

**ADUBAÇÃO VERDE MELHORANDO O AMBIENTE DE PRODUÇÃO PARA CANA-DE-
AÇÚCAR**

Edmilson José Ambrosano

Dr., PqC do Polo Regional Centro Sul/APTA

ambrosano@apta.sp.gov.br

Fábio Luis Ferreira Dias

Dr., PqC do Instituto Agronômico de Campinas/APTA

dias@iac.sp.gov.br

Heitor Cantarella

Dr., PqC do Instituto Agronômico de Campinas/APTA

cantarella@ic.sp.gov.br

Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Prof. Dr. Titular do Departamento de Odonto Social, FOP/UNICAMP

Glaucia@fop.unicamp.br

Takashi Muraoka

Prof. Dr. do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP

muraoka@cena.usp.br

Paulo César Ocheuze Trivelin

Prof. Dr. do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP

pcotrive@cena.usp.br

Eliana Aparecida Schammas

Ms., PqC do Instituto de Zootecnia/APTA

eliana@iz.sp.gov.br

Nivaldo Guirado

Dr., PqC do Polo Regional Centro Sul/APTA
nguirado@apta.sp.gov.br

Fabício Rossi

Dr., Bolsista do CNPq do Polo Regional Centro Sul/APTA
rossi@apta.sp.gov.br

Laís Ferraz de Camargo

Bolsista do CNPq do Polo Regional Centro Sul/APTA
ferrazcamargo.lais@gmail.com

Técnica isotópica ajuda a desvendar o caminho percorrido pelo nitrogênio dos adubos verdes e do fertilizante sulfato de amônio na cultura da cana-de-açúcar

Uma das maneiras de se aumentar a produtividade da cana-de-açúcar é tornar o ambiente de produção mais favorável, o que pode contribuir para aumentos de até 15% na produtividade.

A rotação de culturas com leguminosas exercendo a função de adubos verdes é uma forma de melhorar o ambiente de produção. Essas plantas são empregadas principalmente nas áreas de reforma do canavial por apresentarem uma relação simbiótica com bactérias do solo (rizóbios) que tem a capacidade de capturar o nitrogênio do ar e incorporá-lo em uma molécula orgânica que, a partir desse momento, pode ser utilizada nos sistemas biológicos.

Com o objetivo de estudar o efeito da adubação verde na cana-planta e na soqueira foi desenvolvido um experimento com o apoio da ferramenta da técnica nuclear, a qual permite a marcação isotópica do nitrogênio dos adubos verdes com o isótopo natural e estável nitrogênio-15, sendo possível seguir esse elemento químico através dos sistemas biológicos e determinar seu caminho, e em que proporção, e em que época ele mais se desloca no sistema de plantio de cana-de-açúcar com a rotação de culturas com adubos verdes.

Material e métodos

O experimento foi realizado entre os anos de 2000 a 2004, em solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. Utilizou-se a leguminosa crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.), cultivar IAC- 1-2, em sistema de rotação com cana-de-açúcar em área de reforma. As parcelas experimentais de crotalária júncea marcada com ^{15}N (2,412% átomos de ^{15}N) constaram de três linhas de cana-de-açúcar de 2m de comprimento espaçadas de 1,4m. Foram adicionados 196 kg e 70 kg de N por hectare, respectivamente, de crotalária júncea e Sulfato de Amônio (SA), também marcado (3,02 % átomos de ^{15}N). Dentro do plano de reforma do canavial a crotalária júncea foi semeada no dia 04 de dezembro de 2000 e sua germinação completa se deu por volta de nove dias após a semeadura. Após 100 dias ela foi cortada e deixada sobre a superfície do solo.

Os tratamentos aplicados no experimento foram: T1)- testemunha, sem adubação verde e sem adubo mineral; T2)- sem adubo verde, com adubo mineral marcado com ^{15}N (SA*), sendo feito para seguir o nitrogênio do sulfato de amônio sem interferência da crotalária; T3)- com adubo verde marcado e com adubo mineral (Crotalária* + SA), nesse caso só o nitrogênio da crotalária foi marcado para estudar seu comportamento junto com o sulfato de amônio; T4)- com adubo verde marcado, sem adubo mineral (Crotalária*), nesse caso para conhecer o comportamento do nitrogênio da crotalária sem a interferência de outra fonte de nitrogênio externa; T5)- com adubo verde e com adubo mineral marcado (Crotalária + SA*), nesse caso para estudar o comportamento do sulfato de amônio em conjunto com a crotalária. O (*) chama a atenção para a fonte marcada. Os tratamentos foram instalados em blocos ao acaso com quatro repetições. O plantio da cana-de-açúcar foi efetuado no dia primeiro de março de 2001 utilizando-se do cultivar IAC 87-3396.

A aplicação de ^{15}N mineral em cobertura foi feita em 29 de junho de 2001, utilizando-se sulfato de amônio (SA) com 3,02 % átomos de ^{15}N . As parcelas com SA- ^{15}N foram constituídas de duas linhas de cana-de-açúcar de 1m de comprimento espaçadas de 1,40m. Para os demais cortes da cana não foi feito qualquer tipo de adubação para se avaliar o efeito residual dos fertilizantes aplicados, mineral e adubo verde.

A cana-de-açúcar foi amostrada no primeiro ciclo (cana-planta) e no segundo ciclo (soqueira). O cálculo do Nitrogênio proveniente de fonte marcada com nitrogênio-15 (NPPF), quantidade de nitrogênio proveniente de fonte marcada (QNPPF) e recuperação do nitrogênio (R) (Trivelin et al., 1973) em função do nitrogênio aplicado, foi feito na cana-planta, primeiro corte (18 meses após o plantio da cana-de-açúcar) e na soqueira (14 meses

após o primeiro corte). Para fins de medir a produtividade a cana de açúcar esta foi colhida em três ciclos (três cortes).

Resultados e discussão

Observando-se os dados da tabela 1 podemos concluir que na cana planta, utilizando-se da técnica da adubação verde com crotalária júncea, a adubação nitrogenada pode ser totalmente suprimida. A rápida decomposição dos adubos verdes faz com que a demanda de N pela cana-planta possa ser completamente atendida, e isso pode ser comprovado com os resultados do presente estudo, com a ajuda da ferramenta isotópica que possibilitou a marcação das fontes de nitrogênio fornecidas à cana-de-açúcar com ^{15}N .

A cana-planta acumulou até o final do primeiro corte quantidades de N semelhantes, provenientes tanto do fertilizante mineral (sulfato de amônio) quanto do adubo verde (crotalária júncea). Contudo, a recuperação de N do adubo verde foi cerca de 10%, e do N mineral 30%, como podemos notar na tabela 1 para cana planta (Ambrosano et al., 2005).

Observa-se também o efeito sinérgico que a crotalária causa na nutrição do nitrogênio quando se faz uso do sulfato de amônio conjuntamente. Na soqueira a menor quantidade de nitrogênio na planta proveniente da fonte marcada foi observada da fonte com sulfato de amônio e quando este fertilizante foi aplicado em conjunto com a crotalária esse valor foi maior, indicando que o adubo verde pode estar contribuindo para uma melhor eficiência no uso do fertilizante mineral, neste caso o sulfato de amônio.

Além disso, verificou-se grande efeito residual do N vindo do adubo verde na soqueira da cana-de-açúcar, sendo que nos tratamentos com adubo verde tem-se o dobro de nitrogênio vindo do adubo verde em relação aos tratamentos com sulfato de amônio. No entanto não se observou diferença entre a recuperação do nitrogênio das diferentes fontes.

Tabela 1. Nitrogênio na planta proveniente de fonte marcada com nitrogênio-15 (NPPF), quantidade de nitrogênio na planta proveniente de fonte marcada (QNPPF) e recuperação do nitrogênio (R), em função do nitrogênio aplicado, na cana-planta, primeiro corte (18 meses após o plantio da cana-de-açúcar) e na soqueira (14 meses após o primeiro corte)

Tratamentos	Aporte de N ¹ (Kg ha ⁻¹)	NPPF		QNPPF		R	
		Cana-planta	Soqueira	Cana-planta	Soqueira	Cana-planta	Soqueira
		(%)		(Kg ha ⁻¹)		(%)	
Sulfato A. (AS)*	70 (SA)	10,5 a ² A	1,4 b B	24,0 a A	2,7 b B	34,4 a A	4,0 a B
Crotalária* + SA	196 (AV) + 70 (SA)	7,0 a A	3,8 a A	19,3 a A	8,6 a A	9,8 b A	4,4 a A
Crotalária *	196 (AV)	8,2 a A	3,7 ab B	17,3 a A	10,3 a A	8,8 b A	5,3 a A
Crotalária + SA*	196 (AV) + 70 (SA)	10,3 a A	1,7 ab B	21,1 a A	4,0 b B	30,1 a A	5,6 a B

¹N – nitrogênio aplicado do adubo verde (AV) = 196 Kg ha⁻¹ e do sulfato de amônio (SA)= 70 Kg ha⁻¹

²Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para cada variável, comparando-se nas colunas os tratamentos e nas linhas os cortes de cana-planta e soqueira, diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer (p<0,10).

*Fonte de Nitrogênio marcada com ¹⁵N

Em outras palavras trabalhar com a rotação de cultivos pode melhorar o ambiente de produção para cana de açúcar e promover um reservatório de nitrogênio que vai sendo aproveitado com o decorrer do tempo e, também, atuar na melhoria da eficiência da adubação mineral com ganhos de produtividade, quando se conjuga as duas fontes. Vejam-se, na tabela 2, os resultados de produtividade (Ambrosano et al., 2010).

Tabela 2. Produção comercial de cana-de-açúcar em toneladas de colmo por hectare (TCH) e produção de açúcar em toneladas de pol por hectare (TPH)

Tratamentos	Épocas de corte da cana-de-açúcar após rotação com adubos verdes				
	Cana planta 24/08/2002	1ª soqueira 08/10/2003	2ª soqueira 20/09/2004	Total 3 cortes	Média ± erro padrão
	----- TCH (ton ha ⁻¹) -----				
Testemunha	86,0 Ba	61,1 Bab	47,1 Ab	194,2	64,7±4,6
Sulfato de Amônio (SA)	106,2 ABa	64,7 Bb	42,3 Ab	213,2	71,1±4,6
Crotalária + AS	128,7 Aa	84,5Ab	45,0 Ac	258,2	86,1±4,6
Crotalária	92,4 ABa	83,8 Aa	41,2 Ab	217,3	72,4±4,6
Media ± erro padrão	103,3±3,8 a	73,5±3,8 b	43,9±3,8 c		
	----- TPH (ton ha ⁻¹) -----				
Testemunha	11,9	10,4	17,9	40,13	13,5±0,7 B
Sulfato de Amônio (SA)	14,9	11,1	14,9	40,86	14,5±0,6 AB
Crotalária + SA	17,0	14,1	18,4	45,15	16,5±0,6 A
Crotalária	12,9	14,2	18,1	46,33	15,1±0,6 AB
Media ± erro padrão	14,2±0,9 b	12,4±0,9 b	18,0±0,9 a		

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0,10$)

Nota-se que o tratamento com crotalária júncea diferiu da testemunha quando conjugado com o N-mineral no primeiro corte, contudo não diferindo dos tratamentos utilizando-se somente N mineral ou só crotalária. Já no segundo corte pode-se observar o efeito duradouro da adubação verde onde os tratamentos com crotalária júncea apresentaram maiores produtividades e a adubação somente com N mineral não apresentou efeito residual e sua produtividade se igualou ao da testemunha. Na média dos três cortes houve

um ganho de 30% na produtividade industrial da cana-de-açúcar conjugando as duas fontes de nitrogênio.

Observa-se que houve influência dos tratamentos na produção de açúcar (TPH) sendo que a testemunha produziu menor quantidade de açúcar e o melhor tratamento foi obtido quando se utilizou as duas fontes de nitrogênio juntas.

Considerações finais

Os sistemas agrícolas são uma modificação dos sistemas naturais para produção de alimentos, fibra e energia para o ser humano, e as fontes naturais de adubos, como o adubo verde, podem colaborar com as tecnologias desenvolvidas de adubação não natural, através do uso de fertilizantes, com ganhos de produtividade.

Deve-se ficar bem claro que na natureza não encontramos produtividades tão elevadas como as obtidas nos sistemas agrícolas e que a prática da adubação verde atua no sentido de fornecer nitrogênio em proporções menores, porém com uma regularidade maior, o que garante a sustentabilidade dos sistemas naturais e isso pode ajudar nos sistemas agrícolas. Muitos ajustes devem ser feitos para proporcionar maior eficiência na liberação desse nitrogênio e a semeadura intercalar de adubos verdes na cana-de-açúcar pode ser uma solução.

[1] O estudo foi conduzido com apoio da FAPESP (auxílio a projetos), do CNPq (Bolsa de produtividade em pesquisa e Iniciação científica) e da PIRAI (sementes de adubos verdes), em Piracicaba, no Pólo Centro Sul/APTA/SAA, em conjunto com o IAC/APTA/SAA (Centro de Solos e Recursos Agroambientais), IZ/APTA/SAA (Laboratório de Bioestatística); FOP/UNICAMP (Bioestatística) e CENA/ESALQ/USP (Departamento de Isótopos Estáveis e Fertilidade do Solo).

Referências

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agricola**, v.62, p.534-542, 2005.

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; MURAOKA, T.; ROSSI, F. Utilization by Sugarcane Ratoon of ¹⁵N Labeled Nitrogen from Green Manure and Ammonium Sulfate. **Scientia Agricola**, 2010, **Prelo**.

TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E.; MATSUI, E. Preparo de amostras para análise de ¹⁵N por espectrometria de massas. Piracicaba: USP/CENA, 1973. 41p. (Boletim Técnico, 2).