



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL E PROTEÇÃO DE PLANTAS



CECA

ANDREA AVELINO DA SILVA

**CRESCIMENTO, RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA
CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA**

RIO LARGO - AL

2012

ANDREA AVELINO DA SILVA

**CRESCIMENTO, RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA
CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Produção Vegetal e Proteção de Plantas para a obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador:

Prof. Gilson Moura Filho, D. Sc.

Coorientador:

José Valdemir Tenório da Costa, D. Sc.

RIO LARGO - AL

2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

S586c

Silva, Andrea Avelino da.

Crescimento, rendimento agrícola e teores nutricionais de cana-de-açúcar sob adubação nitrogenada e vinhaça / Andrea Avelino da Silva. – 2012.

84 f. : il, graf., tab.

Orientador: Gilson Moura Filho.

Co-orientador: José Valdemir Tenório da Costa.

Dissertação (Mestrado em Agronomia : Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2012.

Inclui bibliografias.

Apêndices: f. 85-92.

1. Cana-de-açúcar - Desenvolvimento. 2. Teores foliares. 3. Adubação nitrogenada. 4. Coruripe-Alagoas. I. Título.

CDU: 633.61:631.84

TERMOS DE APROVAÇÃO

**CRESCIMENTO, RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA
CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA.**

ANDREA AVELINO DA SILVA

Matrícula: 10130182

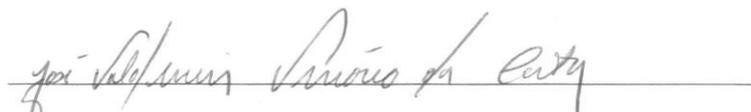
Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia (Área de Concentração em “Produção Vegetal”), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia, tendo sido defendida e aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador (Presidente):

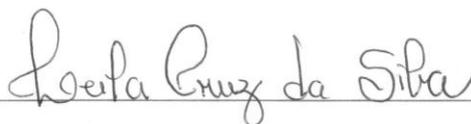


Prof. D. Sc. Gilson Moura Filho – CECA/UFAL

Examinadores:



D. Sc. José Valdemir Tenório da Costa – S. A. Usina Coruripe -Matriz



D. Sc. Leila Cruz da Silva – CECA/UFAL



Prof. Dr. ABEL WASHINGTON DE ALBUQUERQUE - CECA/UFAL

RIO LARGO – AL

*“Nenhum obstáculo é
grande demais quando confiamos em
Deus!”*

*“Em sua vida, nunca perca esta
certeza: Deus está sempre ao seu
lado!”*

*“Acredite: Deus não lhe daria essa vida se
não soubesse que você é forte o bastante
para suportar, contornar e vencer os
obstáculos que a vida impõe a você”!*

*“Ofereço este trabalho a Deus, que
rege minha vida e nunca me
desampara em nenhum momento”.*

Às bases de meu caráter e personalidade: meus pais Amaro Severino da Silva e Marlene Maria Avelino; à minha irmã Marília Avelino da Silva; minha avó paterna Josefina Maria da Silva (in memoriam) e meus avós maternos: Severino André Avelino (in memoriam) e Helena Maria Avelino,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao término de minha pós-graduação a nível de mestrado, só tenho a demonstrar minha gratidão primeiramente a Deus, pela oportunidade da concretização deste sonho e desta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Alagoas, em especial à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade do curso de mestrado.

À Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e a S. A. Usina Coruripe pelo apoio disponível para a realização deste trabalho.

Aos meus pais Amaro Severino e Marlene Maria e a minha irmã Marília Avelino pelo apoio incondicional, carinho e paciência e confiança, por não terem hesitado em nenhum momento a minha vinda para Alagoas, pelo incentivo de sempre vencer os obstáculos, por sempre terem acreditado em mim, não medirem esforços e fazerem por onde eu chegar até aqui e por também sempre estar presente nos momentos importantes da minha vida e a toda minha família, que direta ou indiretamente colaboraram e incentivaram para que eu progredisse com os meus estudos.

Ao meu orientador da graduação, o Professor Dr. Mateus Rosas Ribeiro Filho da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela inestimável amizade e ajuda sempre disponível como orientador de estágio durante a graduação. Ele é um dos responsáveis por me incentivar a continuar no meio acadêmico e prosseguir em frente. Agradeço aos meus amigos da graduação em Engenharia Agrônômica da UFRPE, em especial às companheiras de jornada acadêmica Mauricéa Fidelis de Santana e Nivea Maria Silva Gusmão e às amigas de sempre Lucilene Lima dos Santos e Jane Kelly Silva Araújo que mesmo longe “acompanharam de perto” e me apoiaram durante esta jornada, me escutando, me ajudando sempre no que fosse preciso.

Aos amigos de longa data: Clebison Faustino da Silva, Wellita Sampaio Ferreira, Cleiton Souza Ferreira e Ana Muliterno Salvador por suas orações, preocupações, por sempre se lembrarem de mim e pelas palavras de conforto e estímulo que sempre me animavam. A todos quero que saibam que a distância não foi o suficiente para serem esquecidos,

Ao meu orientador do mestrado, o Prof. Dr. Gilson Moura Filho, pelos ensinamentos e pela acolhida, e também toda a equipe de Solos e nutrição de plantas: Leila Cruz, Danilo Cerqueira, William Rodrigues, Luiz Carlos, Manoel, Adriano.

Ao meu coorientador, o Dr. José Valdemir Tenório da Costa (Valdemir, como costume chamá-lo), que conheço desde a época da UFRPE pela amizade, dedicação e orientação oferecida durante a condução dos trabalhos de campo e demais trabalhos e pela preocupação e atenção constante comigo durante e após a realização desta pesquisa. Suas contribuições serão muito valiosas para a minha vida pessoal e profissional.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia: Vilma Ferreira, Paulo Vieira, Paulo Vanderlei, Lauricio Endres, José Vieira, Iracilda Lima e Leila Resende pelos valiosíssimos ensinamentos nas disciplinas, o que foi de fundamental importância para a minha formação pessoal e profissional .

Aos colegas de turma da pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal e Proteção de Plantas): Rosangela Lima, Giórgenns Klérysson, Simone Costa, Diogo Henrique, Marcondes Inácio, Lourdes Regina, Juliana Ferreira, Frederico Feijó, José Pedro, Emerson Ferreira, Marília Barros, Laíne Sampaio, Giordano Gonzaga, Freds Fernando, Ademar Paulino, Ronaldo Bernardino, Tiago Jorge, Leilianne Souza, Débora Teresa, Leonardo Fonseca e Danilo Cerqueira pela boa recepção, companheirismo e conhecimento trocado no primeiro ano do mestrado, quando cursávamos as disciplinas e pela agradável convivência ao longo do curso. Também agradeço às amizades conquistadas desde o meu ingresso na UFAL.

Um agradecimento especial aos amigos Diogo Henrique de Aquino Borges, que no momento da nossa chegada em Alagoas para a realização desse curso de Mestrado o seu apoio e ajuda foram essenciais para mim e a Leilianne Alves de Souza e sua família que me acolheram em sua residência em um momento em que estava em grande necessidade. A Lourdes Regina Lopes e sua mãe, a Sra. Maria de Fátima por todo apoio prestado sempre quando eu precisava estar entre elas. A Laíne Cristine Gomes Sampaio e Simone Silva da Costa pela amizade construída e firmada ao longo do curso. Também aos colegas e conterrâneos Débora Teresa Ferreira e Freds Fernando Almeida (meu colega de turma desde a graduação na UFRPE) pelo companheirismo.

Aos funcionários da secretaria da Pós-Graduação do CECA: Rinaldo Soares, Marcos Antônio Lopes (Marquinhos) e a bolsista Michele por nos atender sempre com cordialidade e de forma especial a Geraldo de Lima pela acolhida no programa logo assim que eu ingressei na instituição, o que foi de extrema importância para mim. Também vai o agradecimento a Miriam Medeiros da Silva pelas boas conversas nos corredores do prédio da Pós-Graduação.

Aos professores Gaus Andrade, Lauricio Endres e Vilma Ferreira que passaram pela coordenação do programa durante a minha passagem como aluna da pós-graduação pela belíssima administração.

A Edna Aristides, minha “vizinha de parede” pelo companheirismo, apoio e ajuda sempre constantes ao longo de minha estada em Maceió.

Agradeço a uma pessoa muito querida, a qual gostaria muito que estivesse presente compartilhando este momento e que passou pela minha vida deixando um exemplo de pessoa guerreira, dedicada e exigente na medida do possível e acima de tudo com uma bondade e boa vontade inestimável e que agora está junto ao criador: a amiga Josilene Batista Cavalcante (in memoriam). Por toda sua preocupação comigo e atenção sempre constante durante o tempo em que pudemos conviver juntas e pela amizade formada, pelas palavras amigas de apoio e de incentivo. Agradeço muito a Deus pela oportunidade de tê-la conhecido. Ela e sua mãe D. Júlia que sem me conhecerem, nem ao menos nunca terem me visto, me acolheram em sua casa logo assim que cheguei a Alagoas e me trataram muito bem, como se eu fosse uma pessoa da família e a toda família Batista Cavalcante que sempre me trataram muito bem.

Também agradeço a minha grande amiga alagoana de 13 anos de amizade Sônia Santos, a primeira pessoa de Alagoas que conheci ainda em Pernambuco pela ajuda sempre constante, preocupação, carinho e afeto ao longo desses anos, por ser mais um porto seguro na minha vida durante esta temporada em Maceió e a família Oliveira pela belíssimo acolhimento sempre que eu precisei estar entre eles.

À Usina Coruripe - Matriz, esta empresa maravilhosa pela acolhida, pelo apoio e infraestrutura oferecidos para a concretização desta pesquisa. Agradeço de forma muito especial a todos que participaram e ajudaram no desenvolvimento desta pesquisa: ao meu coorientador Dr. José Valdemir Tenório, Coordenador do Departamento de Mecanização e Desenvolvimento Agrícola pela orientação, dedicação, preocupação e apoio prestado; ao Dr. Cícero Augusto Bastos (Cição), gerente agrícola desta unidade por seu acolhimento e preocupação comigo, mas, sobretudo pelo belíssimo exemplo de profissionalismo, sempre na busca do conhecimento, trazendo o melhor para a empresa.

Ao supervisor Eraldo Pereira Barros Junior por toda a dedicação, apoio técnico e estrutura disponibilizada, sempre me ajudando no que fosse preciso e a todo profissionalismo da equipe do Departamento de Mecanização e Desenvolvimento Agrícola: os técnicos de pesquisa Ronaldo Paulino e Diogo Tavares; ao supervisor Sebastião Mizael; agradeço também a Alexsandro Rocha, Silaelson Santos, Lucas Rafael

e Walison Ferreira; ao fiscal de turma José Lessa e todo o pessoal da equipe do campo da “turma da lagoa” (todos sem exceção) que me acompanharam na execução deste trabalho do início ao fim por toda dedicação e atenção no decorrer das coletas de dados por mim supervisionadas.

Ao coordenador ambiental da Usina Coruripe Valdir Gomes Costa pela amizade e por sua ajuda constante durante todo o período de minha estadia na empresa; agradeço também a Renato, Elziene Bertoldo, Ângela Maria Nascimento, Edilene, Danielson, Maria Terezinha (Tê) e Itamar pelas boas conversas e por toda atenção durante a minha estada na casa de hóspedes da usina; a técnica em química Lidiane Gomes Batista, minha companheira de quarto pela amizade e convivência harmoniosa que construímos e firmamos durante e após a minha permanência na Usina.

Aos casais Maria Cícera e Luiz Jorge e Luciene e Jairo (todos trabalhadores rurais) pela amizade formada.

Agradeço de forma muito especial ao técnico de pesquisa da Usina Coruripe Aldemir Henrique de Melo Silva, pessoa na qual estreitei verdadeiros laços de amizade, por toda paciência e carinho, pelos momentos alegres que me proporcionou, por ter escutado minhas preocupações sempre com um sorriso e uma palavra amiga de incentivo, de apoio e de alerta (quando era preciso), pela atenção constante, sempre disponível a ajudar e pelo seu exemplo de profissionalismo e dedicação à família.

Enfim, agradeço a todos que não foram citados e que direta e/ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho: os que acompanharam de longe, de perto, os que me deram uma palavra de incentivo, de apoio; quero que saibam que me sou eternamente agradecida pela contribuição de todos. Que Deus abençoe a todos!!!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Andrea Avelino da Silva nasceu em 29 de Fevereiro de 1984 no Município de Paulista, Estado de Pernambuco. Filha de Amaro Severino da Silva e Marlene Maria Avelino.

Entre 1989 e 1992 iniciou seus estudos na Escola Municipal João Leite Nogueira Paz, localizada no Bairro Cruz de Rebouças, Município de Igarassu-PE. Entre 1993 e 1998 ingressou na Escola Estadual Brasilino José de Carvalho no mesmo bairro, onde concluiu ensino fundamental. Em 1999 ingressou na Escola Estadual João Pessoa Guerra no mesmo Município, onde cursou o ensino médio concluindo-o em 2001.

No segundo semestre de 2004 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foi estagiária voluntária no Departamento de Agronomia, nas áreas de entomologia agrícola e de solos (fertilidade e gênese e classificação de solos). Neste último, foi colaboradora em dois projetos de discentes do programa de pós-graduação em Ciência do Solo da UFRPE, onde realizou seu trabalho de conclusão de curso. Durante a graduação também participou de projetos na área de extensão universitária, atuando como educadora social em escolas públicas da rede municipal de Igarassu-PE. Concluiu o curso de agronomia em dezembro de 2009.

Obteve o título de Engenheira Agrônoma em fevereiro de 2010 e em março do mesmo ano ingressou como aluna de mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal e Proteção de plantas) da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, com conclusão em maio de 2012, e assim obtendo o título de mestre em Agronomia.

RESUMO GERAL

A adubação nitrogenada em cana-de-açúcar tem uma relevada importância, visto que é uma prática bastante utilizada. Entre as fontes de nitrogênio existentes a ureia é a fonte mais utilizada, devido ao menor custo entre os demais fertilizantes nitrogenados sólidos. Porém, a ureia é mais susceptível a perdas por volatilização do $N-NH_3$, diferente do nitrato de amônio, onde a perda ocorre por lixiviação. Entre os resíduos provenientes da fabricação do álcool a vinhaça é o mais importante tanto pelo volume produzido quanto pelo alto potencial poluidor. Contudo, a fertirrigação com vinhaça é uma técnica muito difundida entre as usinas brasileiras, pois a vinhaça é utilizada como uma fonte alternativa de potássio além de diminuir o problema de poluição nos rios, reduzindo o custo da produção da cana-de-açúcar. A análise do crescimento é um dos parâmetros mais importantes em se tratando do estudo da cultura da cana-de-açúcar, a qual permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diversos órgãos no crescimento total. Este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de Nitrogênio (nas fontes ureia e nitrato de amônio) associadas com vinhaça bem como verificar os teores nutricionais e a correlação com as análises tecnológicas no ciclo da cana-planta. O ensaio foi realizado em uma área experimental localizada na Fazenda Santo Antônio “A”, Bloco Lagoa do Terêncio – Talhão 15, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL. A irrigação utilizada foi por aspersão convencional, com três lâminas de 50 mm cada totalizando 150 mm. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados e os tratamentos foram doses de 0, 30, 60, 90, e 120 $kg\ ha^{-1}$ de N (ureia); vinhaça (sem N de fundação); vinhaça + ureia diluída (60 $kg\ ha^{-1}$ de N); vinhaça + ureia no fundo do sulco (60 $kg\ ha^{-1}$ de N) e vinhaça + nitrato de amônio diluído (60 $kg\ ha^{-1}$ de N). A quantidade de vinhaça aplicada foi de 60 m^3 em área total. O espaçamento foi de fileira simples, com espaçamento entrelinhas de 1 metro. As leituras para a contagem de perfilhos foram realizadas aos 60, 90, 120 dias após o plantio e a partir dos quatro meses as mensurações foram realizadas cada dois meses. Para a altura do colmo, as medições foram iniciadas aos 120 DAP e posteriormente a cada dois meses. A área foliar e a fitomassa total foram realizadas inicialmente aos 120 DAP, e após este período a cada quatro meses. Aos 120 dias após o plantio (início da estação chuvosa) foi realizada a coleta das amostras de folhas para a análise de macro e micronutrientes. Aos 120 DAP também foi efetuada a medida indireta do teor de clorofila utilizando aparelho Minolta SPAD-502, onde na área demarcada de cada parcela foram selecionadas 10 plantas, com o aparelho posicionado no terço médio da folha +3 entre a nervura principal e a borda da folha. O rendimento agrícola e industrial foi realizado por ocasião da colheita, onde foram separados 8 canas para a realização das análises tecnológicas. Os resultados indicaram que os tratamentos só exerceram influência no perfilhamento aos 120 e 240 dias após o plantio. Independente dos tratamentos o máximo do perfilhamento ocorreu aos 90 DAP. Em relação à altura, do colmo as doses que proporcionaram as maiores alturas foram as de 92,5 $kg\ ha^{-1}$ de N aos 300 e 88 $kg\ ha^{-1}$ aos 360 DAP, respectivamente. Houve diferença significativa no TCH, e a dose máxima foi a de 81,1 $kg\ ha^{-1}$, proporcionou o TCH máximo de 126,1 t de cana ha^{-1} e o nível crítico do nitrogênio da análise foliar foi de 21,9 $kg\ ha^{-1}$. Não houve diferença estatística para o TPH. O nitrogênio foi o macronutriente que obteve os maiores teores médios na folha +3 da cana-de-açúcar aos 4 meses após o plantio. O nitrogênio da análise foliar apresentou correlações positivas na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar e na tonelada de ATR por hectare.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Teores foliares. Nitrogênio.

GENERAL ABSTRACT

The nitrogen fertilization in sugar cane has a extreme importance, since it is a practice widely used. Among the sources of existing nitrogen urea and the source most used due to the lower cost among the other nitrogen fertilizers solid. However, urea and more susceptible to loss by volatilization of N-NH_3 , different from ammonium nitrate, where loss occurs through leaching. Between the waste from the manufacture of alcohol the stillage is the most important by both volume produced and for the high potential polluter. However, the fertirrigation with vinasse is a very popular technique among the Brazilian mills, because the vinasse is used as an alternative source of potassium in addition to reducing the problem of pollution in rivers and springs, reducing the cost of production of sugar cane. Analysis of growth and one of the most important parameters when it comes to the study of the culture of sugar cane, which allows you to evaluate the final growth of the plant as a whole and the contribution of the various organs in the total growth. This study aimed to evaluate the growth of sugar cane (cultivar RB92579) as a function of the doses of nitrogen (sources in urea and ammonium nitrate) associated with vinasse as well as check the nutritional contents and correlation with the technological analyzes in the cycle of plant-cane. The assay was performed in an experimental area located in the Fazenda Santo Antonio "A", Block Lagoon of Terencio - Plot 15, belonging to the Usina Coruripe, Coruripe - AL. Irrigation was used by conventional spraying, with three layers of 50 mm each totaling 150 mm. It was used in a randomized block design and the treatments were doses of 0, 30, 60, 90, and 120 kg N ha^{-1} (urea); vinasse (without N of the foundation); vinasse + urea diluted (60 kg ha^{-1} of N); vinasse + urea in the bottom of the furrow (60 kg N ha^{-1}) and vinasse + ammonium nitrate diluted (60 kg ha^{-1} of N). The quantity of vinasse applied was 60 m^3 in applied total area The spacing was rank simple, with line spacing of 1 meter. The readings for the counting of tillers were performed at 60, 90, 120 days after planting and from four months the measurements were carried out every two months. For the height of the culm, measurements were initiated at 120 DAP and then every two months. The leaf area and total biomass were carried out initially to 120 DAP, and after this period every four months. At 120 days after planting (beginning of the rainy season) was performed to collect leaf samples for the analysis of macro- and micronutrients. The 120 DAP was also performed the indirect measurement of chlorophyll content using appliance Minolta SPAD-502, where in the area demarcated from each plot were selected 10 plants, with the appliance positioned in the middle third of the sheet +3 between the midrib and the edge of the sheet. The agricultural and industrial yield was performed on the occasion of the harvest, where they were separated 8 reeds for analyzes technological. The results indicated that the treatments only exerted influence in tillering to 120 and 240 days after planting. Independent of the treatments the maximum tillering occurred at 90 DAP. In relation to height, stem the doses that produced the highest heights were the 92.5 kg N ha^{-1} to 300 and 88 kg ha^{-1} to 360 DAP, respectively. There was a significant difference in TCH, and the maximum dose was 81.1 kg ha^{-1} , provided the TCH maximum of 126.1 t cane ha^{-1} and the critical level of nitrogen foliar analysis was 21.9 kg ha^{-1} . There was no statistical difference for TPH. The nitrogen was the macronutrient that has obtained the highest levels dipped in sheet +3 of sugar cane at 4 months after planting. The nitrogen foliar analysis showed positive correlations in agricultural productivity and industrial sugar cane and the tonne of ATR per hectare.

Keywords: Development. Leaf levels. Nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Balanço hídrico sequencial (déficit e excesso) e temperatura média, máxima e mínima a cada dez dias para o período de dezembro/2010 a janeiro/2012. Fazenda Santo Antônio “A”, Usina Coruripe, Alagoas..... **32**
- Figura 2** - Experimento de mestrado (CECA/UFAL) instalado na Usina Coruripe, Coruripe, AL. A= Contagem de perfilhos aos 60 DAP. B= Contagem de perfilhos aos 90 DAP..... **34**
- Figura 3** - Número de plantas por metro linear em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **36**
- Figura 4** - Altura de plantas em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas.....**38**
- Figura 5** - Diâmetro do colmo em função das doses crescentes de N em 2 épocas de desenvolvimento para o cultivar RB92579 em Coruripe, Alagoas..... **40**
- Figura 6** - Área foliar em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **42**
- Figura 7** - Índice de área foliar em função das doses crescentes de N no cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **44**
- Figura 8** - Massa verde do colmo em função das doses crescentes de N em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas.....**47**
- Figura 9** - Massa verde total em função das doses crescentes de N no cultivar RB92579 em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **50**

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Balanço hídrico sequencial (déficit e excesso) e temperatura média, máxima e mínima a cada dez dias para o período de dezembro/2010 a janeiro/2012. Fazenda Santo Antônio “A”, Usina Coruripe, Alagoas.....**58**
- Figura 2** - Produtividade agrícola da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas..... **62**
- Figura 3** - Produtividade industrial da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas..... **63**
- Figura 4**- Tonelada de açúcar total recuperável da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**63**
- Figura 5** - Porcentagem de pureza no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas..... **67**
- Figura 6** - Porcentagem de açúcares redutores no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**67**
- Figura 7** - Teores foliares de Nitrogênio na folha +3 da cana-de-açúcar no cultivar RB92579 no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.... **70**
- Figura 8**- Teores foliares de Cálcio na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**71**
- Figura 9** - Teores foliares de Magnésio na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**71**
- Figura 10** - Teores foliares de Enxofre na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas..... **72**
- Figura 11** - Leitura SPAD na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) aos 120 DAP em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**73**
- Figura 12** - Teores foliares de Cobre na folha +3 da cana-de-açúcar no início da estação chuvosa, em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas..... **75**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1** - Número de plantas em 7 épocas de desenvolvimento no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça na região de Coruripe, Alagoas..... **35**
- Tabela 2** – - Equações para número de plantas no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N na região de Coruripe, Alagoas.....**36**
- Tabela 3** - Altura do colmo (em cm) em 5 épocas de desenvolvimento da variedade RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas..... **37**
- Tabela 4** – - Equações para altura do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**38**
- Tabela 5** - Diâmetro médio da base do colmo (mm), em três épocas de desenvolvimento em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas..... **39**
- Tabela 6** - - Equações para diâmetro do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**40**
- Tabela 7** - Área foliar em 3 épocas de desenvolvimento da variedade RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas.....**41**
- Tabela 8** - - Equações para área foliar no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**42**
- Tabela 9** - Índice de Área foliar (cm) em 3 épocas de desenvolvimento no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas.....**43**
- Tabela 10** - - Equações para índice de área foliar no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**44**

Tabela 11 - Fitomassa verde da folha no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **45**

Tabela 12 - Fitomassa verde do colmo no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **46**

Tabela 13 – Equações para a massa verde do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**47**

Tabela 14 - Fitomassa verde do ponteiro no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **48**

Tabela 15 - Fitomassa total no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas..... **49**

Tabela 16 - Equações para a massa verde total no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**50**

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Produtividade Agrícola (TCH), Produtividade Industrial (TPH), no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça na em Coruripe, Alagoas..... **61**

Tabela 2 - Índices Tecnológicos da cana-de-açúcar [Sacarose aparente (PC), Brix, POL, Pureza, Fibra e Açúcares redutores] no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas..... **64**

Tabela 3 - Equações para os índices tecnológicos da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**66**

Tabela 4 - Teores de macronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça no início da estação chuvosa em Coruripe, Alagoas.....**68**

Tabela 5 - Equações para os teores de Fósforo e Potássio na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**70**

Tabela 6 - Teores de micronutrientes na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça no início da estação chuvosa em Coruripe, Alagoas.....**74**

Tabela 7 - Equações os teores foliares de micronutrientes na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.....**75**

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre teor de nutrientes da análise foliar e índices de produtividade da cana-de-açúcar cultivar RB92579 (TCH=Tonelada de cana por hectare; TPH: Tonelada de pol por hectare) em Coruripe, Alagoas.....**78**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
REFERÊNCIAS	24
1. CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIFE, ALAGOAS.	27
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1.1 INTRODUÇÃO	30
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
1.4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51
2. RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR ASSOCIADOS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIFE, ALAGOAS.	53
RESUMO	54
ABSTRACT	55
2.1 INTRODUÇÃO	56
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	58
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
2.4 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	77
REFERÊNCIAS GERAIS	80
APÊNDICES	85
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B	89

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar é uma cultura de extrema importância. Como fonte de energias renováveis para a produção de etanol e açúcar detém um grande impacto no contexto social e econômico no Brasil, sendo o mesmo considerado o maior produtor mundial da cultura. Segundo Maule et al. (2001), a cana-de-açúcar é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis atuais, com grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial.

Na safra 2011/2012 no Brasil foram processados 571,47 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que permitiu uma produção de 39,9 milhões de toneladas de açúcar, 9 bilhões de litros de etanol anidro e 13 bilhões de litros de etanol hidratado. Toda essa produção ocorreu numa área plantada de 8,2 milhões de hectares, alcançando produtividades médias de 68 t ha⁻¹. Nesse contexto, o Estado de Alagoas foi o sexto maior produtor nacional em uma área cultivada na safra atual foi de 463,65 mil hectares (5,45% de toda a produção nacional) e as unidades canavieiras do estado produziram uma quantidade de 29.835,9 t⁻¹, sendo 20.795,6 toneladas de açúcar e 9.040,3 t⁻¹ de etanol (CONAB, 2011).

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, que perfilha de maneira abundante, na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto-sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento, sendo este processo indesejável em culturas comerciais (Rodrigues, 1995).

Por ser do ciclo fotossintético C-4, esta cultura responde à temperatura com aumento na taxa de fotossíntese, desde que a disponibilidade de água, nutrientes minerais e a concentração de O₂ e CO₂ na atmosfera não sejam limitantes (Trivelin et al., 2002).

Em relação à produtividade da cana-de-açúcar, esta é regulada por diversos fatores de produção, dentre os quais se destacam: planta (variedade), solo (propriedades químicas, físicas e biológicas), clima (umidade, temperatura, insolação), práticas culturais (controle da erosão, plantio, erradicação de plantas invasoras, descompactação do solo), controle de pragas e doenças, colheita (maturação, corte, carregamento e transporte), etc. (Orlando filho et al., 1994). Gava et al. (2001), cita que a cana-de-açúcar pode ter vários fatores que podem ter influência na sua produtividade, entre eles o crescimento da planta. Com isto, a análise do crescimento da cana-de-açúcar tem permitido avaliar os efeitos de diferentes formas de adubação e tratamentos culturais. Em um contexto mais geral pode ser estudada a produtividade de

culturas em diferentes sistemas de produção. Esta análise do crescimento é realizada por meio de avaliações sequenciais do acúmulo de fitomassa ou de índices fisiológicos dela obtidos.

A identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura são geralmente realizadas através da análise de crescimento pela avaliação de alguns parâmetros morfológicos das plantas (altura, número de plantas por metro, área foliar e produção) (Almeida et al., 2008).

Segundo Trivelin et al. (2002) as maiores limitações do meio a produção da cana-de-açúcar no Brasil não se relacionam à radiação solar, temperatura e nem mesmo à água, mas a disponibilidade de quantidades adequadas de nutrientes minerais nos solos, com destaque ao nitrogênio e ao enxofre. Apesar de o nitrogênio contribuir com 1%, em média, na matéria seca da cana-de-açúcar (exige anualmente de 100 a 300 kg ha⁻¹) seu papel é tão importante quanto ao do carbono, hidrogênio e oxigênio, que juntos constituem mais de 90% da matéria seca.

Além dos sintomas característicos de uma ou outra desordem, que só se manifestam em casos graves, a identificação do estado nutricional da planta somente é possível pela análise química da mesma. A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação bem definida entre o crescimento e a produção das culturas e o teor dos nutrientes em seus tecidos (Coelho et al., 2012).

Com enfoque no manejo nutricional da cultura, muitos trabalhos na literatura mostram a importância do N para a cana-de-açúcar. O nutriente está em apenas 1 % da matéria seca total da planta, mas sua deficiência causa a redução na síntese de clorofila, de aminoácidos essenciais e da energia necessária à produção de carboidratos e esqueletos carbônicos (Van Dillewijn, 1952; Alexander, 1973; Epstein, 1975) apud Faroni (2009).

A avaliação do estado nutricional de plantas, por meio da aplicação dos métodos de diagnose foliar, relacionando os teores de nutrientes entre si, tem se destacado dos métodos tradicionais de diagnose que consideram os teores dos nutrientes individualmente, como, por exemplo, o do nível crítico. O uso da análise química foliar é uma ferramenta importante, quando se objetiva melhoria no manejo e eficiência na prática da adubação. Assim, conhecer os aspectos nutricionais, para que estes não sejam fatores limitantes à produção é fundamental para explorar o potencial genético da cultura (Rozane et al., 2008).

A interação entre nutrientes, como é o caso de N e K, também influencia significativamente o rendimento de colmos, açúcar e álcool (Moura et al., 2005), evidenciando a importância do balanço nutricional na eficiência de produção de fitomassa.

Apesar de o nitrogênio contribuir com um por cento, em média, na massa seca total da cana-de-açúcar, seu papel é tão importante quanto ao do carbono, hidrogênio e oxigênio que constituem juntos mais de 90% da matéria seca. No solo, o nitrogênio disponível às plantas é suprido pela mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e adição de fertilizantes nitrogenados (Carneiro, 1995).

A adubação nitrogenada influencia uma série de compostos e componentes intracelulares nos vegetais. Independentemente da fonte de N utilizada para adubação, a elevação das doses aplicadas pode aumentar os teores de clorofila nas folhas, tendo em vista a participação do nitrogênio em sua estrutura (Cesarin et al., 2011). Além do método direto de mensuração da clorofila, através de seu fracionamento, há métodos indiretos, como a utilização de aparelhos portáteis (clorofilômetro). Segundo Buzetti et al. (2008), a medida indireta da clorofila é uma técnica promissora para fornecer subsídios à recomendação de adubação nitrogenada às culturas.

Na maioria dos estudos de resposta à adubação com nitrogênio em cana-de-açúcar, tanto em cana-planta quanto em soqueiras, as fertilizações foram avaliadas pela produção apenas no ciclo agrícola ou ano-safra em que a adubação foi realizada (Vitti et al., 2007b). A cana-de-açúcar vem sendo considerada uma cultura anual, com raros trabalhos como o de Orlando Filho et al. (1999), que mantiveram as parcelas experimentais por quatro anos consecutivos no campo. Nesse trabalho foi avaliado o efeito cumulativo de adubações com doses crescentes de N, 0, 60 e 120 kg ha⁻¹, com ureia, URAN e nitrato de amônio, na produtividade da cana-planta e três socas consecutivas, obtendo-se aumento de 20 e 30% para doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em relação à testemunha.

O ciclo do N apresenta uma dinâmica complexa, pelas múltiplas transformações e por sua mobilidade no sistema solo-planta. Os fertilizantes nitrogenados aplicados no solo passam por uma série de transformações químicas e microbianas, que podem resultar em perdas. Nesse contexto, considerando o custo dos adubos nitrogenados, é fundamental o desenvolvimento de manejos adequados da adubação nitrogenada, que visem ao melhor aproveitamento de N pela cultura da cana-de-açúcar (Vitti et al., 2007a).

Devido à importância econômica da agroindústria sucroalcooleira e à extensão da área plantada com cana-de-açúcar no país, tem havido interesse pela investigação de fatores que permitam alcançar a máxima eficiência de utilização de fertilizantes nitrogenados pela cultura em diferentes condições, aliando-se produtividade à redução nas perdas de nitrogênio do solo por volatilização de amônia, lixiviação de nitrato ou desnitrificação (Bendassolli et al., 2002).

A maioria dos trabalhos com adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, concluem que a cana-planta não responde ao nitrogênio. Korndorfer et al. (1999) afirmam que não há necessidade de aplicar nitrogênio no plantio da cana-de-açúcar e que a adubação de cobertura com esse nutriente deverá basear-se no histórico da área. Porém, Silveira e Crocomo (1990) constataram o aumento na produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em resposta à adubação nitrogenada em estudo de assimilação de N em cana-planta, na presença de elevada dose de N e de vinhaça no solo.

Alguns estudos de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar demonstram que essa cultura responde com maior produção de colmos e rendimento de açúcar e que essa adubação associada à incorporação de resíduos culturais ao solo faz com que a planta utilize maior quantidade total de N (Trivelin et al., 2002), principalmente a partir da segunda soca, quando a fertilização propicia, possivelmente, a recomposição do vigor da soqueira (Vitti et al., 2007b).

A agroindústria sucroalcooleira, da mesma forma, gera resíduos provenientes do processamento industrial da cana-de-açúcar, em quantidades que se correlacionam diretamente com seu porte. Destacam-se, entre os resíduos gerados, a água de lavagem da cana, as cinzas de caldeira, a torta de filtro e a vinhaça, que, apesar de apresentarem elevado potencial poluidor, não causam preocupação quando previamente tratados e utilizados novamente no processo (água de lavagem de cana) ou quando utilizados como fertilizantes ou condicionadores de solos em geral, no cultivo da própria cana (Co Junior et al., 2008). Ainda, segundo os mesmos autores, essa opção é de grande interesse, pois, além de dar destino aos resíduos, torna-os úteis na medida em que, por sua decomposição no solo, interferem positivamente em seus atributos, especialmente em termos de fertilidade.

Segundo Brito & Rolim, (2005), a aplicação da vinhaça no solo teve sua disseminação após o surgimento do Proálcool, quando a produção do álcool passou a ser efetuada em grande escala e, conseqüentemente, provocou o surgimento de maiores quantidades dos resíduos.

Além da alta carga orgânica, a vinhaça é rica em potássio, cálcio, magnésio e sódio, com desbalanceamento do potássio em relação aos demais elementos (Bebé et al., 2009).

A vinhaça pode ser considerada uma suspensão de sólidos orgânicos e minerais, contendo os componentes do vinho, não arrastados na etapa de destilação, além de quantidades residuais de açúcar, álcool e compostos voláteis mais pesados. Por se tratar de uma suspensão com teor de sólidos, em torno de 7%, dos quais 75% orgânicos e biodegradáveis apresenta elevadas DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda

Biológica de Oxigênio), daí seu potencial altamente poluidor. É uma solução tamponada com pH em torno de 4,3, fato que, aliado à alta temperatura na qual é obtida, lhe confere caráter altamente corrosivo, sendo esta uma das consequências do aumento da produção de álcool (Laime et al., 2011).

O uso da vinhaça, como fonte de nutrientes, matéria orgânica e água, foi uma das grandes revoluções no manejo da cultura. Ela constitui o principal efluente das destilarias de álcool (Resende et al., 2006). Atualmente, toda a vinhaça produzida é reutilizada na adubação dos canaviais. Ainda, segundo Leite (1999) a utilização deste resíduo é uma alternativa altamente viável em sistemas de produção de álcool e açúcar, permitindo a redução de problemas de poluição dos corpos de água próximos às usinas, substituindo a adubação mineral como fonte de potássio para a cana-de-açúcar e baixando o custo de produção por tonelada desta cultura.

Alguns trabalhos foram realizados para verificação da aplicação de vinhaça na cana-de-açúcar complementada com adubação nitrogenada. Schultz et al. (2010) trabalhando com doses crescentes de vinhaça complementadas ou não com nitrogênio (na fonte ureia) em cana-planta e cana-soca com ou sem queima da palhada verificou que os tratamentos que apresentaram os melhores rendimentos de colmos foram os que receberam a fertilização com vinhaça complementada com N independentemente da forma de aplicação. O mesmo autor constatou também em relação à complementação nitrogenada que o uso da vinhaça aplicada sobre o fertilizante incorporado ou não ao solo proporciona condições favoráveis para que a cana-de-açúcar expresse melhor seu potencial produtivo.

Oliveira et al. (2009), trabalhando com vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar em ambiente irrigado e não irrigado observou que houve efeito significativo em relação à produtividade dos colmos para os ambientes e tratamentos, onde no ambiente irrigado a produtividade média foi significativamente maior que aquela obtida em ambiente não irrigado.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o crescimento, o rendimento agrícola e os teores nutricionais da cana-açúcar, no ciclo de cana-planta sob adubação nitrogenada e vinhaça na região de Coruripe, Alagoas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.32, n.5, p.1441-1448, set./out., 2008
- BEBÉ, F. V. et al. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.6, p.781-787, 2009
- BENDASSOLLI, J. A.; TRIVELIN P. C. O.; IGNOTO, R. DE F., Produção de amônia anidra e aquamônia enriquecida em 15N a partir de $(15\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. **Scientia Agrícola**, v.59, n.3, p.595-603, jul./set. 2002
- BRITO, F. L. & ROLIM, M. M. 2005 Comportamento do Efluente e do solo Fertirrigado com vinhaça. **Agropecuária Técnico**, Areia, PB. v.26, n.1, 2005
- BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; FURLANI JÚNIOR, E.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: medida indireta de clorofila. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV/Capes/Fundunesp, 2008. p. 135-160.
- CARNEIRO, E. V.; TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L. Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agrícola**. n.52, v.2, p. 199-209. 1995
- CESARIN, A. E. et al. Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de goiabeira em função da aplicação do resíduo da indústria processadora de goiabas (1). In: XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. CD ROM.
- CO JUNIOR, C.; MARQUES, M. O.; TASSO JUNIOR, LUIZ C. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.28, n.1, p. 196-203. 2008
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira cana-de-açúcar, terceiro levantamento, dezembro/2011 - **Companhia Nacional de Abastecimento**. – Brasília: Conab 2011
- COELHO, A. M. et al. **Embrapa – Cultivo do Milho**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/ferdiagnose.htm> , acesso em: 01/06/2012
- FARONI, C.E. et al. Estado nutricional da cultura de cana-de-açúcar (cana-planta) em experimentos com ^{15}N . **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.33,p.1919-1927, 2009.
- GAVA, G. J. C. et al. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1347-1354, nov. 2001.
- KORNDORFER, G.H.; RIBEIRO, A.C.; ANDRADE, L.A. de B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o**

uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: UFV, 1999. p.285-288.

LAIME, E. M. O. et al. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas.** v.5, n.3, p.16, 2011.

LEITE, G. 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, v.5, p.189-181, 1999.

MAULE, R.F., MAZZA, J.A. & MARTA JR., G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola,** v.58, p. 295-301, 2001.

MOURA, M. V. P. S. et al. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.29, n.4, p.753-760, jul./ago., 2005.

OLIVEIRA, E. L. et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, 2009.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. In Arquivo do Agrônomo - Nº 6. **Encarte do Informações Agrônomicas - Nº 67 -** setembro/1994. Potafos, São Paulo.

ORLANDO FILHO, J. et al. Doses, fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cana-de-açúcar. **STAB,** v.17, p.39-41, 1999.

RESENDE, A. S. et al. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v.30, n.6, Viçosa, 2006.

RODRIGUES, J. D.; **Fisiologia da cana-de-açúcar.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Botucatu, SP. 1995

ROZANE, D. E. et al. Amostragem de folha em cana-de-açúcar submetida à adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura (Piracicaba),** v.83, p.08-18, 2008.

SILVEIRA, J. A. G.; CROCOMO, O. J. Assimilação de Nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em presença de elevado nível de N e de vinhaça no solo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal.** v.2, n.2, p.7-15, 1990.

SCHULTZ, N. et al. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v.34, n.3, p. 811-820. 2010.

TRIVELIN, P. C. O. et al. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v.26, p.637-646, 2002.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.249-256, 2007a.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.491-498, 2007b

1- CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIBE, ALAGOAS

1 CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIBE, ALAGOAS*

Andrea Avelino da Silva¹, Gilson Moura Filho², José Valdemir Tenório da Costa³,

Leila Cruz da Silva⁴

RESUMO

O crescimento é uma das características mais importantes no estudo das espécies vegetais. O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de nitrogênio (nas formas de ureia e nitrato de amônio) associadas com vinhaça em cana-planta na Região de Coruribe, Estado de Alagoas. Para isso, foi realizado um ensaio em uma área experimental localizada na Fazenda Santo Antônio “A”, npercente à Usina Coruribe, Coruribe – AL com o cultivar RB92579 (cana-planta). Foi utilizado o delineamento estatístico de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos foram doses de 0, 30, 60, 90, e 120 kg ha⁻¹ de N (ureia); vinhaça (sem N de fundação); vinhaça + ureia diluída (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + ureia no fundo do sulco (60 kg ha⁻¹ de N) e vinhaça + nitrato de amônio diluído (60 kg ha⁻¹ de N). A quantidade de vinhaça aplicada foi de 60 m³ sendo em área total e o espaçamento foi de fileira simples, com espaçamento entrelinhas de 1 metro. A irrigação utilizada foi por aspersão convencional, com três lâminas de 50 mm cada totalizando 150 mm. As leituras para a contagem de perfilhos foram realizadas aos 60, 90, 120 dias após o plantio e a partir dos quatro meses as mensurações foram realizadas cada dois meses. Para a altura do colmo, as medições foram iniciadas aos 120 DAP e posteriormente a cada dois meses. As medições de área foliar e a coleta da fitomassa total foram realizadas inicialmente aos 120 DAP, e após este período a cada quatro meses. Ocorreu diferença significativa no número de perfilhos aos 120 e 180 DAP e o máximo do perfilhamento se deu aos 90 DAP. Aos 360 DAP a dose máxima de 88 kg ha⁻¹ proporcionou a altura em cm de 354,1 cm. Em relação à fitomassa verde do colmo houve diferença significativa apenas aos 120 DAP.

Palavras chave: Perfilhamento. Fitomassa. Nitrogênio

-
1. Engenheira Agrônoma, aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) - CECA/UFAL. andreaavelino@agronoma.eng.br
 2. (Orientador) Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL.
 3. (Coorientador) Engenheiro Agrônomo, Coordenador do Departamento de Mecanização, Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola - S. A. Usina Coruribe – Matriz.
 4. Pesquisadora DCR/FAPEAL/UFAL
- *Pesquisa financiada pela CAPES e S.A. Usina Coruribe Açúcar e Álcool.

1 GROWTH OF SUGARCANE UNDER NITROGEN MANURING AND VINASSE IN REGION OF CORURIFE, ALAGOAS*

Andrea Avelino da Silva¹, Gilson Moura Filho², José Valdemir Tenório da Costa³,

Leila Cruz da Silva⁴

ABSTRACT

Growth is one of the most important features in the study of plant species. The present study aimed to assess the growth of sugar cane (cultivar RB92579) as a function of the doses of nitrogen (sources in urea and ammonium nitrate) associated with vinasse in plant cane stage in the Region of Coruripe, Alagoas State. For this reason, this was a test in a experimental area located in the Santo Antônio A Farm, both belonging to Usina Coruripe, Coruripe – AL with the cultivar RB92579 (plant-cane). The statistical design used was random blocks with four replications and treatments were doses of 0, 30, 60, 90, and 120 kg ha⁻¹ N (urea), vinasse (without nitrogen of foundation); vinasse + urea diluted (60 kg ha⁻¹ N); vinasse + urea in the bottom of the furrow (60 kg ha⁻¹ N); vinasse + ammonium nitrate diluted (60 kg ha⁻¹ N). The quantity of vinasse applied was 60 m³ being in total area and the spacing was rank simple, with line spacing of 1 meter. The irrigation was used was by conventional aspersion, with three layers of 50 mm each totaling 150 mm. The readings for the counting of plants were performed at 60, 90, 120 days after planting and from four months the measurements were carried out every two months. For the height of the culm, measurements were initiated at 120 DAP and then every two months. Measurements of leaf area and the collection of total biomass were carried out initially to 120 DAP, and after this period every four months. There was a significant difference in the number of plants at 120 and 180 DAP and the maximum tillering occurred at 90 DAP. The 360 DAP to maximum dose of 88 kg ha⁻¹ provided the height in cm of 354.1 cm. In relation to the phytomass of green stem there was a significant difference only to 120 DAP.

KEYWORDS: Tillering. Biomass. Nitrogen.

-
1. Engenheira Agrônoma, aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) - CECA/UFAL. andreaavelino@agronoma.eng.br
 2. (Orientador) Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL.
 3. (Coorientador) Engenheiro Agrônomo, Coordenador do Departamento de Mecanização, Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola - S. A. Usina Coruripe – Matriz.
 4. Pesquisadora DCR/FAPEAL/UFAL

*Pesquisa financiada pela CAPES e S.A. Usina Coruripe Açúcar e Alcool.

1.1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar pode ter vários fatores que podem ter influência na sua produtividade, entre eles o crescimento da planta. Com isto, a análise do crescimento da cana-de-açúcar tem permitido avaliar os efeitos de diferentes formas de adubação e tratos culturais. Em um contexto mais geral pode ser estudada a produtividade de culturas em diferentes sistemas de produção. Esta análise do crescimento é realizada por meio de avaliações sequenciais do acúmulo de fitomassa ou de índices fisiológicos dela obtidos (Gava et al., 2001).

As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas (Rodrigues, 1995).

Segundo Oliveira et al (2002), a análise de crescimento pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a também selecionar cultivares ou espécie que apresente características funcionais mais apropriadas aos objetivos. O mesmo autor afirma ainda que do ponto de vista biológico, a análise de crescimento é uma ferramenta indispensável para o melhor conhecimento das plantas como entidades biológicas que são, independentes de exploração agrícola.

O perfilhamento é o processo de emissão de colmos ou hastes por uma mesma planta, os quais por sua vez recebem a denominação de perfilhos. Ele ocorre a partir da porção subterrânea e varia de espécie para espécie, cultivares dentro de uma mesma espécie, e manejo cultural (Oliveira, 2008). Ainda segundo o mesmo autor, o perfilhamento pode ocorrer até quatro meses após o plantio (10 a 20 perfilhos), sendo que, posteriormente, verifica-se decréscimo no número de brotações, em virtude da competição natural. Cultivares de maior perfilhamento produzem geralmente colmos mais finos. Cultivares de baixo perfilhamento devem ser plantadas com menor espaçamento, para aumentar o número de colmos industrializáveis por área.

O aumento da área foliar propicia um aumento na capacidade da planta de aproveitar a energia solar para a realização da fotossíntese e, desta forma, pode ser utilizado para avaliar a produtividade (Lucchesi, 1987). Ainda segundo o mesmo autor, o conhecimento da variação do IAF ao longo do ciclo agrícola permite avaliar a capacidade ou a velocidade com que a parte aérea do vegetal (área foliar) ocupa a área do solo disponível àquele vegetal. Teruel et al. (1997) diz que o rendimento das culturas é determinado pela interação entre as plantas e o

ambiente, e que está diretamente relacionado com a radiação solar interceptada pelas folhas e transformada em energia química durante a fotossíntese.

Um dos aspectos responsáveis pela alta produtividade da cana-de-açúcar é a adequada nutrição da cultura, tendo em vista a baixa fertilidade natural dos solos brasileiros (Dias, 1997). Entretanto, a cada ciclo de desenvolvimento, a cultura é submetida a diferentes condições ambientais e a manejos empregados, em relação à época de plantio, variedade, época e tipo de colheita e estágio de desenvolvimento da cultura (Silva, 2008).

Atualmente, a ureia é a fonte nitrogenada mais utilizada na agricultura brasileira, em razão do seu menor custo em relação aos demais fertilizantes nitrogenados sólidos (Vitti et al., 2007a).

Segundo Resende et al. (2006), o uso da vinhaça, como fonte de nutrientes, matéria orgânica e água, foi uma das grandes revoluções no manejo da cultura. Ela constitui o principal efluente das destilarias de álcool. Através de sua riqueza em matéria orgânica e nutrientes minerais, destacando-se o potássio e o cálcio, a vinhaça tem substituído total ou parcialmente as adubações minerais de parte dos canaviais (Orlando Filho, 1983).

Para que a cana-de-açúcar se desenvolva de modo satisfatório, é preciso ater-se de alguns atributos que ajudem a melhorar o desenvolvimento da planta. A adubação, os tratamentos culturais realizados de forma adequada, assim como a precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa são fatores climáticos muito significantes em se tratando da disponibilidade hídrica e térmica da cultura. Assim, a produção e a produtividade das culturas são dependentes de mais de uma centena de variáveis relacionadas com fatores climáticos, com fatores inerentes à própria planta e atributos do substrato onde ela cresce que pode ser o solo ou outro meio (Meurer, 2007).

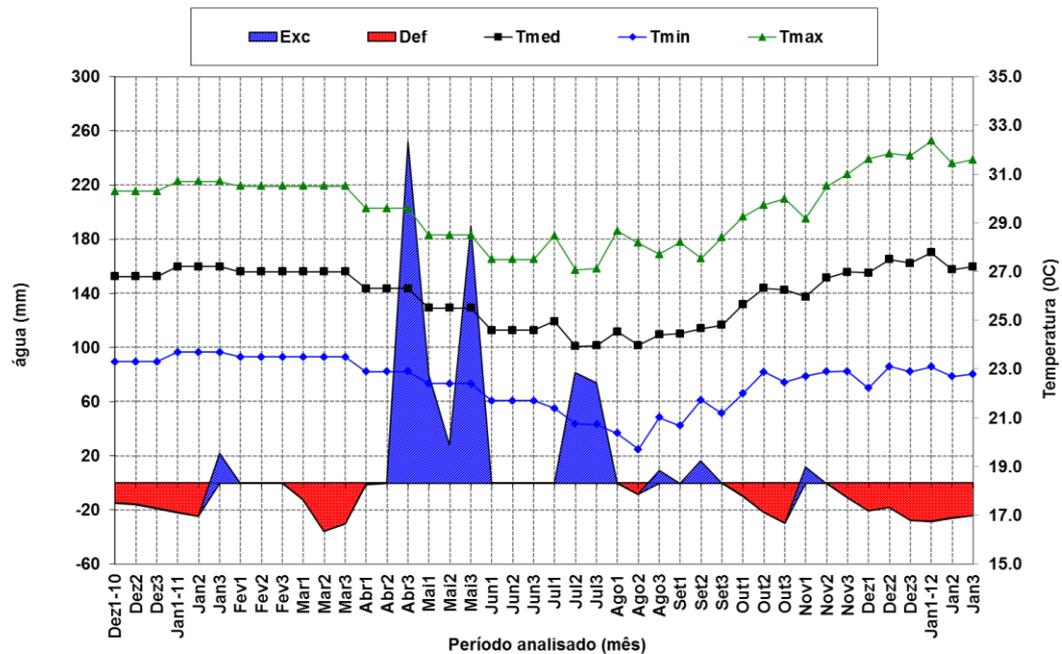
Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da variedade RB92579 em função das doses de nitrogênio (nas fontes ureia e nitrato de amônio) associadas com vinhaça em cana-planta na Região de Coruripe, Estado de Alagoas.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 16 de Dezembro de 2010 (plantio de verão) em uma área experimental localizada na Fazenda Santo Antônio “A”, Bloco Lagoa do Terêncio – Talhão 15, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe – AL. A colheita foi realizada no dia 06 de Janeiro de 2012. As coordenadas da área são: S 10° 08' 44,4” de latitude, W 36° 17' 83,9” de longitude e altitude 83,9 m do nível do mar. A temperatura característica da região média é de 26°C, com média das máximas de 29,8°C e média das

mínimas de 21°C e a média da umidade relativa do ar máxima de 95% e mínima de 65%. A precipitação média anual é de 1500 mm.

Figura 1 - Balanço hídrico sequencial (déficit e excesso) e temperatura média, máxima e mínima a cada dez dias para o período de dezembro/2010 a janeiro 2012. Fazenda Santo Antônio “A”, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2012

Foi utilizado apenas o cultivar RB92579, uma das mais plantadas na unidade canavieira. Cada parcela constituiu-se de 7 linhas com 15 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 1 m, resultando numa área de 105 m² por parcela. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos foram doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg de N (ureia) por hectare; vinhaça (sem N); vinhaça + ureia diluída (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + ureia no fundo do sulco (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + nitrato de amônio (60 kg ha⁻¹ de N diluído na vinhaça). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrocoeso típico, A moderado textura arenosa/argilosa, relevo plano (SiBCS, 2006). Foram feitas amostragens de solo, onde as características do mesmo na época de plantio (dezembro/2010) na camada de 0-20 cm foram: pH= 6,5; P= 119,4 mg dm⁻³; Ca + Mg= 3,13 cmol_c dm⁻³; Ca= 2,23 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,9 cmol_c dm⁻³; K= 0,03 cmol_c dm⁻³; Na= 0,03 cmol_c dm⁻³; Al= 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al= 2,13 cmol_c dm⁻³ e M.O= 10,6% e na camada de 20-40 cm foram pH= 6,13; P= 39,2 mg dm⁻³; Ca + Mg= 2,53 cmol_c dm⁻³; Ca= 1,8 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,73

$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Na} = 0,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H} + \text{Al} = 2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{M.O.} = 10,6 \%$.

As atividades pré-plantio foram aplicação de calcário (para correção do pH), gradagem para retirada de restos culturais; após 7 dias a segunda gradagem; uma subsolagem (após 7 dias da segunda gradagem) e sulcamento (após 7 dias da subsolagem). O sistema de plantio foi o manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados 5 toletes com três gemas por cada metro linear (15 gemas por metro linear) totalizando assim 525 toletes por parcela. Foram feitas aplicações de 36 kg ha^{-1} de P_2O_5 (superfosfato simples) e com 140 kg ha^{-1} de K_2O (exceto as parcelas que houve a aplicação de vinhaça, sendo esta a fonte de Potássio). Estas adubações foram baseadas na análise de solo. As fontes de fertilizante nitrogenado utilizados foram a ureia (7 tratamentos) e o nitrato de amônio (1 tratamento). Para o controle de plantas daninhas foram realizadas capinas manuais periodicamente. A irrigação utilizada foi por aspersão convencional, sendo aplicadas três lâminas de 50 mm cada totalizando 150 mm.

A aplicação da vinhaça nas foi realizada em área total, com o auxílio de um regador com capacidade de 12 litros. A quantidade aplicada foi de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (lâmina de 6 mm ha^{-1}).

Para avaliação das plantas, foram demarcadas as três linhas centrais de cana de 5 metros de comprimento. As leituras para a contagem de perfilhos foram realizadas aos 60, 90, 120 dias após o plantio e a partir dos quatro meses as mensurações foram realizadas cada dois meses. Para a altura do colmo, as medições foram iniciadas aos 120 DAP e posteriormente a cada dois meses. A área foliar e a fitomassa total foram realizadas inicialmente aos 120 DAP, e após este período a cada quatro meses.

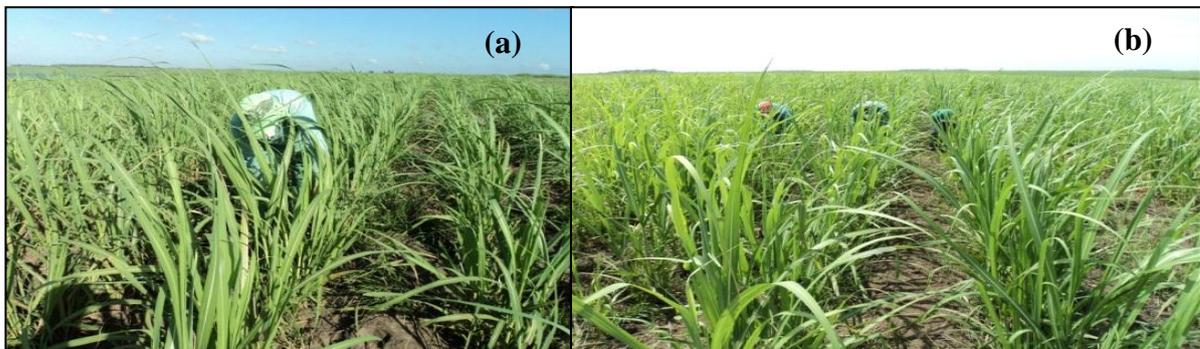
A área foliar foi determinada pelo método de Hermann e Câmara (1999), onde foi medido o comprimento pela maior largura multiplicado da folha pelo fator 0,75. A área foliar da folha +3 de cada planta multiplicada pelo número de folhas representa a área foliar de cada planta. A obtenção do índice de área foliar é feita através da área foliar por planta, multiplicado pelo número de plantas encontradas em um hectare, dividido pela área ocupada pelas mesmas no solo (10.000 m^2).

Para a fitomassa total as plantas foram separadas em colmo, folha e ponteiro, coletando-se doze plantas de cada tratamento estudado. Essas plantas foram retiradas de fora da área demarcada para determinação das outras variáveis (número de plantas, altura, diâmetro, área foliar), evitando-se assim a interferência das mesmas. Foram realizadas pesagens para determinação da produtividade dessas partes por hectare e também se somaram as partes para determinação da fitomassa total por hectare.

Determinou-se nas áreas demarcadas o diâmetro de 30 plantas na altura correspondente a 1/3 a partir da sua base aos 240 e 360 dias após o plantio. Para esta medição utilizou-se um paquímetro analógico em mm.

Para a determinação do crescimento foram realizadas medições de altura da planta, partindo do solo até a última região auricular visível da folha +1, segundo a numeração sugerida por Kuijper (Van Dillewijn, 1952) utilizando uma trena de precisão.

Figura 2 - Experimento de mestrado (CECA/UFAL) instalado na Usina Coruripe, Coruripe, AL. (a)= Contagem de perfilhos aos 60 DAP. (b)= Contagem de perfilhos aos 90 DAP.



Fotos: Autora, 2011

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG 5.0, onde para as doses de N foi utilizada a regressão, e para os tratamentos de vinhaça associados com N foi utilizado o teste de média (Scott-Knott a 5%). A escolha do modelo de regressão para as doses de N em função das variáveis estudadas foi baseada na significância da equação e no maior valor do coeficiente de correlação (R^2).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de plantas por metro linear encontra-se na tabela 1. De forma geral, na análise de variância em relação aos tratamentos de vinhaça associados com ureia e nitrato comparados com a testemunha e a dose de 60 kg ha⁻¹ de ureia observa-se que ocorreu diferença significativa apenas aos 120 e 180 DAP.

Tabela 1- Número de plantas em 7 épocas de desenvolvimento no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas.

Tratamentos	Número de plantas							
	Fev/2011	Mar/2011	Abr/2011	Jun/2011	Ago/2011	Out/2011	Dez/2011	
DAP (dias)	60	90	120	180	240	300	360	
-----Número de plantas/m linear-----								
0 kg ha ⁻¹ N	9,9	12,6	10,0 B	9,2	8,2	7,9	7,4 A	
30 kg ha ⁻¹ N	10,3	11,1	9,6	10,0	8,8	8,3	7,1	
60 kg ha ⁻¹ N	11,7	11,8	10,5 B	9,9	9,2	8,3	7,2 A	
90 kg ha ⁻¹ N	12,1	12,8	11,7	10,5	9,1	8,8	7,3	
120 kg ha ⁻¹ N	11,2	12,4	11,7	10,6	9,6	8,5	7,3	
Vinhaça	11,2	11,9	10,9 A	10,3	8,9	8,3	7,2	
Vinhaça+ureia ¹ diluída	13,1	14,4	12,4 A	11,4	10,2	8,4	7,0	
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	11,3	12,1	11,2 A	10,3	9,1	8,2	7,5	
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	12,5	12,1	11,4 A	10,6	10,1	8,3	7,2	
Média	10,2	12,3	11,0	10,3	9,2	8,3	7,2	
FV	GL	----- Quadrados Médios-----						
Blocos	3	4,2121*	2,7595ns	0,8410ns	0,2143ns	0,9225ns	0,2721ns	0,4101ns
Tratamentos	8	4,0143 ns	3,2387ns	3,2419**	1,4811ns	1,5890ns	0,2317ns	0,9444ns
Resíduo	24	4,1190	2,3474	0,6385	0,7860	1,2271	0,7002	0,8893
CV (%)		17,6	12,3	7,2	8,5	11,9	9,9	12,9

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Independente do tratamento o máximo no perfilhamento ocorreu aos 90 DAP, onde também foi obtida a maior média de perfilhos por metro linear (12,3) destacando-se o tratamento de vinhaça + ureia diluída que apresentou o perfilhamento máximo com 14,4 perfilhos por metro linear. Dados diferentes foram encontrados por Costa (2009b) trabalhando com adubação verde e nitrogênio na cana-planta observou em seu trabalho que o ponto máximo no perfilhamento ocorreu aos 60 DAP. Este mesmo autor verificou que ocorreu maior número de perfilhos nos tratamentos que receberam N até os 240 DAP, entretanto, aos 360 DAP a diferença praticamente não existia, mostrando que os tratamentos com N adicional tiveram maior perfilhamento inicial, mas não se mantiveram até o final das avaliações. Por outro lado, Costa (2009a), com o mesmo cultivar em condições de sequeiro, encontrou o máximo do perfilhamento aos 90 DAC, reduzindo-se até o momento da colheita.

Após o ponto máximo de perfilhamento, houve uma redução na população de perfilhos, o que é previsível para esta cultura coincidindo com o período de déficit hídrico que ocorreu entre novembro e dezembro de 2011.

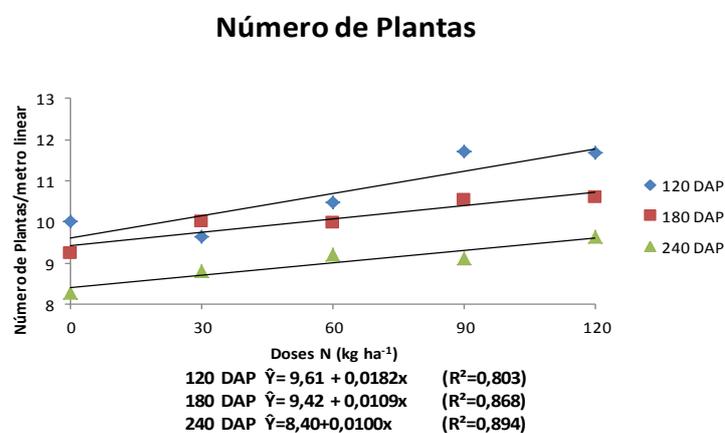
Em relação as doses de N , não foi verificado ajustes nos modelos de regressão para as épocas de 60, 90, 300 e 360 DAP (tabela 2). Nas épocas restantes, ou seja, aos 120, 180 e 240 dias (figura 3) houve acréscimos com ajustes no modelo linear, onde à medida que se aumentou a adubação nitrogenada, houve um aumento no número de plantas por metro linear. Esta falta de resposta no crescimento na fase inicial pode ter sido ocasionada pelo fato de que a cultura estava na etapa de estabelecimento, correspondendo à fase inicial que segundo Rodrigues (1995), compreende do plantio até os 100 DAP e conseqüentemente a fase final da cultura, onde há a diminuição no número de plantas.

Tabela 2 - Equações para número de plantas em função das doses crescentes de N na região de Coruripe, Alagoas.

Número de Plantas/metro linear	
Época (DAP)	Equação
60	$\hat{Y} = 11,07$
90	$\hat{Y} = 12,23$
300	$\hat{Y} = 8,40$
360	$\hat{Y} = 7,30$

Fonte: Dissertação da autora, 2012

Figura 3 - Número de plantas por metro linear em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Segundo Silva (2007), a partir do ponto de perfilhamento máximo, a competição entre perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) torna-se elevada, refletindo-se na diminuição e paralisação do processo, além da morte dos perfilhos mais jovens. Os dados relacionados à altura do colmo encontram-se na tabela 2.

Tabela 3 - Altura do colmo (em cm) em 5 épocas de desenvolvimento da variedade RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Altura					
	Abr/2011	Jun/2011	Ago/2011	Out/2011	Dez/2011	
DAP (Dias)	120	180	240	300	360	
-----Altura do colmo (cm)-----						
0 kg ha ⁻¹ N	110,6 C	137,3	263,1	275,7 B	302,4 B	
30 kg ha ⁻¹ N	112,7	150,7	290,6	318,4	342,4	
60 kg ha ⁻¹ N	119,0 C	152,1	279,9	320,3 A	342,9 A	
90 kg ha ⁻¹ N	124,2	150,4	283,1	331,4	353,0	
120 kg ha ⁻¹ N	124,9	153,4	283,7	330,7	328,6	
Vinhaça	106,6 C	142,8	261,7	293,8 B	311,6 B	
Vinhaça + ureia ¹ diluída	139,2 A	170,1	286,9	348,5 A	321,1 A	
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	117,8 C	141,7	289,1	315,9 A	338,5 A	
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	118,6 C	150,9	300,6	324,4 A	346,4 A	
Média	119,3	149,9	282,0	317,6	331,8	
FV	GL	-----Quadrados Médios-----				
Blocos	3	91,5299ns	6,3181ns	272,2838ns	132,7397ns	261,6663ns
Tratamentos	8	367,5371**	351,1838ns	635,7352ns	1841,815**	1601,244**
Resíduo	24	91,3900	388,2200	459,8993	369,6746	262,5669
CV%		8,0	13,1	7,6	6,0	4,7

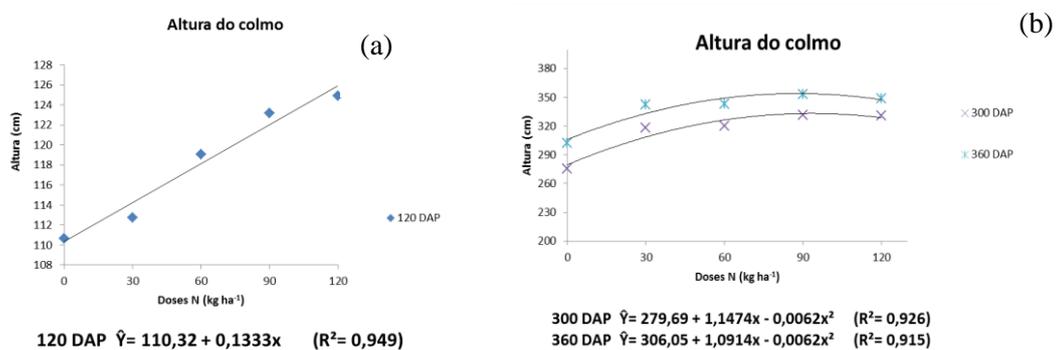
** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; ¹- 60 kg ha⁻¹ N; ²- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Verifica-se que ocorreu um crescimento gradativo ao longo das épocas analisadas sendo que os tratamentos com vinhaça associada com ureia e nitrato de amônio obtiveram médias aproximadas em relação à testemunha e à dose de 60 kg ha⁻¹ durante todo o período avaliado, destacando o tratamento de vinhaça + nitrato de amônio que obteve a maior altura aos 360 DAP (346,4 cm).

Observa-se que aos 180 e 240 DAP todos os tratamentos apresentaram um aumento na altura superior 100 cm em um intervalo de 60 dias. Ocorreu efeito entre os tratamentos para a altura apenas aos 120, 300 e 360 DAP. Foi observado também que o maior crescimento em altura foi constatado entre o sexto e o oitavo mês, que corresponde aos maiores valores médios do IAF (que ocorreram no oitavo mês), salientando que não houve déficit hídrico durante essas épocas.

Para a altura do colmo em relação às doses crescentes de N foi encontrado um acréscimo com o modelo linear aos 120 DAP (figura 4). Não foi verificado ajustes nos modelos de regressão para os 180 e 240 DAP (tabela 4) indicando que as doses de N não influenciaram no crescimento em altura do colmo ao longo das épocas. Para os períodos de 300 e 360 dias (figura 4b) observa-se o efeito com ajuste quadrático sendo as doses de 92,5 kg ha⁻¹ e 88,01 kg ha⁻¹ foram as que proporcionaram as maiores alturas (332,8 e 354,1 cm) respectivamente. Bebé (2011), trabalhando com diferentes doses de vinhaça em cana-de-açúcar verificou aumento na altura das plantas com ajuste variável a modelos de regressão linear para todas as épocas estudadas (60, 120, 180, 240 e 360 DAP). O mesmo autor comenta que este aumento pode ter sido promovido pelo K presente na vinhaça e pela precipitação registrada durante o período experimental.

Figura 4 - Altura de plantas em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em 3 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Tabela 4 - - Equações para altura do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas

Altura do colmo	
Época (DAP)	Equação
180	$\hat{Y} = 148,80$
240	$\hat{Y} = 280,11$

Fonte: Autora, 2012

Para o diâmetro do colmo (tabela 5) observa-se que ocorreu diferença significativa apenas aos 360 DAP. Foi observado entre todos os tratamentos e independente da época avaliada apresentaram diâmetros variando de 22 a 25,7 mm, entretanto, Silva (2007), trabalhando com diferentes cultivares verificou que o cultivar RB92579 apresentou aos 360 DAP um diâmetro médio de 24,1 mm corroborando com o alcançado neste trabalho, onde o mesmo cultivar obteve um diâmetro médio de 24,8 mm nesta mesma época. O mesmo autor também observou em seu trabalho que a RB92579 apresentou os menores diâmetros, e evidenciou que os cultivares que mantiveram um maior número de perfilhos na fase final, apresentaram os menores diâmetros médios.

Tabela 5 - Diâmetro médio da base do colmo (mm), em três épocas de desenvolvimento em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas.

Tratamentos	Diâmetro	
	Ago/2011	Dez/2011
DAP (Dias)	240	360
	-----Diâmetro (mm)-----	
0 kg ha ⁻¹ N	22,0	23,6 B
30 kg ha ⁻¹ N	23,5	25,1
60 kg ha ⁻¹ N	23,5	25,4 A
90 kg ha ⁻¹ N	23,0	25,1
120 kg ha ⁻¹ N	24,0	25,7
Vinhaça	23,4	24,6 A
Vinhaça + ureia ¹ diluída	23,5	25,2 A
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	23,7	24,2 B
Vinhaça + nitrato de amônio ²	23,5	25,1 A
Média	23,3	24,8
FV	GL	Quadrados Médios
Blocos	3	0,2685ns
Tratamentos	8	0,4796ns
Resíduo	24	0,2587
CV%		2,2
		2,6

*, **, °, ^{ns} significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

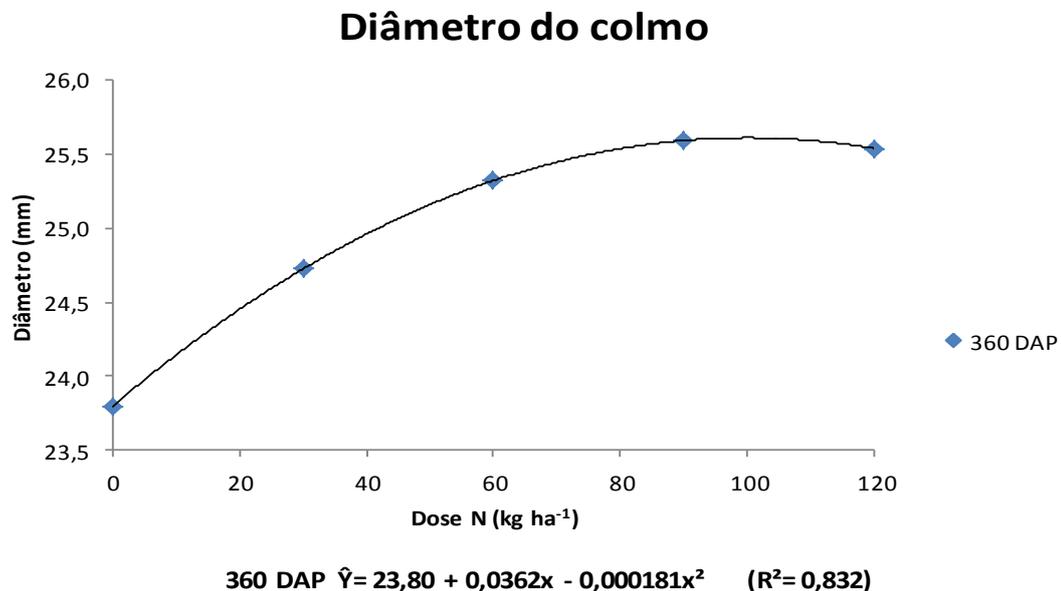
O desenvolvimento do diâmetro do colmo em relação às doses de N está demonstrado na figura 5. Para os 240 DAP não ocorreram ajustes nos modelos de regressão (tabela 6). Foi observado um aumento com ajuste quadrático aos 360 DAP onde a dose máxima foi a de 100,3 kg ha⁻¹ sendo esta a responsável pelo maior diâmetro do colmo (25,6 mm).

Tabela 6 - - Equação para o diâmetro do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N aos 240 DAP em Coruripe, Alagoas

Diâmetro do colmo (mm)	
Época (DAP)	Equação
240	$\hat{Y} = 23,4$

Fonte: Autora, 2012

Figura 5 - Diâmetro do colmo em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2012

Os dados referentes à área foliar encontram-se na tabela 7. Em relação aos tratamentos de N (ureia e nitrato) associados com vinhaça observa-se que os maiores valores médios da área foliar se deu aos 240 DAP. Constatou-se que ocorreu diferença significativa apenas aos 120 DAP. Segundo Santos (2006), até o quarto mês os fotoassimilados são utilizados para o estabelecimento da população responsável pela produção. A partir daí, há a necessidade de crescimento e acúmulo de material orgânico, começando de forma rápida a expansão das folhas em comprimento, largura e número para formar a maior área de captação de energia justificando o fato do maior incremento aos 240 DAP, quando também ocorreu o maior

crescimento em altura (entre 180 e 240 DAP, tabela 3). O período de maior crescimento da área foliar coincidiu com o período de maior disponibilidade hídrica (entre abril e agosto de 2011, Figura 1, página 15) e de maior desenvolvimento da cultura.

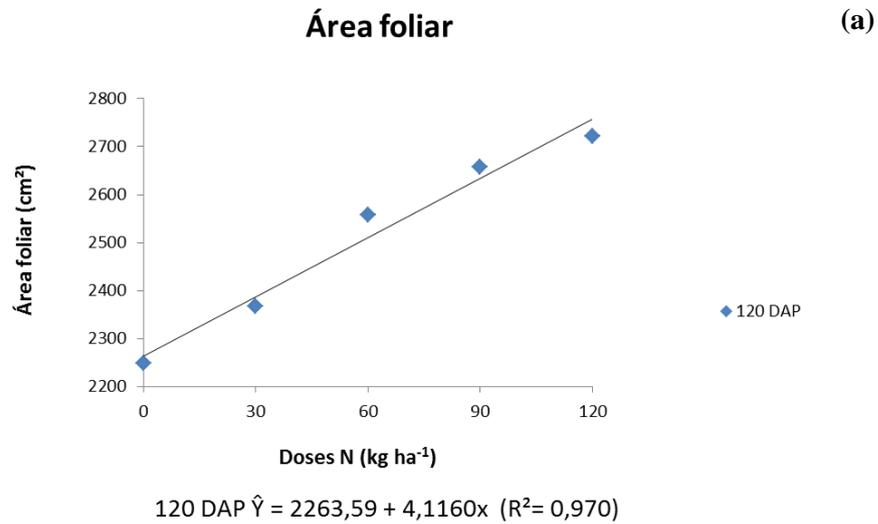
Tabela 7 - Área foliar em 3 épocas de desenvolvimento da variedade RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Área foliar			
	Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011	
DAP (Dias)	120	240	360	
	-----cm ² -----			
0 kg ha ⁻¹ N	2248,7 B	3566,8	2602,9 A	
30 kg ha ⁻¹ N	2367,3	3836,2	3306,1	
60 kg ha ⁻¹ N	2557,9 A	3728,4	3141,4 A	
90 kg ha ⁻¹ N	2658,1	3861,6	3367,2	
120 kg ha ⁻¹ N	2720,7	3951,3	3148,2	
Vinhaça	2301,4 B	3712,6	2812,4 A	
Vinhaça + ureia ¹ diluída	2953,5 A	4076,7	3159,7 A	
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	2598,5 A	3891,6	3047,9 A	
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	2611,8 A	3836,8	3038,2 A	
Média	2557,5	3829,1	3069,3	
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	70439,7 ns	84984,3 ns	132642,6 ns
Tratamentos	8	197660,7 **	86919,0 ns	227393,7 °
Resíduo	24	60508,8	94726,7	152765,2
CV%		9,6	8,0	12,7

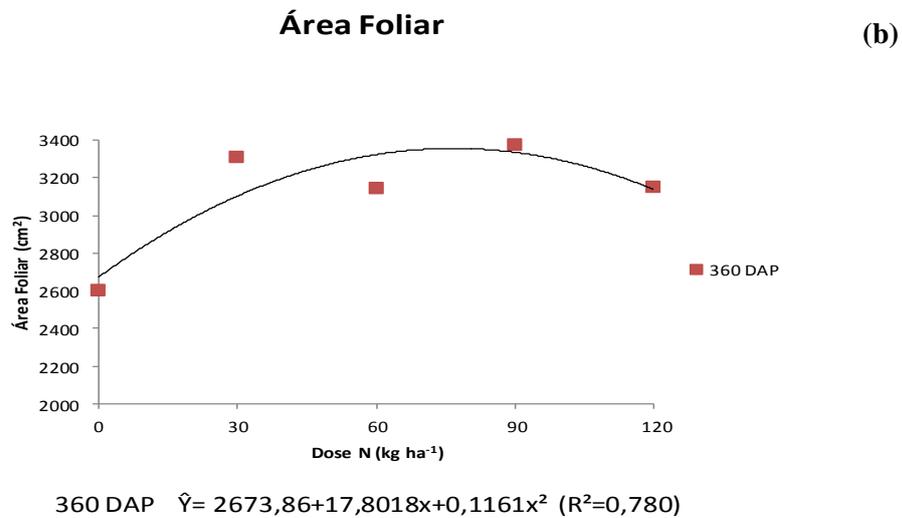
**, *, °, ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

Em relação à área foliar em função das doses de N (Figura 6) aos 120 DAP foi encontrado um acréscimo com ajustes no modelo linear. Aos 240 DAP não foi encontrado ajustes nos modelos de regressão (tabela 8) e aos 360 DAP foi verificado um aumento com ajuste quadrático a dose máxima de N (76,7 kg ha⁻¹) a que proporcionou a área foliar máxima de 3356,2 cm².

Figura 6 - Área foliar em função das doses crescentes de N para o cultivar RB92579 em Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2012



Fonte: Autora, 2012

Tabela 8 - - Equação para área foliar no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N aos 240 DAP em Coruripe, Alagoas.

Área foliar	
Época (DAP)	Equação
240	$\hat{Y} = 3788,9$

Fonte: Autora, 2012

Em relação ao índice de área foliar (tabela 5), observa-se que as os tratamentos de vinhaça + ureia (tanto diluída, quanto no fundo do sulco) e a dose de vinhaça + nitrato de amônio diluído obtiveram médias superiores ou iguais à testemunha e à dose de 60 kg ha⁻¹ (entre 2,3 a 4,2) destacando- se o tratamento vinhaça + ureia diluída que obteve os maiores valores de índice de área foliar (3,7 aos 120 DAP e 4,2 aos 240 DAP). Nota-se que aos 360 DAP houve uma redução no índice de área foliar (2,2), coincidindo com um menor número de perfilhos nos tratamentos e épocas estudadas e também com o déficit hídrico ocorrido entre novembro e dezembro de 2011. Estes resultados foram diferentes dos encontrados por Costa (2009b) trabalhando com adubação verde e nitrogênio com a variedade RB92579 observou que aos 360 DAP ocorreu redução no IAF ficando entre 3 a 4,5. Ocorreu diferença significativa aos 120 e 240 DAP.

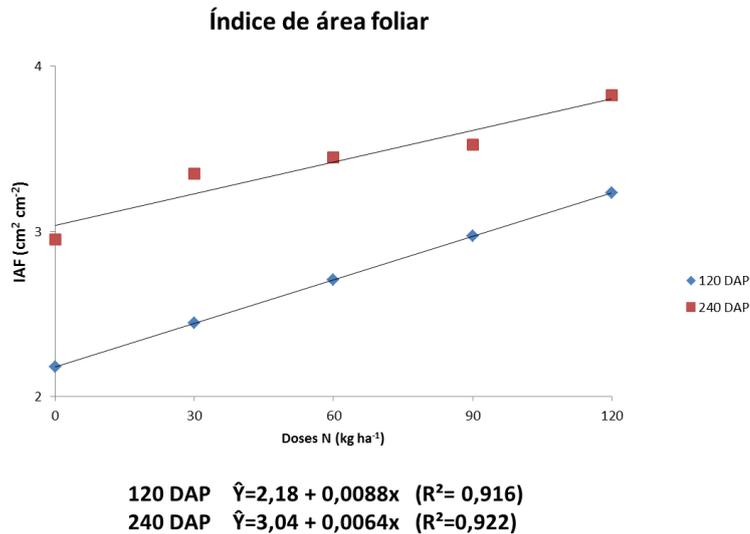
Tabela 9 - Índice de Área foliar (cm) em 3 épocas de desenvolvimento no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas.

Tratamentos		Índice de Área foliar		
		Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011
DAP (Dias)		120	240	360
		-----cm ² -----		
	0 kg ha ⁻¹ N	2,3 A	2,9 A	1,9
	30 kg ha ⁻¹ N	2,3	3,3	2,3
	60 kg ha ⁻¹ N	2,7 A	3,4 A	2,3
	90 kg ha ⁻¹ N	3,1	3,5	2,5
	120 kg ha ⁻¹ N	3,2	3,8	2,3
	Vinhaça	2,5 B	3,3 A	2,0
	Vinhaça + ureia ¹ diluída	3,7 A	4,2 A	2,2
	Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	2,9 A	3,5 A	2,3
	Vinhaça + Nitrato de amônio ²	2,9 A	3,9 A	2,2
Média		3,0	3,7	2,2
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	0,2003ns	0,2343ns	0,0285ns
Tratamentos	8	0,8468**	0,5468°	0,1194ns
Resíduo	24	0,1639	0,2570	0,2385
CV%		14,2	14,2	21,8

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Para o IAF em função das doses de N (figura 7) verificou-se um acréscimo com comportamento linear aos 120 e 240 DAP. Não foi verificado ajustes nos modelos de regressão aos 360 DAP. Segundo Wandelli e Marques Filho (1999), a dinâmica do índice de área foliar de uma cobertura vegetal é resultante de respostas ecofisiológicas das plantas às condições químicas, físicas e biológicas do solo; às condições do microclima (temperatura, umidade e radiação); às condições bióticas como herbivoria, competição e às interdependências desses fatores nos diferentes estágios sucessionais da vegetação.

Figura 7 - Índice de área foliar em função das doses crescentes de N no cultivar RB92579 em 2 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Tabela 10 - Equação para o índice de área foliar do cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N aos 240 DAP em Coruripe, Alagoas

Índice de área foliar	
Época (DAP)	Equação
360	$\hat{Y} = 2,27$

Fonte: Autora, 2012

Os dados relacionados à fitomassa da folha encontram-se na tabela 6. De forma geral observa-se que ocorreu um crescimento dos 120 DAP aos 240 DAP e a partir deste período

uma estabilização, com valor médio total de 8,5 t ha⁻¹. Observa-se que o tratamento de vinhaça + ureia diluída apresentou a maior quantidade de massa verde na folha aos 120 DAP (11,8 t ha⁻¹) e nas épocas seguintes médias superiores à testemunha e inferior à dose de 60 kg ha⁻¹. Para os demais tratamentos com vinhaça constatou-se que os maiores valores médios em relação à testemunha e a dose de 60 kg ha⁻¹ foram obtidos aos 240 DAP.

Tabela 11 - Fitomassa verde da folha no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas.

Tratamentos		Fitomassa verde da folha		
		Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011
DAP (Dias)		120	240	360
		-----t ha ⁻¹ -----		
0 kg ha ⁻¹ N		6,3 B	7,0A	11,2
30 kg ha ⁻¹ N		7,2	6,9	8,9
60 kg ha ⁻¹ N		6,5 B	9,8 A	7,8
90 kg ha ⁻¹ N		9,5	9,5	7,6
120 kg ha ⁻¹ N		7,0	9,1	8,6
Vinhaça		6,5 B	9,3 A	8,0
Vinhaça + ureia ¹ diluída		11,8 A	8,5 A	7,3
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco		7,7 B	9,5 A	8,4
Vinhaça + Nitrato de amônio ²		7,2 B	8,1 A	8,7
Média		7,7	8,6	8,5
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	2,2329ns	26,3694°	11,4121ns
Tratamentos	8	12,3431**	4,8619ns	5,2977ns
Resíduo	24	3,2750	9,5173	9,3457
CV%		23,2	35,5	35,7

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Os dados referentes à fitomassa verde do colmo encontram-se na tabela 7. Foi observado que ocorreu efeito significativo apenas aos 120 DAP e no restante das épocas estudadas os tratamentos não exerceram efeito significativo mostrando que as doses de nitrogênio e a vinhaça associadas ou não com o N não influenciaram no crescimento dos colmos.

Tabela 12 - Fitomassa verde do colmo no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas

Tratamentos		Fitomassa verde do colmo		
		Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011
DAP (Dias)		120	240	360
		-----t ha ⁻¹ -----		
0 kg ha ⁻¹ N		52,9 A	112,7	108,1
30 kg ha ⁻¹ N		54,7	116,4	121,0
60 kg ha ⁻¹ N		57,7 A	118,9	134,5
90 kg ha ⁻¹ N		63,2	137,9	121,7
120 kg ha ⁻¹ N		67,9	133,7	124,7
Vinhaça		62,8 A	126,1	120,1
Vinhaça + ureia ¹ diluída		82,7 A	150,0	121,7
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco		66,4 A	135,7	121,9
Vinhaça + Nitrato de amônio ²		61,4 A	141,8	134,3
Média		63,3	116,3	123,1
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	32,211ns	257,5809ns	226,8407ns
Tratamentos	8	313,5642*	550,2364ns	250,0417ns
Resíduo	24	103,7530	368,0532	548,1779
CV%		16,0	14,6	19,0

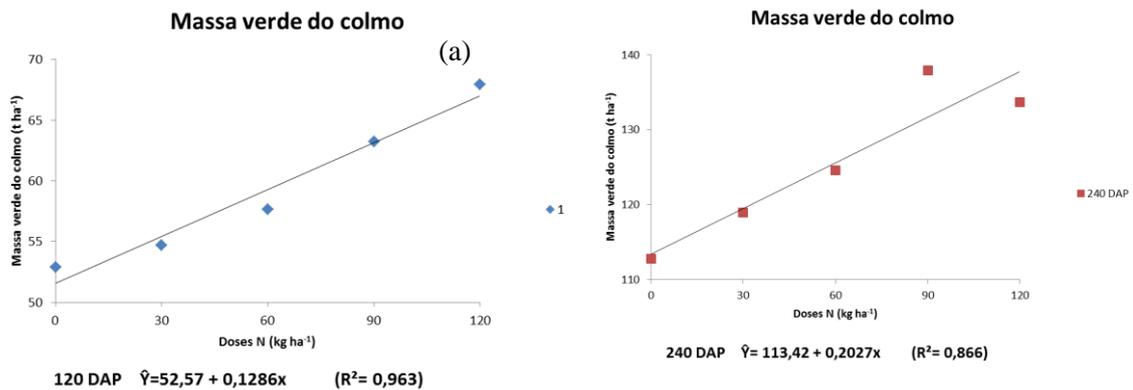
**, *, °, ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

Verificou-se também que ocorreu um aumento por cerca de 50% na massa verde do colmo entre os 120 e 240 DAP. Nesta mesma época apesar de não apresentar diferença significativa, todos os tratamentos de vinhaça obtiveram valores médios superiores ao da testemunha e da dose de 60 kg ha⁻¹ de N. Aos 360 DAP nota-se um acréscimo na massa verde do colmo e nesta mesma época houve também o crescimento máximo em altura dos colmos evidenciando o aumento.

A relação entre a massa verde do colmo em função das doses de N encontra-se na figura 8. Aos 120 (figura 8a) e 240 DAP (figura 8b) houve efeito com resposta linear à medida que aumentava as doses de N. Vale (2009) trabalhando com doses crescentes de N verificou em seu trabalho um acréscimo com efeito quadrático a fitomassa do colmo, sendo a dose e 150 kg ha⁻¹ a responsável pelo ponto de máximo para 44 kg ha⁻¹. Trivelin et al. (2002) em

cultivo de cana-de-açúcar em vaso observaram comportamento semelhante, isto é, a aplicação de N também promoveu aumento da produção de colmos, folhas verdes e folhas secas. Para os 360 DAP (tabela 13) não foram encontrados ajustes nos modelos de regressão. Oliveira et al. (2009) trabalhando com vinhaça de alambique com e sem complementação de nitrogênio com a variedade SP80-1816 com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N, verificou efeito quadrático das doses de vinhaça na produtividade dos colmos, sendo que a dose 166, 6 m³ proporcionou a maior produtividade de colmos (79,2 Mg ha⁻¹). Os mesmos autores constataram também que na aplicação da vinhaça sem complementação nitrogenada, verificou-se efeito linear significativo das doses de vinhaça, sendo que para cada 1 m³ ha⁻¹ de vinhaça aplicado, observou-se um incremento médio de 77,8 kg ha⁻¹

Figura 8 - Massa verde do colmo em função das doses crescentes de N em 2 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Tabela 13 – Equação para a massa verde do colmo no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N aos 360 DAP em Coruripe, Alagoas

Massa verde do colmo	
Época (DAP)	Equação
360	$\hat{Y} = 122,03$

Fonte: Autora, 2012

Em relação à fitomassa do ponteiro (tabela 14), verifica-se um maior incremento na fitomassa do ponteiro até os 240 DAP para todos os tratamentos, destacando-se o tratamento de vinhaça + ureia diluída, que obteve o maior valor médio da massa verde do ponteiro em todas as épocas estudadas, variando de (24,2; 33,3 e 39,3 t ha⁻¹, respectivamente).

Tabela 14 - Fitomassa verde do ponteiro no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Fitomassa verde do ponteiro			
	Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011	
DAP (Dias)	120	240	360	
	-----t ha ⁻¹ -----			
0 kg ha ⁻¹ N	15,5 C	27,9	6,7	
30 kg ha ⁻¹ N	16,2	26,4	8,1	
60 kg ha ⁻¹ N	20,3 B	32,2	8,5	
90 kg ha ⁻¹ N	20,9	28,4	8,8	
120 kg ha ⁻¹ N	21,5	21,7	8,1	
Vinhaça	20,2 B	29,1	7,7	
Vinhaça + ureia ¹ diluída	24,2 A	33,3	9,3	
Vinhaça + ureia ¹ fundo do sulco	23,6 B	23,1	7,4	
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	17,6 C	27,2	7,7	
Média	20,0	27,7	8,0	
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	3,5800ns	36,7498ns	13,9433 ^o
Tratamentos	8	36,9660**	51,9722ns	2,8158ns
Resíduo	24	4,8279	51,3101	5,1714
CV%		10,9	25,9	28,3

** , * , ^o , ^{ns} significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

A menor massa do ponteiro foi obtida pela testemunha que obteve valores inferiores durante as três épocas avaliadas (15,5; 27,9 e 6,7 t ha⁻¹). Ocorreu efeito significativo dos tratamentos apenas aos 120 DAP. Por ser a mesma fonte de N associada com a vinhaça este fato pode demonstrar que a forma de aplicação do fertilizante nitrogenado influencia na característica e na época avaliada. Observa-se também que aos 360 DAP ocorreu uma diminuição em mais de 50% na massa verde do ponteiro em todos os tratamentos. Esta

diminuição na fase final pode ser atribuída à redução no número de plantas, do índice de área foliar e à senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas associado ao déficit hídrico ocorrido no período (figura 1, página 32).

A tabela 15 apresenta os dados referentes à produção da fitomassa total nos diferentes tratamentos e épocas de amostragem. De acordo com a análise estatística, apenas aos 120 DAP constatou-se que para a fitomassa total ocorreu efeito significativo entre os tratamentos. Verificou-se que aos 120 DAP que a contribuição percentual do colmo foi cerca de 70%, a folha com 8% e o ponteiro contribuiu com 22% da fitomassa total. Aos 240 DAP, ocorreu uma contribuição de 77; 5,7 e 18% para o colmo, a folha e o ponteiro, respectivamente. A contribuição percentual aos 360 DAP foi de 87,5; 6 e 6% para colmo, folha e ponteiro, respectivamente.

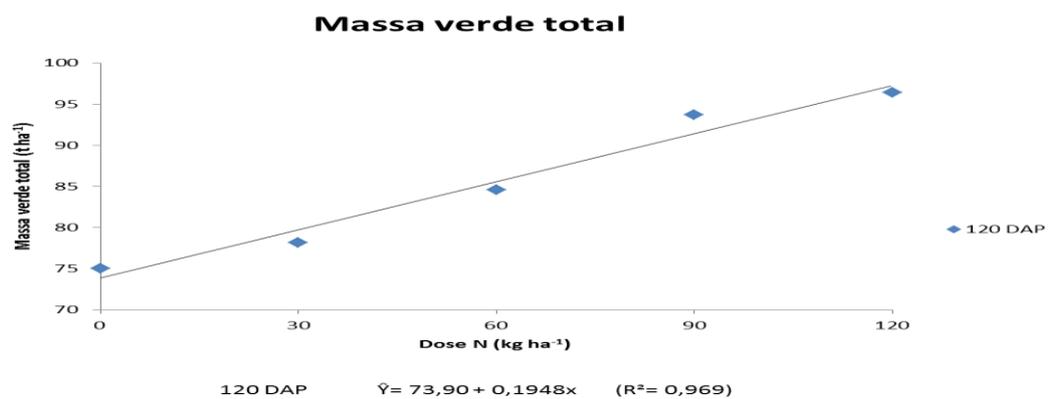
Tabela 15 - Fitomassa total no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em três épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Fitomassa total			
	Abr/2011	Ago/ 2011	Dez/2011	
DAP (Dias)	120	240	360	
-----t ha ⁻¹ -----				
0 kg ha ⁻¹ N	75,0 B	147,7	135,4	
30 kg ha ⁻¹ N	78, 1	152,3	138,0	
60 kg ha ⁻¹ N	84,6 B	166,6	150,8	
90 kg ha ⁻¹ N	84,5	175,8	138,1	
120 kg ha ⁻¹ N	96,4	164,5	141,6	
Vinhaça ¹	91,7 B	164,5	135,9	
Vinhaça + ureia ² diluída	118,7 A	198,3	138,5	
Vinhaça + ureia ² fundo do sulco	97,7 B	167,2	137,8	
Vinhaça + Nitrato de amônio ³	86,2 B	177,2	150,7	
Média	90,3	149,9	140,7	
FV	GL	-----Quadrados Médios-----		
Blocos	3	58,9581ns	342,3658ns	442,7877ns
Tratamentos	8	666,4297**	676,6858ns	233,6994ns
Resíduo	24	159,9962	582,5991	701,1309
CV%		13,8	14,4	18,9

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

A figura 9 mostra quantidade de massa verde total em relação às doses crescentes de N. Verifica-se um aumento na massa verde total com ajustes no modelo linear aos 120 DAP. Não foram encontrados ajustes nos modelos de regressão aos 240 e 360 DAP (tabela 16) evidenciando que as doses crescentes de N não exerceram efeito significativo para o crescimento da fitomassa verde total nas duas últimas épocas avaliadas.

Figura 9 - Massa verde total em função das doses crescentes de N no cultivar RB92579 aos 120 DAP em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Tabela 16 - Equações para a massa verde total no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em 2 épocas de desenvolvimento em Coruripe, Alagoas.

Massa verde total	
Época (DAP)	Equação
240	$\hat{Y} = 162,43$
360	$\hat{Y} = 138,87$

Fonte: Autora, 2012

CONCLUSÕES

De maneira geral, nas condições deste trabalho conclui-se que a aplicação de vinhaça associada ou não ao nitrogênio proporcionou desempenhos bastante variáveis ao longo das épocas estudadas na cana-de-açúcar, e a forma de aplicação do nitrogênio na mesma fonte e mesma quantidade apresentou resultados distintos para cada característica e época estudada.

REFERÊNCIAS

- BEBÉ, F. V. **Atributos agroindustriais, nutricionais e de fertilidade do solo em cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça**. 2011. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- CASTRO, P.R.C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: **Simpósio Internacional de Fisiologia da cana-de-açúcar**, 2000, Piracicaba. Anais. Piracicaba: STAB, 2000. 10p. (CD-ROM).
- COSTA, C. T. S. Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), no quarto ciclo de cultivo. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009a.
- COSTA, J. V. T.; **Adubação verde e Nitrogênio no desenvolvimento e produção da cana-planta**. 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009b.
- DIAS, F.L.F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.
- HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um Método Simples para Estimar a Área Foliar da Cana-de-Açúcar. **Revista STAB –Açúcar, álcool e subprodutos – Piracicaba** v.17 n.5, p.32-34. 1999
- GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, nov. 2001.
- LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: Castro, P. R. C.; Ferreira, S. O.; Yamada, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.1-11.
- MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas in: NOVAIS, R. F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N.F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. (Eds.) **Fertilidade do solo**, 1017p. 2007
- ORLANDO FILHO, J; SILVA, G. M. de A; LEME, E. J. Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar no Brasil. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e Adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba IAA/ Planalsucar, 1983. P. 235-236.
- OLIVEIRA, E. L.et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403. 2009.
- OLIVEIRA, E. C. A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C.; FREITAS, R. B.; **Análise de crescimento em Plantas**. Universidade Federal de Lavras. 2002

RESENDE, A. S. et al. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.937-941, 2006.

SANTOS, V. R. **Crescimento e produção de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo**. Universidade Federal de Alagoas. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2006.

SILVA, M. A., JERONIMO E. M.; LÚCIO, A. D. Perfilamento e produtividade da cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.979-986, ago. 2008.

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar na Região de Coruripe**. 2007. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Botucatu, SP. 1995.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p. 2006

TERUEL, D. A.; BARBIERE, V.; FERRARO JÚNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, p. 93-44, jun. 1997. Edição especial.

TRIVELIN, P. C. O. et al. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.637-646, 2002.

VALE, D. W. **Efeito da aplicação de nitrogênio nos atributos químicos do solo, na nutrição e na produção de cana-de-açúcar**. 120f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

VAN DILLEWIJN, C. Botany of sugarcane. Waltham, **The Chronica Botanica**, 1952. v.1, p.53-58.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31,p.491-498, 2007

WANDELLI, E. V.; MARQUES FILHO, A. O. Medidas de radiação solar e índice de área foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazonica**. v.29,n.1, p.57-78. 1999.

2- RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR ASSOCIADOS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIBE, ALAGOAS

2 RENDIMENTO AGRÍCOLA E TEORES NUTRICIONAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR ASSOCIADOS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E VINHAÇA NA REGIÃO DE CORURIFE, ALAGOAS*

Andrea Avelino da Silva¹, Gilson Moura Filho², José Valdemir Tenório da Costa³, Leila Cruz da Silva⁴

RESUMO

A análise foliar assim como o rendimento agrícola e industrial são pontos muito importantes em se tratando da produção da cana-de-açúcar, pois influenciam diretamente na produtividade desta cultura. O presente estudo teve como objetivo avaliar o rendimento agrícola e os teores nutricionais da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio (fontes ureia e nitrato de amônio) associadas ou não com a vinhaça. Para isso, foi realizado um ensaio em uma área experimental localizada na Fazenda Santo Antônio “A”, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL com o cultivar RB92579 (cana-planta). Foi utilizado o delineamento estatístico de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos foram doses de 0, 30, 60, 90, e 120 kg ha⁻¹ de N (ureia); vinhaça (sem N de fundação); vinhaça + ureia diluída (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + ureia no fundo do sulco (60 kg ha⁻¹ de N) e vinhaça + nitrato de amônio diluído (60 kg ha⁻¹ de N). A quantidade de vinhaça aplicada foi de 60 m³ sendo em área total e o espaçamento foi de fileira simples, com espaçamento entrelinhas de 1 metro. A irrigação utilizada foi por aspersão convencional, com três lâminas de 50 mm cada totalizando 150 mm. Aos 120 dias após o plantio foram coletadas amostras de folhas para análise de macro e micronutrientes e foi realizada a medição indireta da clorofila através do aparelho Minolta SPAD-502. O rendimento agrícola, industrial e as análises tecnológicas da cana-de-açúcar foram realizados por ocasião da colheita. Ocorreu diferença significativa para o rendimento agrícola, sendo o tratamento de 60 kg ha⁻¹ de N o que apresentou a maior produtividade agrícola média (125,5 t ha⁻¹). Não ocorreu influência dos tratamentos nos índices tecnológicos da cana-de-açúcar. O nitrogênio da análise foliar apresentou correlações positivas na produtividade agrícola e industrial e na tonelada de ATR por hectare.

Palavras-chave: Nutrição. Teor foliar de nutrientes. Análise vegetal.

-
1. Engenheira Agrônoma, aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) - CECA/UFAL. andreaavelino@agronoma.eng.br
 2. (Orientador) Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL.
 3. (Coorientador) Engenheiro Agrônomo, Coordenador do Departamento de Mecanização, Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola - S. A. Usina Coruripe – Matriz.
 4. Pesquisadora DCR/FAPEAL/UFAL

*Pesquisa financiada pela CAPES e S.A. Usina Coruripe Açúcar e Álcool.

2 AGRICULTURAL INCOME AND NUTRITIONAL CONTENT OF SUGARCANE ASSOCIATED WITH NITROGEN MANURING AND VINASSE IN REGION OF CORURIFE, ALAGOAS*

Andrea Avelino da Silva¹, Gilson Moura Filho², José Valdemir Tenório da Costa³, Leila Cruz da Silva⁴

ABSTRACT

The foliar analysis as well as the agricultural and industrial yield are very important points in regard to the production of sugar cane, as it directly influences the productivity of the culture of sugar cane. The present study aimed to assess the growth of sugar cane (cultivar RB92579) as a function of the doses of nitrogen (sources in urea and ammonium nitrate) associated with vinasse in plant cane stage in the Region of Coruripe, Alagoas State. For this reason, this was a test in a experimental area located in the Santo Antônio A Farm, both belonging to Usina Coruripe, Coruripe - AL with the cultivar RB92579 (plant-cane). The statistical design used was random blocks with four replications and treatments were doses of 0, 30, 60, 90, and 120 kg ha⁻¹ N (urea), vinasse (without nitrogen of foundation); vinasse + urea diluted (60 kg ha⁻¹ N); vinasse + urea in the bottom of the furrow (60 kg ha⁻¹ N); vinasse + ammonium nitrate diluted (60 kg ha⁻¹ N). The quantity of vinasse applied was 60 m³ being in total area and the spacing was rank simple, with line spacing of 1 meter. The irrigation was used was by conventional aspersion, with three layers of 50 mm each totaling 150 mm. At 120 days after planting were collected leaf samples for analysis of macro and micronutrients and was held in the indirect measurement of chlorophyll through the appliance Minolta SPAD-502. The agricultural income, industrial and technological analysis of sugar cane were performed on the occasion of the harvest. There was a significant difference to the agricultural income, being the treatment of 60 kg N ha⁻¹ showed the increased agricultural productivity average (125.5 t ha⁻¹). The indices technological of sugar cane were not significantly different. The nitrogen foliar analysis showed positive correlations in agricultural productivity and industrial and the tonne of ATR per hectare.

Keywords: Nutrition. Leaf content of nutrients. Plant analysis.

-
1. Engenheira Agrônoma, aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) - CECA/UFAL. andreaavelino@agronoma.eng.br
 2. (Orientador) Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL.
 3. (Coorientador) Engenheiro Agrônomo, Coordenador do Departamento de Mecanização, Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola - S. A. Usina Coruripe - Matriz
 4. Pesquisadora DCR/FAPEAL/UFAL

*Pesquisa financiada pela CAPES e S.A. Usina Coruripe Açúcar e Álcool

2.1 INTRODUÇÃO

O elevado preço do insumo fertilizante faz com que práticas de avaliação das necessidades de adubação da cultura, dentre as quais a diagnose foliar, sejam estudadas e empregadas com maior frequência. No caso da diagnose foliar, a própria planta é utilizada como solução extratora, revelando, portanto, seu estado nutricional através da análise química do tecido vegetal.

A análise química foliar (diagnose foliar) é um método de avaliação do estado nutricional das culturas que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. O motivo pelo qual se analisam as folhas é conhecido: elas são os órgãos que, como regra geral, refletem melhor o estado nutricional. A diagnose foliar consiste, pois, em analisar-se o solo usando a planta como solução extratora (Malavolta et al., 1997).

O uso da análise química foliar é uma ferramenta importante, quando se objetiva melhoria no manejo e eficiência na prática da adubação. Assim, conhecer os aspectos nutricionais, para que estes não sejam fatores limitantes à produção é fundamental para explorar o potencial genético da cultura (Rozane et al., 2008).

Entretanto, em cana-de-açúcar, a diagnose foliar significa o uso da composição química de qualquer tecido vegetal (lâmina foliar, bainha, internódios) para fins de avaliação do estado nutricional da planta e recomendação de adubação sendo assim influenciada por diversos fatores, destacando-se: tipo de folha amostrada, época da amostragem (idade cronológica e idade fisiológica), solo, variedade, etc. Do ponto de vista prático, nas unidades produtoras de cana-de-açúcar do Brasil, a análise química do solo é muito mais utilizada que a diagnose foliar, na avaliação das necessidades de nutrientes pela cultura (Orlando Filho, 1994).

Normalmente, o teor de clorofila na planta é determinado em laboratório, seguindo-se procedimento tradicional, implicando em colheita destrutiva e longo período de tempo. Com o advento de medidores portáteis, tem sido possível caracterizar o verde da folha por um valor digital, no equipamento portátil chamado de clorofilômetro (Fontes, 2001). Ainda segundo Fontes (2001), os valores numéricos fornecidos pelo clorofilômetro portátil em contato com as folhas são usados como indicativos dos teores de clorofila, podendo ser utilizados como critério de avaliação do estado nutricional da planta em relação ao nitrogênio. Um desses clorofilômetros é o SPAD-502 da Minolta. Didonet (2005) menciona que este aparelho quantifica o teor de N na planta de forma não destrutiva, pois mede apenas a intensidade de luz na faixa de 650 nm que é refletida pela folha. Por isso, pode ser uma ferramenta

importante na determinação da necessidade de complementação de adubação nitrogenada. A relação da leitura SPAD (Soil Plant Analysis Development) e do teor de N é atribuída principalmente ao fato de 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de compostos associadas aos cloroplastos e ao conteúdo de clorofila das folhas (Chapman & Barreto, 1997). Este equipamento vem sendo utilizado por alguns autores para determinação do teor de clorofila e nitrogênio nas folhas em algumas culturas como milho (Argenta et al., 2002) e (Zotarelli et al., 2003); aveia (Wolff & Floss, 2008); feijoeiro (Sant'Ana, 2010) e frutíferas (Jesus & Marengo, 2008).

Entre os fertilizantes, o nitrogenado é o mais importante e também o mais limitante para o crescimento das plantas e a produtividade agrícola. O teor de nitrogênio na folha está relacionado com o teor de clorofila e indiretamente a um dos processos fisiológicos básicos das plantas: a fotossíntese (Haboudane et al., 2002).

Além de aumentar a produtividade de colmos de cana-de-açúcar, a adubação nitrogenada de plantio pode ainda gerar efeito sinérgico na absorção de outros nutrientes. Por outro lado, durante a senescência das folhas as proteínas dos cloroplastos são degradadas, e frações de nitrogênio podem ser deslocadas via floema para outros órgãos das plantas, tais como raízes e rizomas (Feller e Fischer, 1994). Esse mecanismo poderá contar também com a contribuição de outros elementos, entre eles os macronutrientes móveis no floema (P, K e Mg).

Dentre os resíduos gerados na indústria da cana-de-açúcar a vinhaça merece destaque por ser produzido em altas quantidades e também por ser altamente poluente nos corpos hídricos, por apresentar altos teores de matéria orgânica. Bébé (2011) menciona que a aplicação de doses elevadas de vinhaça pode promover o desbalanceamento de cátions, principalmente cálcio+magnésio e potássio no solo o que vem a interferir no desenvolvimento da planta e afetar negativamente o teor de açúcar e o rendimento do álcool.

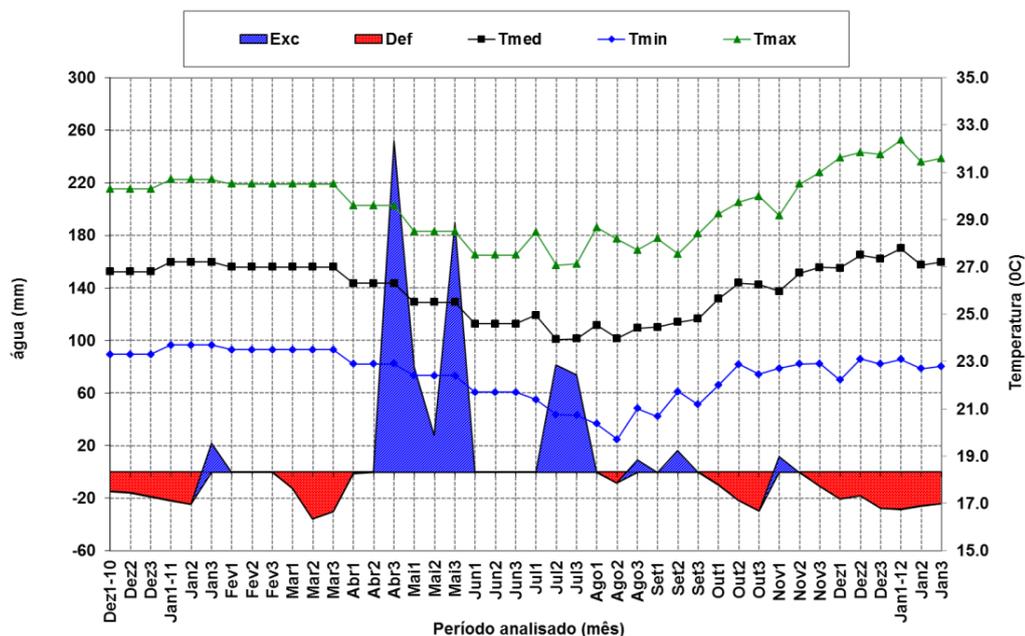
Por outro lado, segundo Paulino et al. (2002) a aplicação da vinhaça no canavial, como fertirrigação, é prática muito difundida entre as usinas e destilarias brasileiras. O uso da vinhaça traz resultados positivos na produtividade agrícola da cana, além de gerar economia na aquisição de fertilizantes (Penatti et al., 1988). Freire e Cortez (2000) citam que a vinhaça proporciona benefícios biológicos, físicos e químicos ao solo, refletindo em maiores produtividades. Entretanto, se aplicada em excesso, pode causar sérias alterações na qualidade da matéria-prima para a indústria, como a diminuição da qualidade tecnológica do caldo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional por meio da análise foliar no cultivar RB92579, os teores de nutrientes e as análises tecnológicas da cana-de-açúcar sob adubação nitrogenada e vinhaça na região de Coruripe, Estado de Alagoas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 16 de Dezembro de 2010 (plantio de verão) em uma área experimental localizada na Fazenda Santo Antônio “A”, Bloco Lagoa do Terêncio – Talhão 15, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe – AL. A colheita foi realizada no dia 06 de Janeiro de 2012. As coordenadas da área são: S 10° 08’ 44,4” de latitude, W 36° 17’ 83,9” de longitude e altitude 83,9 m do nível do mar. A temperatura característica da região média é de 26°C, com média das máximas de 29,8°C e média das mínimas de 21°C e a média da umidade relativa do ar máxima de 95% e mínima de 65%. A precipitação média anual é de 1500 mm.

Figura 1 - Balanço hídrico sequencial (déficit e excesso) e temperatura média, máxima e mínima a cada dez dias para o período de dezembro/2010 a janeiro 2012. Fazenda Santo Antônio “A”, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2012

Foi utilizado apenas a variedade RB92579 (de maturação média), uma das mais plantadas na unidade canavieira. Cada parcela constituiu-se de 7 linhas com 15 metros de

comprimento e espaçamento entre linhas de 1 m, resultando numa área de 105 m² por parcela. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Os tratamentos foram doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg de N (ureia) por hectare; vinhaça (sem N); vinhaça + ureia diluída (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + ureia no fundo do sulco (60 kg ha⁻¹ de N); vinhaça + nitrato de amônio (60 kg ha⁻¹ de N diluído na vinhaça). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrócoeso típico, A moderado textura arenosa/argilosa, relevo plano (SiBCS, 2006). Foram feitas amostragens de solo, onde as características do mesmo na época de plantio (dezembro/2010) na camada de 0-20 cm foram: pH= 6,5; P= 119,4 mg dm⁻³; Ca + Mg= 3,13 cmol_c dm⁻³; Ca= 2,23 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,9 cmol_c dm⁻³; K= 0,03 cmol_c dm⁻³; Na= 0,03 cmol_c dm⁻³; Al= 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al= 2,13 cmol_c dm⁻³ e M.O.= 10,6% e na camada de 20-40 cm foram pH= 6,13; P= 39,2 mg dm⁻³; Ca + Mg= 2,53 cmol_c dm⁻³; Ca= 1,8 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,73 cmol_c dm⁻³; K= 0,1 cmol_c dm⁻³; Na= 0,02 cmol_c dm⁻³; Al= 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al= 2,3 cmol_c dm⁻³ e M.O.= 10,6 %.

As atividades pré-plantio foram aplicação de calcário (para correção do pH), gradagem para retirada de restos culturais; após 7 dias a segunda gradagem; uma subsolagem (após 7 dias da segunda gradagem) e sulcamento (após 7 dias da subsolagem). O sistema de plantio foi o manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados 5 toletes com três gemas por cada metro linear (15 gemas por metro linear) totalizando assim 525 toletes por parcela. Foram feitas aplicações de 36 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e com 140 kg ha⁻¹ de K₂O (exceto as parcelas que houve a aplicação de vinhaça, sendo esta a fonte de Potássio). Estas adubações foram baseadas na análise de solo. As fontes de fertilizante nitrogenado utilizados foram a ureia (7 tratamentos) e o nitrato de amônio (1 tratamento). Para o controle de plantas daninhas foram realizadas capinas manuais periodicamente. A irrigação utilizada foi por aspersão convencional, sendo aplicadas três lâminas de 50 mm cada totalizando 150 mm.

A aplicação da vinhaça nas foi realizada em área total, com o auxílio de um regador com capacidade de 12 litros. A quantidade aplicada foi de 60 m³ ha⁻¹ (lâmina de 6 mm ha⁻¹)

Para a análise foliar, foi coletada no início da estação chuvosa (aos 120 dias após o plantio) a folha +3 com primeira lígula, onde foram escolhidas nas três linhas centrais de cada parcela aleatoriamente 21 folhas por parcela (7 folhas por linha), onde nessa folha foi utilizado como amostra o terço mediano, excluindo-se a nervura principal conforme método descrito por Malavolta et al (1997). Após a coleta das folhas, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada

a 65°C até peso constante, moídas em moinho tipo Willey sendo posteriormente quantificados os valores dos macro e micronutrientes, segundo o método descrito por Malavolta et al. (1997), onde o N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método semi-Kjeldahl. O P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados pela digestão nítrico-perclórica. O K, Ca, Mg, Mn e Zn foram extraídos por espectrofotometria de absorção atômica, o S por turbidimetria de sulfato de bário, o Fe e o Cu pela colorimetria (O-fenatrolina) e o B por digestão via seca.

Aos 120 DAP também foi efetuada a medida indireta do teor de clorofila utilizando aparelho Minolta SPAD-502 relacionando o teor de clorofila medido com o teor deste nutriente. Na área demarcada de cada parcela foram selecionadas 10 plantas, onde o aparelho foi posicionado no terço médio da folha +3 entre a nervura principal e a borda da folha. Foram realizadas 6 leituras e dessas foi obtida a média para cada folha determinada pelo próprio equipamento.

Por ocasião da colheita (aos 12 meses) foram coletadas amostras onde foi avaliada a qualidade da cana através da análise tecnológica. As variáveis analisadas foram peso, TCH (tonelada de cana por hectare), calculada através da transformação da massa da parcela em tonelada por hectare, TAH (toneladas de açúcar por hectare), Brix (teor de sólidos solúveis por cento, em peso no caldo), Pol (teor de sacarose aparente por cento em peso de caldo), pureza (porcentagem de pol em relação ao brix), a % de fibra, a quantidade de ATR (açúcares totais recuperáveis), PC (pol da cana-de-açúcar). O TPH foi obtido pela expressão $(TCH \times PC/100)$. Estas variáveis foram aferidas de acordo com a recomendação de avaliação contida na cartilha do Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool dos Estados de Alagoas e Sergipe (Consecana-AL/SE 2006/2007). Estas análises foram realizadas no laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento da Usina Coruripe – Matriz.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG 5.0, onde para as doses de N foi utilizada a regressão, e para os tratamentos de vinhaça associados com N foi utilizado o teste de média (Scott-Knott a 5%). A escolha do modelo de regressão para as doses de N em função das variáveis estudadas foi baseada na significância da equação e no maior valor do coeficiente de correlação (R^2).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade agrícola, rendimento industrial da cana-de-açúcar e a tonelada de açúcar total recuperável por hectare encontram-se na tabela 1. Observa-se que o tratamento de 60 kg ha⁻¹ de ureia foi o que proporcionou o melhor resultado para a produtividade agrícola (125,5 t ha⁻¹) e sem a adubação nitrogenada não passou de 100 t ha⁻¹. Entre os tratamentos de vinhaça + nitrogênio, o tratamento de vinhaça + ureia diluída foi o que apresentou a maior média (122,9 t ha⁻¹). Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos para a produtividade agrícola da cana-de-açúcar, mostrando que a aplicação de N (nas fontes ureia e nitrato de amônio) associadas ou não com a vinhaça influenciaram na produção de colmos.

Tabela 1 - Produtividade Agrícola (TCH), Produtividade Industrial (TPH), no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça na em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Parâmetros de Produtividade da cana-de-açúcar		
	TCH	TPH	TATRH
	-----t ha ⁻¹ -----		
0 kg ha ⁻¹ N	98,1 A	15,6	15,2
30 kg ha ⁻¹ N	115,6	16,7	16,4
60 kg ha ⁻¹ N	125,5 A	18,7	18,2
90 kg ha ⁻¹ N	123,5	18,4	17,9
120 kg ha ⁻¹ N	120,3	18,5	18,9
Vinhaça ¹	107,6 A	17,9	17,4
Vinhaça+ureia ² diluída	122,9 A	19,5	18,9
Vinhaça+ureia ² fundo do sulco	113,8 A	18,5	17,9
Vinhaça + Nitrato de amônio ³	122,2 A	19,7	19,2
Média	116,5	18,1	17,7
Blocos	87,6178 ns	4,1627 ns	3,6409 ns
Tratamentos	320,5682 *	6,7140 ns	6,3057 ns
Resíduo	134,4904	5,0759	4,5248
CV (%)	9,9	12,3	12,0

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- Sem N de fundação; 2 - 60 kg ha⁻¹ N; 3- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Em relação ao rendimento industrial da cana-de-açúcar, verificou-se que os tratamentos de vinhaça + ureia diluída e vinhaça + nitrato de amônio diluído apesar de não apresentarem diferença estatística obtiveram os maiores rendimentos industriais médios (19,7 t ha⁻¹ e 19,5 t ha⁻¹). O tratamento de vinhaça (sem N de fundação) comparado com a

testemunha (0 t ha⁻¹ de ureia) apresentou maior rendimento industrial (17,9 t ha⁻¹ e 15,6 t ha⁻¹ respectivamente). Com relação aos tratamentos de 60 t ha⁻¹ de N e o de vinhaça + ureia no fundo do sulco, estes apresentaram médias intermediárias (18,5 t ha⁻¹ e 18,7 t ha⁻¹). As fontes de nitrogênio associadas com vinhaça não influenciaram o rendimento industrial da cana-de-açúcar.

Apesar de não apresentar diferenças estatísticas, para a tonelada de açúcar total recuperável por hectare constatou-se que o tratamento vinhaça + nitrato de amônio diluído foi o que produziu a maior quantidade média de açúcar total recuperável por hectare colhido (19,2 t ha⁻¹) seguido do tratamento de vinhaça + ureia diluída (18,9 t ha⁻¹). A testemunha apresentou a menor quantidade média (15,2 t ha⁻¹), juntamente com o tratamento de vinhaça (sem N de fundação), que apresentou a média de 17,4 t ha⁻¹. Não houve influência das fontes de nitrogênio associadas ou não com vinhaça em relação à tonelada de açúcar total recuperável por tonelada.

Na produtividade agrícola em função das doses crescentes de N (figura 2) observa-se que para o TCH houve um aumento com ajuste quadrático com a dose máxima de 81,1 kg ha⁻¹ proporcionando a produtividade máxima de 126,2 t ha⁻¹. O TPH (figura 3) apresentou um acréscimo com ajuste linear mostrando a tendência do aumento da tonelada de Pol com o aumento das doses de N. A tonelada de ATR por hectare (figura 4) também apresentou comportamento linear.

Figura 2 - Produtividade agrícola da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas

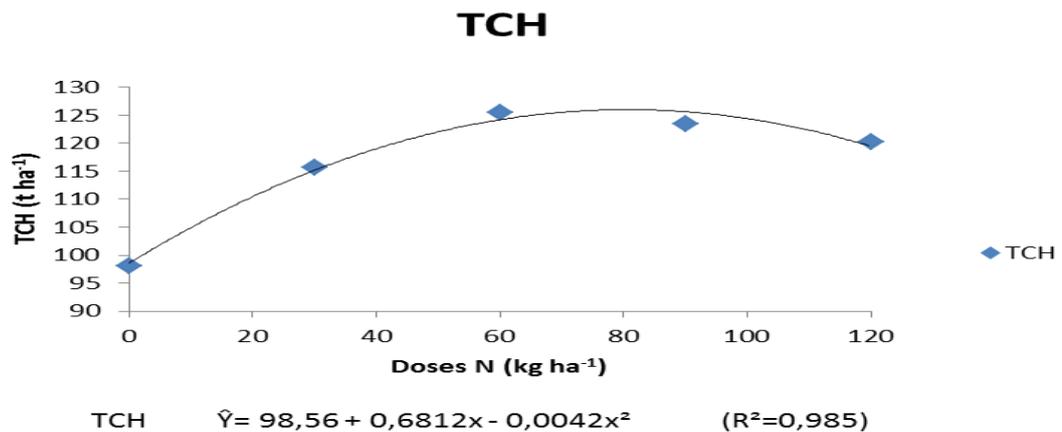
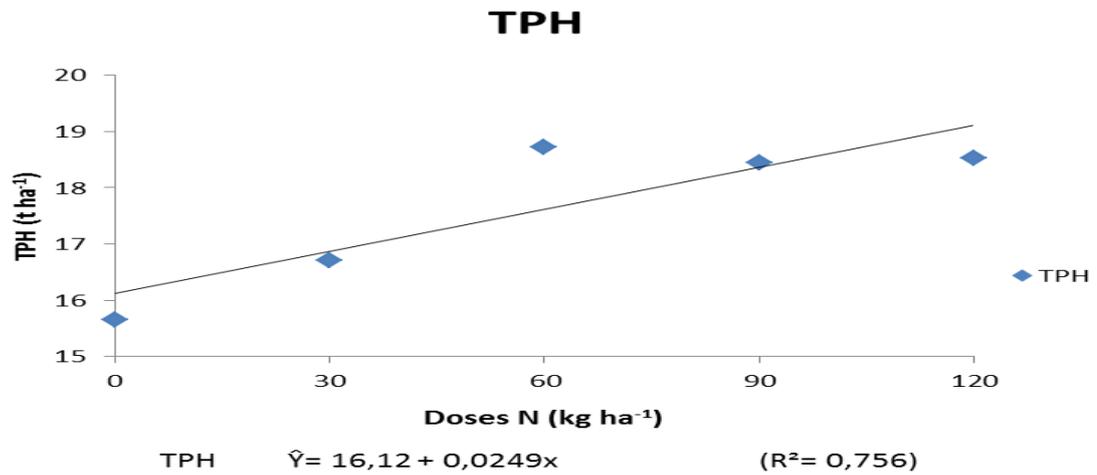
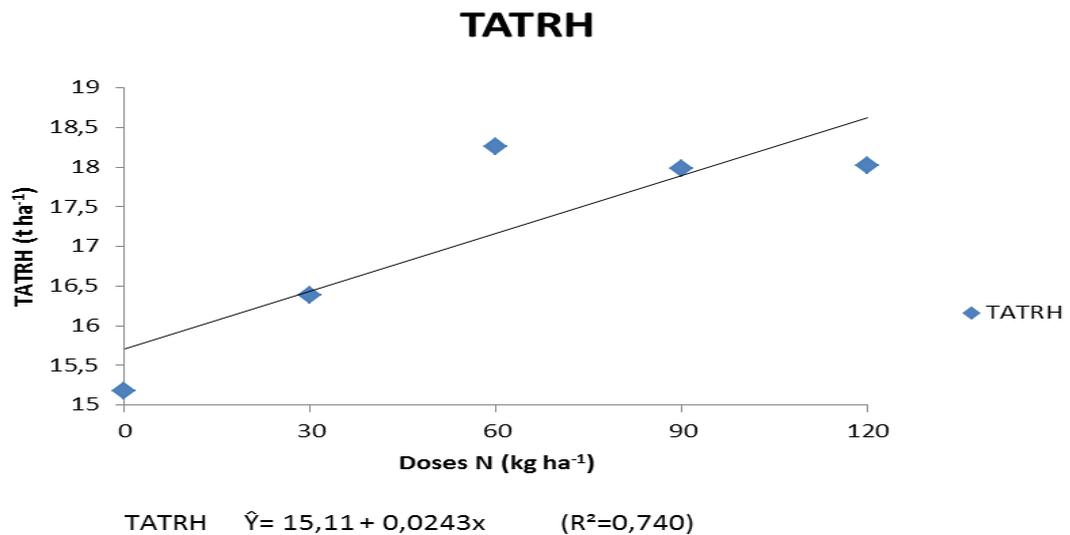


Figura 3 - Produtividade industrial da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Figura 4- Tonelada de açúcar total recuperável da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Em relação aos índices tecnológicos da cana-de-açúcar (tabela 2) observa-se que não ocorreu diferença significativa para estes índices entre os tratamentos avaliados mostrando que não houve a influência dos tratamentos nas características tecnológicas da cana-de-açúcar. Segundo Marques et al. (2001), valores inferiores a 18, 15,3 e 85% para Brix, Pol e pureza, respectivamente e valor superior a 1% para AR indicam que a cultura está imatura para a colheita, diferente do ocorrido no presente trabalho, onde os valores para estas variáveis foram superiores ao do autor mencionado.

Tabela 2 - Índices Tecnológicos da cana-de-açúcar [Sacarose aparente (PC), Brix, POL, Pureza, Fibra e Açúcares redutores] no cultivar RB92579 em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça em Coruripe, Alagoas

Tratamentos	Índices Tecnológicos da Cana-de-açúcar							
	PC	Brix	POL	Pureza	Fibra	AR	ATR	
	-----%-----						kg t ⁻¹	
0 kg ha ⁻¹ N	15,9	20,4	18,4	91,6	12,2	0,7	154,7	
30 kg ha ⁻¹ N	14,4	19,5	17,1	87,0	12,1	0,6	141,4	
60 kg ha ⁻¹ N	14,7	19,6	17,6	89,4	12,4	0,6	144,4	
90 kg ha ⁻¹ N	14,9	19,7	17,8	89,9	12,3	0,6	146,0	
120 kg ha ⁻¹ N	15,4	20,3	18,4	90,8	12,7	0,56	150,1	
Vinhaça	16,6	21,7	19,7	90,7	12,0	0,6	161,6	
Vinhaça+ureia ¹ diluída	15,9	21,0	19,0	90,6	12,6	0,6	154,8	
Vinhaça+ureia ¹ fundo do sulco	16,2	21,3	19,2	90,6	12,4	0,6	157,8	
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	16,1	21,3	19,2	90,6	12,5	0,6	157,1	
Média	15,5	20,5	18,4	90,1	12,3	0,6	151,9	
FV	GL	-----Quadrados Médios-----						
Blocos	3	1,6182 ns	1,9588 ns	2,3700 ns	2,7715 ns	0,4255 ns	0,0038 ns	129,1745 ns
Tratamentos	8	2,2878 ns	2,5987 ns	3,1184 ns	6,9566 ns	1,6322 ns	0,0061 ns	187,8361 ns
Resíduo	24	1,2953	1,6060	2,0763	4,4725	0,2597	0,0034	104,9457
CV (%)		7,3	6,1	7,7	2,3	4,1	9,3	6,7

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10 % de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 %; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012.

Resende et al (2006) trabalhando com o cultivar CB 45-3 em dois ciclos de cultivo (fases) utilizando nitrogênio (ureia) e vinhaça verificou que somente a aplicação de fertilizante nitrogenado influenciou, de forma significativa as características tecnológicas da cana-de-açúcar, tendo reduzido os teores de Brix, Pol, fibra e PCC na primeira fase; PCC na segunda fase e Brix, Pol e PCC na média geral do experimento.

Prado e Pancelli (2006) trabalhando com nutrição nitrogenada e doses crescentes de N (ureia) na socaria verificaram que não houve efeito significativo dos tratamentos na qualidade tecnológica dos colmos em relação às doses crescentes de N na primeira soqueira, corroborando com Costa et al. (2003), que verificaram que a adubação nitrogenada (100 kg ha⁻¹) não afetou a qualidade tecnológica da cana de açúcar. Ainda, segundo Prado e Pancelli (2006), a ausência de efeitos significativos no rendimento do açúcar, deve-se ao fato de que os tratamentos não afetaram no rendimento de colmos.

O Brix da cana-de-açúcar se manteve acima dos 18 % em todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos de vinhaça, que obtiveram os maiores percentuais médios em relação à testemunha e a dose de 60 kg ha⁻¹ (em torno de 21%), sendo que o tratamento de vinhaça (sem N de fundação) obteve o maior percentual médio (21,7 %). A sacarose aparente (PC) apresentou percentuais médios acima dos 13%, destacando-se os tratamentos que receberam vinhaça com ou sem a complementação de nitrogênio (nas fontes ureia e nitrato de amônio), que obtiveram os maiores percentuais médios de PC (por volta dos 16 %). O POL da cana-de-açúcar também apresentou os maiores percentuais médios para os tratamentos de vinhaça, destacando-se o tratamento de vinhaça (sem N de fundação).

Para a porcentagem de pureza do caldo, observou-se que o tratamento que apresentou o maior percentual médio foi a testemunha (91,6 %), seguido de todos os tratamentos de vinhaça, que apresentaram em torno de 90 % de pureza. Valores semelhantes ao do presente estudo foram encontrados por Bebé (2011), que trabalhando com a variedade RB92579 considerou os valores de 85 a 90% como de pureza média a alta, evidenciando alta concentração de sacarose e outros açúcares. Com relação à porcentagem de fibra, todos os tratamentos apresentaram percentuais médios em torno dos 12 %. A cana-de-açúcar apresentou a maior porcentagem de açúcares redutores para a testemunha (0,7 %). O tratamento de 60 kg ha⁻¹ de ureia e os tratamentos de vinhaça apresentaram as mesmas porcentagens médias (0,6%).

Na quantidade de açúcar total recuperável, foi verificado que cada tonelada de cana recuperou em média 155 kg de açúcar. No entanto, entre os tratamentos o que mais recuperou açúcar foi de vinhaça (sem N de fundação), com um ganho de mais de 5 kg t⁻¹ de ATR em

relação à testemunha, onde também não houve adubação nitrogenada. Constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que os tratamentos de N (ureia e nitrato de amônio) associados ou não com vinhaça não exerceram influências para o ATR. Co Junior et al. (2008) estudando doses de lodo de esgoto como fonte de N e vinhaça como fonte de K aplicadas em latossolo encontraram valores de ATR variando de 158,7 a 160,9 kg t⁻¹, valores aproximados ao do presente estudo.

Em relação aos índices tecnológicos (PC, Brix, Pol e Fibra) e as doses crescentes de N (tabela 3) não foram observados reajustes nos modelos de regressão para estes índices, mostrando que não houve influência das doses de N (ureia) para tais parâmetros.

Tabela 3 - Equações para os índices tecnológicos da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas

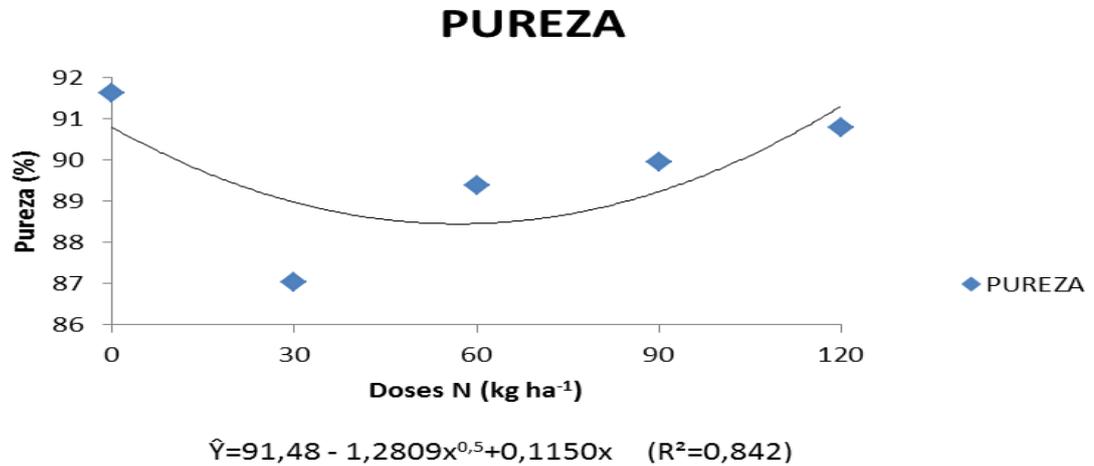
Índice	Equação
PC	$\hat{Y} = 15,12$
Brix	$\hat{Y} = 19,93$
Pol	$\hat{Y} = 17,93$
Fibra	$\hat{Y} = 12,38$

Fonte: Autora (2012)

A ausência de resposta à adubação nitrogenada ocorre em grande número de experimentos em cana-planta não apresentaram resposta em produtividade ao nitrogênio, o que se têm atribuído à fixação biológica do N atmosférico; às perdas por lixiviação do N-fertilizante; ao vigor do sistema radicular da cana-planta comparada ao de soqueiras; às condições climáticas, como temperatura e pluviosidade; à melhoria da fertilidade do solo após a reforma dos canaviais, associada à calagem, ao preparo mecânico e à incorporação de restos da cultura anterior e adubação verde (Azeredo et al., 1986; Carnaúba, 1989; Olando Filho et al., 1999; Urquiaga et al., 1992) apud Costa (2009).

A porcentagem de pureza (figura 5) apresentou um decréscimo de comportamento raiz quadrático, onde a dose de 31,01 kg ha⁻¹ foi a que proporcionou o menor porcentagem de pureza no caldo (87,91%).

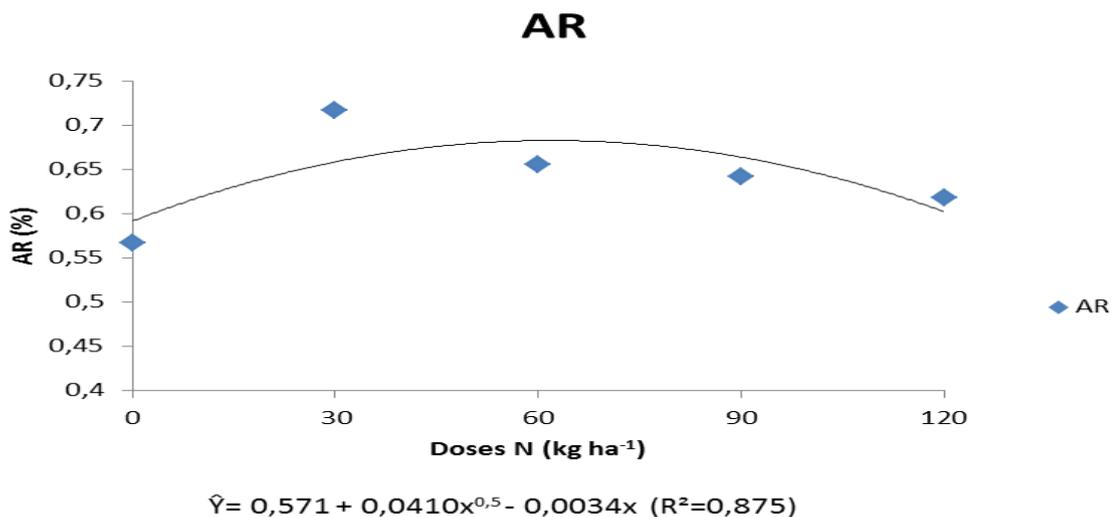
Figura 5 - Porcentagem de pureza no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

A porcentagem de açúcares redutores em relação às doses de N (figura 7) apresentou aumento com ajustes no modelo raiz quadrático onde a dose de 34,6 kg ha⁻¹ proporcionou uma porcentagem de açúcares redutores máxima de 0,7%.

Figura 6 - Porcentagem de açúcares redutores no cultivar RB92579 em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2012

Resende et al. (2006) trabalhando com adubação nitrogenada (ureia) uma zona da mata de Pernambuco verificaram em seu trabalho que apenas a aplicação do fertilizante nitrogenado influenciou de forma significativa as características tecnológicas da cana-de-açúcar e que ocorreu efeito positivo da aplicação de fertilizante nitrogenado foi maior do que seu efeito em reduzir os teores de açúcar do caldo.

Os teores médios de macronutrientes na folha +3 do cultivar RB92579 e a leitura SPAD encontram-se na tabela 3.

Tabela 4 - Teores de macronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça no início da estação chuvosa em Coruripe, Alagoas

		LSPAD ³	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamentos		-----g kg ⁻¹ -----						
	0 kg ha ⁻¹ N	34,7 B	17,07 D	1,84	11,60	10,50 A	1,69 B	0,83 A
	30 kg ha ⁻¹ N	35,4	18,75	1,88	13,42	7,55	2,01	0,88
	60 kg ha ⁻¹ N	37,2 A	21,25 B	1,95	12,47	7,46 B	1,52 B	0,87 A
	90 kg ha ⁻¹ N	38,0	22,50	1,92	12,22	4,62	1,67	0,88
	120 kg ha ⁻¹ N	39,1	23,92	1,91	12,82	4,18	1,54	0,71
	Vinhaça	33,9 B	19,05 C	2,02	13,22	3,92 C	1,50 B	0,93 A
	Vinhaça+ureia ² diluída	38,4 A	20,62 C	1,85	12,95	3,39 D	1,59 B	0,93 A
	Vinhaça+ureia ² fundo do sulco	36,6 A	20,25 C	1,88	13,55	3,32 D	1,65 B	0,81 A
	Vinhaça + Nitrato de amônio ³	37,5 A	19,75 C	1,78	11,45	2,90 D	1,40 B	0,84 A
	Média	36,7	20,2	1,8	12,6	5,3	1,4	0,8
FV		-----Quadrados Médios-----						
Blocos	3	3,8128 °	0,6343 ^{ns}	0,0230 ^{ns}	2,1755 ^{ns}	2,0272*	0,0044 ^{ns}	0,0031 ^{ns}
Tratamentos	8	12,1694**	16,8171**	0,0185 ^{ns}	2,3074 ^{ns}	26,8515**	0,1176**	0,1766*
Resíduo	24	1,4670	1,1453	0,0118	1,2798	0,6010	0,0284	0,0065
CV (%)		3,3	5,2	5,7	8,9	14,5	10,4	9,4

** , * , ° , ^{ns} significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça; 3- Leitura de SPAD. Fonte: Autora, 2012.

Observa-se que o nitrogênio foi o nutriente onde obteve os maiores teores foliares médios, com destaque para o tratamento de vinhaça + ureia diluída, que obteve o maior teor foliar médio (20,62 g kg⁻¹). O teor foliar da testemunha apresentou o menor índice (17,07 g kg⁻¹), diferente do tratamento de vinhaça sem N de fundação, onde o mesmo apresentou

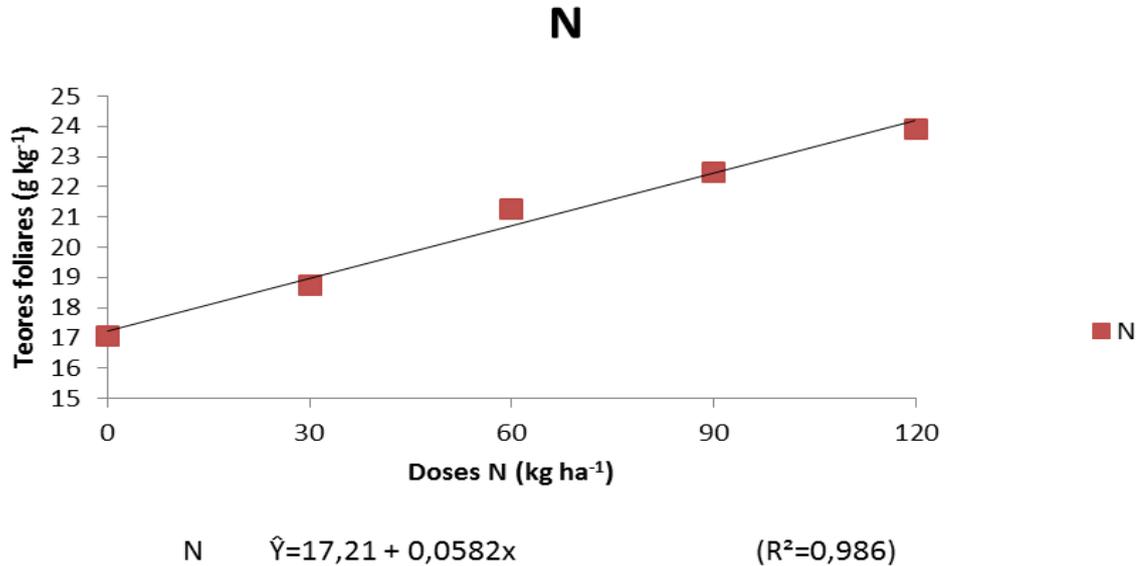
concentração maior deste nutriente ($19,05 \text{ g kg}^{-1}$). De maneira geral observa-se que houve efeito significativo nos teores de foliares de N, Ca, Mg e S aos 120 DAP. Verifica-se que ocorreu efeito significativo da leitura SPAD entre os tratamentos, assim como ocorreu diferença significativa no teor foliar de N. Por outro lado, Vale (2009), trabalhando com diferentes doses de N verificou que não houve efeito significativo da leitura SPAD com o aumento da aplicação de N, possivelmente porque a aplicação de N não promoveu diferenças significativas que fossem perceptíveis pela leitura SPAD.

Em relação ao teor foliar de fósforo, obteve-se um valor médio de $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ com destaque para o tratamento de vinhaça (sem N de fundação) que apresentou a maior quantidade média de P foliar ($2,02 \text{ g kg}^{-1}$). Os teores médios de K foram de $12,6 \text{ g kg}^{-1}$ sendo o tratamento de vinhaça + ureia no fundo do sulco o que apresentou o maior teor foliar de K ($13,55 \text{ g kg}^{-1}$). Os valores dos teores foliares de K obtidos neste estudo foram semelhantes aos verificados por Gallo et al. (1962), Korndorfer e Alcarde (1992) e Prado et al. (2002). Para o Ca, Mg e S houve diferença significativa entre os tratamentos de vinhaça (com ou sem complementação de N), a testemunha e a dose de 60 kg ha^{-1} , indicando que para os teores foliares destes nutrientes os tratamentos se comportaram de maneira diferente.

De maneira geral, observa-se que os teores médios foliares de N ($20,2 \text{ g kg}^{-1}$) encontram-se na faixa adequada segundo Malavolta et al. (1997) e Rajj et al (1996) . Para o P, K, Ca, Mg e S (1,6; 12,6; 5,3; 1,4 e 0,8) segundo estes mesmos autores não se encontram dentro da faixa adequada.

A relação entre os teores foliares de Nitrogênio e as doses de N encontram-se na figura 7. O Nitrogênio apresentou aumento com ajuste linear. Aplicando-se o valor de $81,1 \text{ kg ha}^{-1}$ (a dose máxima que proporcionou a maior produtividade de colmos por hectare) na equação da figura 7 foi verificado que o nível crítico do teor de N foliar foi de $21,9 \text{ g kg}^{-1}$, mostrando que a concentração do nutriente acima deste nível crítico não haverá (pouco provável) resposta de performance da planta e abaixo do nível há uma possibilidade de melhor resposta. De acordo com Malavolta (1997), o valor do nível crítico foliar de N encontra-se dentro da faixa adequada. Para o fósforo e o magnésio não foram encontrados ajustes nos modelos de regressão, mostrando que nas condições do presente estudo as doses de N aplicadas não influenciaram no teor foliar destes macronutrientes.

Figura 7 - Teores foliares de Nitrogênio na folha +3 da cana-de-açúcar no cultivar RB92579 no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

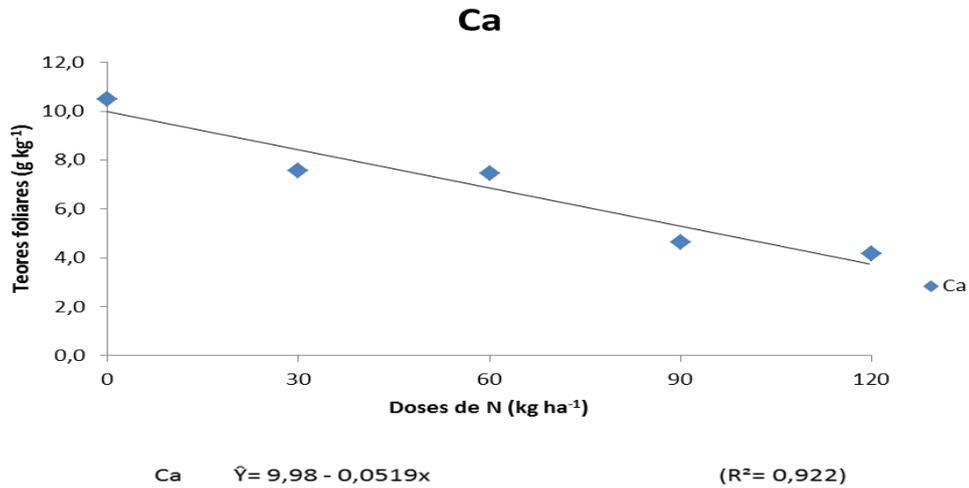
Tabela 5 - Equações para os teores de Fósforo e Potássio na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.

Macronutriente	Equação
P	$\hat{Y}= 1,90$
K	$\hat{Y}= 12,51$

Fonte: Autora, 2012

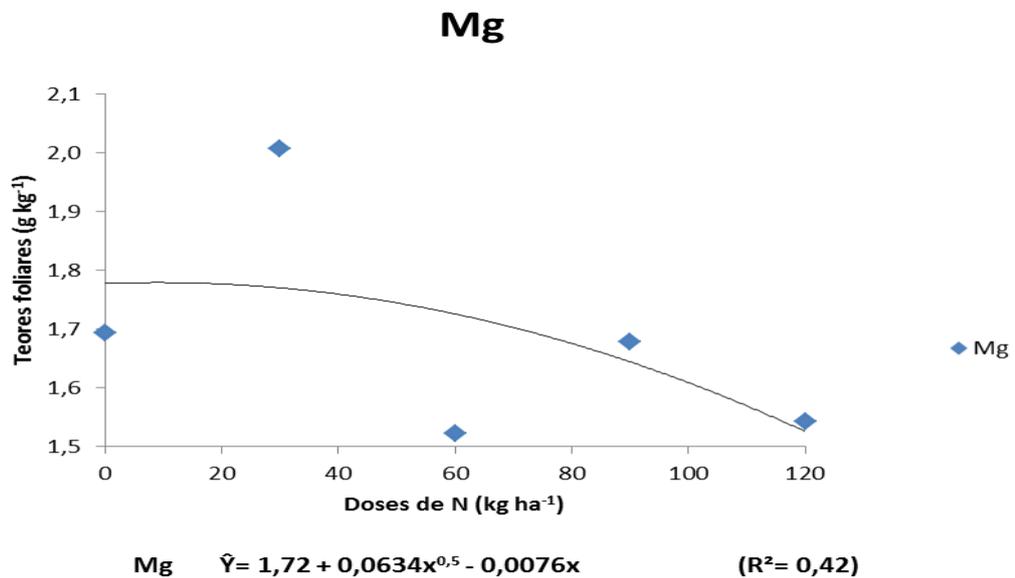
As doses de N provocaram decréscimo com ajuste linear no teor foliar de cálcio, (figura 8) e acréscimo com ajuste raiz quadrático no teor de magnésio aos 120 DAP (figura 9) sendo a dose de 1,74 kg ha⁻¹ a que proporcionou o maior teor foliar do nutriente (1,79 g kg⁻¹). Para o enxofre (figura 10), ocorreu uma diminuição com ajuste quadrático, sendo a dose de 48,4 kg ha⁻¹ a responsável pelo maior teor foliar do macronutriente (0,905 g kg⁻¹).

Figura 8- Teores foliares de Cálcio na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



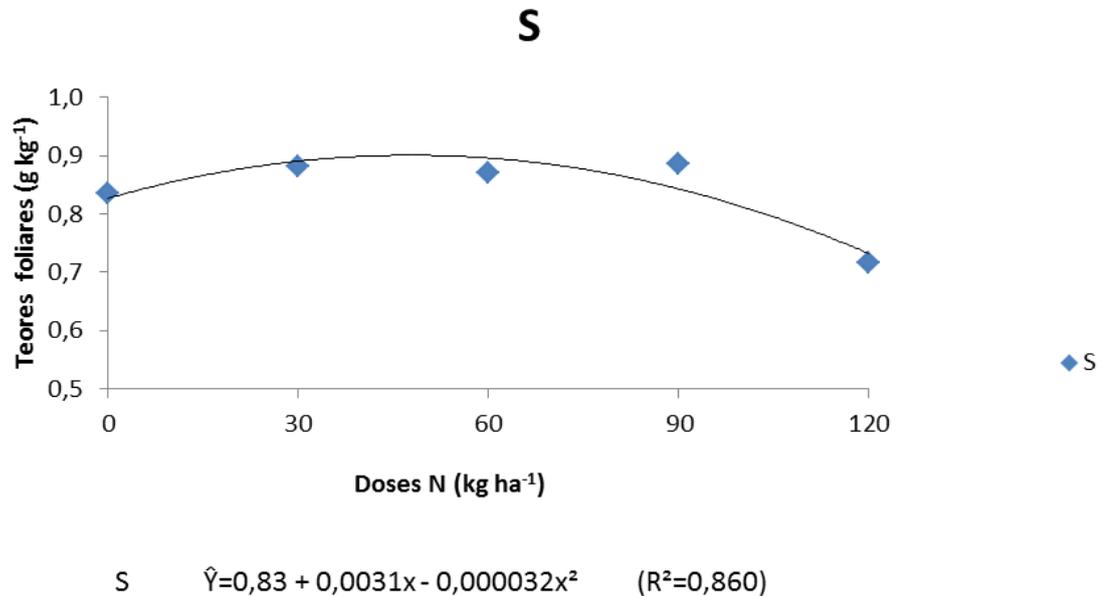
Fonte: Autora, 2012

Figura 9 - Teores foliares de Magnésio na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

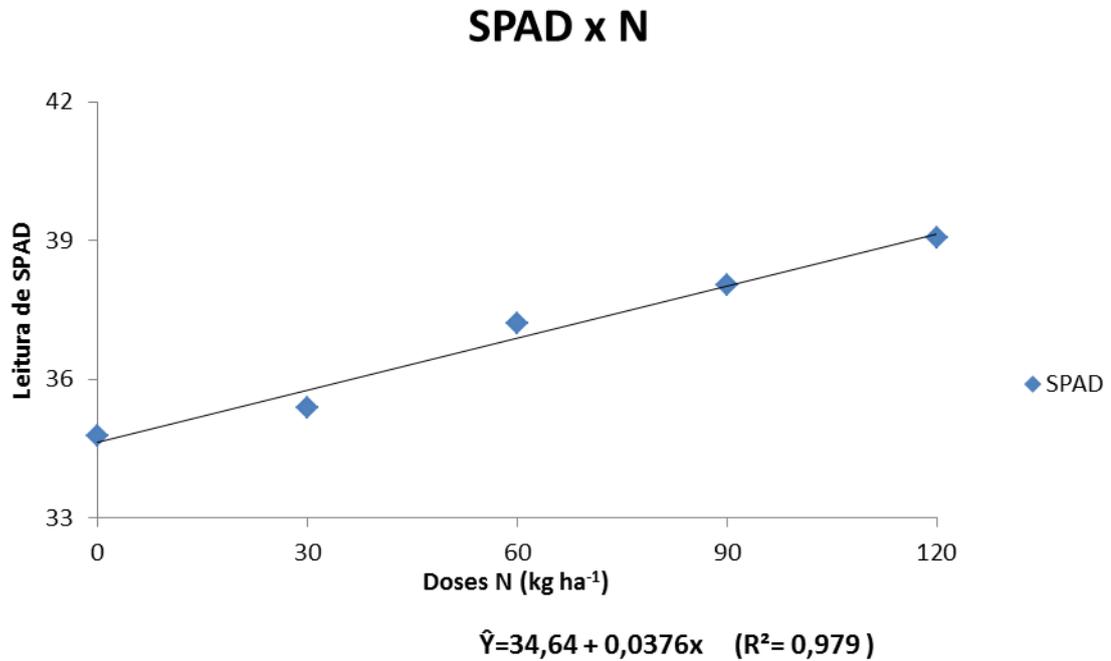
Figura 10 - Teores foliares de Enxofre na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Para a leitura SPAD em relação as doses de N (Figura 11) houve um acréscimo com ajuste linear na folha +3 da cana-de-açúcar. Substituindo o valor da dose de nitrogênio que proporcionou a produtividade máxima de colmos na equação da figura 11 (SPAD x Doses N), verifica-se que o limite (nível crítico) da leitura SPAD foi de 37,7 kg ha⁻¹, o que equivale ao nível crítico do teor foliar de nitrogênio (21,9 kg ha⁻¹). Com isto, mostra-se que pela medida indireta do teor de clorofila através do SPAD têm se a possibilidade de verificar se a cultura com que se está trabalhando encontra-se ou não deficiente do nutriente em questão. Segundo Fontes (2001) admite-se, portanto, ser possível a caracterização do estado nutricional nitrogenado de uma planta, utilizando-se a medição do teor de clorofila em determinada folha. Para isso, os índices SPAD devem ser estabelecidos e calibrados para a espécie/cultivar crescendo em condições específicas, pois é sabido que diversos fatores podem influenciar a transmitância da luz em uma folha, influenciando, conseqüentemente, o índice SPAD.

Figura 11 - Leitura SPAD na folha +3 da cana-de-açúcar (cultivar RB92579) aos 120 DAP em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



Fonte: Autora, 2012

Os teores foliares médios de micronutrientes na folha +3 encontram-se na tabela 6. De forma geral, foi observado que o Fe foi o micronutriente que alcançou os maiores teores médios na folha +3 (115,9 mg kg⁻¹), apesar de não ter apresentado diferença significativa. Para o Boro, o tratamento de vinhaça (sem N de fundação) obteve teor foliar médio maior do que a testemunha apesar de este elemento não apresentar diferença significativa entre os tratamentos. Observa-se que os tratamentos de vinhaça em relação à testemunha e o tratamento de 60 kg ha⁻¹ (com exceção do B e do Cu) para todos os micronutrientes apresentaram teores foliares médios menores. Foram constatadas diferenças significativas apenas entre os tratamentos nos teores de Cu e Zn.

Tabela 6 - Teores de micronutrientes na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) em função das doses de N (ureia e nitrato de amônio) e vinhaça no início da estação chuvosa em Coruripe, Alagoas

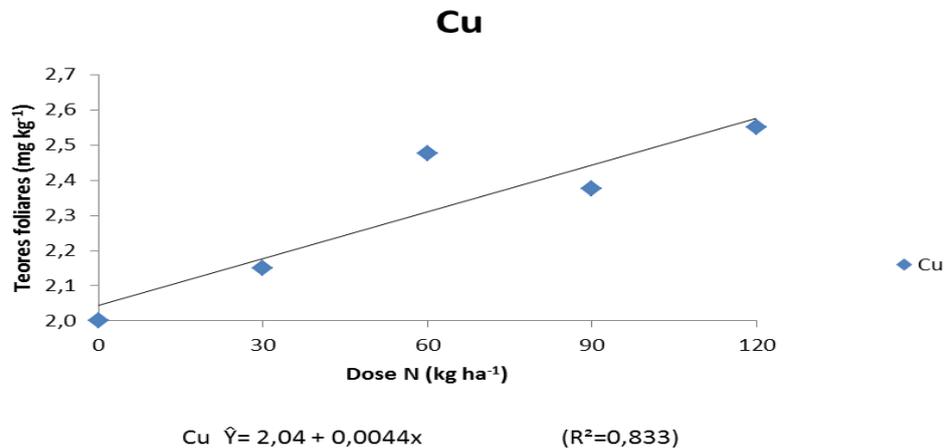
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos		-----mg kg ⁻¹ -----				
	0 kg ha ⁻¹ N	33,65	2,00 A	130,00	2,77	11,92 A
	30 kg ha ⁻¹ N	32,75	2,15	124,80	2,4	9,20
	60 kg ha ⁻¹ N	28,70	2,47 A	125,67	3,17	10,50 A
	90 kg ha ⁻¹ N	33,27	2,37	137,50	1,87	10,02
	120 kg ha ⁻¹ N	29,50	2,55	107,25	2,97	9,42
	Vinhaça	34,90	2,67 A	106,45	1,77	10,15 A
	Vinhaça+ureia ¹ diluída	31,45	2,60 A	111,85	1,77	8,05 B
	Vinhaça+ureia ¹ fundo do sulco	30,82	2,72 A	103,05	2,37	7,90 B
	Vinhaça + Nitrato de amônio ²	26,92	2,47 A	97,45	1,90	6,65 B
	Média	31,3	2,4	115,9	2,3	9,2
FV		-----Quadrados Médios-----				
Blocos	3	12,4499ns	0,1817ns	88,1358ns	0,0936ns	3,8943°
Tratamentos	8	26,9329ns	0,2290°	763,0441ns	1,1713ns	10,0738*
Resíduo	24	18,4059	0,1080	335,0079	0,8963	1,7412
CV (%)		13,7	13,4	15,7	40,5	14,1

** , * , ° , ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

Verificou-se que os teores foliares de B (31,3 mg kg⁻¹) encontram-se na faixa adequada segundo Malavolta (1997) e para Raij et al. (1997) o teor foliar do micronutriente não se enquadra nesta faixa. Para Cu, Fe, Mn e Zn (2,4; 115,9; 2,3 e 9,2 mg kg⁻¹) estão também abaixo da faixa adequada segundo Malavolta (1997).

Para o cobre (figura 12) houve um acréscimo com ajuste linear, entretanto, para o B, Fe, Mn e Zn não foram encontrados ajustes nos modelos de regressão (tabela 7). Os dados desta pesquisa diferem dos de Vale (2009) trabalhando com diferentes níveis de N constatou que aplicação de N, aos quatro meses após a brotação da cana-de-açúcar, promoveu diminuição com ajuste linear no teor de Cu na folha +3 e aumento com ajuste quadrático nos teores de Fe na folha +3 e de Mg na folha +1, sendo a dose de N igual a 102 kg ha⁻¹ e 49 kg ha⁻¹ a responsável por 77 mg kg⁻¹ e 66 mg kg⁻¹ respectivamente .

Figura 12 - Teores foliares de Cobre na folha +3 da cana-de-açúcar no início da estação chuvosa, em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas



nte: Autora, 2012

Tabela 7 - Equações para os teores foliares de micronutrientes na folha +3 da cana de açúcar (cultivar RB92579) no início da estação chuvosa em função das doses crescentes de N em Coruripe, Alagoas.

Micronutriente	Equação
B	$\hat{Y} = 31,6$
Fe	$\hat{Y} = 125,0$
Mn	$\hat{Y} = 2,64$
Zn	$\hat{Y} = 10,20$

Fonte: Autora, 2012

Os dados referentes à correlação dos teores foliares e produtividade da cana-de-açúcar aos no cultivar RB92579 aos 360 DAP encontram-se na tabela 5. De maneira geral, observa-se que a produtividade da cana-de-açúcar foi influenciada principalmente pelos teores de N onde tanto para a produtividade agrícola quanto à produtividade industrial e para a tonelada de ATR por hectare constataram-se correlações positivas ($R^2 = 0,738$), ($R^2 = 0,594$), ($R^2 = 0,60620$), respectivamente. Os teores foliares de Ca e Mg correlacionaram-se negativamente com todos os índices de produtividade indicando que não ocorreu influência desses nutrientes na produtividade da cana-de-açúcar. Da mesma forma, os teores foliares de

micronutrientes (exceto o cobre) correlacionaram-se de forma negativa com os índices de produtividade.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre teor de nutrientes da análise foliar e índices de produtividade da cana-de-açúcar cultivar RB92579 (TCH=Tonelada de cana por hectare; TPH: Tonelada de pol por hectare) em Coruripe, Alagoas.

	TCH	TPH	TATR
N	0,738 *	0,5944 *	0,6062 *
P	-0,0524 ns	-0,1099 ns	-0,1027 ns
K	0,0447 ns	0,0052 ns	0,0219 ns
Ca	-0,5146 °	-0,8359 **	-0,8285 **
Mg	-0,2400 ns	-0,6472 *	-0,6181 *
S	0,0018 ns	0,0327 ns	0,0408 ns
B	-0,6205 *	-0,6464 *	-0,6484 *
Cu	0,4979 ns	0,7575 **	0,7466 *
Fe	-0,0751 ns	-0,5382 °	-0,5173 °
Mn	-0,0670 ns	-0,3413 ns	-0,3342 ns
Zn	-0,5169 °	-0,7383 *	-0,7393 *

**, *, °, ns significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Fonte: Autora, 2012.

2.4 CONCLUSÕES

A aplicação de N (nas fontes ureia e nitrato de amônio) associado ou não com vinhaça para as condições deste trabalho não afetou de forma significativa a produtividade industrial e as características tecnológicas da cana-de-açúcar. No entanto, influenciou na produtividade dos colmos.

A resposta da cana-de-açúcar (cana-planta) em relação à adubação nitrogenada e vinhaça necessita da complementação de N.

A análise foliar e o SPAD são ferramentas importantes para auxiliar no diagnóstico da necessidade de N.

O nitrogênio da análise foliar apresentou correlações positivas na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar e na tonelada de ATR por hectare.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal.**, v.13, n.2, p.158-167, 2001.
- CO JUNIOR, C. et al. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal, vol.28, n.1, pp. 196-203. 2008
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool dos Estados de Alagoas e Sergipe. **CONSECANA-AL/SE.** Sistema de remuneração da tonelada de cana-de-açúcar com base no açúcar total recuperável (ATR) 12p. SAFRA 2006/2007.
- COSTA, M.C.G., VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.631-637,2003.
- COSTA, J. V. T.; **Adubação verde e Nitrogênio no desenvolvimento e produção da cana-planta.** 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.
- DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, v.21, n.03, p.103-111, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FELLER, U.; FISCHER, A. Nitrogen-metabolism in senescing leaves. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, v.13, n.3, p.241-273, 1994.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Editora da UFV, 122p, 2001.
- FREIRE, W.J.; CORTEZ, L.A.B. **Vinhaça de cana-de-açúcar.** Ed. Agropecuária, Guaíba. 2000. 203p.
- GALLO, J.R; ALVAREZ, R. & ABRAMIDES, E. Amostragem em cana-de-açúcar para fins de análise foliar. **Bragantia**, v.21. P.899-921, 1962.
- HABOUDANE, D. et al. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 81, p. 416-426, 2002.
- KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, n.2, p.217-222, 1992

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, v. 38, n.4, p.815 – 818. 2008

MARQUES, M. O.; MARQUEE, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **Potafos**, 319p. 1997

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. In Arquivo do Agrônomo - Nº 6. **Encarte do Informações Agrônomicas** - Nº 67 - SETEMBRO/1994. Potafos, São Paulo.

PAULINO, A. F. et al. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 145-150, jul./dez. 2002.

PENATTI, C. P. et al. Efeitos da aplicação da vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, 1988.

PRADO, R.M., FERNANDES, F.M., NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.129-135, 2002.

PRADO, R. de M. & PANCELLI, M. A. Nutrição Nitrogenada em Soqueiras e a Qualidade Tecnológica da Cana-de-Açúcar. **STAB**. v. 25, n. 2. 2006

RAIJ, B.V. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

ROZANE, D. E. et al. Amostragem de folha em cana-de-açúcar submetida à adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura (Piracicaba)**, v. 83, p. 08-18, 2008.

RESENDE, A. S. et al. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30,p.937-941, 2006.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M.; Adubação Nitrogenada na produtividade, leitura SPAD teor de Nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p.491-496. 2010.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p. 2006.

VALE, D. W.. **Efeito da aplicação de nitrogênio nos atributos químicos do solo, na nutrição e na produção de cana-de-açúcar**. 120f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L.; Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p. 1510-1515. 2008.

ZOTARELLI, L. et al. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1117-1122. 2003.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ALMEIDA, A. C. S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.32, n.5, p.1441-1448, set./out., 2008
- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal.**, v.13, n.2, p.158-167, 2001.
- BEBÉ, F. V. et al. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.13, n.6, p.781-787, 2009
- BEBÉ, F. V. **Atributos agroindustriais, nutricionais e de fertilidade do solo em cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça.** 2011. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- BENDASSOLLI, J. A.; TRIVELIN P. C. O.; IGNOTO, R. DE F., Produção de amônia anidra e aquamônia enriquecida em 15N a partir de $(15\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.595-603, jul./set. 2002
- BRITO, F. L. & ROLIM, M. M. 2005 Comportamento do Efluente e do solo Fertirrigado com vinhaça. **Agropecuária Técnico**, Areia, PB. v.26, n.1, 2005
- BUZETTI, S. et al. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: medida indireta de clorofila. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas.** Jaboticabal: FCAV/Capes/Fundunesp, 2008. p. 135-160.
- CESARIN, A. E. et al. Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de goiabeira em função da aplicação do resíduo da indústria processadora de goiabas (1). In: XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. CD ROM.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.
- CO JUNIOR, C. et al. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal, v.28, n.1, p. 196-203. 2008.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira cana-de-açúcar, terceiro levantamento, dezembro/2011 - **Companhia Nacional de Abastecimento.** – Brasília : Conab 2011
- COELHO, A. M. et al. **Embrapa – Cultivo do Milho.** Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/ferdiagnose.htm> , acesso em: 01/06/2012

CASTRO, P.R.C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: **Simpósio Internacional de Fisiologia da cana-de-açúcar**, 2000, Piracicaba. Anais. Piracicaba: STAB, 2000. 10p. (CD-ROM).

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool dos Estados de Alagoas e Sergipe. **CONSECANA-AL/SE**. Sistema de remuneração da tonelada de cana-de-açúcar com base no açúcar total recuperável (ATR) 12p. SAFRA 2006/2007.

COSTA, C. T. S. Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), no quarto ciclo de cultivo. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009a.

COSTA, J. V. T.; **Adubação verde e Nitrogênio no desenvolvimento e produção da cana-planta**. 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009b.

COSTA, M.C.G., VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.631-637,2003.

DIAS, F.L.F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, v.21, n.03, p.103-111, 2005.

FARONI, C.E. et al. Estado nutricional da cultura de cana-de-açúcar (cana-planta) em experimentos com ¹⁵N. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33,p.1919-1927, 2009.

FELLER, U.; FISCHER, A. Nitrogen-metabolism in senescing leaves. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, v.13, n.3, p.241-273, 1994.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Editora da UFV, 122p, 2001

FREIRE, W.J.; CORTEZ, L.A.B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Ed. Agropecuária, Guaíba. 2000. 203p.

GALLO, J.R; ALVAREZ, R. & ABRAMIDES, E. Amostragem em cana-de-açúcar para fins de análise foliar. **Bragantia**, v.21. P.899-921, 1962.

GAVA, G. J. C. et al. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1347-1354, nov. 2001.

HABOUDANE, D. et al. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 81, p. 416-426, 2002.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um Método Simples para Estimar a Área Foliar da Cana-de-Açúcar. **Revista STAB – Açúcar, álcool e subprodutos – Piracicaba** v.17 n.5, p.32-34. 1999

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, v. 38, n.4, p.815 – 818. 2008

KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, n.2, p.217-222, 1992

KORNDORFER, G.H.; RIBEIRO, A.C.; ANDRADE, L.A. de B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p.285-288.

LAIME, E. M. O. et al. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v.5, n.3, p.16, 2011.

LEITE, G. 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, v.5, p.189-181, 1999.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: Castro, P. R. C.; Ferreira, S. O.; Yamada, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.1-11.

MARQUES, M. O.; MARQUEE, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **Potafos**, 319p. 1997

MAULE, R.F., MAZZA, J.A. & MARTA JR., G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, v.58, p. 295-301, 2001.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas in: NOVAIS, R. F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N.F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. (Eds.) **Fertilidade do solo**, 1017p. 2007

MOURA, M. V. P. S. et al. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.753-760, jul./ago., 2005.

OLIVEIRA, E. L. et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, 2009.

OLIVEIRA, E. C. A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C.; FREITAS, R. B.; **Análise de crescimento em Plantas**. Universidade Federal de Lavras. 2002

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, G. M. de A.; LEME, E. J. Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar no Brasil. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e Adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba IAA/ Planalsucar, p. 235-236, 1983.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. In Arquivo do Agrônomo - Nº 6. **Encarte do Informações Agrônomicas** - Nº 67 - SETEMBRO/1994. Potafos, São Paulo.

ORLANDO FILHO, J. et al. Doses, fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cana-de-açúcar. **STAB**, v.17, p.39-41, 1999.

PAULINO, A. F. et al. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 145-150, jul./dez. 2002.

PENATTI, C. P. et al. Efeitos da aplicação da vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, 1988.

PRADO, R.M., FERNANDES, F.M., NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.129-135, 2002.

PRADO, R. de M. & PANCELLI, M. A. Nutrição Nitrogenada em Soqueiras e a Qualidade Tecnológica da Cana-de-Açúcar. **STAB**. v. 25, n. 2. 2006

RAIJ, B.V. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RESENDE, A. S. et al. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.6, Viçosa, 2006.

RODRIGUES, J. D.; **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Botucatu, SP. 1995

ROZANE, D. E. et al. Amostragem de folha em cana-de-açúcar submetida à adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura (Piracicaba)**, v.83, p.08-18, 2008.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M.; Adubação Nitrogenada na produtividade, leitura SPAD teor de Nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p.491-496. 2010.

SANTOS, V. R. **Crescimento e produção de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo**. Universidade Federal de Alagoas. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2006.

SCHULTZ, N.; LIMA, E.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.34, n.3, p. 811-820. 2010.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p. 2006

SILVA, M. A., JERONIMO E. M.; LÚCIO, A. D. Perfilamento e produtividade da cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.979-986, ago. 2008.

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar na Região de Coruripe**. 2007. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

SILVEIRA, J. A. G.; CROCOMO, O. J. Assimilação de Nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em presença de elevado nível de N e de vinhaça no solo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.2, n.2, p.7-15, 1990.

TERUEL, D. A.; BARBIERE, V.; FERRARO JÚNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, p. 93-44, jun. 1997. Edição especial.

TRIVELIN, P. C. O. et al. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.637-646, 2002

VALE, D. W. **Efeito da aplicação de nitrogênio nos atributos químicos do solo, na nutrição e na produção de cana-de-açúcar**. 120f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

VAN DILLEWIJN, C. Botany of sugarcane. Waltham, **The Chronica Botanica**, 1952. v.1, p.53-58.

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**, Brasília, v.42, n.2, p.249-256, 2007a.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.491-498, 2007b

WANDELLI, E. V.; MARQUES FILHO, A. O. Medidas de radiação solar e índice de área foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazonica**. v.29,n.1, p.57-78. 1999.

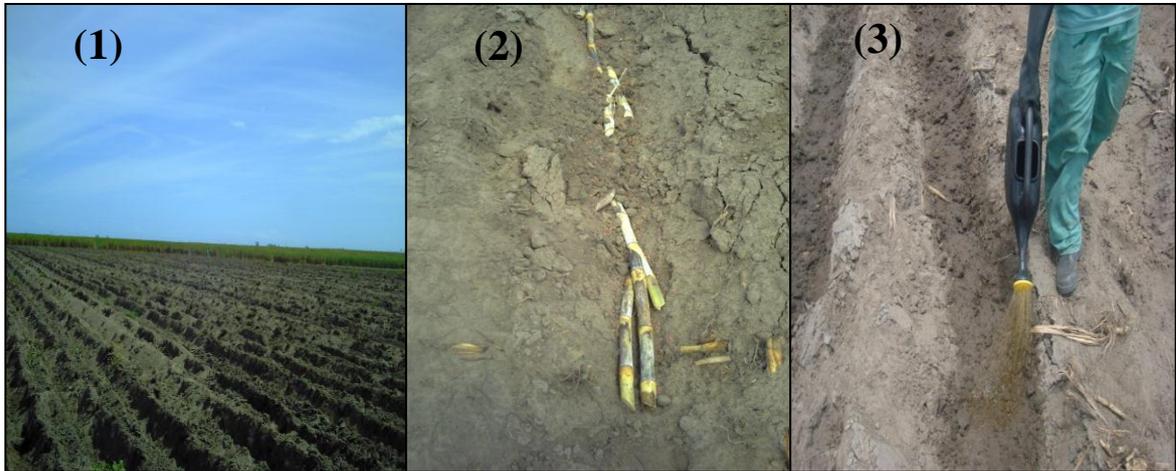
WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L.; Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p. 1510-1515. 2008.

ZOTARELLI, L. et al. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1117-1122. 2003.

APÊNDICES

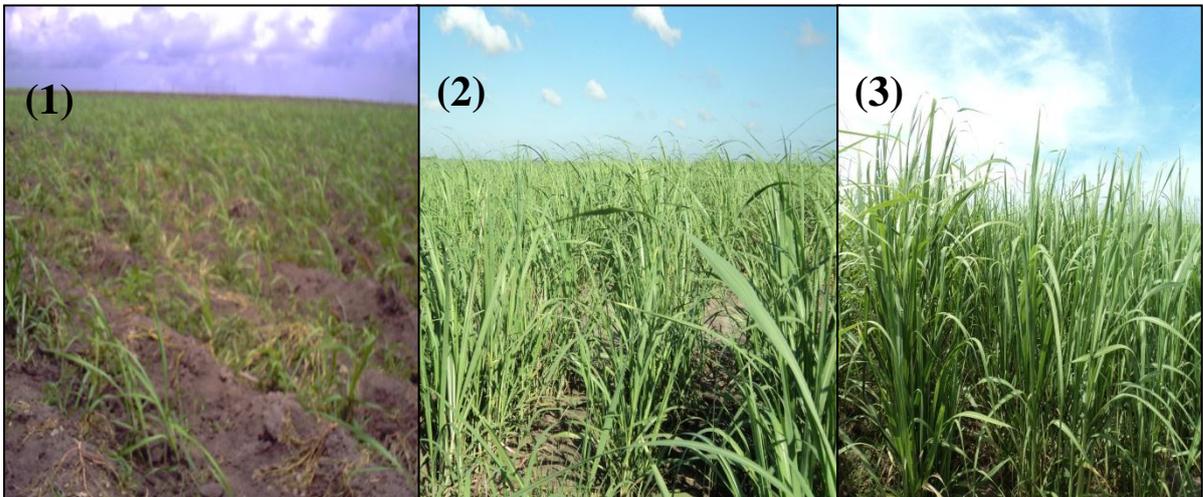
APÊNDICE A

Figura 1A - Montagem do experimento - (1)=sulcamento; (2)=plantio; (3)=aplicação de vinhaça.



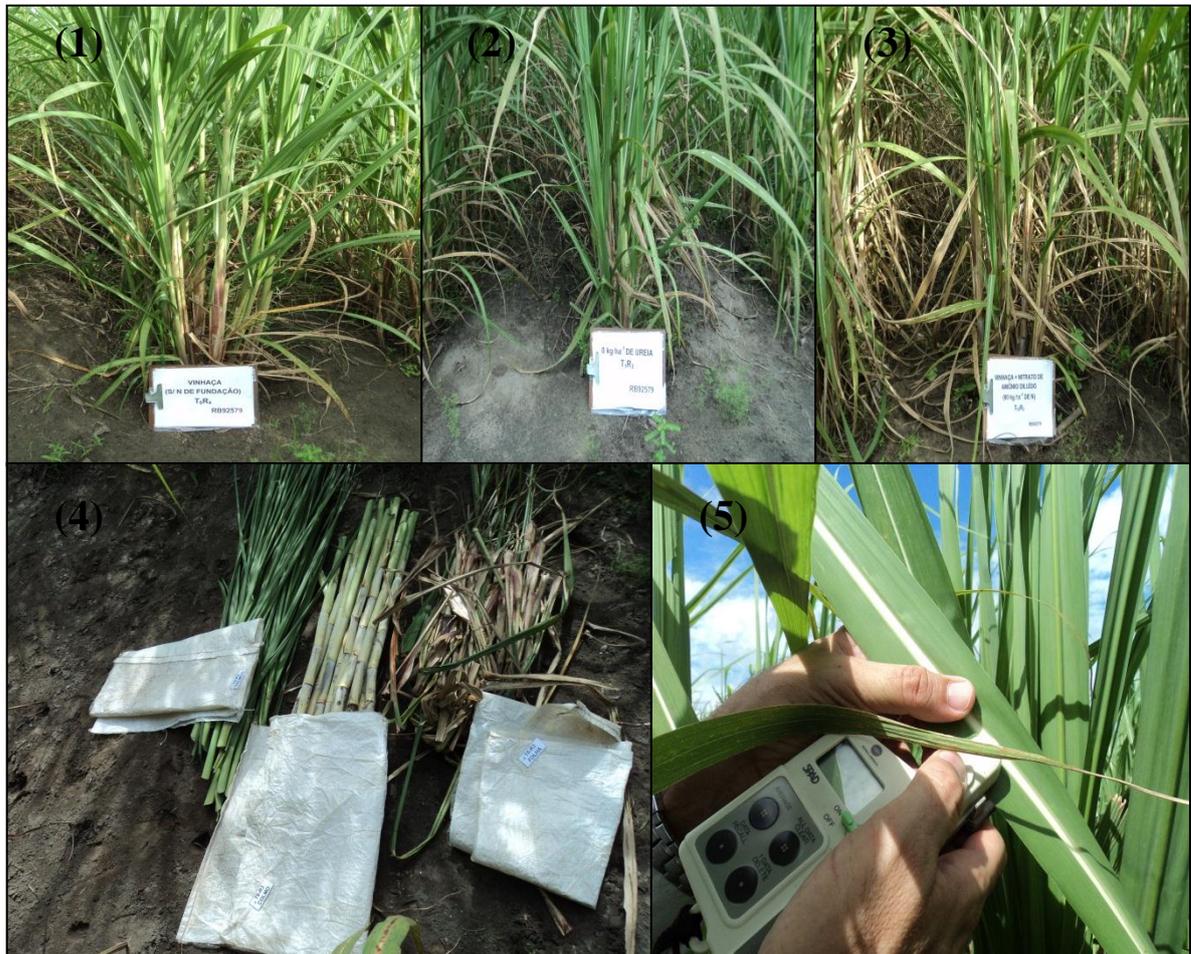
Fotos: Autora, 2010

Figura 2A - Vista parcial da área do experimento. (1)=40 DAP; (2)= 60 DAP;(3)=90 DAP.



Fotos: Autora, 2011

Figura 3A - Experimento aos 120 dias após o plantio. (1) tratamento de vinhaça (sem N de fundação); (2)= tratamento testemunha (0 kg ha⁻¹ de N) ; (3)= tratamento vinhaça + nitrato de amônio diluído; (4)= separação das partes para análise da fitomassa; (5)= medição da leitura SPAD



Fotos: Autora, 2011

APÊNDICE B

Tabela 1B - Número de avaliações (dias após o plantio) e datas das amostragens realizadas durante o experimento.

Número de Avaliações	Dias após o plantio (DAP)	Data
1 ^a	60	17/02/2011*
2 ^a	90	17/03/2011*
3 ^a	120	18/04/2011
4 ^a	180	20/06/2011
5 ^a	240	22/08/2011
6 ^a	300	22/10/2011
7 ^a	360	20/12/2011

* Período que foi mensurado apenas a contagem de perfilhos. Fonte: Autora, 2012

Tabela 2B – Resultados das análises químicas da vinhaça* produzida da Usina Coruripe, Coruripe-AL em Dezembro/2010

	pH ¹	P Total	K	Ca	Mg	S	Carbono Orgânico	Zn	Fe	Mn	Cu	B	DQO ²
	-----%-----							-----mg kg ⁻¹ -----					mg g ⁻¹
Amostra 1	4,2	0,01	0,57	0,57	0,17	0,08	2,0	2,97	104,0	<0,01	7,21	9,79	53,91
Amostra 2	4,2	0,01	0,62	0,71	0,19	0,11	1,8	1,85	77,0	0,75	7,28	8,58	47,09

1- pH em CaCl₂ (0,01 M); 2- Demanda Química do Oxigênio. Determinados no Laboratório SOLOQUÍMICA – Análises de Solo Ltda. Brasília – DF. * Resultados encontrados em base seca. Fonte: Autora, 2012

Tabela 3B – Análise de produtividades agrícolas e tecnológicas da cana-de-açúcar para os tratamentos analisados

TRATAMENTO	TCH	TAH	ATR	PC	BRIX	POL	PUR	FIBRA	UMI	AR
0 kg ha ⁻¹ de N	98,11	15,17	154,75	15,98	20,37	18,67	91,62	12,28	69,30	0,567
30 kg ha ⁻¹ de N	115,67	16,40	141,44	14,42	19,50	17,10	87,03	12,15	70,19	0,716
60 kg ha ⁻¹ de N	125,48	18,26	144,45	14,80	19,68	17,61	89,38	12,42	69,81	0,656
90 kg ha ⁻¹ de N	123,49	17,98	146,01	14,98	19,79	17,81	89,97	12,37	69,78	0,641
120 kg ha ⁻¹ de N	120,32	18,02	150,12	15,44	20,32	18,46	90,81	12,70	69,04	0,618
Vinhaça (s/ N de fundação)	107,67	17,38	161,57	16,65	21,71	19,70	90,71	12,09	68,28	0,627
Vinhaça + ureia ¹ diluída	122,90	18,97	154,88	15,94	21,00	19,03	90,57	12,63	68,49	0,624
Vinhaça + ureia ¹ no fundo do sulco	113,83	18,00	157,83	16,25	21,32	19,33	90,62	12,39	68,39	0,626
Vinhaça + Nitrato de amônio ²	122,19	19,18	157,13	16,18	21,28	19,28	90,62	12,53	68,32	0,624

TCH= Tonelada de cana hectare; TAH= tonelada de açúcar por hectare; ATR= quantidade de açúcar total recuperável; PC= Pol % cana; BRIX= teor de sólidos solúveis por cento, em peso de caldo; PUR=pureza; FIBRA= fibra (%); UMID= umidade da cana; AR= teor de açúcares redutores por cento do caldo; 1- 60 kg ha⁻¹ N; 2- 60 kg ha⁻¹ de nitrato diluído na vinhaça. Fonte: Autora, 2012

