

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE FONTES
NÍTRICA E AMÍDICA VIA FERTIRRIGAÇÃO NA BANANEIRA
“GRAND NAINÉ” E SEUS EFEITOS NO SOLO E NA CULTURA**

MÁRCIO DA SILVA ALVES

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
MARÇO - 2008**

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE FONTES
NÍTRICA E AMÍDICA VIA FERTIRRIGAÇÃO NA BANANEIRA
“GRAND NAINÉ” E SEUS EFEITOS NO SOLO E NA CULTURA**

MÁRCIO DA SILVA ALVES

Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal da Bahia, 2006

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Engenharia e Manejo da Irrigação.

Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

A474

Alves, Márcio da Silva.

Aplicação de diferentes combinações de fontes nítrica e amídica via fertirrigação na bananeira “Grand Naine” e seus efeitos no solo e na cultura / Márcio da Silva Alves. - Cruz das Almas, BA, 2008.

51f.; il. graf.

Orientador: Eugênio Ferreira coelho

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1. Banana – cultivo – fertirrigação. 2. Solo – fertirrigação. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título

CDD 20.ed. 634.772

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho
EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura Tropical
(Orientador)

Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB

Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos
EAFSB - Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em
Ciências Agrárias em.....
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a algumas pessoas que possuem grande importância na minha vida:

Aos meus pais Osvaldo e Maria Roque, pela dedicação, esforço e compreensão das minhas ausências, durante a realização deste trabalho;

Ao meu irmão Dinho pelo eterno carinho;

Aos meus avôs Antônia e Afonso pelo incentivo e confiança;

A Neia e Joel pelo apoio desinteressado;

A minha noiva Flávia pelo companheirismo e mútuo aprendizado de vida.

AGRADECIMENTOS

À realização de uma pesquisa seja ela em que nível for, exige muita dedicação, tempo e o esforço. Assim, primeiramente agradeço a Deus, pois sem ele, nada seria possível e não estaríamos aqui reunidos, desfrutando, juntos, destes momentos que nos são tão importantes.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia–UFRB, através do Núcleo de Engenharia de água e solo (NEAS) pela oportunidade de realização desse curso.

À EMBRAPA - Mandioca e Fruticultura pela concessão da estrutura física e humana na execução do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e aperfeiçoamento profissional.

Ao meu Orientador Dr. Eugenio Ferreira Coelho, pela compreensão e atenção que me dispensou os dois anos que se passaram desde o meu ingresso no Mestrado até a conclusão dessa dissertação; a sua constante disposição em me atender foi elemento motivador muito importante.

Aos Professores do curso, pelos auxílios e contribuições na busca do conhecimento na área.

Aos Pesquisadores Carlos Lêdo e Carlos Estevão pelas orientações nas análises dos dados.

À Tacisio e Alison, pela disposição constante e auxílio indispensáveis na condução do experimento.

Aos alunos da Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim, em especial Danilo e Ednaldo pela ajuda nas tarefas experimentais.

Aos colegas do NEAS, Torquato, Patrícia e Ronaldo pela contribuição, e empenho que demonstraram no decorrer de suas atividades para com o grupo.

Aos meus amigos Daniel, Valéria e Bruna; pelos momentos de aprendizagem constante e pela amizade solidificada, ao longo deste trabalho, que, certamente se eternizará. Amigos, gratidão eterna!!!

À todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para que este trabalho consiga atingir aos objetivos propostos.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUÇÃO | 01 |
| Capítulo 1 | |
| CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE BANANEIRA ‘ GRAND NAINÉ’ SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE NITRATO DE CÁLCIO E URÉIA EM DOIS CICLOS DA CULTURA. | 10 |
| Capítulo 2 | |
| APLICAÇÃO DE DUAS FONTES NITROGENADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO EM ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO EM DOIS CICLOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA..... | 26 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 50 |

APLICAÇÃO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE FONTES NÍTRICA E AMÍDICA VIA FERTIRRIGAÇÃO NA BANANEIRA “GRAND NAINÉ” E SEUS EFEITOS NO SOLO E NA CULTURA.

Autor: Márcio da Silva Alves

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

RESUMO: Nos últimos anos, a forma tradicional de adubação em cultivos irrigados vem sendo substituída pela aplicação de fertilizantes via água de irrigação. A utilização de fontes nitrogenadas via fertirrigação requer que as técnicas de manejo da aplicação sejam aperfeiçoadas, de modo que os produtores possam obter o máximo benefício econômico combinado com um menor impacto no solo ao utilizarem esses fertilizantes. O objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes combinações de fontes nitrogenadas (níttrica e amídica) sobre o crescimento e produtividade da bananeira ‘*Grand Naine*’ além dos impactos no solo decorrentes da fertirrigação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, onde se utilizaram seis percentagens complementares de uréia e nitrato de cálcio aplicados via água de irrigação em sistema de gotejamento. Os tratamentos foram: T1=100% do ciclo com Uréia; T2=80% do ciclo com uréia e 20% com nitrato de cálcio; T3=60% do ciclo com uréia e 40% com nitrato de cálcio; T4=40% do ciclo com uréia e 60% com nitrato de cálcio; T5=20% do ciclo com uréia e 80% com nitrato de cálcio; T6=100% do ciclo com nitrato de cálcio. As variáveis de crescimento e produtividade estudadas foram: altura da planta, diâmetro do pseudocaule e área foliar total, além da produtividade, comprimento e diâmetro do fruto da segunda penca. No solo foram avaliados os parâmetros químicos como: pH, condutividade elétrica (CE) e concentração de nitrato. As diferentes combinações das fontes nitrogenadas aplicadas por fertirrigação não tiveram efeito sobre o crescimento e a produtividade da bananeira, porém, a adição de nitrato de cálcio reduziu a margem bruta ao usuário. No solo o impacto da fertirrigação foi mínimo, ou seja, para o pH não ocorreu aumento da acidez no solo e a CE e NO_3 não apresentaram variações relevantes ao longo de dois ciclos da cultura.

Palavras-chave: Fertirrigação, produtividade, parâmetros químicos

APPLICATION OF DIFFERENT COMBINATION OF NITRIC AND AMIDIC SOURCES BY FERTIRRIGATION FOR CV. GRANDE NAINÉ BANANA CROP AND THEIR EFFECTS ON THE SOIL AND THE CROP.

Autor: Márcio da Silva Alves

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

ABSTRACT: The traditional way of fertilizing irrigated crops in the latest years has been replaced by the application of fertilizers by irrigation water. The use of nitrogen sources by fertirrigation requires improved techniques so that farmers may obtain maximum economical benefit combined to a smaller soil impact. The objective of this work was to evaluate different combination of nitrogen sources (nitric and amidic) on the growth and yield of banana crop cv. Grande Nainé and the effect of fertirrigation on some chemical soil properties. The experimental design was in random blocks with five replications, where six percentages of urea and calcium nitrate were applied by a drip irrigation system. The treatments were: T1-100% of the whole cycle with urea; T2-80% of the whole cycle with urea and 20% with calcium nitrate; T3-60% of the whole cycle with urea and 40% with calcium nitrate; T4-40% of the whole cycle with urea and 60% with calcium nitrate; T5-20% of the whole cycle with urea and 80% with calcium nitrate; T6-100% of the whole cycle with calcium nitrate. The growth variables and yields were: plant height, pseudostem diameter and total leaf area, length and fruit diameter of the second bunch. Chemical parameters such as pH, electrical conductivity (CE) and nitrate concentration. The different combination of nitrogen sources applied by fertirrigation did not have effect on growth and yield of banana, however the addition of calcium nitrate reduced the gross margin to the user. The impact of fertirrigation on the soil was minimum, i.e., no increase in acidity in the soil and no relevant changes on CE and NO₃ were observed during the two cycles of the crop.

Key words: Fertirrigation, productivity, chemical parameters

INTRODUÇÃO

As bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotyledoneas de ordem Scitaminales, família Musaceae, onde se encontram as subfamílias Heliconioideae, Strlitzioidae e Musoideae. Esta inclui além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções: *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodochlamys* e (Eu-) *Musa* (Simmonds, 1973).

Segundo Alves (1999) a bananeira é uma planta originária do continente Asiático, e no Brasil é cultivada de Norte a Sul, em regiões tropicais e subtropicais, sendo um vegetal herbáceo completo, pois apresenta raiz, tronco, folhas, flores, frutos e sementes. O tronco é representado pelo rizoma, que constitui um órgão de reserva, e o conjunto de bainhas das folhas de pseudocaule terminando com uma copa de folhas longas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emergem a inflorescência com brácteas ovuladas de coloração normalmente roxo-avermelhada, cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunidas forma uma penca (mão) com um número variável de frutos (dedos), originados por partenocarpia.

Existe uma grande variação no tamanho, números e formato dos frutos que dependem da cultivar e das condições de vegetação da planta. Os frutos podem ser retos a curvos, atingirem comprimentos de até 50 centímetros e diâmetro até próximo a 10 centímetros. A casca apresenta coloração que vai do creme-palha a quase preta, passando por verde-clara, amarela e avermelhada. A coloração da polpa pode variar entre branca, creme, amarelada e rósea (MOREIRA, 1987).

Embora exista um número expressivo de variedades de banana no Brasil quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência a seca, porte e resistência ao frio restam poucas cultivares com potencial agrônômico para serem

usadas comercialmente. As cultivares mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D' Angola, do grupo AAB, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA (ALVES, 1999).

A área plantada no Brasil, em 2004, era de 491.042 ha, gerando uma produção de 5,5 milhões de toneladas de frutos. A região Nordeste produziu o equivalente a 34%, o Sudeste 30%, o Norte 17%, o Sul 14% e o Centro-Oeste 4%, nesse contexto o Estado da Bahia com (61.912 ha) se destaca como a maior área plantada (IBGE, 2007).

Apenas 1% dos frutos produzidos no Brasil é exportado. Todo o restante da produção é comercializado no mercado interno, uma vez que a banana é um importante complemento na dieta alimentar, especialmente da população de baixa renda (BRASIL et al., 2000). É considerada exigente em macronutrientes, principalmente em N e K. Borges & Cardoso (2003) relataram a exportação de 1,9 kg de N e 5,2 kg de K t⁻¹ produzidos.

A bananeira é uma planta exigente em água, e sua deficiência promove redução da clorofila das folhas levando-a à morte prematura, retardando o crescimento (TURNER, 1994) e, conseqüentemente, a produção.

A exploração em condições irrigadas tem sido uma solução quando as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira (FAO, 1994), acredita-se que aproximadamente 30% da área total cultivada com banana são irrigadas.

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação, fertirrigação, é uma prática bastante empregada na agricultura irrigada, constituindo no meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção da planta: água e nutrientes podendo sua eficiência ser aumentada quando se utilizam fertilizantes com elevado grau de solubilidade.

A utilização de solos de baixa fertilidade e a manutenção de níveis inadequados de nutrientes durante o ciclo da planta são fatores responsáveis pela baixa produtividade da bananeira.

A nutrição mineral é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos. Os nutrientes fornecidos por meio da adubação química devem ser aplicados em níveis compatíveis com as exigências da planta e com a forma de adubação utilizada. Esses nutrientes podem ser fornecidos, em parte,

pelo solo e pela reciclagem no sistema solo-planta; entretanto, para obtenção de produções economicamente rentáveis, é imprescindível a aplicação de fertilizantes em quantidades e proporções adequadas ao extraído pela cultura (SOTO, 1992). Segundo Lahav & Turner (1983), os nutrientes minerais necessários à bananeira podem ser apenas parcialmente supridos a partir das reservas do solo.

Nos últimos tempos se tem focalizado o interesse em minimizar os efeitos potenciais adversos do uso de fertilizantes sobre o ambiente. Deve-se considerar que alcançar uma agricultura sustentável conduz a um dilema complexo de obter altos rendimentos dos cultivos com a necessidade de reduzir o efeito ambiental gerado pelo processo produtivo. Assim, o uso de fertilizante deve presidir o manejo racional dos nutrientes agregados, permitindo obter níveis de ótimos de produtividade e ao mesmo tempo minimizar o impacto ambiental (DUGGAN, 2005)

O Nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira, não somente porque os solos da maioria das regiões produtoras são pobres nesse elemento, mas também pela elevada quantidade absorvida e exportada desse nutriente pelos frutos, (BORGES et al, 1997; OLIVEIRA, 1997; SILVA et al., 1999). Atua em processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Malavolta et al., 1989), sendo fundamental no crescimento, na formação vegetativa da planta e na produção (Kliemann et al., 1986), além disso, estimula o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas e aumenta o teor de proteínas (MALAVOLTA et al., 1989).

O Nitrogênio é um dos nutrientes mais aplicados via água de irrigação, pois apresenta alta mobilidade no solo principalmente na forma de nitrato (BORGES & COELHO 2002), no entanto, deve-se ter especial atenção visando aumentar a eficiência de sua utilização, quantificando níveis adequados e conhecendo a magnitude e a velocidade das suas transformações. Na fertilização nitrogenada as fontes rapidamente disponíveis são sais inorgânicos de amônio, nitrato e uréia, onde as mais utilizadas são a uréia e o sulfato de amônio (BARBOSA FILHO et al., 2004). Contudo, a utilização dessas fontes requer que as técnicas de manejo da aplicação sejam aperfeiçoadas, de modo que os produtores possam obter o máximo benefício econômico.

O nitrogênio apresenta alta mobilidade no solo e livre movimentação com a água de irrigação, principalmente na forma de nitrato (NO_3^-), pois não é retido pela argila (TISDALE & NELSON, 1991). Os fertilizantes nitrogenados sólidos são apresentados em quatro formas: amoniacal, nítrica, nítrico-amoniacal e amídica, sendo solúveis em água e adequados para fertirrigação, inclusive por gotejamento.

De modo geral as fontes nitrogenadas têm apresentado comportamento similar, podendo diferir em razão da presença de outro nutriente na mesma ou pelo efeito que exercem sobre o pH do solo, acidificante, como no caso do sulfato de amônio e uréia (COELHO, 1994). A escolha da fonte do fertilizante deve basear-se em vários fatores, incluindo disponibilidade do produto no mercado, preço, época, modo de aplicação e sistemas de manejo (BORGES & CARDOSO, 2003). A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado devido ao menor preço por unidade de nutriente. Apresenta 450 g de N kg^{-1} , solubilidade de 1.000 g L^{-1} , índice salino por unidade de nutriente de 1,70 (índice relativo comparado com o fertilizante nitrato de sódio, NaNO_3) e índice de acidez de 71%, ou seja, são necessários 71 kg de CaCO_3 para neutralizar 100 kg de uréia (BORGES & SILVA, 2002).

O movimento e as transformações do nitrogênio no perfil do solo dependerão das fontes utilizadas. As fontes amídicas e amoniacais o nitrogênio ocorrerá no solo na forma de amônio inicialmente sendo posteriormente transformado em nitrato; a uréia, por ser neutra, pode mover-se até as camadas mais profundas do solo; o nitrato, por ser um ânion, é menos retido pelos colóides do solo, movendo-se junto com a água de irrigação e o amônio, por ser o mais retido nos colóides do solo, tem menor perda por lixiviação.

Perdas de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial em bananais, sob diversas condições de solo e clima, foram avaliadas numa série de trabalhos descritos por Godefroy et al. (1975), nos quais se determinaram perdas entre 60 e 85% dos fertilizantes aplicados (exceto para P), sendo N, K, Ca e Mg perdidos predominantemente (85 a 95%) por lixiviação.

As formas nítricas, quando aplicadas diretamente na formulação de fertilizantes ou produzidas por nitrificação do amônio, são rapidamente solúveis na solução do solo. Esta alta solubilidade e a fraca interação com a matriz do solo possibilitam que o ânion acompanhe a frente de umedecimento da água no solo;

assim, o nitrato tanto pode movimentar para baixo, sob condições de excessiva precipitação ou irrigação, quanto para cima, por capilaridade, durante estações extremamente secas (MUCHOVEJ & RECHCIGL, 1994).

A utilização de nitrogênio nítrico possibilita o aumento na absorção de potássio, magnésio e cálcio, compensando a maior absorção de nitrogênio na forma de anion, visto que o nitrogênio na forma aniônica é a mais absorvida. O aumento na absorção de formas aniônicas é influenciado pela absorção do amônio, mas o amônio também promove um efeito competitivo nos cátions, de modo que a concentração destes cátions vai ser menor em plantas que dependem do nitrogênio amoniacal (ADAMS, 1981).

Em solos onde predominam argilas de carga permanente, a capacidade de retenção de nitrato é quase nula. Por outro lado, solos nos quais predominam minerais de carga variável (como é o caso dos Latossolos) podem apresentar considerável capacidade de retenção de nitrato. A retenção se deve à presença de cargas elétricas positivas na superfície dos colóides, que possibilitam a adsorção eletrostática do ânion (KINJO & PRATT, 1971; BLACK & WARING, 1976; WONG et al., 1990). Nestes solos, a relação entre as cargas positivas e negativas depende, em grande parte, do pH no qual as quantidades de cargas positivas e negativas se equivalem.

A textura do solo e o conteúdo de matéria orgânica têm maior influência nas perdas por lixiviação. Solos de textura mais grosseira e de baixo conteúdo de matéria orgânica tendem a permitir maiores perdas de nitrato por lixiviação, enquanto as menores perdas devem ocorrer em solos argilosos (MUCHOVEJ & RECHCIGL, 1994).

Exner et al. (1991) verificaram movimento profundo de nitrato, em diferentes taxas de aplicação, sob condição de irrigação, cujos resultados indicaram que 95% do nitrato aplicado foram lixiviados para baixo da zona radicular da bananeira e as concentrações médias de nitrato no pulso variaram de 34 a 70 mg L⁻¹.

Estudos relacionados ao monitoramento dos solutos no solo são importantes no manejo da fertirrigação, permitindo correções no processo de adubação via água de irrigação, como também na agricultura e hidrologia, contribuindo para avaliação de impactos ambientais decorrentes do uso indiscriminado de produtos químicos (MONTEIRO, 2007).

Para prevenir e minimizar a poluição de águas subterrâneas decorrentes da lixiviação do nitrato é necessário um controle das taxas de nitrogênio aplicadas anualmente ao solo, além da compreensão dos fatores intervenientes na mobilidade desse ânion no solo.

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da combinação de diferentes fontes nitrogenadas (amídicas e nítricas), aplicadas via água de irrigação na produção de bananeira, como também avaliar os impactos no solo decorrente da fertirrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.J. **A cultura da bananeira**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPMF, 1999. 585 p.

ADAMS, F. Nutritional imbalances and constraints to plant growth on acid soils. **Journal of plant nutrition**, v.4, n.2, p 81-87, 1981.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. da. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Circular Técnica, 49).

BLACK, A.S.; WARING, S.A. Nitrate leaching and adsorption in a krasnozen from Redland Bay, Qld. II. Soil factors influencing adsorption. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.14, n.2, p.181-188, 1976.

BORGES, A.L.; CARDOSO, S. da S. Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2003. 1 CD-Rom.

BORGES, A. L.; COELHO, E. F. **Fertirrigação em Bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 4p. (Embrapa-CNPMPF, Comunicado Técnico 74).

BORGES, A.L.; SILVA, D.J. Fertilizantes para fertirrigação. In: BORGES, A.L.; COELHO, E.F.; TRINDADE, A.V. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p.15-27.

BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A. da; OLIVEIRA, S.L. de. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. Prata-Anã irrigada: produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.19, n.2, p.179-84. 1997.

BRASIL, E.C.; OEIRAS, A.H.L.; MENEZES, A.J.E.A. de; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2407-2414, 2000.

COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F. da; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.). **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Brasília: SPI, 1994. p.201-227.

EXNER, M.E.; BURBACH, M.E.; WATTS, D.G.; SHEARMAN, R.C.; SPALDING, R.F. Deep nitrate movement in the unsaturated zone of simulated urban lawn. **Journal Environmental Quality**, n. 20, p. 658-662, 1991.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Yearbook Production. Rome: **FAO**, 1994. v.48, p.164- 165. Statistics Séries.

GODEFROY, J.; ROOSE, E.J.; MULLER, E. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie de sud de la Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v.30, p. 223-35, 1975.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2007.

KINJO, T. ; PRATT, P.F. Nitrate adsorption: I. In some acid soils of Mexico and South America. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.35, n.5, p.722-725, 1971.

KLIEMANN, H.J.; CAMPELO JR., J.H.; AZEVEDO, J.A. de; GUILHERME, M.R.; GEN, P.J. de C. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). In: HAAG, H.P. (Ed.). **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.245-284.

LAHAV, E.; TURNER, D.W. **Banana nutrition**. Berna: IPI, 1983. 62p. (IPI-Bulletin, 7)

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.

MONTEIRO, R. O. C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**. 2007. 178p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. Piracicaba-SP, 2007

MOREIRA, R.S. **Banana: teórica e prática de cultivo**. Campinas: Cargill. 1987. 335p.

MUCHOVEJ, R.M.C.; RECHCIGL, J.E. Impacts of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality. In: LAL, R.; STEWART, B.A. ed. **Soil processes and water quality**. Lewis Publication, 1994, p. 91-135.

OLIVEIRA, S.L. Irrigação. In: Alves .J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos socio-economicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa Produção e Informação, 1997. p.317-334.

SOTO, M. **Bananos**: cultivo y comercialización. 2.ed. San José: LIL, 1992. 674 p.

SIMMONDS, N. W. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 1973. 539p.

SILVA, S. de O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p.85-105.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. México, DF: LIMUSA, 1991. 760p.

TURNER, D. Bananas and plantains. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Massachusetts: Library of Congress, 1994. v.2, p.37-66.

WONG, M.T.F.; HUGHES, R.; ROWELL, D.L. Retarded leaching of nitrate in acid soils from the tropics: measurement of the effective anion exchange capacity. **Journal of Soil**, 1990.

CAPITULO 1

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE BANANEIRA ' GRAND NAINÉ' SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE NITRATO DE CÁLCIO E URÉIA EM DOIS CICLOS DA CULTURA¹

¹Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Brasileira de Fruticultura.

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE BANANEIRA ‘ GRAND NAINÉ’ SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE NITRATO DE CÁLCIO E URÉIA EM DOIS CICLOS DA CULTURA

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes combinações de duas fontes nitrogenadas aplicadas por fertirrigação sobre o crescimento e produtividade da bananeira Grande Naine no 1º e 2º ciclo de produção. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, onde se utilizaram seis percentagens complementares de uréia e nitrato de cálcio aplicados via água de irrigação em sistema de gotejamento. As variáveis avaliadas foram: a altura da planta, diâmetro do pseudocaule, e área foliar total, além da produtividade, comprimento e diâmetro do fruto da segunda penca. Os resultados demonstraram que as diferentes combinações das fontes nitrogenadas aplicadas por fertirrigação não tiveram efeito sobre a produtividade e o crescimento da bananeira Grande Naine nos dois primeiros ciclos de produção.

Palavras-chave: uréia, nitrato de cálcio, fertirrigação

GROWTH AND YIELD OF ‘GRAND NAINÉ’ BANANA CROP UNDER DIFFERENT COMBINATIONS OF CALCIUM NITRATE AND UREA IN TWO CYCLES OF THE CROP

ABSTRACT: The objective of the work was to evaluate different combination of two nitrogen sources applied by fertirrigation on the growth and yield of cv. Grande Naine banana during the first and second production cycle. The experiment followed a random block design with five replications, where six complementary percentages of urea and nitrate were applied by irrigation water in a drip irrigation system. Plant height, pseudostem diameter, total leaf area, productivity, fruit length and diameter of the second bunch were evaluated. Results showed that the different nitrogen sources combinations applied by fertirrigation did not have effect

on the growth and yield of cv. Grande Naine banana at its first and second production cycles.

Key words: urea, calcium nitrate, fertirrigation.

INTRODUÇÃO

A bananeira é uma planta originária do continente Asiático, e no Brasil é cultivada de Norte a Sul, em regiões tropicais e subtropicais. A área plantada no Brasil, em 2004, era de 491.042 ha, gerando uma produção de 5,5 milhões de toneladas de frutos. A região Nordeste produziu o equivalente a 34%, o Sudeste 30%, o Norte 17%, o Sul 14% e o Centro-Oeste 4%, nesse contexto o Estado da Bahia com (61.912 ha) se destaca como a maior área plantada (IBGE, 2007).

Apenas 1% dos frutos produzidos no Brasil é exportado. Todo o restante da produção é comercializado no mercado interno, uma vez que a banana é um importante complemento na dieta alimentar, especialmente da população de baixa renda (BRASIL et al., 2000).

A utilização de solos de baixa fertilidade e a manutenção de níveis inadequados de nutrientes durante o ciclo da planta são fatores responsáveis pela baixa produtividade da bananeira. Apesar de ser cultivada em diversos tipos de solos, a bananeira prefere solos ricos em matéria orgânica, bem drenados, argilosos ou francos, que possuam boa capacidade de retenção de água e topografia favorável (RANGEL, 1997; BORGES et al., 2000). O Nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira, pela elevada quantidade absorvida e exportada desse nutriente pelos frutos (BORGES & OLIVEIRA, 1997; SILVA et al., 1999).

A exploração em condições irrigadas tem sido uma solução para os locais em que as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira; acredita-se que aproximadamente 30% da área total cultivada com banana sejam irrigadas (FAO, 1994). A aplicação de fertilizantes via água de irrigação, fertirrigação, é uma prática empregada na agricultura irrigada,

constituindo no meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção da planta: água e nutrientes, sendo hoje de comprovada eficácia, principalmente quando se utilizam fertilizantes com elevado grau de solubilidade (MALAVOLTA et al., 1989).

O Nitrogênio é um dos nutrientes mais aplicados via água de irrigação na bananeira, pois apresenta alta mobilidade no solo principalmente na forma de nitrato (BORGES & COELHO 2002), no entanto deve-se ter especial atenção visando aumentar a eficiência de sua utilização, quantificando níveis adequados e conhecendo a magnitude e a velocidade das suas transformações.

Na fertilização nitrogenada as fontes rapidamente disponíveis são sais inorgânicos de amônio, nitrato e uréia, onde as mais utilizadas são a uréia e o sulfato de amônio (BARBOSA FILHO et al., 2004). Contudo a utilização dessas fontes requer que as técnicas de manejo da aplicação sejam aperfeiçoadas, de modo que os produtores possam obter o máximo benefício econômico ao utilizarem esses fertilizantes.

Cada vez mais se tem focalizado o interesse em reduzir os efeitos desfavoráveis do uso de fertilizantes no ambiente, onde torna-se necessário considerar que alcançar uma agricultura sustentável conduz a um dilema complexo de obter altos rendimentos dos cultivos com a necessidade de reduzir o efeito ambiental gerado pelo processo produtivo. Assim, o uso de fertilizante deve presidir o manejo racional dos nutrientes agregados, permitindo obter níveis de ótimos de produtividade e ao mesmo tempo minimizar o impacto ambiental (DUGGAN, 2005)

A dinâmica do N difere conforme a fonte, sendo que no caso das fontes amídicas e amoniacais o N ocorrerá no solo na forma de amônio inicialmente e de nitrato posteriormente; na forma nítrica, o N ocorrerá na forma de nitrato o que indica maior mobilidade do mesmo no solo com possibilidades inclusive de lixiviação (COELHO et al., 2001)

O uso das fontes amoniacais trazem, apesar da vantagem do menor custo, uma desvantagem da possível redução no pH e na saturação de bases do solo diminuindo a disponibilidade de nutrientes e conseqüentemente redução da produtividade. Uma forma de contornar esse problema é o uso de uma fonte amoniacal conjugada com uma fonte nítrica.

Junior et al. avaliaram o efeito da aplicação e formas de parcelamentos de fontes amídica (uréia) e nítrica (nitrato de cálcio) sobre a produtividade da couve-da-Malásia. Estes autores encontraram maior eficiência de produção de massa seca e fresca da parte aérea das plantas e de raízes na fonte nítrica, que propiciou aumento de 23% em relação à fonte amídica (uréia).

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes combinações de duas fontes nitrogenadas, amoniacal e nítrica, aplicadas por fertirrigação sobre o crescimento e produtividade da bananeira Grande Naine no 1° e 2° ciclos de produção.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado na EMBRAPA Mandioca e Fruticultura no município de Cruz das Almas, Região do Recôncavo Baiano, a 12°40'19" de latitude sul, 39°06'23" de longitude oeste Gr e altitude de 225 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com umidade relativa e temperatura média anual de 80% e 24 °C respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

O solo é um Latossolo Amarelo álico coeso de textura média contendo 529 g de areia kg⁻¹, 107 g de silte kg⁻¹, 364 g de argila kg⁻¹ e densidade de 1,51 kg dm⁻³ (SOUZA; SOUZA, 2001); a umidade do solo correspondente a capacidade de campo é 0,23 m³ m⁻³ equivalente a tensão de -10 kPa e a umidade no ponto de murcha permanente é de 0,16 m³ m⁻³ equivalente a tensão de -1500 kPa. As propriedades químicas amostradas na profundidade 0-0,20 e 0,20-0,40 m apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental

| Prof. (m) | pH (em H ₂ O) | P (mg dm ⁻³) | K | Ca | Mg | Na (mol dm ⁻³) | S | CTC | V % | M.O. g kg ⁻¹ |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------|------|------|-------------------------------|------|------|--------|----------------------------|
| 0-0,20 | 5,17 | 4,33 | 0,26 | 1,17 | 1,27 | 0,14 | 2,83 | 5,95 | 47 | 7,54 |
| 0,20-0,40 | 5,27 | 4,33 | 0,33 | 1,30 | 1,07 | 0,15 | 2,85 | 5,85 | 48 | 7,31 |

O preparo do solo consistiu na aração, gradagem e calagem sendo aplicado 1600 kg ha^{-1} de calcário dolomítico. As covas foram abertas nas dimensões de $0,5 \times 0,5 \times 0,5 \text{ m}$. Cada cova recebeu uma mistura, 105 g de superfosfato simples, 50 g de FTE BR-12 e 20 L de esterco de curral.

A cultivar utilizada para o estudo foi a 'Grand Naine' (grupo genômico AAA, subgrupo Cavendish). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições e nove plantas por parcela sendo seis tomadas como úteis com espaçamento de $2,5 \times 3,0 \text{ m}$ (Figura 1).

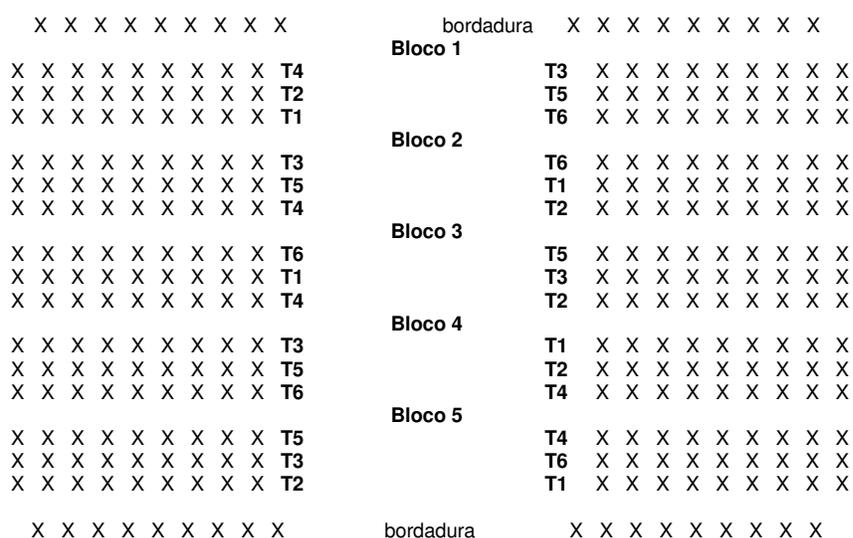


Figura 1. Delineamento experimental

O nitrogênio (N) foi aplicado com base em recomendação de Borges & Costa (2002), correspondendo a $300 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no 1° ciclo e $275 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no 2° ciclo. Além do nitrogênio, aplicou-se potássio (K_2O) via água de irrigação nas dosagens $750 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no 1° e 2° ciclos de acordo recomendação de Borges & Costa (2002). As aplicações de nitrogênio e de potássio foram calculadas conforme recomendação de Borges & Costa (2002). As quantidades de nitrogênio e de potássio convertidas para as fontes uréia e nitrato de cálcio conforme o tratamento e o ciclo são mostradas na Tabela 2.

A necessidade hídrica da cultura foi determinada pela evapotranspiração potencial de referência (ET_o), em milímetros, estimada pelo método do tanque Classe A (DOOREMBOS & PRUITT, 1977), localizado próximo à área experimental. As irrigações foram realizadas com turno de rega de um dia. Os

fertilizantes foram aplicados simultaneamente via água de irrigação, em duas aplicações semanais, nas segundas e sextas-feiras, utilizando-se uma bomba injetora hidráulica (TMB 60) com vazão de 60 L h⁻¹, onde os tratamentos eram diferenciados por meio de registros na entrada da área experimental.

Tabela 2. Quantidade aplicada nos tratamentos das fontes nitrogenadas, Uréia e Nitrato de Cálcio (NC).

| Tratamento | Total aplicado | | | |
|------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | 1° ciclo | | 2° ciclo | |
| | Uréia (kg há ⁻¹) | NC (kg há ⁻¹) | Uréia (kg há ⁻¹) | NC (kg há ⁻¹) |
| T1 | 622,69 | 0,0 | 569,32 | 0,0 |
| T2 | 544,85 | 250,19 | 474,43 | 304,35 |
| T3 | 428,10 | 625,47 | 332,10 | 763,48 |
| T4 | 350,26 | 875,66 | 237,22 | 1067,47 |
| T5 | 124,54 | 1601,20 | 94,89 | 1524,95 |
| T6 | 0,0 | 2001,50 | 0,0 | 1829,94 |

As fontes utilizadas para fertirrigação foram uréia (fonte amídica) e nitrato de cálcio (fonte nítrica) aplicadas em diferentes combinações durante o ciclo da cultura expressa nos tratamentos T1=100% do ciclo com uréia; T2=80% do ciclo com uréia e 20% com nitrato de cálcio; T3=60% do ciclo com uréia e 40% com nitrato de cálcio; T4=40% do ciclo com uréia e 60% com nitrato de cálcio; T5=20% do ciclo com uréia e 80% com nitrato de cálcio; e T6=100% do ciclo com nitrato de cálcio.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com uma linha lateral por fileira e três gotejadores por planta, com vazão de 3,75 L h⁻¹ cada. A umidade foi monitorada utilizando sondas de TDR fabricadas artesanalmente em laboratório com 0,10 m de comprimento de haste e 0,0032 m de diâmetro, de aço inox. Estas sondas foram instaladas nos blocos e em todos os tratamentos a 0,20; 0,40; e 0,60 m de profundidade a uma distância de 0,30 m da touceira. Foi utilizado no monitoramento a TDR 100 da Campbell Scientific Inc. empregando-se o modelo de Ledieu et al. (1986) para determinar a constante dielétrica aparente

(ϵ) dada pela equação: $\theta = 0,1138\sqrt{\epsilon} - 0,1758$. Para conversão da constante dielétrica aparente em umidade volumétrica realizou-se uma calibração das sondas utilizadas no trabalho, conforme Coelho et al. (2001), obtendo-se a equação polinomial cúbica da umidade gravimétrica θ como função da constante dielétrica do solo: $\theta = -0,00001\epsilon^3 + 0,001\epsilon^2 - 0,0287\epsilon + 0,4505$

Para análise de crescimento foram avaliados a altura da planta (da superfície do solo ao início do engaço), o diâmetro do pseudocaule a 0,20 m da superfície do solo e a área foliar total (AF), esta, estimada a partir da leitura do comprimento e da largura da terceira folha, conforme Alves et al. (2001), ou seja:

$$AF = 0,901 * (L * W)^{1,2135}$$

Em que:

AF = Área foliar total da planta, em cm²

L = largura máxima da terceira folha, em cm

W = comprimento da terceira folha, em cm

As medidas foram tomadas a partir das médias de cinco repetições no período de emissão do cacho em ambos os ciclos. Realizou-se uma análise de variância dos dados biométricos empregando-se o programa estatístico SAS (2000).

As variáveis de produção foram realizadas no momento da colheita, avaliando-se a produtividade de pencas, o número de frutos por cacho, o comprimento e o diâmetro do fruto da segunda penca. Esses dados de produção também foram submetidos a uma análise de variância, conforme o delineamento experimental proposto.

Realizou-se uma análise de custo da utilização das fontes nas diferentes combinações aplicados via água de irrigação, examinando-se o custo variável, como sendo a quantidade de adubos gastos em cada tratamento, a receita bruta, como produto do rendimento médio pelo preço recebido pelo produtor e a margem bruta gerada pela diferença entre receita bruta e o custo variável dos tratamentos. Os preços médios dos fertilizantes foram coletados na região, em dezembro 2007. Para calcular os indicadores econômicos da cultura da bananeira, foi considerado o preço médio recebido pelo produtor de R\$ 0,30/kg na

região do estudo. O preço da fonte nitrato de cálcio é de R\$ 2,60 kg⁻¹ enquanto que a uréia é encontrada no valor de R\$ 1,10 kg⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 1° ciclo, foi observado efeito significativo das diferentes combinações de fontes nitrogenadas aplicadas na fertirrigação, apenas para área foliar total mostrando que para essa variável a aplicação isolada de Nitrato de Cálcio (T6) em todo ciclo da cultura promoveu maiores valores, chegando a ser 11,6 % superior ao tratamento aplicado apenas com uréia (T1). Apesar de não ter ocorrido efeito significativo da área foliar total no 2° ciclo, o tratamento T6 também foi maior em relação ao T1 em 3,99%. Notou-se ainda que em ambos os ciclos os tratamentos em que a maior parte do ciclo foi fertirrigado com nitrato de cálcio a área foliar total da planta obteve valores superiores aos tratamentos em que a maior parte do ciclo foi fertirrigado com uréia (Tabela 3).

Observa-se ainda que no 1° ciclo os parâmetros biométricos medidos foram em média 40% menores que os registrados no 2° ciclo isso se deve a problemas ocorridos com as mudas no plantio, influenciando assim na produtividade, comprovando a relação positiva existente entre os dados biométricos e a produtividade. Nas mesmas condições climáticas estudando níveis de irrigação com a cultivar 'Grande Naine' Coelho et al.(2006) registraram uma área foliar máxima de 15,54 m² aproximando-se aos obtidos no 2° ciclo.

Tabela 3. Médias dos valores biométricos medidos na emissão do 1° e 2° ciclos da bananeira sob diferentes combinações de uréia e nitrato de cálcio

| Tratamento | 1° ciclo | | | 2° ciclo | | |
|------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|
| | Diâmetro de pseudocaule (m) | Altura de planta (m) | Área Foliar (m ²) | Diâmetro de pseudocaule (m) | Altura de planta (m) | Área Foliar (m ²) |
| T1 | 0,179 ^{ns} | 1,84 ^{ns} | 8,51ab | 0,238 ^{ns} | 2,58 ^{ns} | 13,76 ^{ns} |
| T2 | 0,176 ^{ns} | 1,81 ^{ns} | 8,41ab | 0,225 ^{ns} | 2,45 ^{ns} | 12,75 ^{ns} |
| T3 | 0,172 ^{ns} | 1,81 ^{ns} | 8,33 b | 0,235 ^{ns} | 2,54 ^{ns} | 12,95 ^{ns} |
| T4 | 0,180 ^{ns} | 1,82 ^{ns} | 8,27 b | 0,230 ^{ns} | 2,45 ^{ns} | 13,55 ^{ns} |
| T5 | 0,180 ^{ns} | 1,85 ^{ns} | 8,95 b | 0,227 ^{ns} | 2,43 ^{ns} | 13,90 ^{ns} |
| T6 | 0,181 ^{ns} | 1,89 ^{ns} | 9,5 a | 0,237 ^{ns} | 2,57 ^{ns} | 14,30 ^{ns} |

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F", e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No 1° ciclo a produtividade média de pencas variou de 19,17 t ha⁻¹ a 21,10 t ha⁻¹ (Tabela 4) apresentando valores inferiores ao normalmente obtidos dado problemas de mudas no plantio causando desuniformidade das mesmas, porém no 2° ciclo a produtividade encontrada se aproxima dos valores registrados por Souza et al (2004) atingindo uma produtividade máxima de 55,42 t ha⁻¹ e Melo et al (2001) registrando no 1° ciclo 48 t ha⁻¹. Embora não ter ocorrido efeito significativo entre as diferentes combinações de fontes nitrogenadas no ciclo da cultura, os tratamentos aplicados com maiores porcentagens de nitrato de cálcio apresentaram valores de produtividades superiores.

O diâmetro médio do fruto da segunda penca foi influenciado pelos tratamentos, sendo que o tratamento T6 diferiu do tratamento T1 e apresentou maior valor com 0,037 m, enquanto que, o tratamento com 100% de uréia apresentou a menor media entre todos os tratamentos, isto é, 0,034 m. Apesar de não haver diferença significativa a adubação com 100% do ciclo com nitrato de cálcio promoveu valores maiores em produtividade, comprimento e diâmetro do fruto (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de Produtividade de pencas, número de frutos por cacho, comprimento da 2° penca e diâmetro da 2° penca sob diferentes combinações de uréia e nitrato de cálcio.

| Tratamento | Produtividade média de pencas (t ha ⁻¹) | | Nº médio de frutos por cacho | | Comprimento médio do fruto da 2º penca (m) | | Diâmetro médio do fruto da 2º penca (m) | |
|------------|---|---------------------|---------------------------------|---------------------|--|---------------------|--|----------------------|
| | 1º ciclo | 2º ciclo | 1º ciclo | 2º ciclo | 1º ciclo | 2º ciclo | 1º ciclo | 2º ciclo |
| T1 | 19,41 ^{ns} | 36,56 ^{ns} | 91,2 ^{ns} | 176,0 ^{ns} | 0,2028 ^{ns} | 0,216 ^{ns} | 0,0347 b | 0,0376 ^{ns} |
| T2 | 19,17 ^{ns} | 35,24 ^{ns} | 91,2 ^{ns} | 162,0 ^{ns} | 0,2188 ^{ns} | 0,221 ^{ns} | 0,0366 a | 0,0370 ^{ns} |
| T3 | 20,59 ^{ns} | 35,96 ^{ns} | 102,8 ^{ns} | 174,5 ^{ns} | 0,2166 ^{ns} | 0,211 ^{ns} | 0,0358 ab | 0,0379 ^{ns} |
| T4 | 19,46 ^{ns} | 42,22 ^{ns} | 93,8 ^{ns} | 154,2 ^{ns} | 0,2178 ^{ns} | 0,225 ^{ns} | 0,0358 ab | 0,0373 ^{ns} |
| T5 | 19,86 ^{ns} | 36,68 ^{ns} | 96,0 ^{ns} | 163,0 ^{ns} | 0,2134 ^{ns} | 0,216 ^{ns} | 0,0362 ab | 0,0375 ^{ns} |
| T6 | 21,10 ^{ns} | 37,78 ^{ns} | 91,8 ^{ns} | 178,5 ^{ns} | 0,2,98 ^{ns} | 0,218 ^{ns} | 0,0374 a | 0,0376 ^{ns} |

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F" e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme se observa nos dados descritos na Tabela 5 o custo variável do fertilizante se eleva à medida que se aumenta a utilização do nitrato de cálcio no ciclo da cultura, chegando a ser 760 % maior comparado ao tratamento onde é aplicado apenas uréia durante todo o ciclo. Em consequência disto, a margem bruta determinada pela diferença entre a receita bruta e o custo variável, é menor quando se utiliza apenas o nitrato de cálcio (T1= 15,48 R\$ há⁻¹) chegando ser a metade da margem bruta proporcionada pela aplicação exclusiva com uréia, isto é decorrente do alto custo do adubo nitrato de cálcio em relação a uréia. Para que se tenha uma margem bruta encontrada no tratamento 1, 100% do ciclo com uréia, é necessário que se tenha um aumento na produtividade nos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6, de aproximadamente 11, 17, 14, 45 e 44% respectivamente.

Tabela 5. Custo variável (R\$/ha), rendimento média (t/ha), receita bruta ((R\$/ha), e margem bruta (R\$/ha). Valores de dez./2007.

| Tratamentos | Custo variável (R\$ ha ⁻¹) | Rendimento médio (t ha ⁻¹) | Preço (R\$ t ⁻¹) | Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹) | Margem bruta (R\$ ha ⁻¹) |
|-------------|---|---|---------------------------------|--|---|
| T1 | 1.311 | 55,97 | 300 | 16.791 | 15.480 |
| T2 | 2.563 | 54,42 | 300 | 16.327 | 13.764 |
| T3 | 4.445 | 56,56 | 300 | 16.968 | 12.523 |
| T4 | 5.698 | 61,68 | 300 | 18.505 | 12.807 |
| T5 | 8.369 | 54,55 | 300 | 16.364 | 7.995 |
| T6 | 9.962 | 58,89 | 300 | 17.666 | 7.705 |

A Tabela 5 mostra ainda a relação entre a margem bruta em função do custo variável, onde ao passo que se aumenta o custo a margem bruta diminui tornando-se uma situação não desejável para o agricultor, no qual sua intenção é aumentar a receita e diminuir os custos. Apesar de não ocorrer diferença no rendimento médio os tratamentos com menor percentual de aplicação de nitrato de cálcio são os que apresentam menor custo variável aumentando conseqüentemente a margem bruta, ou seja, o lucro. Portanto, em termos econômicos para o produtor a utilização apenas da uréia em todo o ciclo (T1) representa a alternativa mais viável para sua produção.

CONCLUSÃO

As diferentes combinações das fontes nitrato de cálcio e uréia aplicadas por fertirrigação não tiveram efeito sobre as variáveis de crescimento: diâmetro do pseudocaule e altura da planta exceto a área foliar total visto que a aplicação de nitrato de cálcio isoladamente promoveu maior área foliar total no primeiro ciclo de produção.

Não houve estatisticamente nenhum efeito das diferentes combinações de aplicação das fontes nitrogenadas sobre a produtividade média de pencas, número médio de frutos por cacho e comprimento médio do fruto da 2° penca.

A margem bruta (lucro) do produtor reduz com a substituição da fonte nitrato de cálcio na fertirrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Alfredo Augusto Cunha; SILVA JUNIOR, José Fransmir Santos; COELHO, Eugenio Ferreira. Estimation of banana leaf area by simple and non-destructive methods. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 7., 2001, Ilhéus. **Fisiologia de plantas no novo Milênio**: desafios perspectivas, 2001. CD-ROM.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. da. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez no solo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 785-792, jul./ago., 2004

BORGES, A. L.; COELHO, E. F. **Fertirrigação em Bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 4p. (Embrapa-CNPMPF, Comunicado Técnico 74).

BORGES, A. L. ; COSTA, Édio Luiz da . Requerimentos de nutrientes para fertirrigação - banana. In: Ana Lúcia Borges; Eugênio Ferreira Coelho; Aldo Vilar Trindade. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 1a ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, v. único, p. 77-84.

BORGES, A.L.; SOUSA, L. da S.; ALVES, E.J. Exigências edafoclimáticas. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.). **Banana**: produção, aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.17-23. (Frutas do Brasil, 1).

BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A. da; OLIVEIRA, S.L. de. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. 'Prata Anã': produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.179-184, 1997.

BRASIL, E.C.; OEIRAS, A.H.L.; MENEZES, A.J.E.A. de; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2407-2414, 2000.

COELHO, E. F. COSTA E. L., LEDO, C. A. S, SILVA, S. O. Produtividade e eficiência do uso de água das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine' sob irrigação no tercio ciclonoorte de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n° 4, p.460-468, out-dez, 2006.

COELHO, E.F.; ANDRADE, C.L.T.; OR, D.; LOPES, L.C. & SOUZA, C.F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade Trase. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, 5:81-87, 2001.

COSTA, E. L. **Fertirrigação nitrogenada por gotejamento em cafezal e sua influencia em características químicas do solo**. 2005. 84f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas Para Os Tabuleiros Costeiros da Região de Cruz das Almas In: CONGRESSO BASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Lavras : SBEA, 1998. v. 1. p. 43-45.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requiriments**. Rome: FAO, 1977. (Irrigation and Drainage. Paper 24, 194 p.

DUGGAN, M. T. **Fertilizar eficientemente para reducir el riesgo ambiental: nitrógeno**. Disponível em: http://fertitec.com/informaciones /fer_princ_fac_apl.htm/. Acesso em 30 agosto de 2007.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Yearbook Production. Rome: **FAO**, 1994. v.48, p.164- 165. Statistics Séries IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2007.

LEDIEU, J.; DE RIDDER, P.; DE CLERCK, P. & DAUTREBANDE, S. A method for measuring soil water moisture by time-domain reflectometry. **J. Hydrol.**, 88:319-328, 1986.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.

MELO, F.B. de; CARDOSO, M.J.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; RIBEIRO, V.Q. Produtividade da banana 'Grand Naine' sob adubação química. In: SIMPÓSIO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E GERENCIAIS, 2001, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Frutal; Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. CD-ROM

RANGEL, A. Banana. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e de Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Manual técnico das culturas**. 2.ed. rev. atual. Campinas: Cati, 1997. p.100-110.

SILVA, S. de O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p.85-105.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide**. Cray NC, 2000. V.1-3.

SOUSA, V.F. de; VELOSO, M. E. da; VASCONCELOS, L.F. L; RIBEIRO, V.Q. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'Grand Naine'. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília. v.39, n 9, 2004.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia.** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 2001, 56p. (Boletim de pesquisa, 20).

SOUZA, T. V. **Produção e qualidade física e química de frutos de mamoeiro 'Tainung nº 1' sob aplicação diferenciada de sulfato de amônio e nitrato de cálcio via fertirrigação.**2006. 52f. Dissertação (Mestrado EM Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Bahia.

ZANÃO JUNIOR, L. A., LANA, R. M. Q. Formas de parcelamento e fontes de adubação nitrogenada para produção de couve-da-Malásia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23 n , p. 965-969 out-dez de2005.

CAPITULO 2

APLICAÇÃO DE DUAS FONTES NITROGENADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO EM ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO EM DOIS CICLOS DE PRODUÇÃO DA BANANAEIRA

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

APLICAÇÃO DE DUAS FONTES NITROGENADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO EM ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO EM DOIS CICLOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA

RESUMO: A aplicação de fertilizantes via água de irrigação é uma prática empregada na agricultura irrigada, constituindo no meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção da planta: água e nutrientes. O trabalho teve como objetivo estudar os impactos no ambiente solo cultivado com bananeira em função da combinação de duas fontes nitrogenadas aplicadas por fertirrigação no primeiro ciclo de produção. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e cinco repetições. As fontes utilizadas para fertirrigação foram uréia e nitrato de cálcio aplicadas em diferentes combinações durante o ciclo da cultura. Os parâmetros químicos analisados foram o pH, a condutividade elétrica (CE) e a concentração de nitrato. Os resultados demonstraram que as diferentes combinações das fontes nitrogenadas de fertirrigação não tiveram efeitos sobre o pH, a CE e a concentração de NO_3 no solo ao longo de dois ciclos de produção da bananeira.

Palavras-Chave: Fertirrigação, pH, condutividade elétrica

APPLICATION OF TWO NITROGEN SOURCES BY FERTIRRIGATION ON SOME CHEMICAL SOIL PARAMETERS DURING TWO CYCLES OF PRODUCTION OF BANANA CROP.

ABSTRACT: The application of fertilizers by irrigation water is a practice used in irrigated agriculture and is an efficient mean for providing fertilizer to the crops since it combines two important factors for growth, development and yield of plant: water and nutrients. The work had as objective to study the impacts of six different combinations of two nitrogen sources applied by fertirrigation on soil environment cultivated with banana. The experiment followed a random block design with six treatments and five replications. Urea and calcium nitrate were the nitrogen sources that were applied by different combinations during the crop cycle. The

analyzed chemical parameters were pH, electrical conductivity (CE) and nitrate concentration. The results showed that the different combination of the nitrogen sources did not have effect on pH, CE and on concentration of nitrate in the soil during the two cycles of banana production.

Key words: Fertirrigation, pH, electrical conductivity

INTRODUÇÃO

A bananeira é uma planta originária do continente asiático, e no Brasil é cultivada de norte a Sul, em regiões tropicais e subtropicais. A área plantada no Brasil, em 2004, era de 491.042 ha, nesse contexto o Estado da Bahia com (61.912 há) se destaca como a maior área plantada (IBGE, 2007). Acredita-se que aproximadamente 30% da área total cultivada com banana são irrigadas.

Na agricultura moderna, grandes quantidades de substâncias químicas são distribuídas sobre a superfície do solo, principalmente na forma de fertilizantes e adubos orgânicos. Esses insumos, quando aplicados acima da capacidade-suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão poluir o solo e as águas subterrâneas. Os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo.

Os nutrientes necessitam estar na solução do solo e em contato com as raízes para serem absorvidos pelas plantas (BARBER, 1962), apesar disso a sua mobilidade no perfil pode afetar a disponibilidade destes aos vegetais (KEPKLER & ANGHINONI, 1996) e também as perdas por lixiviação (CERETTA et al., 2002) e, por isso, influencia a escolha das técnicas mais adequadas de fertilização do solo, incluindo épocas, doses e métodos de aplicação dos fertilizantes, tanto sob o ponto de vista agrônômico quanto ambiental.

A combinação de fertilizantes com a água de irrigação, fertirrigação, é uma prática empregada na agricultura irrigada, constituindo no meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção da planta: água e nutrientes. Esse método de

aplicação de fertilizantes é hoje de comprovada eficácia, principalmente quando se utilizam fertilizantes com elevado grau de solubilidade, pois alia os dois componentes, água e nutrientes.

O nitrogênio é o nutriente mais absorvido e exigido pelas plantas além de ser o único que pode ser absorvido tanto na forma de ânion (NO_3^-) como de cátion (NH_4^+). No solo, encontrar-se sujeito a um grande número de reações, sendo, por isso, difícil de ser manejado eficientemente. No entanto, ocorrem perdas por lixiviação, volatilização e erosão com intensidades que vão depender das condições químico-físicas do solo e da forma do fertilizante nitrogenado aplicado. Do mesmo modo é o mais aplicado via água de irrigação, pois é altamente solúvel e apresenta grande mobilidade no solo principalmente na forma de nitrato (BORGES et al, 2006), tendo a uréia e o sulfato de amônio como as fontes mais utilizadas na agricultura brasileira (BARBOSA FILHO et al., 2004).

A escolha da fonte do fertilizante deve basear-se em vários fatores, incluindo disponibilidade do produto no mercado, preço, época, modo de aplicação e sistemas de manejo, dentre outros (BORGES & CARDOSO, 2003). A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado, devido ao menor preço por unidade de nutriente. Em contrapartida, a aplicação de quantidades excessivas de fertilizantes nitrogenados tem sido freqüentemente sugerida como a principal fonte de contaminação de águas subterrâneas (SPALDING et al. 1982).

Além de fatores ambientais, o pH do solo e a quantidade e tipo de resíduos deixados na superfície do solo são tidos como os principais fatores que afetam a eficiência dos fertilizantes nitrogenados aplicados em superfície (HOWARD e ESSINGTON, 1998).

O nitrato, por ser um ânion, não é retido em solos cuja predominância de cargas seja negativa apresentando, por isso, grande potencial de lixiviação, o que pode causar sérios problemas de poluição às águas subterrâneas. Já a uréia, representando cerca de 50% do mercado, quando aplicada ao solo, sofre, inicialmente, hidrólise, produzindo amônia e gás carbônico, numa reação mediada pela urease. Essa reação inicial da uréia apresenta importantes aspectos, entre os quais a elevação do pH do solo, para a faixa de 8 a 9, nas imediações do grânulo desse fertilizante (SILVA & VALE, 2000).

A aplicação de adubos nitrogenados via fertirrigação, podem causar efeitos desejáveis e indesejáveis nas propriedades químicas do solo. A alteração

desejável é aumentar o teor do nutriente aplicado no solo e conseqüentemente sua disponibilidade para a planta, no entanto, a indesejável é um possível aumento na acidez do solo, ou seja, diminuição do pH. (MALAVOLTA, 1981; MACLAREN & CAMERON, 1996). A aplicação de fontes amídicas ao solo bem como as amoniacais, após ser absorvido pela raiz ou sofrer oxidação biológica no processo de nitrificação, pode induzir variações no pH do solo, conforme Souza (2006).

O menor custo das fontes amoniacais e amidicas fazem com que esses fertilizantes sejam mais cogitados pelos produtores rurais, no entanto possui uma desvantagem da possível redução do pH e na saturação de bases do solo.

Souza (2006) estudou o efeito de diferentes combinações de fontes nitrogenadas (sulfato de amônio e nitrato de cálcio) sobre o pH e saturação de bases do solo na profundidade de 0-0,40 m. Este autor observou redução do pH e saturação de bases com a diminuição da porcentagem do ciclo com nitrato de cálcio. Logo, uma forma economicamente compensatória de contornar esse problema é a conjugação de uma fonte amoniacal ou amídica com uma fonte nítrica.

O conhecimento da composição química da solução do solo, bem como da condutividade elétrica é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes, ao longo do ciclo de uma cultura e os impactos de aplicação de fertilizantes nos atributos químicos do solo, pois expressa a concentração total de sais solúveis no solo.

O objetivo deste trabalho foi estudar alterações nos atributos químicos (pH, Condutividade elétrica e concentração de NO_3^-) de um solo cultivado com bananeira em função da combinação de duas fontes nitrogenadas aplicadas por fertirrigação durante o primeiro e segundo ciclos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na EMBRAPA Mandioca em Cruz das Almas, Região do Recôncavo Baiano, a $12^{\circ}40'19$ de latitude Sul, $39^{\circ}06'23$ de longitude oeste Gr, e altitude de 225 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com umidade relativa e temperatura media anual de 80% e 24°C

respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

O solo é um Latossolo Amarelo álico coeso de textura média contendo 529 g de areia kg^{-1} , 107 g de silte kg^{-1} , 364 g de argila kg^{-1} e densidade de $1,51 \text{ kg dm}^{-3}$ (SOUZA & SOUZA, 2001) com as propriedades químicas amostradas na profundidade 0-0,20 e 0,20-0,40 m apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental.

| Prof. (cm) | pH (em H_2O) | P (mg dm^{-3}) | K (mg dm^{-3}) | Ca (mg dm^{-3}) | Mg (mg dm^{-3}) | Na (mol dm^{-3}) | S (mg dm^{-3}) | CTC | V (%) | M.O. (g kg^{-1}) |
|------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|-------|-----------------------------|
| 0-20 | 5,17 | 4,33 | 0,26 | 1,17 | 1,27 | 0,14 | 2,83 | 5,95 | 47 | 7,54 |
| 20-40 | 5,27 | 4,33 | 0,33 | 1,30 | 1,07 | 0,15 | 2,85 | 5,85 | 48 | 7,31 |

A umidade do solo correspondente a capacidade de campo é $0,23 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ equivalente a tensão de -10 kPa e a umidade no ponto de murcha permanente é de $0,16 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ equivalente a tensão de -1500 kPa

A bananeira da cv. 'Grand Naine' (grupo genômico AAA, subgrupo Cavendish) foi plantada em outubro de 2005 e fertirrigada por gotejamento, com uma linha lateral por fileira e três gotejadores por planta, com vazão de $3,75 \text{ L h}^{-1}$ cada (Figura 1).



Figura 1. Linha lateral e emissores por planta

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e cinco repetições, cada parcela contendo nove plantas, sendo seis úteis por parcela em fileiras simples, espaçadas de $2,5 \times 3,0 \text{ m}$ (Figura 2).

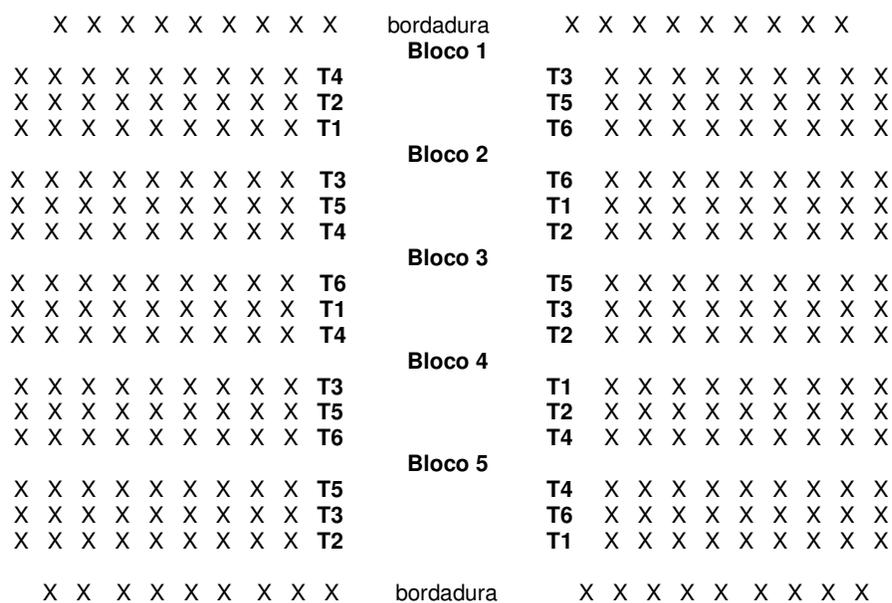


Figura 2. Delineamento experimental

O preparo do solo consistiu na calagem sendo aplicado 1600 kg ha⁻¹, aração e gradagem. As covas foram abertas nas dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,5 m. Cada cova recebeu uma mistura, 105 g de superfosfato simples, 50 g de FTE BR-12 e 20 L de esterco de curral.

A necessidade hídrica da cultura foi determinada pela evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo tanque Classe A (DOOREMBOS & PRUITT, 1977), localizado próximo à área experimental. As irrigações procederam-se com turno de rega de um dia.

As fontes utilizadas para fertirrigação foram uréia e nitrato de cálcio aplicadas em diferentes combinações durante o ciclo da cultura expressa nos tratamentos T1=100% do ciclo com Uréia; T2=80% do ciclo com uréia e 20% com nitrato de cálcio; T3=60% do ciclo com uréia e 40% com nitrato de cálcio; T4=40% do ciclo com uréia e 60% com nitrato de cálcio; T5=20% do ciclo com uréia e 80% com nitrato de cálcio; T6=100% do ciclo com nitrato de cálcio. Os fertilizantes eram aplicados simultaneamente via água de irrigação, em duas aplicações semanais, nas segundas e sextas-feiras a partir do primeiro mês após o plantio, totalizando em oito fertirrigações mensais, para isto, utilizava-se uma bomba injetora hidráulica de diafragma (TMB 60) com vazão de 60 L h⁻¹, onde os

tratamentos eram diferenciados por meio de seis registros na entrada da área experimental.

O nitrogênio (N) foi aplicado com base em recomendação de Borges & Costa (2002), correspondendo a 300 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ no 1º ciclo e 275 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ no 2º ciclo. Além do nitrogênio, aplicou-se potássio (K₂O) via água de irrigação nas dosagens 750 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ no 1º e 2º ciclos de acordo recomendação de Borges & Costa (2002). As aplicações de nitrogênio e de potássio foram calculadas conforme recomendação de Borges & Coelho (2002). As quantidades de nitrogênio convertidas para as fontes uréia e nitrato de cálcio conforme o tratamento e o ciclo são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidade aplicada nos tratamentos das fontes nitrogenadas, Uréia e Nitrato de Cálcio (NC).

| Tratamento | Total aplicado | | | |
|------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | 1º ciclo | | 2º ciclo | |
| | Uréia (kg ha ⁻¹) | NC (kg ha ⁻¹) | Uréia (kg ha ⁻¹) | NC (kg ha ⁻¹) |
| T1 | 622,69 | 0,0 | 569,32 | 0,0 |
| T2 | 544,85 | 250,19 | 474,43 | 304,35 |
| T3 | 428,10 | 625,47 | 332,10 | 763,48 |
| T4 | 350,26 | 875,66 | 237,22 | 1067,47 |
| T5 | 124,54 | 1601,20 | 94,89 | 1524,95 |
| T6 | 0,0 | 2001,50 | 0,0 | 1829,94 |

A partir dos terceiro mês após o plantio, mensalmente durante os dois ciclos da cultura coletou-se a solução do solo por meio de extratores de cápsula porosa instalados a 0,20 e 0,40 m de profundidade próximo ao ponto de emissão do gotejador (Figura 3A); em seguida foram encaminhadas ao laboratório de irrigação e fertirrigação da EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura, para a determinação do pH, e da CE_S (condutividade elétrica da solução do solo). A concentração de NO₃⁻ (nitrato) foi analisada apenas no segundo ciclo. A sucção nos extratores foi feita com bomba manual com pressão negativa entre -70 a -80 KPa (Figura 3B) sendo que, os mesmos permaneceram cerca de 4 horas no campo.

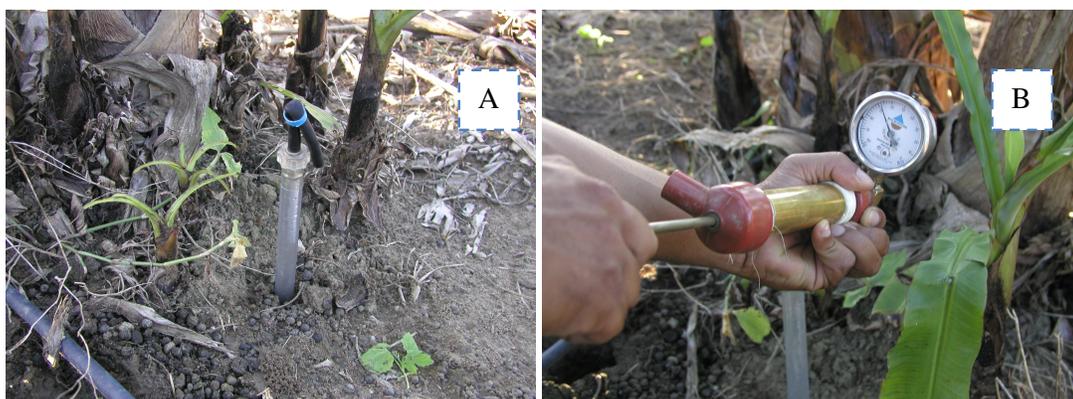


Figura 3. Localização e sucção dos extratores de solução no campo.

Para a determinação da concentração de NO_3^- , utilizou-se um equipamento Cardy horiba portátil, com unidade em mg L^{-1} . O medidor foi calibrado com a solução padrão de 15 x 10 para concentrações inferiores a 500 mg L^{-1} e 20 x 100 mg L^{-1} para concentrações superiores a esta. A cada amostra analisada o sensor era lavado com água deionizada com a finalidade de retirar qualquer resíduo de íons que poderiam interferir na leitura posterior (Figura 4), conforme Grover & Lamborn (1970).

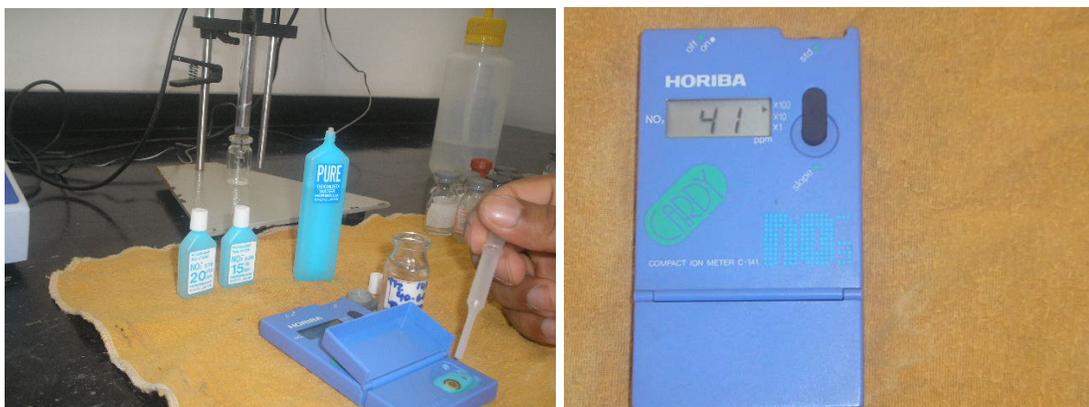


Figura 4. Determinação da concentração de NO_3^- e o medidor horiba

A condutividade elétrica (CE_s) foi determinada utilizando-se um condutivímetro de mesa da marca Tecnal modelo Tec-4MP, calibrado com solução padrão de KCl de $146,7 \mu\text{s/cm}$, e as leituras compensadas

automaticamente para 25 °C. Para evitar erros nas leituras, o sensor foi lavado entre cada leitura com água destilada (Figura 5A).

O pH foi medido em um pH-metro de mesa da marca Tecnal modelo Tec-3MP previamente calibrado com soluções padrões de pH=4 e pH=7 (Figura 5B).

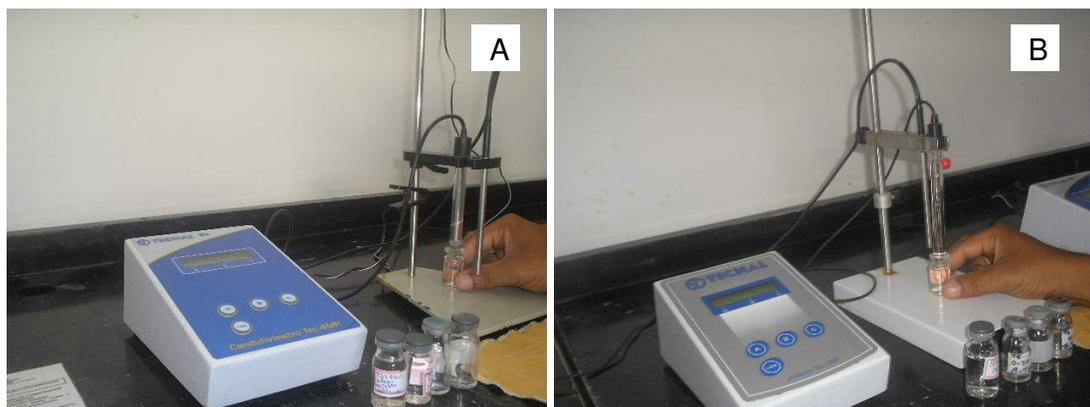


Figura 5. Leituras da CE_s e do pH no laboratório de Irrigação e Fertirrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Uma vez por mês nas mesmas posições de instalações dos extratores, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m para a determinação da condutividade elétrica pelo extrato de saturação (CE_{es}), pH, e concentração de NO_3^- . As amostras de solo foram secas por 48 horas em estufa e em seguida destorroadas para se fazer a pasta de saturação nas proporções de 3:1 (300 g solo / 100 ml água destilada). A pasta de saturada ficou em repouso por 24 horas, quando então foi transferida para copos plásticos. Extratores previamente limpos com água deionizada foram inseridos nas pastas, aplicando-se vácuo no interior dos mesmos com uma bomba de vácuo manual. Os extratores permaneceram sob potenciais negativos por 2 a 3 horas (Figura 6).



Figura 6. Aplicação de pressão negativa no interior dos extratores de solução.

Por meio das amostragens permitiu-se com o decorrer do trabalho, que se estimasse a evolução do pH, da condutividade elétrica e da concentração de NO_3^- nas profundidades 0-0,20, 0,20-0,40, e 0,40-0,60 m nos tratamentos.

A condutividade elétrica aparente do solo e a umidade foram monitoradas duas vezes por semana utilizando-se sondas de TDR fabricadas em laboratório de 0,10 m de comprimento de haste e 0,0032 m de diâmetro, de aço inox. Estas sondas foram instaladas nos seis tratamentos em três blocos nas profundidades de 0,20; 0,40 e 0,60 m. Foi utilizado no monitoramento a TDR 100 da Campbell Scientific Inc. empregando-se o modelo de Ledieu et al. (1986) dada pela equação: $\theta = 0,1138\sqrt{\varepsilon} - 0,1758$, onde ε representa a constante dielétrica aparente. Para conversão da constante dielétrica aparente em umidade volumétrica realizou-se uma calibração das sondas de TDR utilizadas no trabalho, conforme Coelho et al. (2001), obtendo-se a equação da umidade gravimétrica como função da constante dielétrica do solo: $\theta = -0,00001\varepsilon^3 + 0,001\varepsilon^2 - 0,0287\varepsilon + 0,4505$

Dada a sensibilidade das leituras da TDR e a variação da umidade do solo (θ), foram tomadas leituras em que os teores de umidade estivessem entre 0,25 e 0,26 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, valores próximos do limite superior de disponibilidade de água do solo, de forma a minimizar esse efeito os valores da CEa. A impedância característica da sonda (k_p) foi de 6,04 determinada segundo Giese & Tiemann, (1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de pH do extrato de saturação ao longo de dois ciclos da cultura indicam que não há variação expressiva entre os tratamentos (Tabela 3), com valores entre 5,7 e 6,4. Esperava-se que com a adição da uréia ocorresse redução do pH pela liberação do íon H^+ em virtude do processo de nitrificação, entretanto, isso não foi observado. Este fato pode ter ocorrido devido à absorção direta pelas plantas do íon amônio. Outros autores como Silva & Vale, (2000) e Barbosa Filho et al., (2004) observaram aumentos do pH pela adição de uréia.

Tabela 3. pH médio dos tratamentos ao longo de dois ciclos da bananeira

| Profundidade (m) | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0-0,20 | 6,3 | 6,2 | 6,2 | 6,1 | 6,4 | 6,3 |
| 0,20-0,40 | 6,3 | 5,9 | 5,9 | 6,0 | 5,8 | 5,9 |
| 0,40-0,60 | 5,8 | 5,9 | 6,0 | 6,1 | 5,9 | 5,7 |

Durante os dois ciclos da cultura os dados demonstraram que o efeito da fertirrigação das diferentes combinações das fontes amídica e nítrica na acidez do mesmo foi mínimo, dado que o pH no início do experimento, após calagem, era em média 6,4, 6,2 e 6,0 nas camadas de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m respectivamente, passou para 6,2, 6,0 e 5,9 nas mesmas camadas ao final de dois ciclos (Figura 7).

A aplicação de adubos no solo podem causar efeitos desejáveis e indesejáveis; para a uréia o principal efeito indesejável é o possível aumento da acidez no solo (MALAVOLTA, 1981; MACLAREN & CAMERON, 1996), pois durante a nitrificação, ou seja, a transformação do amônio em nitrato, ocorre liberação de H^+ no solo, o que se traduz em redução do pH.

Em experimento realizado por SILVA et al (2001) com o objetivo de avaliar o efeito da uréia sobre os teores de N total, N mineral sobre o crescimento das raízes de pimentão constataram que o efeito da aplicação da uréia na redução do pH foi mínimo, encontrando reduções de 5,8 para 5,6 e 5,2 para 4,8 nas camadas

de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, respectivamente, no final do ciclo, que correspondeu a 141 dias.

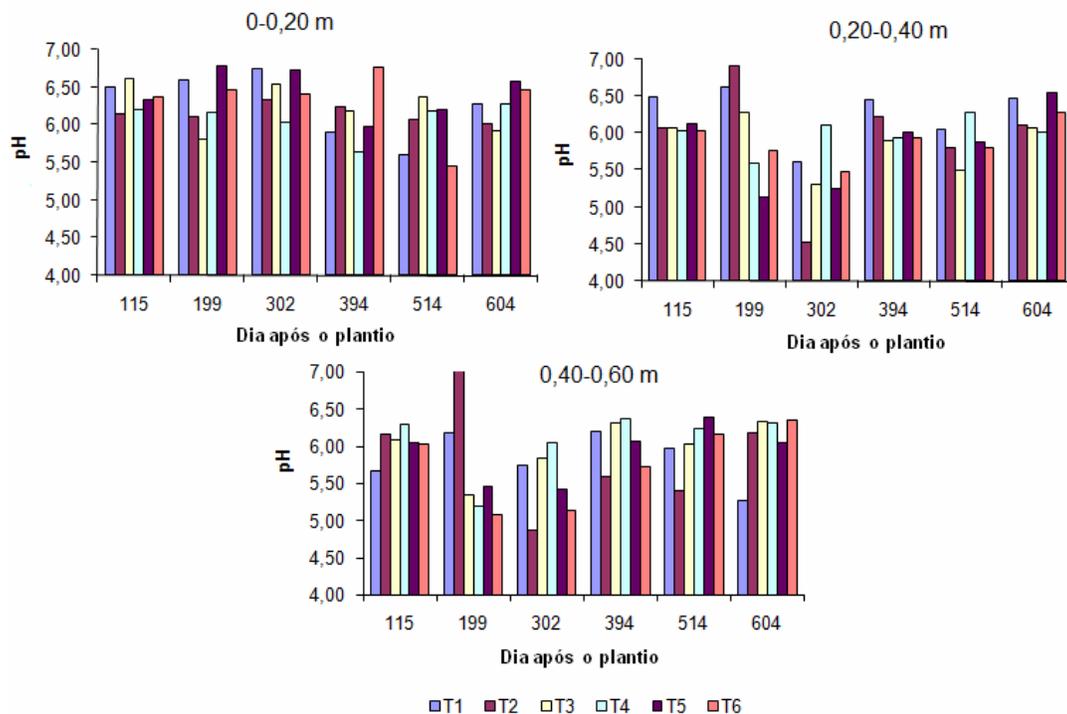


Figura 7. pH do extrato de saturação ao longo do 1° e 2° ciclo nas profundidades de 0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m

As análises de variância mostraram que as diferentes combinações de fontes nitrogenadas (amídica e nítrica) não tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ao teste de F sobre a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), da concentração de nitrato do extrato de saturação e da solução do solo (Tabela 4).

Tabela 4. Médias dos dados de CE_{es} , NO_3^- do extrato de saturação e NO_3^- da solução do solo, submetido a diferentes combinações de fontes nitrogenadas (amídicas e nítricas)

| Fonte de Variação | CE_{es} | NO_3^- (extrato saturação) | NO_3^- (solução do solo) |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| TRATAMENTO | (dS m ⁻¹) | (mg L ⁻¹) | |
| T1 | 0,384 ^{ns} | 168,67 ^{ns} | 49,50 ^{ns} |
| T2 | 0,385 ^{ns} | 144,12 ^{ns} | 46,25 ^{ns} |
| T3 | 0,345 ^{ns} | 177,02 ^{ns} | 58,88 ^{ns} |
| T4 | 0,402 ^{ns} | 158,31 ^{ns} | 26,72 ^{ns} |
| T5 | 0,390 ^{ns} | 174,05 ^{ns} | 48,64 ^{ns} |
| T6 | 0,421 ^{ns} | 136,81 ^{ns} | 35,94 ^{ns} |
| PROF. | | | |
| 20 | 0,456 a | 174,77 ^{ns} | 51,86 ^{ns} |
| 40 | 0,383 b | 145,37 ^{ns} | 36,45 ^{ns} |
| 60 | 0,326 b | - | - |
| ÉPOCA | | | |
| 1 | 0,340 c | 191,68 a | 42,62 ^{ns} |
| 2 | 0,516 a | 192,39 a | 29,50 ^{ns} |
| 3 | 0,418 b | 113,51 b | 59,83 ^{ns} |
| 4 | 0,381 b | 143,01 b | |
| 5 | 0,265 c | - | |
| CV (%) | 46,24 | 84,01 | 116,17 |
| Média | 0,387 | 159,60 | 44,07 |

^{ns} não significativo com 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade

Pela análise de variância, foi verificado o efeito da profundidade na CE_{es} , onde esta foi maior na camada de 0-0,20 m, reduzindo-se com a profundidade.

A Figura 8 mostra uma elevação geral da CE_{es} em 394 DAP na profundidade 0-0,20m, o que pode ser atribuído à aplicação em cobertura de 0,25 kg de Superfosfato simples para correção do Fósforo no início do segundo ciclo (época 2) concentrando-se na superfície devido à sua baixa mobilidade no solo.

Dias (2004) estudando a combinação de seis níveis de salinidade inicial do solo (S1 = 1,0; S2 = 2,0; S3 = 3,0; S4 = 4,0; S5 = 5,0 e S6 = 6,0 dS m⁻¹) e dois manejos de fertirrigação: tradicional e com controle da condutividade elétrica em um solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido, também

verificou que as maiores concentrações de sais ocorreram na superfície do solo diminuindo com a profundidade.

As médias da CE_{es} na camada superficial tiveram, neste período, valores máximos de $0,826 \text{ dS m}^{-1}$ para o T4 e $0,758 \text{ dS m}^{-1}$ para o T5 (Figura 8). As maiores médias foram verificadas nos tratamentos com maiores percentagem de nitrato de cálcio tendo valores de $0,473$, $0,451$ e $0,432 \text{ dS m}^{-1}$ para o T4, T5 e T6 respectivamente (Tabela 5).

No caso da condutividade elétrica da solução do solo pode-se observar pela Figura 9 que não houve uma tendência definida de variação dessa variável ao longo dos dois ciclos da cultura, sendo que a mesma se manteve em níveis entre $0,212$ e $0,778 \text{ dS m}^{-1}$, valores estes próximos aos observados na CE_{es} na profundidade de $0-0,20 \text{ m}$. Essa proximidade dos valores de CE_{es} e CE_s pode ser verificada na Tabela 4, onde a média geral da CE_{es} foi $0,387 \text{ dS m}^{-1}$ enquanto que a média da CE_w foi de $0,413 \text{ dS m}^{-1}$. Silva et al. (1999) investigando a resposta de seis cultivares de tomates à fertirrigação em sistema de gotejamento, verificaram que a CE obtida por extratores de solução equivale bem à CE obtida do extrato de saturação.

É preciso atentar que a CE_{es} abrange os íons em solução do solo e os íons adsorvidos mais fáceis de serem translocados para a solução do solo, enquanto a CE_s só envolve os íons da solução do solo, sendo que a CE_s tem composição bastante variável no tempo e no espaço, devido a uma série de processos dinâmicos entre as fases sólidas e líquidas do solo e absorção seletiva de nutrientes pelas raízes (DUARTE, 2002) isto faz com que a CE_s seja mais variável do que a CE_{es} .

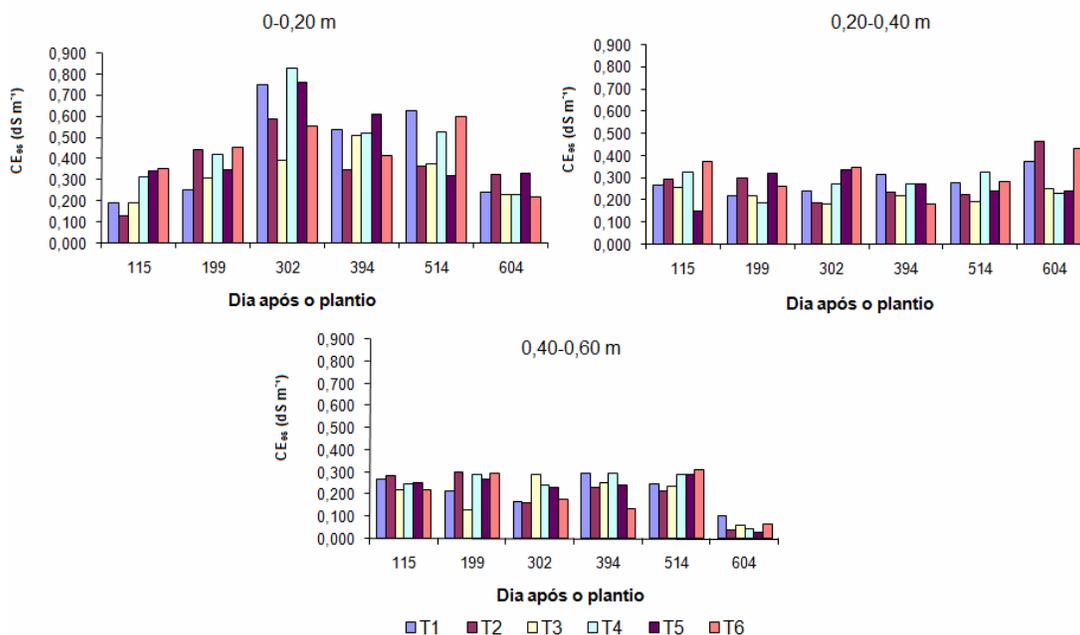


Figura 8. CE_{es} do extrato de saturação ao longo do 1° e 2° ciclo nas profundidades de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m.

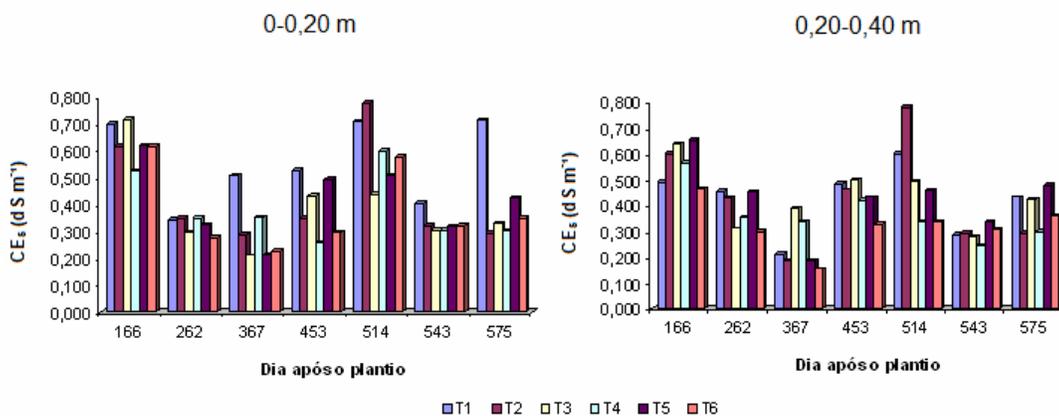


Figura 9. CE_s da solução do solo ao longo do 1° e 2° ciclo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 cm

Não foram encontrados valores de CE tanto no extrato de saturação como na solução do solo ao longo do ciclo que pudesse comprometer o desenvolvimento e a produção da cultura. Os valores de CE estão muito abaixo dos limites dos solos considerados salinos estabelecido tanto pela classificação

da U. S. Salinity Laboratory ($4,0 \text{ dS.m}^{-1}$), quanto pelo Comitê de Terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo ($2,0 \text{ dS.m}^{-1}$).

Tabela 5. Valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) e condutividade elétrica da solução do solo (CE_w) para os tratamentos nas profundidades de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, em dois ciclos de produção da banana

| Profundidade (m) | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|------------------|-----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | CE (dS m^{-1}) | | | | | |
| 0-0,20 | CE_{es} | 0,432 | 0,365 | 0,334 | 0,473 | 0,451 | 0,432 |
| | CE_w | 0,558 | 0,427 | 0,391 | 0,384 | 0,415 | 0,381 |
| 0,20-0,40 | CE_{es} | 0,283 | 0,285 | 0,316 | 0,268 | 0,261 | 0,348 |
| | CE_w | 0,422 | 0,434 | 0,431 | 0,365 | 0,428 | 0,321 |
| 0,40-0,60 | CE_{es} | 0,216 | 0,205 | 0,199 | 0,235 | 0,219 | 0,202 |
| | CE_w | - | - | - | - | - | - |

Na Figura 10 estão apresentados o comportamento da condutividade elétrica aparente do solo dada pela TDR (CE_a) para todos os tratamentos ao longo do segundo ciclo a partir dos 400 DAP. A maioria dos tratamentos não apresentaram variação da CE_a em profundidade, com exceção nos tratamentos T1 e T2, para os quais se verificou maiores valores a profundidade de 0,40 m.

Avaliando o comportamento da CE_a ao longo do segundo ciclo, por meio de análise de regressão observa-se uma elevação da CE_a ao longo do tempo devido a fertirrigação (Tabela 6), O coeficiente angular dos modelos lineares da CE_a em função do tempo (dias após o plantio) demonstram variações muito baixas evitando elevações relevantes nos valores de CE_a . Este comportamento não contradiz os resultados da Tabela 4, em que se verifica elevação da CE_{es} até a época 3, com ligeiro decréscimo a partir daí.

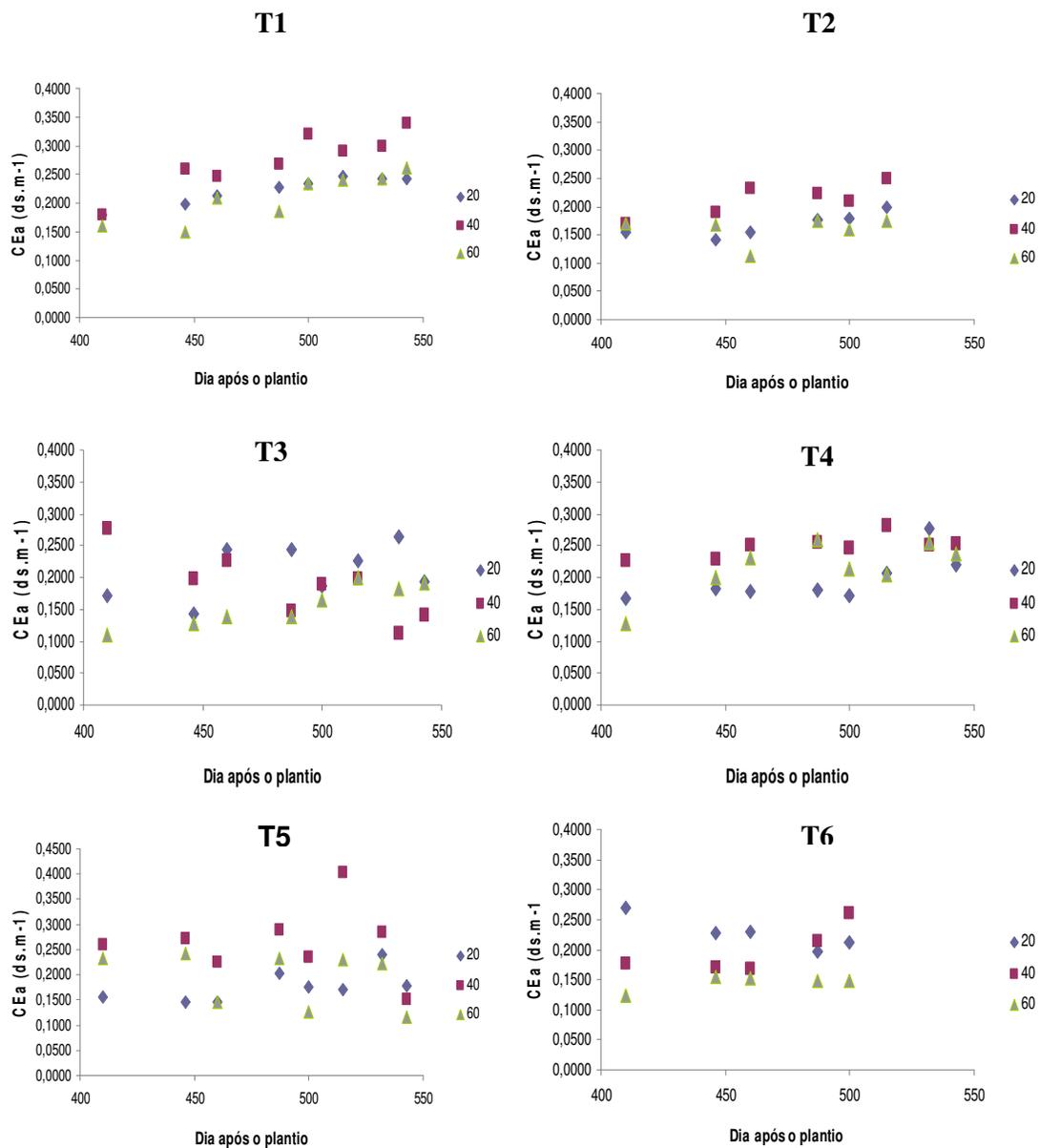


Figura 10. Condutividade elétrica aparente (CEa) medida pela TDR ao longo do segundo ciclo nas profundidade de 20, 40 e 60 cm.

TABELA 6: Parâmetros da análise de regressão da CE_a para os tratamentos nas profundidades de 0-20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m

| Tratamento | Prof (m) | Intercepto | Coef. Angular | R ² |
|------------|-----------|-------------|---------------|----------------|
| T1** | 0-0,20 | -0,02578648 | 0,000510941 | 0,9387063713 |
| T1** | 0,20-0,40 | -0,20958617 | 0,000996324 | 0,8409285317 |
| T1** | 0,40-0,60 | -0,18873367 | 0,000819643 | 0,8166438031 |
| T2* | 0-0,20 | -0,04412898 | 0,000449884 | 0,6982618504 |
| T2* | 0,20-0,40 | -0,07864705 | 0,000619192 | 0,6951136153 |
| T2 | 0,40-0,60 | - | - | - |
| T3 | 0-0,20 | - | - | - |
| T3** | 0,20-0,40 | - | - | - |
| T3** | 0,40-0,60 | -0,16908103 | 0,000669316 | 0,8653195314 |
| T4* | 0-0,20 | -0,08483469 | 0,000580703 | 0,5025425518 |
| T4 | 0,20-0,40 | - | - | - |
| T4* | 0,40-0,60 | -0,10612964 | 0,000662224 | 0,5222740009 |
| T5 | 0-0,20 | - | - | - |
| T5 | 0,20-0,40 | - | - | - |
| T5 | 0,40-0,60 | - | - | - |
| T6* | 0-0,20 | 0,551558528 | -0,00070377 | 0,8436130355 |
| T6** | 0,20-0,40 | -0,13939926 | 0,000727509 | 0,7312652358 |
| T6 | 0,40-0,60 | -0,07384383 | 0,000482360 | 0,6893313533 |

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Os resultados obtidos da concentração de NO_3^- na solução do solo ao longo do segundo ciclo estão apresentados nas Figuras (11) e (12), sendo registrada na solução do solo e no extrato de saturação uma concentração média de 44,07 mg L⁻¹ e 159,60 mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Os resultados indicaram que, em média, 72% do total de nitrato ficou adsorvido nas micelas do solo e apenas 23% ficou na solução do solo prontamente disponíveis às raízes. Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à concentração do nitrato na solução do solo ou no extrato de saturação, apesar de os tratamentos T1, T2 e T3 registrarem maiores percentagens do nitrato na solução do solo em relação ao do extrato de saturação.

As concentrações de nitrato (NO_3^-) ao longo do tempo na solução do solo apresentaram valores entre 3,50 e 225 mg L⁻¹ e as três maiores concentrações encontradas foram nos tratamentos T1, T2 e T3 com 225, 179 e 141 mg L⁻¹ respectivamente. Já no extrato de saturação os tratamentos T5 e T2 registraram valores máximos de 227 e 205 mg L⁻¹ na mesma ordem.

A análise de variância permitiu observar que houve diferença significativa da concentração de nitrato do extrato de saturação, a 5% de probabilidade pelo teste de Scoot-Knott, reduzindo-se a concentração do início (época 1 e 2) para o fim do ciclo (época 3 e 4) (Tabela 4).

Monteiro (2007) estudando a distribuição espacial de íons fertilizantes (nitrato e potássio) no sistema radicular de melão em dois tipos de solo utilizando extratores de solução encontrou valores entre 16 e 208 mg L⁻¹ para um Argissolo Vermelho e entre 16 e 171 mg L⁻¹ para um Latossolo Vermelho Amarelo, faixa esta superior a faixa encontrada na solução do solo deste trabalho.

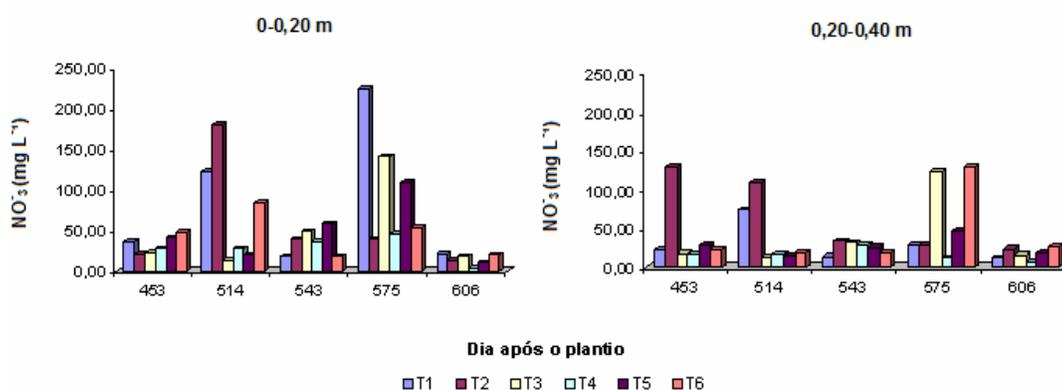


Figura 11. Concentração de NO₃ na solução do solo ao longo do 2º ciclo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m

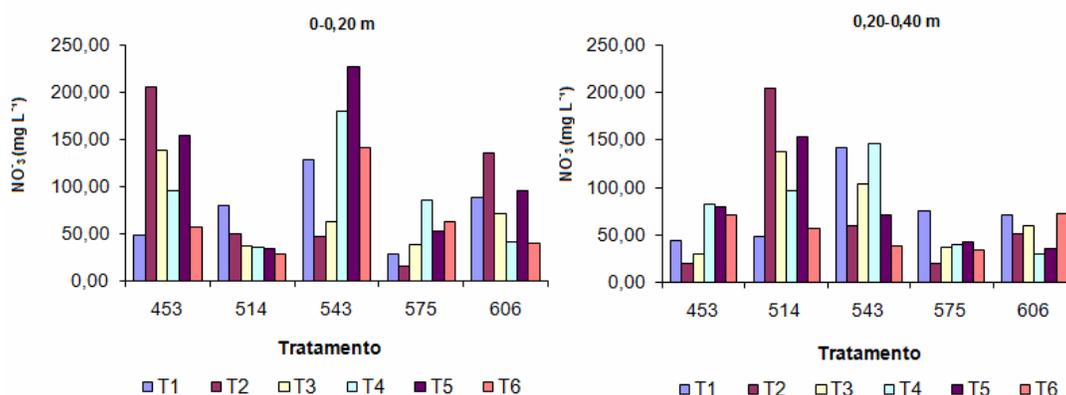


Figura 12: Concentração de NO₃ no extrato de saturação ao longo do 2º ciclo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 cm.

CONCLUSÕES

A fertirrigação nitrogenada não causou aumento da acidez do solo para diferentes combinações com as fontes amídicas e nítricas.

Os resultados demonstraram que as diferentes fontes nitrogenadas não tiveram efeitos significativos sobre a CE, e a concentração de NO_3 ao longo de dois ciclos da bananeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, S.A. A diffusion and mass flow concept of soil nutrient availability. **Soil Sci.**, 93:39-49, 1962.

BARBOSA FILHO, M.P.B.; FAGERIA, N.K. & SILVA, O.F. fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez de solo. **Rev. Cien. Agrotec.**, 28:785-792, 2004

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. de A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 2, p. 301-304, 2006.

BORGES, A.L.; CARDOSO, S. da S. Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2003. 1 CD-Rom.

BORGES, A. L.; COELHO, E. F. **Fertirrigação em Bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 4p. (Embrapa-CNPMPF, Comunicado Técnico 74).

BORGES, A. L. ; COSTA, Édio Luiz da . Requerimentos de nutrientes para fertirrigação - banana. In: Ana Lúcia Borges; Eugênio Ferreira Coelho; Aldo Vilar Trindade. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 1a ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, v. único, p. 77-84.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; DIEKOW, J.; AITA, C.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B. & VENDRUSCULO, E.R.O. Nitrogen fertilizer split-application for corn in no-till succession to black oats. **Sci. Agric.**, 59:549-554, 2002.

COELHO, E.F.; ANDRADE, C.L.T.; OR, D.; LOPES, L.C. & SOUZA, C.F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade Trase. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, 5:81-87, 2001.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas Para Os Tabuleiros Costeiros da Região de Cruz das Almas In: CONGRESSO BASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Lavras : SBEA, 1998. v. 1. p. 43-45.

DIAS, N.S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004. 110p. Tese Doutorado.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. (Irrigation and Drainage. Paper 24, 194 p.

DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação**. Campina Grande: 2002. 70p. Dissertação Mestrado

GIESE, K.; TIEMANN, R. Determination of the complex permittivity from thin-sample Time Domain Reflectometry: Improved analysis of the step response waveform. **Advances in Molecular Relaxation Processes**, Amsterdam, v.7, n. 1, p.45-59, 1975.

GROVER, B.L.; LAMBORN, R.E. Preparation of porous ceramic cups to be used for extraction of soil water having low solute concentrations. **Soil Science Society of America Proceedings**. Madison, v.34, p.7068, 1970.

HOWARD, D. D.; ESSINGTON, M. E. Surface: applied limestone on the efficiency of urea: containing nitrogen sources for no-till corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, p. 523-529, 1998.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2007.

KLEPKER, D. & ANGHINONI, I. Modos de adubação, absorção de nutrientes e rendimento de milho em diferentes preparos de solo. **Pesq. Agropec.** Gaúcha, 2:79-86, 1996.

LEDIEU, J.; DE RIDDER, P.; DE CLERCK, P. & DAUTREBANDE, S. A method for measuring soil water moisture by time-domain reflectometry. **J. Hydrol.**, 88:319-328, 1986.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.

MACLAREN, R.G.; CAMERON, K.C. Soil, plant and fertilizer nitrogen. In: McLAREN, R.G. (Ed.) **Soil science: Sustainable production and environmental protection**. 2.ed. New York: Oxford University Press, 1996. p.192-207. Conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique: 1. Yield and fruit quality. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.7, p.229-237.

MONTEIRO, R. O. C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**. 2007. 178p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. Piracicaba-SP, 2007

SILVA, C. A. e VALE, F. R.; Disponibilidade de Nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de Nitrogênio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília – DF, v.35, n.12, p. 2461-2471, dez. 2000.

SILVA, M. A. G. da; BOARETTO, A. E.; FERNADES, H. G.; BOARETTO, R.; MELO, A. M. T. de; SCIVITTARO, W. B. Características químicas de um latossolo adubado com uréia e cloreto de potássio em ambiente protegido. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 3, p. 561-566, jul/set. 2001

SILVA, S. de O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p.85-105.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2001, 56p. (Boletim de pesquisa, 20).

SOUZA, T. V. **Produção e qualidade física e química de frutos de mamoeiro ‘Tainung nº1’ sob aplicação diferenciada de sulfato de amônio e nitrato de cálcio via fertirrigação**. 2006. 52f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

SPALDING, R.F.; EXNER, M.E.; LINDAU, C.W.; EATON, D.W. Investigation of sources of groundwater nitrate contamination in the Burbank Wallula area of Washington, USA. **Journal Hydrology**, n. 58, p. 307-324. 1982.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, o conjunto de dados obtidos permitiu uma análise significativa dos impactos da fertirrigação nitrogenada sobre a cultura da bananeira e contribuiu no esclarecimento de seus possíveis choques causados no ambiente solo no que diz respeito a salinidade e acidez.

Permitiu também, oferecer ao produtor alternativa de uso de combinações de fontes amoniacais ou amídicas com fontes nítricas de forma a não causar impactos no solo pela redução do pH e possível excesso de N na forma amoniacal no solo, com respectivo retorno econômico.

Com a necessidade de cada vez mais suprir as exigências nutricionais das culturas dentro do processo produtivo, aumentando a produtividade e diminuindo os custos com fertilizantes, a uréia torna-se uma fonte de destaque, pois a mesma representa um custo mais baixo para o produtor sem que a planta perca ou reduza seu potencial produtivo. Portanto, é estratégico a continuidade de estudos de suplementação nutricional das culturas com o uso adequado e viável de fontes nitrogenadas, associando-se aos efeitos dessas fontes sobre o sistema solo-água-planta.

Com base nos resultados relacionados aos impactos da fertirrigação no solo, pode-se concluir que não houve diferença dos efeitos das fontes amídicas e nítricas quanto a acidez e a salinização do solo, no entanto, devido a grande diversidade de solos, é necessário à suplementação de pesquisas em outros tipos de solo.

É necessário avaliações de uso da TDR para fins de monitoramento da condutividade elétrica do solo, com uso de sondas artesanais construídas em laboratórios, dado as diferenças observadas quando comparado seus valores de condutividade elétrica aos valores da condutividade elétrica da solução do solo e do extrato de saturação.