

## Frações de nitrogênio em caldos de cultivares precoces de cana-de-açúcar

### Nitrogen fractions in the juice of early sugar cane cultivars

Joana Diniz Rosa da SILVA<sup>1,2</sup>; Hélio Francisco da SILVA NETO<sup>3</sup>; Luiz Carlos TASSO JÚNIOR<sup>4</sup>; Marcos Omir MARQUES<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado da primeira autora;

<sup>2</sup> Autora para Correspondência: Bolsista CAPES - Mestranda em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp. Departamento de Tecnologia. Laboratório do Açúcar e Etanol. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n. CEP 1884-400. Jaboticabal (SP), Brasil. E-mail: jodiniz2@yahoo.com.br;

<sup>3</sup> Doutorando em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal, Brasil. E-mail: heliofsn@hotmail.com;

<sup>4</sup> Pós-doutorando em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal, Brasil. E-mail: lctasso@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal, Brasil. E-mail: omir@fcav.unesp.br

#### Resumo

A caracterização e a quantificação das frações nitrogenadas presentes no caldo de diferentes cultivares de cana-de-açúcar podem facilitar a identificação à maior aptidão industrial para a produção de açúcar (baixos teores de nitrogênio), etanol e cachaça (altos teores de nitrogênio). Este trabalho tem como objetivo quantificar as frações de nitrogênio em caldo de seis cultivares precoces de cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, e três repetições. Foram avaliadas seis cultivares de cana-de-açúcar (IACSP93-3046, SP80-1842, SP91-1049, CTC 7, CTC 16 e CTC 9), em 5 diferentes épocas (0; 28; 69; 112 e 154 dias), durante o ano agrícola de 2010/2011. Após a extração do caldo, foram determinadas as frações nitrogenadas presentes no caldo: amoniacal, total e não proteica. O nitrogênio proteico e o amínico foram estimados por meio de cálculos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F). Quando houve significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As épocas de coleta apresentaram maior influência nos teores das frações nitrogenadas no caldo do que as cultivares. A cultivar SP80-1049 apresentou as maiores frações nitrogenadas dentro das épocas estudadas, indicando sua maior propensão para a industrialização via fermentativa.

**Palavras-chave adicionais:** Levedura; *Saccharum* spp; variedades.

#### Abstract

The characterization and quantification of nitrogen fractions found in the juice of different sugar cane varieties can help identifying the industries best prepared for the production of either sugar (low levels of nitrogen) or ethanol and rum (high levels of nitrogen). The aim of this study was the quantification of nitrogen fractions in the juice of six early sugar cane cultivars. The experiment was set in the field in accordance with a completely random design with split plots and three repetitions. Six early sugar cane cultivars were evaluated : IACSP93-3046, SP80-1842, SP91-1049, CTC 7, CTC 16, and CTC 9 at 5 different times : 0, 28, 69, 112, and 154 days during the cropping season of 2010/11. After the extraction of the juice the nitrogenous fractions found in the juice (ammoniacal, total, and non-proteinaceous). The proteinaceous and aminic nitrogen levels were estimated by calculations. The collecting time had larger influence on the nitrogen fractions of the juice than the cultivars. SP80-1049 was the cultivar with the highest amounts of nitrogen fractions in the collecting times this being an indication of its fitness for industrialization via fermentation.

**Additional keywords:** Yeast; *Saccharum* spp; varieties.

## Introdução

Os diferentes ciclos de maturação das cultivares de cana-de-açúcar interferem na variação das frações nitrogenadas, conforme relatos de SILVA et al. (2010), que obtiveram os maiores resultados para as frações de nitrogênio amoniacal, não proteico e total da cultivar com ciclo de maturação precoce SP91-1049. As análises com cultivares tardias de MENDES et al. (2010) demonstraram que o RB867515 se destacou em relação aos demais quanto aos teores das frações amoniacal, proteica, não proteica e total. Os autores relatam que essa cultivar apresentará melhor desempenho para a produção de cachaça devido à maior suplementação de nitrogênio na fermentação alcoólica.

As variações das frações nitrogenadas, conforme observações de SANTOS et al. (2010), podem influenciar de maneira diferente a qualidade do caldo e a destinação do processo de fabricação. Os mesmos autores e DAMIÃO et al. (2010) relataram que, para a produção de açúcar, o nitrogênio proteico e o amínico podem favorecer o aspecto turvo do caldo e o escurecimento dos cristais de açúcar.

O nitrogênio é importante tanto para a multiplicação celular como para a fermentação, principalmente devido às sínteses de proteínas e ácidos nucleicos. Quando existe uma limitação de nitrogênio, o crescimento celular diminui, aumentando conseqüentemente o tempo de fermentação e diminuindo a produtividade, sendo que os níveis ótimos de nitrogênio total na fermentação devem ser da ordem de 300 a 350 ppm de nitrogênio (STUPIELLO & HORII, 1981).

A forma sob a qual os nutrientes estão disponíveis no meio é fundamental para o aproveitamento das leveduras. Dentre as frações nitrogenadas, RIBEIRO et al. (1987) destacam que a amoniacal é a mais favorável, pois quando ocorre a ausência dessa forma, a levedura busca outras fontes, provocando aumento na produção de compostos secundários.

Entretanto, a adição de nitrogênio proteico no mosto de fermentação foi conclusiva para JERONIMO et al. (2008a), por influenciar positivamente a viabilidade celular e assegurar as operações de reciclagem da levedura. Observaram, ainda, uma redução no tempo total de fermentação, sendo que a adição de nitrogênio não afetou a aceitação sensorial do destilado, como também não alterou a concentração dos componentes voláteis. Isto indicou que formas assimiláveis de nitrogênio proteico podem ser úteis no melhoramento da fermentação alcoólica para a produção de cachaça.

As análises da cultivar RB72454 realizadas por JERONIMO et al. (2008b), ao compararem os teores de nitrogênio proteico do caldo de

cana e do mosto, obtiveram uma variação de 55 a 67%, sendo que, no mosto sem complementação, variou de 64,96 a 109,6 mg N 100 ml de caldo<sup>-1</sup> e atribuíram tais valores às diferentes épocas de coleta da cana para a condução dos ensaios. Estes autores também verificaram que o nitrogênio proteico do caldo de cana foi quase totalmente consumido, o que representa alta assimilação deste nutriente pela levedura, e que o mesmo é insuficiente para suprir a necessidade nutricional da levedura na fermentação.

Portanto, é relevante caracterizar e quantificar as frações nitrogenadas presentes no caldo de diferentes cultivares de cana-de-açúcar para identificar a maior aptidão industrial para a produção de açúcar (baixos teores de nitrogênio), etanol e cachaça (altos teores de nitrogênio). Dentre os fatores que podem influenciar o teor de nitrogênio no caldo de cana-de-açúcar, pode-se destacar a cultivar, seu ciclo de maturação, a adubação e as condições edafoclimáticas da região produtora.

A hipótese deste trabalho é que diferentes cultivares precoces de cana-de-açúcar possam produzir caldos com diferentes teores de nitrogênio e, portanto, serem utilizadas com maior desempenho nos processos de fermentação ou na produção de açúcar. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo quantificar as frações de nitrogênio (amoniacal, total, proteico, não proteico e amínico) em caldo de seis cultivares precoces de cana-de-açúcar.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Município de Jaboticabal-SP, localizado na latitude de 21°15'22" S e longitude de 48°18'58" W a uma altitude média de 575 metros do nível do mar. A temperatura média anual é de 22°C, precipitação média anual de 1.425 mm, e clima Aw na escala Köppen, com concentração de chuvas no verão e seco no inverno. A cana-de-açúcar foi plantada em área de Latossolo Vermelho-Escuro, eutrófico, perfil A moderado, textura muito argilosa, e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). De acordo com as recomendações de RAIJ et al. (1997), não foi necessário realizar a correção do solo.

Após o corte das soqueiras de cana-de-açúcar (segundo corte), ocorreu a adubação de cobertura que foi realizada com a fórmula 20-05-20, totalizando 537 kg ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental das análises laboratoriais utilizado foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas e três repetições. O tratamento principal constituiu-se de cultivares de cana-de-açúcar com ciclo de maturação precoce (IACSP93-3046, SP80-1842, SP91-1049, CTC 7, CTC 16 e CTC 9), analisadas

sob 5 diferentes épocas (0; 28; 69; 112 e 154 dias) ao longo da safra de 2010/2011.

No destilado obtido a partir da extração do caldo, procedeu-se às determinações das frações nitrogenadas. O nitrogênio amoniacal foi realizado de acordo com o método de micro-kjeldahl (MEEKER & WAGNER, 1933). O nitrogênio total e o nitrogênio não proteico (caldo desproteinizado com solução de hidróxido de bário 0,3N e sulfato de zinco a 5%) foram determinados segundo o método de micro-kjeldahl, proposto por BAILEY (1967). O nitrogênio proteico foi calculado através da diferença do nitrogênio total pelo não proteico, utilizando os dados obtidos nas determinações. O amínico foi calculado através da diferença do nitrogênio não proteico pelo nitrogênio amoniacal, utilizando os dados obtidos nas determinações.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F). Quando houve significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

A cultivar SP80-1049 apresentou os maiores valores para as frações de nitrogênio amoniacal, total e proteica (13,98; 87,47 e 59,58 mg N 100 ml<sup>-1</sup> de caldo, respectivamente), porém com valores inferiores aos encontrados por SILVA et al. (2010) para as frações amoniacal e total (26,67 e 104,33 mg N 100 ml de caldo<sup>-1</sup>) para a mesma cultivar (Tabela 1).

**Tabela 1** - Valores médios<sup>1</sup> das frações nitrogenadas no caldo das cultivares de cana-de-açúcar. *Mean values of nitrogen fractions in the juice of early sugar cane cultivars.*

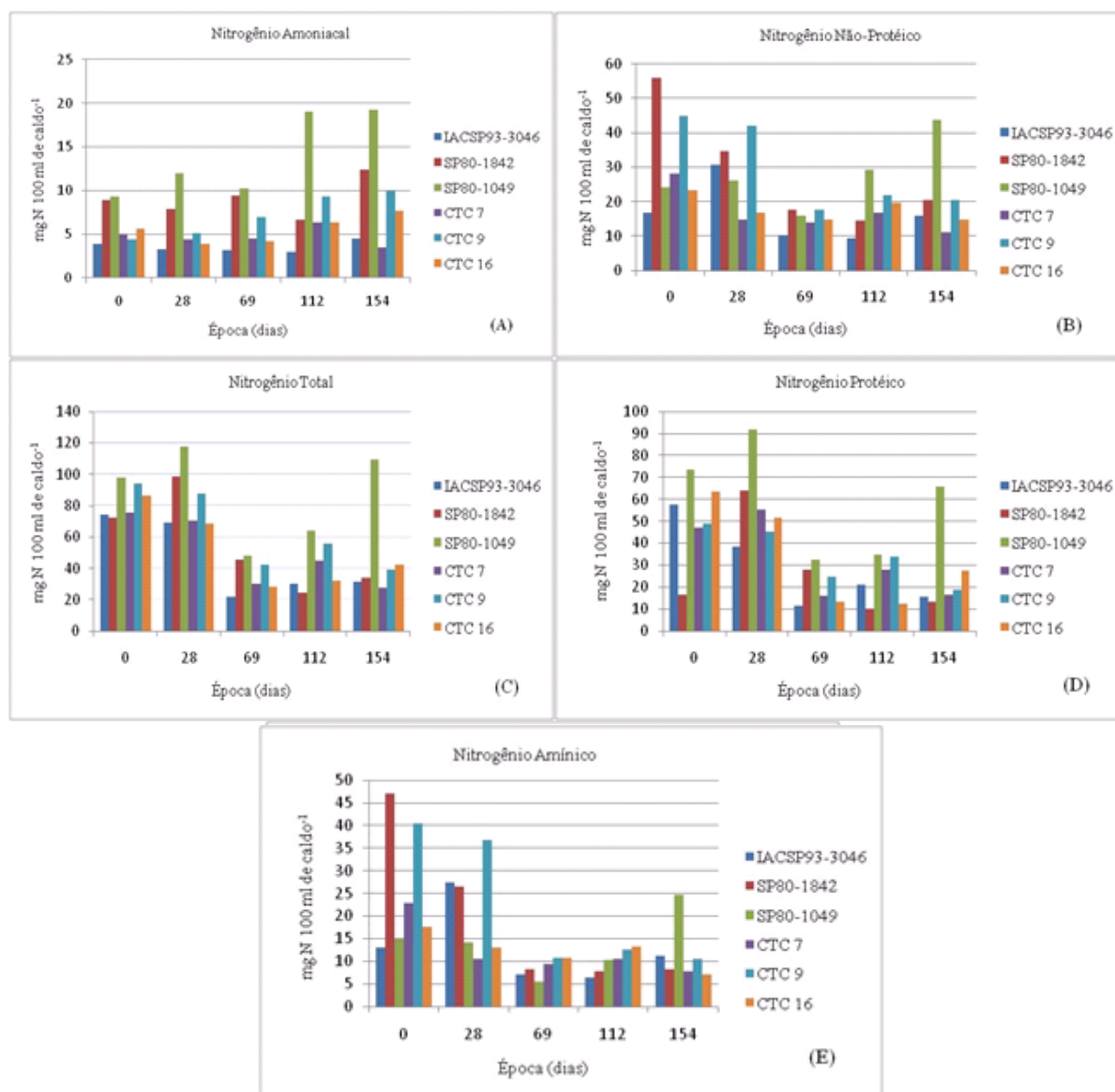
Causas da Variação	Amoniacal	Não proteico	Total	Proteico	Amínico
Cultivares (C)	(mg N 100 ml <sup>-1</sup> de caldo)				
IACSP93-3046	3,56e	16,61b	45,45e	28,84cd	13,05b
SP80-1842	9,05b	28,67a	55,02c	26,34d	19,61a
SP80-1049	13,98a	27,88a	87,47a	59,58a	13,90b
CTC 7	4,76d	16,98b	49,70d	32,71bc	12,22b
CTC 9	7,16c	29,41a	63,72b	34,30b	22,25a
CTC 16	5,53d	17,92b	51,62d	33,70b	12,39b
Teste F	399,43**	56,60**	1393,78**	216,16**	24,61**
DMS 5%	0,89	3,99	1,94	3,87	4,09
Épocas (E) (dias)					
0	6,18c	32,20a	83,35a	51,15b	26,01a
28	6,10c	27,53b	85,32a	57,78a	21,42b
69	6,43c	15,08d	36,12d	21,03d	8,65c
112	8,43b	18,60c	41,87c	23,27cd	10,16c
154	9,54a	21,15c	47,48b	26,32c	11,60c
Teste F	103,41**	82,90**	1694,48**	476,73**	100,15**
DMS 5%	0,61	3,03	2,30	3,15	3,07
F para interação					
CxE	32,54**	23,52**	82,90**	39,94**	19,60**
C.V.% (parcelas)	9,97	14,20	2,70	8,79	21,44
C.V.%(subparcelas)	8,87	14,03	4,14	9,30	20,91
Média Geral	7,34	22,91	58,83	35,91	15,57

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Quanto à avaliação das épocas de coleta, a fase inicial (época 0 e 28 dias) obteve o teor mais elevado para as frações não proteica, amínica e a total. Observou-se também uma variação significativa do teor de proteína ao longo do estudo, isto é, em diferentes épocas de coleta, concordando com JERONIMO et al. (2008b), que ao analisarem a cultivar RB72454 encontraram também variação no teor de nitrogênio, atribuindo às diferentes épocas de coleta para as análises.

A cultivar SP80-1049 apresentou as maiores frações amoniacal e proteica (Figura 1-A

e 1-D), ao longo das épocas, com significativo incremento aos 112 e 154 dias de análise (19,06 e 19,25 mg N 100 ml<sup>-1</sup> de caldo, respectivamente), indicando que a época de coleta tem uma importância muito maior que a cultivar e que as épocas finais (112 e 154 dias) são as mais indicadas para a produção industrial via fermentativa. Para a fração proteica (Figura 1D), ocorreu o inverso, a inicial, aos 28 e 154 dias, obteve os maiores resultados. Estes foram maiores que os encontrados por MENDES et al. (2010) com a cultivar RB867515, de ciclo de maturação tardio.



**Figura 1** - Interação entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra para os teores de nitrogênio amoniacal (A), não proteico (B), total (C), proteico (D) e amínico (E). *Cultivar and time of analysis interaction determining values of ammoniacal nitrogen (A) ammoniacal, (B) non proteinaceous, (C) total, (D) proteinaceous, and (E) aminic.*

RIBEIRO et al. (1987) evidenciaram que o nitrogênio amoniacal é a forma mais assimilável pela levedura, favorecendo o processo de fermentação, e JERONIMO et al. (2008a) e PULZATTO (2000) demonstraram a importância da concentração de proteína no mosto de fermentação para multiplicação celular, levando a concluir que a cultivar acima mencionada seria o melhor candidato para a utilização na fermentação alcoólica, tanto na produção de etanol como na de cachaça, podendo contribuir para maior viabilidade celular, diminuição de compostos secundários e redução do tempo de fermentação.

Apesar dos elevados valores da fração proteica ao longo das épocas da cultivar SP80-

1049 (Figura 1-D), podem ser insuficientes para um incremento de produtividade na fermentação da levedura, levando-se em conta a necessidade de complementação nutricional, fato este evidenciado por PINOTTI (1991) e comprovado por JERONIMO et al. (2008b), que suplementaram o mosto com isolado proteico de soja e obtiveram melhora na velocidade e na viabilidade das células de levedura em bateladas sucessivas de produção de cachaça.

A cultivar IACSP93-3046 apresentou os menores valores de nitrogênio amoniacal (Figura 1-A) ao longo das épocas, indicando maior atenção para sua utilização no processo fermentativo, pois na ausência desta fração a levedura buscará outras fontes nitrogenadas, provocando

aumento na produção de compostos secundários (RIBEIRO et al., 1987).

As cultivares SP80-1842 e CTC 9 apresentaram, na época inicial (0 e 28 dias), as maiores frações não proteicas (Figura 1-B), valores estes que foram decrescendo ao longo das épocas verificadas, e resultados contraditórios aos encontrados por DAMIÃO et al. (2010), com cultivares de ciclo de maturação média, que não tiveram decréscimo ao longo das épocas. Contudo, a cultivar SP80-1049 destacou-se significativamente dos demais aos 154 dias de análise.

Os teores de nitrogênio total (Figura 1-C) apresentaram pouca oscilação entre as cultivares para cada época analisada, com exceção para a final (154 dias), em que a SP80-1049 obteve incremento expressivo em relação às demais. Entretanto, a IACSP93-3046, aos 69 dias de análise, demonstrou valor abaixo (20 mg N 100 ml<sup>-1</sup> de caldo) da recomendação de STUPIELLO & HORII (1981), os quais descreveram entre 30 a 35 mg N 100 ml<sup>-1</sup> de caldo como níveis ótimos de nitrogênio na fermentação.

Os menores resultados da SP80-1842, aos 112 e 154 dias de análise para o nitrogênio proteico (Figura 1-D), e o CTC 16, aos 154 dias para a fração amínica (Figura 1-E), evidenciam maior aptidão dessas cultivares para a produção de açúcar ao final da safra. Segundo relatos de SANTOS et al. (2010) e DAMIÃO et al. (2010), estes baixos valores são favoráveis para evitar o aspecto turvo do caldo e o escurecimento dos cristais de açúcar.

Para as cultivares estudadas, os resultados demonstram que, dentre as épocas analisadas, as finais (112 e 154 dias) tiveram considerável incremento nos valores da fração amoniacal. Para a fração não proteica e amínica, ocorreu o inverso.

## Conclusões

As épocas de coleta apresentaram maior influência nos teores das frações nitrogenadas no caldo do que as cultivares.

A cultivar SP80-1049 apresentou as maiores frações nitrogenadas dentro das épocas estudadas, indicando sua maior propensão para a industrialização via fermentativa.

As diferentes cultivares têm influência significativa nos teores das frações nitrogenadas obtidas.

## Referências

BAILEY, I. L. Miscellaneous analytical methods. In: BAILEY, I. L., **Techniques in protein chemistry**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 1967. cap.11, p.340-352,.

DAMIÃO, B. H.; SILVA NETO, H. F.; SILVA J. D. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Formas nitrogenadas presentes no caldo de cultivares médios de cana-de-açúcar, ao longo da safra 2008/2009. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 22., 2010, Jaboticabal. **Anais Eletrônicos...** Jaboticabal: UNESP, 2010. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxii\\_cic/trabalhos\\_fase1.php](http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php)> Acesso em: 22.mar.2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

JERONIMO, E. M.; OLIVEIRA, E. S.; SOUZA, E. L. R.; SILVA, A. M.; SERRA, G. E. Addition of proteic nitrogen during alcoholic fermentation for the production of cachaça. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, p.161-162, 2008a.

JERONIMO, E. M.; SOUZA, E. L. R.; SILVA, M. A.; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. C.; SERRA, G. E. Isolado protéico de soja como fonte de nitrogênio na fermentação alcoólica; **Boletim Ceppa**, Curitiba, v.26, n.1, p.21-28, jan/jun. 2008b.

MEEKER, E. W.; WAGNER, E. C. Titration of ammonia in presence of boric acid. *Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition*. **Analytical Chemistry**, Washington, v.5, p.396-398, 1933.

MENDES, S. M.; MARQUES, M. O.; SILVA, J. D. R.; SILVA NETO, H. F.; DAMIÃO, B. H. Frações de nitrogênio em seis cultivares de cana-de-açúcar com maturação no final da safra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 22. 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBCTA. 1 CD-ROM.

PINOTTI, R. F. Quantificação do nível de nitrogênio nas etapas do processo de produção de álcool. **Stab**, Piracicaba, v.10, n.1, p.34-35, 1991.

PULZATTO, M. E. **Fatores que influem na obtenção de biomassa de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) da fermentação alcoólica**. 2000. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ABREU C. A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J. A.; FURLANI A. M. C. **Boletim técnico 100 - Recomendações de adubação e**

**calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.8-13.

RIBEIRO, F. J.; LOPES, J. J. C.; FERRARI, S. E. Complementação de nitrogênio de forma contínua no processo de fermentação alcoólica. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.1, n.105, p.26-30, 1987.

SANTOS, O. M. D.; SILVA, J. D. R.; SILVA NETO, H. F.; DAMIÃO, B. H.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Frações nitrogenadas em caldos de seis cultivares de cana-de-açúcar com ciclo de maturação no meio de safra. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 22, 2010, Jaboticabal. **Anais**

**Eletrônicos...** Jaboticabal: UNESP, 2010. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxii\\_cic/trabalhos\\_fase1.php](http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php)> Acesso em: 22 mar. 2011.

SILVA, J. D. R.; MARQUES, M. O.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; DAMIÃO, B. H. Frações nitrogenadas em caldo de cultivares precoces de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 22., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBCTA. 1 CD-ROM.

STUPIELLO, J. P.; HORII, J. Condução da fermentação alcoólica. **Saccharum Stab**, São Paulo, v.4, n.17, p.43-46, 1981.