Nutrientes em Cana-de-Açúcar. I. Eficiência na Utilização de Uréia (¹⁵N) em Aplicação Única ou Parcelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.8, p.943-949, 1984.

- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises Químicas em Plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56 p.
- TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.I.; RODRIGUES, J.C.S. Aproveitamento por Soqueira de Cana-de-Açúcar de Final de Safra do Nitrogênio da Aquamônia-¹⁵N e Uréia-¹⁵N Aplicado ao Solo em Complemento à Vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.12, p.1375-1385, 1995.
- TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.C.S.; VICTORIA, R.I. Utilização por Soqueira de Cana-de-Açúcar de Início de Safra do Nitrogênio da Aquamônia-¹⁵N e Uréia-¹⁵N Aplicado ao Solo em Complemento à Vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.2, p.89-99, 1996.