

## Cultivo da cana-de-açúcar sob fertirrigação com vinhaça e adubação mineral

### Sugarcane crop under vinasse fertirrigation and mineral fertilization

Wemerson S. de Oliveira<sup>1\*</sup>, Marcos Eric B. Brito<sup>2</sup>, Rafael Addobati B. Alves<sup>3</sup>, Anielson dos Santos Souza<sup>2</sup>  
e Everaldo G. da Silva<sup>3</sup>,

**RESUMO** - O experimento foi instalado na fazenda São João que pertence a Companhia Usina São João, com objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de vinhaça mas adubação mineral no cultivo da cana-de-açúcar. O delineamento experimental blocos casualizados, sobre dois tratamentos de adubação, sendo o tratamento T-1 referente a adubação mineral com 350kg ha<sup>-1</sup>, mas aplicação de quatro lâminas de 30 mm vinhaça; e o tratamento T-2 correspondente fertirrigação com vinhaça. Foram analisados os seguintes parâmetros: sólidos solúveis (Brix %), sacarose (POL do caldo em %), ATR (Açúcar Total Recuperável, kg ha<sup>-1</sup>). Além destas variáveis, estimou-se a produtividade de cana em t ha<sup>-1</sup>, a produtividade de açúcar t ha<sup>-1</sup>. O uso de vinhaça na fertirrigação, supri as necessidade nutricionais da cana de açúcar, no segundo ciclo de cultivo, cana soca. O incremento da adubação mineral (NPK) na fertirrigação com vinhaça proporcionou menores valores nos parâmetros agroindustriais de qualidade (sólidos solúveis (Brix %), sacarose (POL do caldo em %), ATR (Açúcar Total Recuperável, kg ha<sup>-1</sup>)).

**Palavras-chave:** Produção. Eficiência. Resíduo Orgânico.

**ABSTRACT** - The experiment it was realized at the Company Usina São João, in order to study the application of vinasse plus mineral fertilizer on sugarcane crop. the experimental design was a randomized block with two management of fertilization, being T-1 mineral fertilization with 350 kg ha<sup>-1</sup> plus application of four depth of 30 mm of vinasse, and management T - 2 corresponding fertigation only vinasse. It were evaluated the Soluble solids (°Brix(%)), sucrose (POL broth in %), ART ( Total Recoverable Sugar, kg ha<sup>-1</sup>). The data it were analyzed by F test, being this conclusive. In addition to these variables, it were estimated the yield of cane in t ha<sup>-1</sup>, the sugar yield t ha<sup>-1</sup>. The use of vinasse in fertigation alone, it is attent the nutritional needs of sugarcane in the second cycle of cultivation. The increase in mineral fertilizer ( NPK ) in fertigation with vinasse gave lower values in agroindustrial quality parameters (soluble solids (°Brix%), sucrose (POL broth in%) and ATR ( Total Recoverable Sugar, kg ha<sup>-1</sup>)).

**Keywords:** Production. Efficient. Organic residues.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea semi-perene pertencente à família *Poaceae*, do gênero *Saccharum*, originária do sudeste da Ásia, que foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses (KLEIN, 2010). Com sua expansão no território brasileiro, o Brasil apresenta maior setor sucroalcooleiro do mundo, sendo líder na produção mundial. Segundo Pires e Ferreira (2008), a cultura da cana-de-açúcar destaca-se pelos seus recursos energéticos de uso na alimentação humana e animal, além de ser uma alternativa como combustível. O Brasil oferece uma vantagem em relação a outros produtores de biocombustível oriundo da cana-de-açúcar, por apresentar condições edafoclimáticas favoráveis para a cultura.

Nos dias atuais o rendimento agrícola da cana-de-açúcar pode ocorrer por meio de vários fatores, dentre eles, o manejo da adubação (BORGES et al., 2005). Segundo Lima et al., (2006) a busca de maior produtividade agrícola e de rendimentos para a indústria da cana-de-açúcar é essencial, sendo o caminho relacionado ao uso de tecnologias, entre elas, a adubação. Estes autores afirmam que a adubação mineral funciona como fonte de reposição dos nutrientes à fertilidade natural do solo, contribuindo para melhorar o desempenho das culturas, culminando com a elevação de suas produtividades.

Da produção de etanol, resulta a vinhaça, um dos resíduos mais importantes das destilarias (PIRES e

FERREIRA, 2008). A vinhaça é o produto de calda na destilação do licor de fermentação do álcool de cana-de-açúcar (GIACHINIE e FERRAZ, 2009). A quantidade de vinhaça produzida pela destilaria é função do teor alcoólico obtido na fermentação, de modo que a proporção pode variar de 10 a 18 litros de vinhaça por litro de álcool produzido (LEITE, 1999).

Dentre o uso da vinhaça, tem-se a fertirrigação, proporcionando o uso deste recurso, reduzindo o despejo em rios e possibilitando a fertilização dos solos agricultáveis (MELO e SILVA, 2001). Segundo Carrijo et al., (2004) a fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado para obtenção de altos rendimentos e produtos de qualidade.

Objetivou-se de avaliar os efeitos aplicação de vinhaça mais adubação mineral no cultivo da cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na fazenda São João que pertence a Companhia Usina São João que, segundo Souza (2006), é uma usina de açúcar e álcool localizada entre as cidades de Santa Rita e Cruz do Espírito Santo, na região

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/01/2013; aprovado em 10/12/2013

<sup>1</sup>Aluno de graduação do curso de agronomia CCTA-UFCG, Pombal – PB, Brasil. [Silva.wemersonsilva@gmail.com](mailto:Silva.wemersonsilva@gmail.com), [bdeandrade3@gmail.com](mailto:bdeandrade3@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof. D. Sc. Universidade Federal Campina Grande -CCTA,[marcoseric@ccta.ufcg.edu.br](mailto:marcoseric@ccta.ufcg.edu.br), [anielson@ccta.ufcg.edu.br](mailto:anielson@ccta.ufcg.edu.br)

<sup>3</sup>Profissionais do quadro técnico da Cia Usina São João, [r.addobbati\\_alves@hotmail.com](mailto:r.addobbati_alves@hotmail.com), [everaldoepitec@hotmail.com](mailto:everaldoepitec@hotmail.com),

norte da Paraíba, em uma várzea fértil às margens do Rio Paraíba, a 16 km da capital.

Região apresenta clima tropical chuvoso (quente úmido), com verão seca, que segundo classificação de Köppen-Geiger, caracterizada por uma precipitação anual de 1.800 mm, com uma maior concentração de chuvas no final da estação do outono e início do inverno, nos meses de maio, junho e julho, sendo junho o mês de maior concentração pluviométrica. O solo da região é caracterizado como solo aluvial Eutrofíctípico da região da cidade de Santa Rita- PB (CAMPOS e QUEIROZ, 2006).

O delineamento experimental blocos casualizados, sobre estudo do efeito de dois tratamentos de adubação nas características qualitativas de cana de açúcar, sendo o tratamento T-1 referente a adubação convencional com de 350kg ha<sup>-1</sup>, aplicado a partir da fórmula 11-20-20 mais quatro lâminas de 30 mm vinhaça; e o tratamento T-2 correspondente somente à adubação com vinhaça. Tais tratamentos foram repetido em quatro blocos, sendo a unidade experimental composta pelas plantas dispostas na área de 9 x 120 m, ou seja, 1080 m<sup>2</sup>, sendo assim, a área total do experimento foi de 9.720 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos foram aplicados em plantas de cana de açúcar após o primeiro corte, ou seja, 1<sup>a</sup> soca, correspondente ao segundo ciclo de produção, sendo usada a variedade 'RB92579', que se caracteriza com excelente produtividade agrícola, ótimo perfilhamento, bom fechamento da entrelinha, ótima brotação das socarias, garantindo longevidade dos canaviais, seu porte é semi-ereto com ótima colheitabilidade, recomendada para colheita do meio para o final de safra (RIDESA, 2010) as quais estavam plantadas no espaçamento de 1,0 m entre linhas.

A adubação química foi realizada manualmente, seguindo o tratamento, no dia 10/11/2010; já as fertirrigações foram realizadas, com uso de sistema de irrigação convencional, usando aspersores autopropelidos, sendo aplicadas nos dias 30/10/2010, 19/11/2010, 19/12/2010 e 19/01/2011.

**Tabela 01:** Composição da vinhaça da Usina São João. Santa Rita-PB. 2014

| Macronutriente (%) | Micronutriente (ppm) | Ph     | M.O (%) |     |
|--------------------|----------------------|--------|---------|-----|
| N                  | 0,009                | Zn 1,2 | 4,7     | 0,0 |
| P                  | 0,003                | Cu 1,0 |         |     |
| K                  | 0,14                 | Fe 20  |         |     |
| Ca                 | 0,016                | Mn 2,0 |         |     |
| Mg                 | 0,014                |        |         |     |

M.O= Matéria Orgânica.

Durante a condução, as plantas receberam todos os tratamentos culturais necessários, assim como o controle de

plantas daninha, pragas e doenças, seguindo as recomendações de Segato et al., (2006), sendo a colheita realizada no dia 29/10/2011, seguindo o processo tradicional de colheita, ou seja, queima e corte manual, sendo as parcelas separadas para transporte até a usina em implementos rodoviários, onde foram pesadas, e conduzidas à sonda, onde se coletou as amostras para análise.

Em cada implemento rodoviário, o qual continha a parcela, foram coletadas três amostras em posições aleatórias. Após as amostras serem coletadas na sonda, seguiu-se para a preparação das amostras para análise em laboratório conforme Normas Operacionais do Sistema de Pagamento de Cana-de-açúcar (CONSECANA – PE, 2007).

Nas amostras coletadas, avaliou-se os seguintes parâmetros: sólidos solúveis (Brix %), sacarose (POL %) Pureza (%) e ATR (Açúcar Total Recuperável, kg ha<sup>-1</sup>). Além destas variáveis, estimou-se a produtividade de cana em t ha<sup>-1</sup>, a produtividade de açúcar (t ha<sup>-1</sup>).

As variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância pelo teste F, havendo significancia procedeu-se a comparação de médias com base nesse teste, por o mesmo ser conclusivo quanto tem-se dois tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise de variância para as variáveis de qualidade da cana-de-açúcar, não houve efeito significativo (p<0,05) do incremento de adubação mineral. Sendo assim, para o teor de sólidos solúveis totais, verificaram-se valores entre 20,22 e 20,4 sem e com complementação de adubação mineral (Figura 1A), respectivamente, tais valores são condizentes com a literatura. A exemplo Silva e Farias (2006) estudando a qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico, encontraram valores semelhantes, entre 19 e 20 °brix.

Valores superiores aos encontrados neste trabalho foram verificados por Galdiano (2008), ao estudar a qualidade da cana-de-açúcar submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra, com valores entre 20,66 e 23,86, o que pode estar relacionado à indução de maturação, já que na testemunha, o valor foi similar.

Similar ao comportamento do teor de sólidos solúveis totais foi observado na Pol, ou seja, não houve diferença entre os tratamentos, mas no tratamento com uso apenas da vinhaça se obteve valor superior, como pode ser verificado na Figura 1B. Os valores encontrados neste trabalho, entre 17,76 e 18,25, são superiores aos encontrado por Oliveira et al., (2009), que trabalhou com uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar, o que possivelmente esteja relacionado a adubação com NPK realizada neste trabalho, notadamente o 'K', por estar relacionado com a abertura estomática e o processo fotossintético, melhorando o acúmulo de carboidratos.

Segundo Fernando (2000) a Pol da cana de açúcar no ponto de maturação varia entre 14,4 e 15,3%, sendo assim, conforme os valores dos tratamentos observados na Figura 1B, referente ao parâmetro Pol, a matéria prima usada possuía qualidade de industrialização satisfatório. Sendo

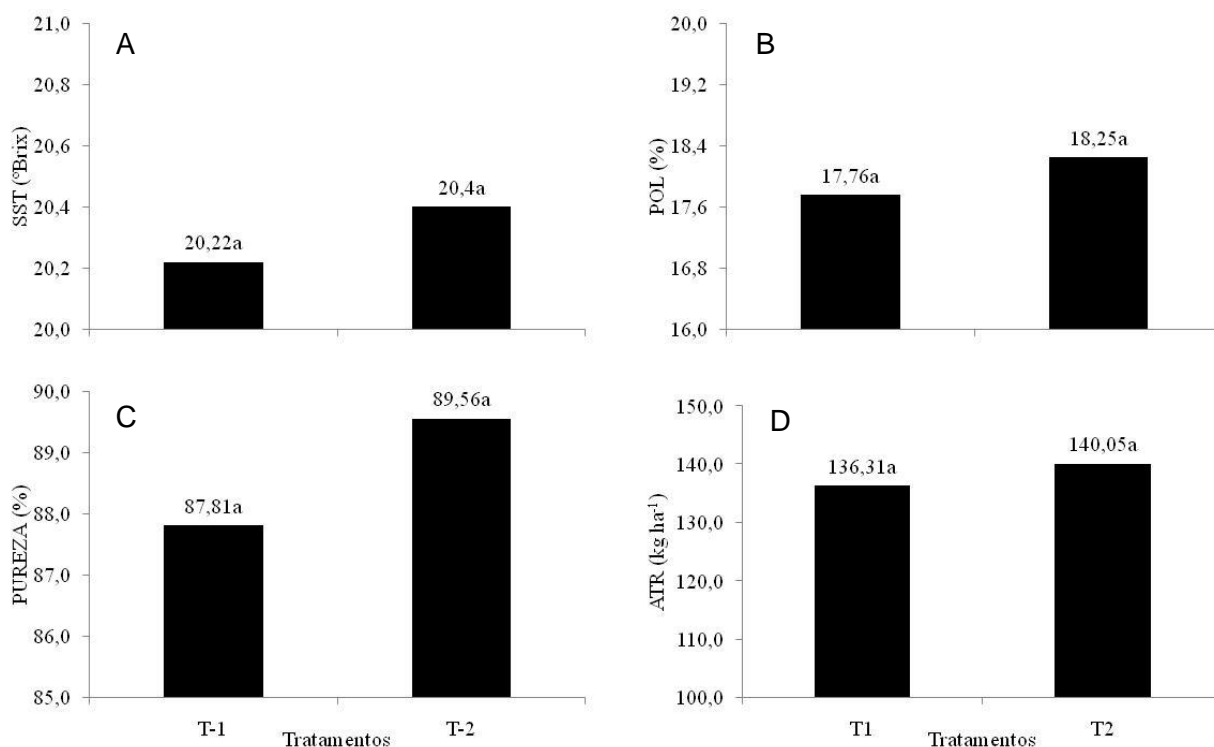
este parâmetro considerado o mais importante para a indústria, por definir os rendimentos em açúcar e álcool (OLIVEIRA, 2011).

O parâmetro agroindustrial Pureza, no tratamento com vinhaça mas adubação mineral, foi inferior quando comparado com o tratamento com uso exclusivo da vinhaça, mas estatisticamente esta superioridade não é significativa, encontram-se valores entre 87 e 90%. Estes, porém, são inferiores ao observados por Oliveira et al. (2009), que obteve valores superiores a 90%, estudando a cana com uso de vinhaça adicionada a nitrogênio, o que está relacionado a um menor Pol encontrado por este autor, quando comparado com os dados deste trabalho.

Ademais, Barbosa et al. (2012) encontraram valores de Pureza entre 80,3 e 83,7, ao estudarem a qualidade da cana

planta sob adubação mineral e vinhaças aplicados via fertirrigação com gotejamento, sendo estes inferiores aos verificados neste trabalho (Figura 1C), possivelmente, tenha ocorrido diferenciação entre variedades, ou disponibilidade de nutrientes, já que os autores citados trabalharam em solo argiloso, o qual, naturalmente, tem maior CTC, diferente do solo onde se cultivou a cana neste trabalho, que foi arenoso e tem baixa CTC, disponibilizando de forma mais fácil os nutrientes.

Segundo Oliveira (2011) a pureza do caldo da cana-de-açúcar está diretamente relacionada com a qualidade da matéria prima, e que sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas à cana no momento da colheita.



**Figura 1.** Sólidos solúveis totais (SST, °Brix), Sacarose (POL, %), Pureza (%) e Açúcares Totais Recuperados (ATR, kg ha<sup>-1</sup>) para a cana de açúcar cultivada com (T-1) e sem (T-2) adubação complementar aos 360 dias após o primeiro corte. Santa Rita, PB, 2013.

Para o parâmetro Açúcares Totais Recuperados (ATR, kg ha<sup>-1</sup>), não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), mas o tratamento exclusivo com vinhaça, superou o tratamento com vinhaça mais adubação mineral. Valores superiores foram encontrado por Barbosa et al. (2012), que ficou entre 143,4 e 152,8 e Oliveira (2011), que ficou entre 147,86 e 189,25. Do ponto de vista industrial, a redução da ATR implica redução na quantidade recuperada de açúcar pela indústria (OLIVEIRA et al. 2011), em consequência da diminuição da pureza, que pode estar relacionada ao processo de corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar.

Conforme análise de variância para as variáveis de produção da cana-de-açúcar, não houve efeito

significativo ( $p < 0,05$ ) do incremento de adubação mineral. Porém, estudando-se a produtividade, Figura 2A, nota-se no tratamento T-1 valores inferiores ao do tratamento T-2, embora sem diferença estatística, constata-se que adubação com vinhaça sem complementação de adubação mineral, neste trabalho, supriu exigência da cultura, pois não houve diferença na produção.

Segundo Giachinie e Ferraz (2009), a destinação da vinhaça para terras de cultivo da cana-de-açúcar nos mostra muitos benéficos, tais como: Aumento da produtividade em solos pobres e em regiões mais secas, causando grande economia de fertilizantes (NPK); sendo que esta afirmação pode ser

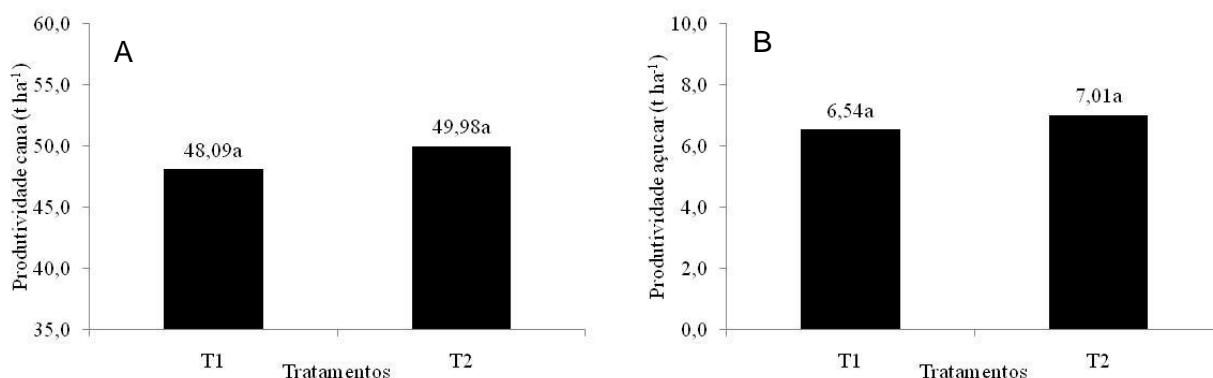
melhor embasada pela garantia de manutenção da produtividade, assim como identificado neste trabalho.

Ressalta-se que o resultado observado neste trabalho, onde o incremento da adubação com NPK mas adubação com vinhaça, não incrementa os parâmetros de qualidade e de produção, denotam a uma economia no uso de fertilizantes, sem perdas na produção, como pode-se verificado na Figura 2. Todavia, divergindo com este resultado, Oliveira et al. (2009) observaram que a produtividade cana-de-açúcar quando adubada com vinhaça de alambique e nitrogênio, ocorre efeito sinérgico ao da aplicação somente com vinhaça.

Conforme Vitti et al., (2005), a vinhaça é empregada principalmente em cana-soca, fornecendo todo o  $K_2O$  e parte do N, sendo este último complementado por adubos fluidos (aquamônia, uran,

sulfuran) ou adubos sólidos (uréia, nitrato de amônio ou sulfato de amônio), contudo, conforme resultados evidenciados neste trabalho, não se faz necessário aplicações adicionais.

Ainda, estudando-se a produtividade de açúcar (Figura 2B), verifica-se consonância com o resultado de produtividade, sendo o uso somente de vinhaça suficiente para imprimir uma produtividade adequada às plantas de cana de açúcar. Ou seja, a adição de NPK com a vinhaça resultou em menores valores médios de produtividade, esse comportamento está associado com maior disponibilidade de nutriente para a cultura, que resultaria no atraso ou menor maturação, consequentemente a diminuição dos teores de açúcar, quando a colheita é feita na mesma época que uma planta que esteja fase ideal de maturação.



**Figura 2.** Produtividade da cana-de-açúcar (t há) e Produtividade de açúcar (T ha) para a cana de açúcar cultivada com (T-1) e sem (T-2) adubação complementar aos 360 dias após o primeiro corte. Santa Rita, PB, 2013

Silva et al., (1976) informam que a adição de vinhaça ao solo, principalmente de vinhaça com alto teor de potássio, atrasou a maturação, reduziu o teor de sacarose e de fibras. Neste trabalho isso pode ter ocorrido também, já que a vinhaça foi acrescida com adubação com NPK, que aumentou os teores de nutrientes no solo, entre eles o K, teores elevando pode atrasa a maturação, segundo o autor citado acima.

## CONCLUSÕES

O uso de vinhaça na fertirrigação, supri as necessidade nutricionais da cana de açúcar, no segundo ciclo de cultivo, cana soca;

O incremento da adubação mineral (NPK) na fertirrigação com vinhaça proporcionou menores valores nos parâmetros agroindustriais de qualidade (sólidos solúveis (Brix %), sacarose (POL do caldo em %), ATR (Açúcar Total Recuperável, kg ha<sup>-1</sup>))

A melhor produção é obtida usando-se apenas vinhaça, tanto a produtividade de cana em t ha<sup>-1</sup> quanto a produtividade de açúcar t ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA E. A. A; ARRUDA F. B; PIRES R. C. M; SILVA T. J. A. & SAKAI E; **Cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça e adubos minerais via irrigação por gotejamento subsuperficial: Ciclo da cana-planta**; Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.9, p.952–958, 2012.
- BORGES V. M. S.; SILVA A. A.; SANTANA G. R.; CASTRO S. S.; OLIVEIRA M. G. Avaliação econômica da adubação com vinhaça e da adubação mineral de soqueiras de cana-de-açúcar na Usina São Francisco S/A – Quirinópolis – GO. **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Uberlândia-MG- 2005.
- CAMPOS, M. C. C e QUEIROZ, S. B. **Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6 n.o1, ISSN -1519-5228, UEPB, 2006.

- CARRIJO O. A.; SOUSA R. B.; MAROUELLI W. A. E ANDRADE R. J. Fertirrigação de hortaliças; **Boletim Técnico Empraba Hortaliça**; v 32, Brasília, DF Outubro, 2004.
- CONSECANA – PE: Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do estado de Pernambuco; **Normas operacionais do sistema de pagamento de cana-de-açúcar**; Pernambuco Agosto – 2007.
- FRANCISCO P. R. M; **Classificação e mapeamento das terras para mecanização agrícola do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas**; Dissertação (Mestrado em manejo de Solo e Água) Universidade Federal da Paraíba Areia, PB – 2010
- GALDIANO L. C. **Qualidade da cana-de-açúcar (*saccharum*spp) submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra**; Dissertação (Mestre em Agronomia -Produção Vegetal) – Unesp- São Paulo 2008.
- GIACHINI, C. F. e FERRAZ, M. V.; **Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar - revisão de literatura**; Revista Científica Eletrônica de Agronomia; Ano VII, Número 15 ,Garça, SP 2009 .
- KLEIN, V. **Características agrônômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de açúcar para uso forrageiro**. Jataí – Goiás – UFG, 2010. Dissertação(Mestre em Agronomia -Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2010.
- LEITE, G.de F. **Avaliação econômica da adubação com vinhaça e da adubação mineral de soqueiras de cana-de-açúcar na usina Monte Alegre Ltda. - Monte Belo – MG.R. Un. Alfenas, Alfenas-MG, vol. 5: 189-191, 1999.**
- LIMA S. A. A.; SILVA I. F.; SANTIAGO R. D., NETO L. F. S.; SOUZA C.; CAVALCANTE F, S.**Influência da adubação mineral sobre três cultivares de cana-de-açúcar na microrregião de Guarabira na Paraíba. *Agropecuária Técnica*, v.27, n.2, p.92–99, 2006.**
- MELO A. S. S.A. e SILVA M. P. Estimando o valor da “externalidade positiva” do uso da vinhaça na produção de cana de açúcar: um estudo de caso. **IV Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, Belém ,PA, 2001.
- OLIVEIRA F. M.; **Avaliação das características agrotecnológicas de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação**; Dissertação (Produção Vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros – JANAÚBA-MG 2011
- OLIVEIRA E. L., ANDRADE L. A. B; FARIA M. A; EVANGELISTA A. W. P e MORAIS A. R. **Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-acucar irrigada e não irrigada**; *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, nov. 2009
- PIRES R. A. P.; FERREIRA O. M. **Utilização da vinhaça na bio-fertirrigação da cultura da cana-de-açúcar: estudo de caso em Goiás**. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia, Engenharia Ambiental, Goiânia, GO 2008.
- RIDESA - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar / Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro**. – Curitiba, 2010.
- SEGATO, S. V; PINTO. A. S. de; JENDIROBA. E; NÓBREGA. J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba-SP. ND-LIVROCERES, 2006.
- SILVA, G.M. de A.; POZZI DE CASTRO, L.J.; MAGRO, J.A. **Comportamento agroindustrial da cana de açúcar em solo irrigado e não irrigado com vinhaça**. IV Seminário Copersucar da indústria Açucareira. Anais. p.107-122. Águas de Lindóia. 1976.
- SILVA K. S e FARIA J. A. F.;**Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico**; *Ciência Tecnologia de Alimento*, Campinas, 26(4): 754-758, out.-dez. 2006.
- SOUZA A. O. **Educação, ações sociais trabalho na companhia Usina São João – PB**; 2006. Dissertação (Mestrado em Educação de Jovens e Adultos) Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa- 2006.
- VITTI G. C; QUEIROZ F. E. C; OTTO R.; QUINTINO T. A; **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar**; Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ/USP – Piracicaba – SP-2005.