

Fotos: Walane Maria Pereira de Mello Ivo



Nutrição e Produtividade da Cana-de-açúcar Relacionadas à Adubação Nitrogenada e Uso de Leguminosa

Walane Maria Pereira de Mello Ivo¹
Paulo Albuquerque Silva²
Antônio Dias Santiago³

Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente mineral requerido em maiores quantidades pelas plantas, sendo o segundo mais exigido pela cana-de-açúcar (MOURA FILHO et al., 2008; MELLO IVO et al. et al., 2008). Também é o mais facilmente perdido no solo por processos de lixiviação, volatilização e desnitrificação, ou indisponibilizado temporariamente por imobilização. É essa dinâmica e os vários processos que atuam nas plantas que fazem com que a adubação nitrogenada para a cana-de-açúcar apresente, até hoje, necessidade de ajustes na sua recomendação.

Além disso, solos com consideráveis estoques de N, ao serem submetidos ao preparo convencional para o plantio, aceleram a mineralização deste nutriente, que se encontra na forma orgânica, diminuindo a dependência das fontes externas, como os fertilizantes, principalmente para a cana planta (SALCEDO et al., 1985; VITTI et al., 2008). Porém, se material orgânico não for adicionado ao solo, esse N da matéria orgânica diminuirá com o tempo. Em adição, as evidências de fixação biológica do nitrogênio atmosférico por bactérias diazotróficas em associações com a cana-de-açúcar e a confirmação

desta fixação (SAMPAIO et al., 1984; URQUIAGA et al., 1992; DÖBEREINER, 1997), podem também justificar o porquê da variação nas respostas da cana à aplicação de N. VITTI et al. (2008) destacam que alguns trabalhos têm mostrado que, para outras gramíneas que não a cana, a ocorrência de trocas foliares de amônia do ar, o que indica a possibilidade de mais uma via de ganho e/ou perda de nitrogênio pela planta (VITTI et al., 2008), implicando em mais uma fonte de variação com relação à resposta da cultura ao nutriente. A esta dinâmica do sistema, some-se o fato de que a resposta da cana ao N também é ligada às características varietais (FIGUEIREDO FILHO et al., 1996).

Grande parte dos resultados da literatura que avaliam a resposta da cana ao N mostra que, em condições variadas de solo, clima e variedade, a recuperação do N do fertilizante fica em torno de 30 a 40% da dose aplicada, sendo que, do N total acumulado na parte aérea, muito pouco vem desta fonte, com percentuais variando entre 10 e 16% (SAMPAIO et al., 1984; GAVA et al., 2003; VITTI et al., 2008). Estudos conduzidos em áreas de cana crua também têm quantificado a recuperação do N da palhada da cana e têm encontrado valores relativamente baixos, como os 12,8% determinados por Gava et al.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Aplicação de Radioisótopos na Agricultura e Meio Ambiente, pesquisadora da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

(2003), que representam em torno de 4,0% do N total acumulado na parte aérea da cana (GAVA et al., 2003; VITTI et al., 2008). Além disso, a relação C:N da palhada é muito elevada, situando-se em torno de 100:1 (GAVA et al., 2003), o que pode determinar a imobilização temporária deste nutriente nas áreas colhidas sem despalha a fogo, principalmente na fase em que a planta mais o absorve, ou seja, até os seis primeiros meses do ciclo (LIMA JÚNIOR, 1982; SAMPAIO; SALCEDO, 1984; GAVA et al., 2003). Esse fato evidencia que, aparentemente, as principais fontes fornecedoras de nitrogênio para a cana-de-açúcar são: a mineralização da matéria orgânica nativa do solo (SALCEDO et al., 1985), resíduos vegetais da própria cana (raízes e palhada) (VITTI et al., 2007) e de culturas em rotação (BOLONHEZI et al., 2014) e a possível fixação biológica do nitrogênio atmosférico por microorganismos (URQUIAGA et al., 1992; DÖBEREINER, 1997), a qual depende das variedades utilizadas, da adequada umidade do solo e da disponibilidade de outros nutrientes que interferem no processo, dentre eles o molibdênio e o fósforo.

Daí a importância da introdução de leguminosas em rotação com a cana-de-açúcar, por ser uma fonte de liberação lenta de N, proporcionar a redução da relação C:N dos resíduos nas áreas de cana crua, aumentar a matéria orgânica do solo (BAYER et al., 2013) e possibilitar a reciclagem, no próprio solo, de outros nutrientes que estão muitas vezes localizados em camadas fora do alcance das raízes e em formas pouco assimiláveis, transformando-os em formas mais disponíveis às culturas comerciais. Além disto, de acordo com Bolonhezi et al. (2014), tal prática apresenta-se como importante estratégia para reduzir custos de produção.

Apesar da baixa recuperação do nitrogênio aplicado pela ureia ou outras fontes nitrogenadas, o uso dos adubos nitrogenados, na dose correta, também é importante na medida em que diminui a imobilização e que pode reduzir a relação C:N da palhada que será aproveitada pelas soqueiras seguintes. Da mesma forma, o uso de leguminosas em rotação pode substituir o uso do fertilizante ou mesmo potencializar os efeitos destes, além de contribuir em outros aspectos ligados à melhoria da estrutura do solo, ao controle de doenças (BOLONHEZI et al., 2014; BARRETO et al., 2014) e a redução da emissão de gases de efeito estufa (BAYER et al., 2011), uma vez que o fertilizante sintético é a principal fonte destes gases no sistema de produção da cana colhida crua (DE FIGUEIREDO; LA SCALA JUNIOR., 2011)

O objetivo deste comunicado técnico é divulgar a recomendação de adubação nitrogenada para a cana-de-açúcar, com base na resposta produtiva da cultura ao nitrogênio aplicado via fertilizante mineral e incorporado

por rotação com crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.), em cana planta e socaria, para a região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em área da Usina Coruripe, no município de Coruripe, Alagoas (10°08'S; 36° 18'O). O solo da área foi classificado como um Argissolo Amarelo. A precipitação anual média é de 1500 mm, concentrada no período de maio a setembro, e temperatura do ar em torno de 28°C. A cultura da *C. spectabilis* foi estabelecida em área de cana-de-açúcar, a ser colhida sem despalha a fogo, no dia 22 de maio de 2007 e em 08 de agosto de 2007 a área foi sulcada para o plantio da cana.

O delineamento experimental foi em blocos arranjos em faixas, com 4 repetições. Nas parcelas principais ficaram as duas variedades de cana, RB 92 579 e RB 86 7515, nas sub-parcelas os tratamentos com e sem leguminosas, e nas sub-sub parcelas as diferentes doses de N (0 e 60 kg ha⁻¹). Para a cana planta, cada uma das sub-sub parcelas foi composta por 40 linhas de 10 m e, na socaria, estas sub-sub parcelas foram formadas por 9 linhas de de 10 m, nas quais foram aplicadas as doses de 0,60 kg de N ha⁻¹, 120 kg de N ha⁻¹ e 180 kg de N ha⁻¹.

As massas secas da leguminosa e da vegetação espontânea, das parcelas onde a crotalária não foi plantada, foram determinadas antes do plantio da cana, coletando-se 8 repetições de 1 m², por tratamento. O material coletado foi limpo e, em seguida, seco em estufa à temperatura de 65 °C, até peso constante, pesado e enviado para análise química para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S e carbono (SILVA, 1999)

Nas parcelas com rotação, a leguminosa (*C. spectabilis*) não foi incorporada ao solo, fazendo-se apenas os sulcos de plantio da cana sobre a massa verde da leguminosa. Nesta ocasião foram aplicados 144 kg K ha⁻¹ e 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹ de fórmula de micronutrientes utilizada pela usina e 400 g ha⁻¹ de molibdato de sódio. A adubação nitrogenada com ureia (0 kg de N ha⁻¹ e 60 kg de N ha⁻¹) ocorreu aos 46 dias após o plantio da cana planta, com aplicação de irrigação logo em seguida. Dois meses após esta adubação, foi realizada a coleta de folhas para determinação de nutrientes. A folha coletada foi a primeira folha com a aurícula totalmente aberta (folha + 1). Nestas, foram determinados os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S e, também o carbono, de acordo com Silva (1999). A colheita ocorreu nos dias 27 e 28 de outubro de 2008, sendo colhidas quatro linhas de cada parcela. O material colhido foi pesado, para determinação da produtividade, e em seguida enviado para análises tecnológicas.

Para o ciclo de socaria também foi utilizada a ureia como fonte de N, sendo a mesma aplicada sobre a palhada da cana planta, aos 51 dias após a colheita da cana planta, seguida imediatamente de irrigação. A colheita deste ciclo ocorreu no dia 14 de dezembro de 2009, sendo colhidas e pesadas as quatro fileiras centrais da parcela, onde amostras de colmos foram encaminhadas para a execução de análises tecnológicas.

Para a cana planta os dados de nutrientes na folha e de produtividade foram analisados por meio de análises de variância e pela comparação de médias realizada pelo teste-t de Tukey a 5% de probabilidade. Análises de regressão foram realizadas para os dados da socaria, e, em seguida, foram determinadas as doses de máxima eficiência econômica para a adubação nitrogenada da cana-de-açúcar.

Resultados e Discussão

A produção de massa seca da parte aérea da *C. spectabilis*, por ocasião do florescimento, foi de $3,7 \pm 0,9 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto a da vegetação nativa foi de $1,1 \pm 0,3 \text{ Mg ha}^{-1}$. A leguminosa possibilitou a adição de $106 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ao solo e a ciclagem de $67 \text{ kg de K ha}^{-1}$, $37 \text{ kg de Ca ha}^{-1}$, $17 \text{ kg de P ha}^{-1}$, 11 kg de Mg e $7 \text{ kg de S ha}^{-1}$ (Tabela 1). Além da parte aérea, mais $0,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ de material orgânico foram incorporados via sistema radicular da crotalária.

Tabela 1. Teores (g Kg^{-1}) e quantidades de nutrientes na parte aérea em *Crotalaria spectabilis* e na vegetação espontânea, em área de renovação de cana-de-açúcar nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

Espécie		N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Crotalaria spectabilis</i>	g Kg^{-1}	28,73	4,64	18,13	10,10	2,89	1,87
Vegetação espontânea	Kg ha^{-1}	106	17	67	37	11	7
<i>Crotalaria spectabilis</i>	g Kg^{-1}	14,50	3,72	15,27	4,57	2,39	2,40
Vegetação espontânea	Kg ha^{-1}	16	4	17	5	3	3

A produtividade da massa seca da *C. spectabilis* foi inferior àquela encontrada por Barreto & Fernandes (2001), os quais classificaram várias espécies de leguminosas quanto à sua capacidade de formação de biomassa da parte aérea, na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. A *C. spectabilis* foi classificada no grupo de produtividade intermediária ($6,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ a $6,1 \text{ Mg ha}^{-1}$). No entanto, Bolonhezi et al. (2014), em revisão sobre o tema da adubação verde em áreas de produção de cana, relataram valores de $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$. a $4,2 \text{ Mg ha}^{-1}$. O valor alcançado no presente trabalho enquadrou-a no grupo de materiais de baixa produtividade ($4,6$ a $2,3 \text{ Mg ha}^{-1}$), muito embora Barreto et al. (2014) descrevam valores de produtividade de até $9,9 \pm 1,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ para

C. spectabilis na mesma região do presente estudo, em áreas da Usina Coruripe, com semeadura à lanço. Vale salientar que altas produções de biomassa por algumas leguminosas na região só são obtidas quando seu plantio é feito na época correta, no final de abril ou começo de maio, pois quando as mesmas são plantadas tardiamente, estas podem sofrer influência do fotoperíodo, reduzindo fortemente a produção de matéria seca da parte aérea. Tal fato também foi constatado no ano de 2007, quando da execução do presente experimento.

Mesmo com menor produção de biomassa, de nutrientes adicionadas e reciclada no sistema de produção da cana ainda foi considerável em 2007, como pode ser observado na Tabela 2, com destaque para as altas quantidades de nitrogênio (106 kg ha^{-1}) e potássio (67 kg ha^{-1}). Este último é o elemento mais utilizado pela cana e, também, o exportado em maior quantidade, o que reforça a importância desta rotação com as leguminosas. Principalmente se compararmos com a área em pousio. Comparando as quantidades de nutrientes na parte aérea de dez leguminosas, Barreto e Fernandes (2001) encontraram elevado teor de cálcio no tecido da *C. spectabilis* ($14,7 \text{ g kg}^{-1}$), muito superior ao dos outros materiais testados, à exceção do feijão de porco. Valores elevados também foram observados no presente estudo, estando em torno de 10 g kg^{-1} , levando a incorporação em superfície de 37 kg ha^{-1} de Ca. Esta característica mostra-se muito interessante na rotação com a cana, quando uma variedade como a RB 92579 é plantada, pois, segundo Moura Filho et al. (2008), esta caracteriza-se como material de alto rendimento, sendo exigente em cálcio.

Analisando-se a influência da rotação com crotalária e da fertilização nitrogenada em cana-de-açúcar, foi observado que os teores de nitrogênio na folha da cana com a primeira aurícula totalmente aberta apresentaram-se significativamente diferentes quanto ao uso da leguminosa ($p > 0,00$) e às doses de N ($p > 0,02$). Esses valores foram de $17,6 \text{ g kg}^{-1}$ e $15,9 \text{ g kg}^{-1}$ para as áreas com e sem crotalária, respectivamente. Para as diferentes doses de N, os teores foram de $16,6$ e $17,7 \text{ g kg}^{-1}$, nas doses zero e $60 \text{ kg de N ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1).

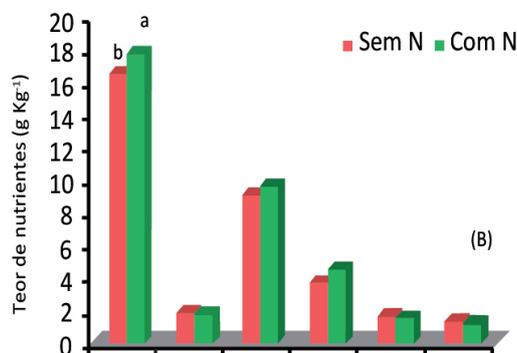
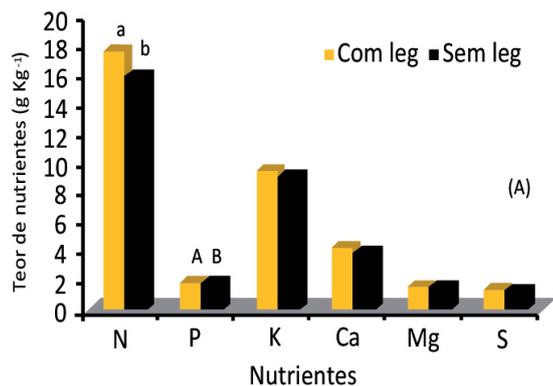


Figura 1. Teores de nutrientes (g kg^{-1}) em folhas de cana-de-açúcar, em resposta a: (A) rotação com a leguminosa *Crotalaria spectabilis* (Com leg e Sem leg) e (B) aplicação de fertilizante nitrogenado (Sem N - 0 e Com N - 60 kg ha^{-1} de N).

Com relação ao fósforo, as diferenças só se expressaram nos tratamentos com e sem leguminosas ($p > 0,04$), com os teores situando-se em $1,90$ e $1,83 \text{ g kg}^{-1}$. Apesar das diferenças nos teores de cálcio ($p > 0,07$) e potássio ($p > 0,09$) não serem significativas a 5% de probabilidade, uma ligeira tendência a maiores valores destes nutrientes foi detectada nas folhas da cana-de-açúcar, nas áreas de rotação com leguminosas.

Os teores de nutrientes nas folhas da cana-de-açúcar encontraram-se dentro dos limites determinados para esta cultura, quando cultivada em vários países do mundo; porém, quando comparamos com os teores adequados, estabelecidos para o Estado de São Paulo (KORNDÖRFER et al., 2005), estes se apresentam abaixo dos limites inferiores. Este fato parece não ser determinante para a região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, uma vez que, apesar disto, as produtividades da cana foram altas (Figura 2). O aumento do teor de alguns nutrientes em resposta à rotação com a leguminosa e à aplicação do N fertilizante foi resultado desses dois tipos de tratamento.

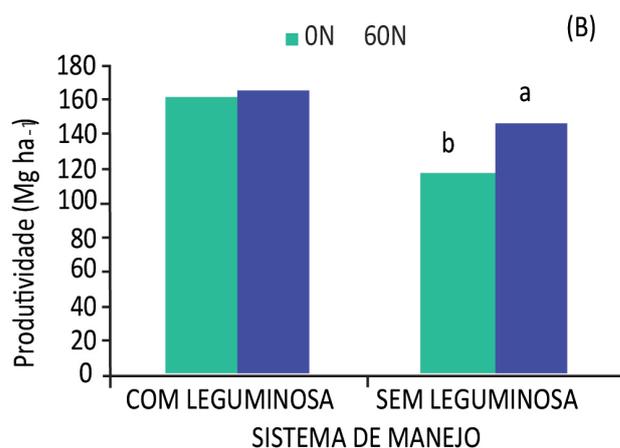
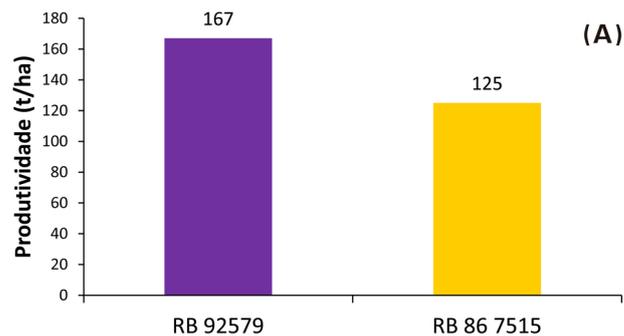


Figura 2. Produtividade da cana-de-açúcar (Mg ha^{-1}), em resposta a (A) variedades e (B) aplicação de fertilizante nitrogenado (0 e 60 kg ha^{-1} de N) e rotação com a leguminosa *Crotalaria spectabilis*.

O teor de N respondeu tanto a incorporação da crotalaria, como ao N fertilizante. Já os outros nutrientes, como só estavam presentes na fonte orgânica (leguminosa), só responderam a esta. O que pode ser um indicativo de que o aumento no teor de N na planta, pela aplicação do fertilizante, não determinou aumento na absorção dos outros nutrientes. Franco et al. (2008), em estudo do acúmulo de N, P e K, relacionados à adubação nitrogenada de plantio, não encontraram interferência da adubação nitrogenada nos teores de N, P e K, em todo o ciclo da cultura.

Observou-se durante a condução do experimento que a brotação da RB 92 579 foi mais rápida que a da RB 867515 e que a primeira brota com uma coloração mais clara que a segunda, o que pode denotar uma exigência maior de N da RB 92579, nas fases iniciais de crescimento. O tempo de brotação pode influenciar no aproveitamento mais eficiente dos nutrientes da *C. spectabilis*, principalmente o K que é liberado rapidamente, o que pôde ser notado, uma vez que as plantas das duas variedades, nas parcelas em rotação com o adubo verde possuíam coloração verde mais escura e pareciam mais vigorosas. Isto parece se refletir nos resultados dos teores de nutrientes nas folhas.

Tais diferenças relatadas para nutrientes nas folhas parecem ter influenciado a produtividade da cana de açúcar (Figura 2). Para esta variável, houve diferença entre as variedades de cana, com a RB 92 579 apresentando-se mais produtiva que a RB 86 7515, com os valores de produtividade de 167 Mg ha⁻¹ e 125 Mg ha⁻¹ de cana, respectivamente. Também ocorreu diferença significativa com relação ao uso da leguminosa, onde a presença desta promoveu aumento de produtividade da cana. A produtividade médias das cultivares na área com crotalária foi de 163 Mg ha⁻¹ de cana e, na área sem rotação com a leguminosa foi de 132 Mg ha⁻¹ de cana. Da mesma forma, para as doses de N, a aplicação de 60 kg ha⁻¹ deste nutriente levou a uma produtividade mais elevada (156 Mg ha⁻¹), em relação às áreas sem aplicação do fertilizante (141 Mg ha⁻¹). Além disso, houve interação entre o uso da leguminosa e o do N fertilizante, indicando que, a cana só responde ao N fertilizante na ausência da leguminosa. Bolonhezi et al. (2014) relatam aumentos de produtividade da cana, em função da rotação com leguminosas, em quantidades que variam de 10,9 Mg ha⁻¹ a 42 Mg ha⁻¹. No presente estudo, nas áreas sem aplicação de N fertilizante, esta diferença chegou a 44 Mg ha⁻¹, representando um aumento de 27% na produtividade da cana, o que, segundo percentuais descritos pelos autores, não seria incomum em áreas que envolvem a prática da rotação com leguminosa.

Ressalta-se que as variedades utilizadas têm se destacado por serem altamente produtivas e responsivas à aplicação de nutrientes (MOURA FILHO et al., 2008). No presente trabalho, o maior aporte dos nutrientes não responde sozinho pelo aumento da produtividade nas áreas com leguminosa. Outros fatores, como a liberação mais lenta destes elementos, a maior retenção de água, já que a cobertura morta foi deixada em superfície, e o maior desenvolvimento e aprofundamento de raízes da cana nas áreas de rotação com crotalária (CINTRA et al., 2006) também devem ter influenciado na elevação da produtividade da cana de açúcar.

Muito embora a resposta ao N na cana planta não seja verificada com a mesma frequência que a resposta das socarias, a tendência linear de resposta se verifica quando se faz análise conjunta dos experimentos, a exemplo de 141 experimentos analisados por Marinho e Barbosa (1996), onde foi obtida resposta significativa à adubação nitrogenada em análises conjuntas de tendência linear. Para a socaria, a resposta da cana à adubação nitrogenada também foi observada no presente estudo. Nesse caso, como não houve efeito residual da leguminosa sobre a produtividade da primeira socaria, as análises nesta segunda safra foram feitas investigando-se a resposta da cana à diferentes doses de N (0, 60, 120 e 180 kg de N ha⁻¹), comparando-se as áreas que na cana planta receberam 0 e 60 kg de N ha⁻¹. Verificou-se que, como esperado, ao serem adicionadas quantidades crescentes de nitrogênio, o maior incremento na produção ocorreu com a primeira dose aplicada; e que, com aplicações sucessivas de quantidades iguais do nutriente (60 kg de N ha⁻¹), os incrementos de produção foram cada vez menores, como descrito por Raji (1981). Polinômios de segundo grau foram ajustados para descrever as respostas da cana ao N. A partir destes, foram calculadas as doses de maior eficiência econômica do nitrogênio (Figura 3).

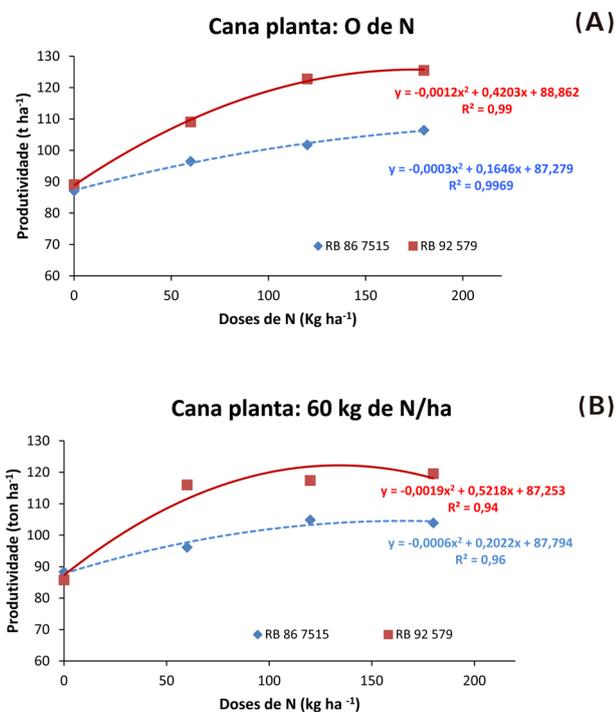


Figura 3. Curvas de resposta de cana-de-açúcar a aplicações de nitrogênio, para as variedades RB 92579 e RB 867515, sem (ON) (A) e com (60N) (B) aplicação deste nutriente na cana planta.

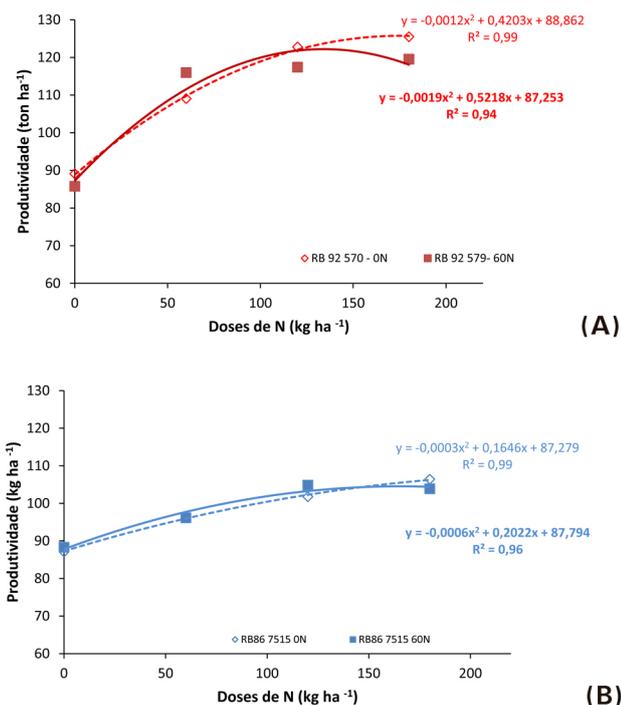


Figura 4. Curvas de resposta de cana-de-açúcar a aplicações de nitrogênio, com (60N) e sem (ON) adição deste nutriente na cana planta, para as variedades RB 92579 (A) e RB 867515 (B).

Assim como para a cana planta, na socaria a variedade RB 92 579 apresentou maiores produtividades que a RB 86 7515 (Figura 3). Dentro de cada variedade, 0 ou 60 kg de N aplicados na cana planta parece não ter influenciado a resposta da socaria ao nutriente, uma vez que as curvas de resposta são quase coincidentes (Figura 4). Diferentemente, Vitti et al. (2007) encontraram um aumento linear na produtividade da segunda socaria da cana, em resposta a aplicação de doses crescentes de N até 175 kg ha⁻¹, com este efeito se estendendo à terceira socaria. Estes autores determinaram que em torno de 40% do amônio da fonte nitrato de amônio permanece no sistema solo-planta-palha como efeito residual para a safra seguinte, independente da dose de N aplicada; e que os estoques de N e S do sistema radicular no final da segunda safra se correlacionaram positivamente com a produtividade de colmos da cana na terceira soca. Desta forma, este nitrogênio residual da adubação na cana planta ou de socarias anteriores pode ter influência na produtividade do ciclo agrícola subsequente.

De acordo com Rosseto et al. (2008), a quantidade de N aplicada na adubação da cana, no Brasil, em comparação aos outros países, é uma das mais baixas, sendo de 42 kg de N ha⁻¹, para a cana planta, e de 80 kg ha⁻¹ para a socaria. Para a região Sudeste do Brasil, a recomendação de adubação fica em torno de 30 kg de N ha⁻¹, para a cana planta; e varia de 60 a 120 kg de N ha⁻¹, para socarias, a depender da produtividade esperada (Raij, 1996). No Nordeste, predomina o uso da dose de 60 kg

de N ha⁻¹, com algumas usinas do Brasil adicionando 80 kg de N ha⁻¹, para a socaria. No presente estudo, para um Argissolo Amarelo localizado na feição geográfica dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, as doses de máxima eficiência econômica encontradas ficaram acima das recomendadas, variando de 126 a 124 kg de N ha⁻¹, para a socaria cultivada em sucessão a cana planta com 60 kg de N ha⁻¹, e de 154 a 191 kg de N ha⁻¹, para a socaria cultivada em sucessão a cana planta sem aplicação de N; isto para a RB 867515 e RB 92579, respectivamente. Mostrando que, para estes materiais de alto rendimento, quando todos os fatores de produção estão corrigidos, doses de N maiores que aquelas das tabelas de recomendação existentes podem ser aplicadas.

Conclusões

O uso de crotalária, com a incorporação de 106 kg de N ha⁻¹ e ciclagem de 67 kg de K ha⁻¹, 37 kg de Ca, 17 kg de P, 11 de Mg kg e 7 kg de S ha⁻¹, aumenta os teores de N e P em folhas de cana de açúcar, enquanto a aplicação de 60 Kg de N ha⁻¹ eleva apenas os teores de N.

A resposta da cana-de-açúcar à rotação com crotalária e à aplicação de 60 kg de N ha⁻¹ é expressiva, com ganhos de produtividade de colmos de 35 Mg ha⁻¹ e 15 Mg ha⁻¹, respectivamente; com a indicação de que a cana só responde ao N fertilizante na ausência da leguminosa.

O nitrogênio da fertilização nitrogenada em doses crescentes até 180 kg ha⁻¹ de N resulta em resposta quadrática na produtividade de colmos da socaria da cana, estabelecendo doses de máxima eficiência econômica variando de 124 kg ha⁻¹ a 191 kg ha⁻¹ de N, para materiais de alto rendimento cultivados em Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste.

Agradecimentos

À Usina Coruripe, pela estrutura física e o apoio na condução dos experimentos. E, aos técnicos agrícolas José Carlos Santos e Eraldo P. Barros Júnior pelo suporte na condução do experimento e coletas.

Referências

- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de Tabuleiros Costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 19).
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; ANJOS, J. L.; MELLO IVO, W. M. P.; CINTRA, F. L. D. Adubação verde na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros. In: LIMA

- FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil: Fundamentos e Práticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 2 v. p 311-341.
- BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C. E. T.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; NICOLOSO, R. da S.; CARVALHO, P. C. de F. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópico em Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 7, p. 55-118, 2011.
- BOLONHEZI, D.; BOLONHEZI, A. C.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e rotação de culturas para a cana-de-açúcar. In: LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil: Fundamentos e Práticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 2 v. p 128-158.
- CINTRA, F. L. D.; IVO, W. M. P. de M.; SILVA, L. V. da; LEAL, M. de L. da S. **Distribuição das raízes de cana-de-açúcar em sistemas de cultivo com adubação orgânica e *Crotalaria spectabilis***. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 22 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 12).
- DE FIGUEIREDO, E. B.; LA SCALA JUNIOR, N. Greenhouse gas balance due to the conversion of sugarcane areas from burned to Green harvest in Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 141, p. 77-85, 2011.
- DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29. n. 5/6, p.771-774, 1997.
- FIGUEIREDO FILHO, C. P. MARINHO, M.; BARBOSA, G.V.S. Efeito de N sobre a produção da cana planta em solos da Mata Norte de Pernambuco e sul da Paraíba. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6., 1996, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 441-448.
- FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; VITTI, A.C.; SARTORI, R. H. CANTARELA, H. Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, durante o ciclo de cana-planta, relacionados à adubação nitrogenada de plantio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** STAB, 2008. p. 228-234.
- GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M. W.. Recuperação do nitrogênio (15N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 621-630, 2003.
- KORNDÖRFER, G.; OLIVEIRA, L. A. de; KORNDÖRFER, P. H. Potassium in sugar cane cropping. **Sugar Journal**, v. 68, n. 5, p. 11-18, 2005.
- LIMA JÚNIOR, M. A. **Nitrogen nutrition of sugarcane in N.E. Brazil**. 1982. 172 f. Tese (Doutorado) - University of Saskatchewan, Saskatoon.
- MARINHO, M. L.; BARBOSA, G. V. S. Adubação nitrogenada da cana-planta na região Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6., 1996. Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 1996. p. 455-460.
- MELLO IVO, W. M. P. ; ROSSETTO, R. ; SANTIAGO, A. D. ; BARBOSA, G,V.S. ; VASCONCELOS, J. N. Impulsionando a Produção e a Produtividade da Cana-de-açúcar no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.). **Desenvolvimento da Agricultura Tropical**. Brasília: Embrapa, 2008. 1 v. p. 673 -716.
- MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; ALMEIDA, A. C. S.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; SILVA, V. T.; MOURA, A. B. Extração e exportação de nutrientes pelas cultivares RB92579 e RB93509 no ciclo de cana planta. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** STAB, 2008. p. 307-311.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronomico, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ALVES, G.D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 33-38, 1985.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I. Eficiência na utilização da uréia (15N) em aplicação única ou parcelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, p. 943-949, 1984.
- SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF : Embrapa

Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: Nitrogen-15 and nitrogen-balance estimates. **Soil Science Society of American Journal**, v. 56, p. 105-114, 1992.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; PENATTI, C.P.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; FRANCO, H.C.J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; FRANCO, H. C.J.; OTTO, R.; FARONI, C.E.; CANTARELA, H. Recuperação pela cana-de-açúcar do N dos resíduos culturais e da adubação nitrogenada de plantio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADES DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** STAB, 2008. p. 360-365.

Comunicado Técnico, 151

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Embrapa Tabuleiros Costeiros
Endereço: Avenida Beira Mar, 3250, CP 44,
CEP 49025-040, Aracaju - SE.

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF

1ª edição

On-line (2014)

Comitê de publicações

Presidente: Marcelo Ferreira Fernandes

Secretária-executiva: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Membros: Alexandre Nizio Maria, Ana da Silva Lédo, Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo.

Expediente

Supervisora editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Tratamento das ilustrações: Arthur Henrique C. Godofredo

Editoração eletrônica: Arthur Henrique C. Godofredo