

## Crescimento e acúmulo de nitrogênio por cultivares de sorgo sacarino<sup>(1)</sup>.

**Edimar Rodrigues Soares<sup>(2)</sup>; Sérgio Bispo Ramos<sup>(3)</sup>; Márcio Silveira da Silva<sup>(4)</sup>; Rafael Magro Tomicioli<sup>(5)</sup>; João Vitor Pasquetto<sup>(6)</sup>; Edson Luiz Mendes Coutinho<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

<sup>(2)</sup> Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo); Universidade Estadual Paulista - UNESP; Jaboticabal, SP; E-mail: soares-agro@hotmail.com.

<sup>(3)</sup> Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo); UNESP. E-mail: sergio.bispo@siapagronegocios.com.br.

<sup>(4)</sup> Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal); UNESP. E-mail: marciode@hotmail.com.

<sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia; UNESP. E-mail: rafaeltomicioli@hotmail.com.

<sup>(6)</sup> Graduado em Agronomia; UNESP. E-mail: jvpasquetto@hotmail.com.

<sup>(7)</sup> Professor do departamento de Solos e Adubos. UNESP; E-mail: coutinho@fcav.unesp.br.

**RESUMO:** a cultura do sorgo sacarino apresenta grande potencial como fonte de matéria prima para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar. Pouco se sabe, entretanto, a respeito das exigências nutricionais da mesma. O objetivo do trabalho foi estudar o crescimento e acúmulo de nitrogênio em cultivares de sorgo sacarino. O experimento foi conduzido no município de Uchoa-SP, em uma área de renovação de cana-de-açúcar. Foram utilizadas as cultivares CVSW80007, CVSW80147, CVSW82028 e CVSW82158. A coleta das plantas foi realizada em intervalos de 15 dias a partir do décimo dia após a emergência (DAE). Na primeira coleta foram amostradas 15 plantas, nas demais, cinco plantas. Após a separação das partes aéreas (colmo, folhas, panícula e grãos), as mesmas foram lavadas e colocadas para secar em estufa, determinando-se posteriormente, a massa seca de cada componente. Essas avaliações e as análises químicas foram realizadas em triplicata. O acúmulo de N em cada parte da planta foi calculado. Expressivos acúmulos de nitrogênio tiveram início a partir dos 30 DAE, sendo que nenhuma das cultivares apresentou tendência de estabilização no acúmulo total. A partir dos 70 DAE a maior parte do nitrogênio absorvido foi direcionado para as panículas e os grãos. Os híbridos CVSW80007, CVSW80147, CVSW82028 e CVSW82158 acumularam no total, 269, 302, 371 e 369 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os híbridos testados acumulam altas quantidades de N até o final do ciclo. A maior parte do nitrogênio é acumulada nos grãos.

**Termos de indexação:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, produção de biomassa, marcha de absorção.

### INTRODUÇÃO

A busca por tecnologias mais avançadas e aumento da eficiência energética tem crescido bastante, devido às preocupações com a poluição

ambiental, segurança energética e o futuro do petróleo (Semelsberger et al., 2006). Tem-se, portanto, a necessidade de aperfeiçoar a produção de energia e biocombustíveis a partir de biomassa vegetal (Rooney et al., 2007).

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem alta capacidade de produzir biomassa, grãos e açúcar (Rooney et al., 2007). Essa gramínea C<sub>4</sub>, em particular, oferece diversas vantagens sobre as outras culturas em relação a produção de biocombustíveis porque armazena no colmo facilmente açúcares fermentáveis que podem ser convertidos em combustível líquido. Além disso, é uma cultura anual que pode ser integrada dentro da rotação de culturas e não compete com gêneros alimentícios (Erickson et al., 2011).

O sorgo sacarino é uma excelente cultura alternativa para as áreas de renovação de cana-de-açúcar (aproximadamente 1,3 milhões de hectares, ou 16% da área existente). Aliado a isto, serve como matéria prima complementar na entressafra da cana (dezembro, janeiro, fevereiro e março), antecipando em 2 a 3 meses o período de moagem nas usinas e podendo reduzir a elevação no preço do etanol no período da entressafra (Klink, 2010).

A determinação da absorção e do acúmulo de nitrogênio nas diferentes fases de crescimento da planta é extremamente importante, pois, permite definir a época em que o nutriente é mais exigido e a sua distribuição nas diferentes partes da planta (Alvarez et al., 2005).

Diante do exposto e tendo em vista a carência de trabalhos na literatura atual a respeito do assunto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento e o acúmulo de nitrogênio em quatro cultivares de sorgo sacarino.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Uchoa-SP, em uma área de renovação de cana-de-açúcar, localizado a uma latitude S 20° 53' 32 22" S

e a uma longitude 49° 11'36 20" O, altitude de 552 m. Na camada arável (0-20 cm), o solo apresentou os seguintes atributos químicos para fins de fertilidade: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,6; M.O. = 9 mg dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 44 mg dm<sup>-3</sup>; K, Ca, Mg, H+Al, e CTC = 1,6; 29; 11; 15; 56,6 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; S-SO<sub>4</sub> = 2 mg dm<sup>-3</sup>; saturação por bases (V%) = 73; B\*, Cu\*\*, Fe\*\*, Mn\*\* e Zn\*\* = 0,15; 2,0; 18; 14,0 e 0,8 mg dm<sup>-3</sup>; Em termos de atributos físicos o solo apresentou: argila, silte e areia = 174; 1 e 825 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. \* água quente; \*\* DTPA.

### Tratamentos e amostragens

Cada parcela foi constituída de um total de sete linhas com espaçamento de 0,70 m e 5 m de comprimento, constituindo uma área total de 24,5 m<sup>2</sup>. Como área útil da parcela foram consideradas as cinco linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade, constituindo um total de 14 m<sup>2</sup>. Foram utilizadas as cultivares CVSW80007, CVSW80147, CVSW82028, CVSW82158. O plantio foi realizado em janeiro de 2012. Para a adubação de plantio empregou-se as seguintes doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: 20, 60 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em cobertura, aos 20 DAE das plantas (estádio V4) foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de cloreto de potássio e ureia, respectivamente. O desbaste foi realizado aos 15 DAE, como intuito de deixar um estande de 120.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A coleta das plantas foi realizada em intervalos de 15 dias a partir do décimo DAE. Na primeira coleta foram amostradas 15 plantas enasdemais, cinco plantas. As plantas foram coletadas aleatoriamente na área útil de cada parcela. No laboratório as plantas foram separadas em colmo, folha, panícula e grãos, quando presentes. As partes das plantas foram lavadas em água com detergente, passadas em água corrente e em seguida em água destilada. Após a lavagem foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar por pelo menos 72 horas a 65°C. Logo após, pesou-se as amostras para a obtenção dos dados de matéria seca, em seguida moídas em moinho tipo "Wiley" e guardadas em sacos de papel até a realização das análises químicas. Essas avaliações e as análises químicas foram realizadas em triplicata. As análises químicas para determinação das concentrações de N foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

O acúmulo de N em cada parte da planta foi calculado por meio da relação entre a concentração de N nas mesmas pela matéria seca (MS) de cada parte (concentração de N na parte x MS (g) / 1000

e, em seguida, transformados em kg por hectare.

Por se tratar de dados quantitativos, e haver, portanto, uma relação funcional entre x (DAE) e y (variável resposta), utilizou-se para o acúmulo de N total, N nas folhas e N nos colmos modelos de regressão não linear, função sigmoidal com três parâmetros:

$$y = \frac{a}{1 + \exp^{-\frac{(x-x_0)}{b}}}$$

Onde,

a = ponto máximo da curva;

b = parâmetro de ajuste;

x<sub>0</sub> = ponto de inflexão.

O ponto de inflexão corresponde ao momento em que ocorreram as taxas máximas de acúmulo de nitrogênio em plantas de sorgo. Para o acúmulo de N nas panículas e grãos utilizou-se regressão polinomial.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao N nas folhas, o período em que ocorreram os acúmulos mais acentuados foi de 25 até 50 DAE para as cultivares CVSW80007 e CVSW80147 e de 25 até 65 DAE para as 'CVSW82028' e 'CVSW82158'. As cultivares CVSW80147, CVSW82028 e CVSW82158 acumularam praticamente a mesma quantidade de nitrogênio nas folhas ao final do ciclo e superaram a 'CVSW80007' (**Figura 1**).

Para a cultivar CVSW80007, o maior incremento de N nos colmos foi dos 40 até 70 DAE, para a CVSW80147 dos 30 aos 75 DAE, dos 30 aos 80 DAE para a cultivar CVSW82028 e dos 35 aos 85 DAE para a CVSW82158. O maior acúmulo de N nas panículas foi observado na cultivar CVSW82158 (31 kg ha<sup>-1</sup>), seguido de 22 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar CVSW82028, 19 kg ha<sup>-1</sup> para a CVSW80007 e 13 kg ha<sup>-1</sup> para a CVSW80147.

É possível observar que, no geral, a partir dos 70 DAE a maior parte do nitrogênio absorvido é direcionado para as panículas e os grãos. Pode se inferir também que não há redistribuição deste elemento das folhas para os grãos, pois, as cultivares CVSW80007 e CVSW80147 estabilizam o acúmulo após os 80 DAE e as cultivares CVSW82028 e CVSW82158 continuam a acumular N nas folhas e nos colmos, mesmo que mais lentamente, até o final do ciclo. Rosolem & Malavolta (1981), ao contrário do ocorrido neste trabalho, observaram para a cultivar Rio redistribuição de nitrogênio das folhas e colmos



para panículas e grãos no período de 60 a 80 dias DAE e, para a cultivar Brandes, redistribuição de N das folhas para panículas e grãos a partir dos 90 DAE.

O acúmulo total de N nos grãos foi de 119, 126, 121 e 122 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares CVSW80007, CVSW80147, CVSW82028 e CVSW82158; respectivamente.

Em geral, o acúmulo expressivo de N total teve início aos 30 DAE para todas as cultivares. Nenhuma das cultivares apresentou tendência de estabilização no acúmulo total (**Figura 1**), porém, observa-se que nas cultivares CVSW82028 e CVSW82158 o acúmulo é ainda mais acentuado até o final do ciclo (**Figura 1-C,D**). Pode-se inferir assim, que a adubação nitrogenada de cobertura deve ser realizada aproximadamente aos 25 DAE, ou seja, momentos antes de se iniciar os maiores acúmulos de N. Os híbridos CVSW80007, CVSW80147, e CVSW82028 e CVSW82158 acumularam no total 269, 302, 371 e 369 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para a cultivar CVSW80007, a quantidade de N acumulado nos grãos representou 45% do total acumulado na planta e para a cultivar CVSW80147 42% do total, enquanto que para as outras duas cultivares (CVSW82158 e CVSW82028), apesar de, os grãos terem apresentado maior percentual de acúmulo, houve maior equilíbrio na distribuição de N para as estruturas folhas, colmos e grãos, pois estas apresentaram percentuais de acúmulos semelhantes (em torno de 30%) (**Figura 2**). Esta característica observada de maior acúmulo de nitrogênio nos grãos dos híbridos testados neste trabalho se difere das cultivares Rio e Brandes estudadas por Rosolem & Malavolta (1981) onde o maior percentual de N foi acumulado nos colmos.

Esta alta quantidade de N acumulada nos grãos explica o acúmulo acentuado de N até o final do ciclo. Ocorre também que no sorgo sacarino, diferentemente de outras culturas como o milho, por exemplo, o produto colhido é o colmo, quando este ainda esta verde, ou seja, a planta de sorgo não chega a secar como a do milho já está no ato da colheita e, portanto, não cessa o acúmulo nitrogênio.

## CONCLUSÕES

Os híbridos testados acumulam altas quantidades de N até o final do ciclo.

A maior parte do nitrogênio é acumulada nos grãos.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. DE C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D. et al. Marcha de absorção de nitrogênio de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas. *Científica*, 34:162-169, 2005.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; et al. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico).

ERICKSON, J. E.; HELSEL, Z. R.; WOODARD, K. R.; et al. Planting Date Affects Biomass and Brix of Sweet Sorghum Grown for Biofuel across Florida. *AgronomyJournal*, 103:1827-1833, 2011.

KLINK, U. P. Melhoramento Genético do Sorgo para a produção de etanol. Simpósio de Agroenergia-Embrapa Clima Temperado. Disponível em: [http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2010/simposio\\_agroenergia/palestras.php](http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2010/simposio_agroenergia/palestras.php). Acesso em: 16 mai. 2010.

ROONEY, W. L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; et al. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels, Bioproductsand Biorefining*, 1:147-157, 2007.

ROSOLEM, C. A. & MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes pelo sorgo sacarino. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 38:223-241, 1981.

SEMELSBERGER, T. A.; BORUP, R. L.; GREENE, H. L. Dimethylether (DME) as a alternative fuel. *Journal of Power Sources*, 156:497-511, 2006.

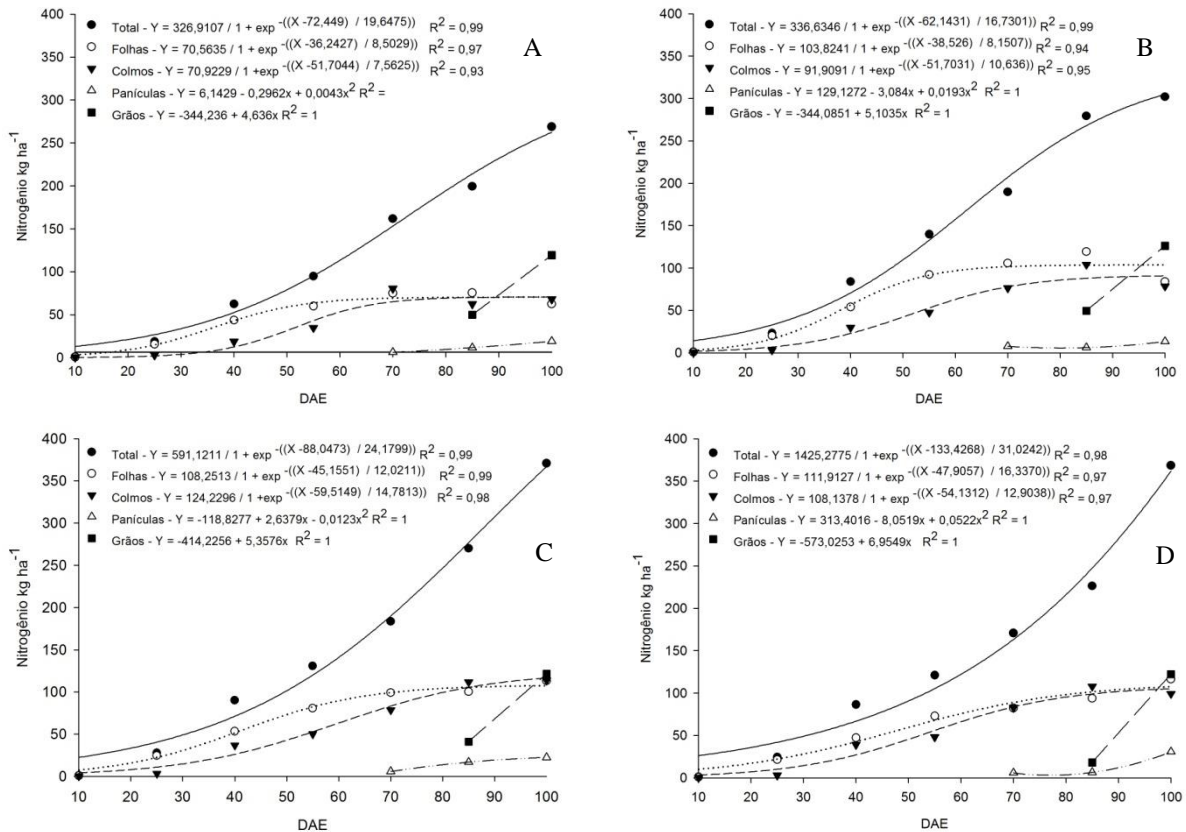


Figura 1. Acúmulo de nitrogênio nos híbridos de sorgo sacarino CVSW80007 (A), CVSW80147 (B), CVSW82028 (C) e CVSW82158 (D) em função dos dias após a emergência (DAE).

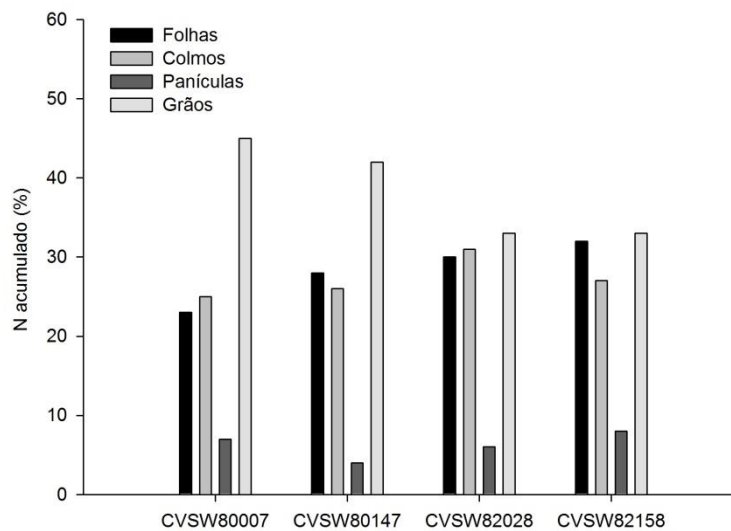


Figura 2. Partição de nitrogênio em cultivares de sorgo sacarino aos 100 dias após a emergência.