ANTONIO ONILDO BEZERRA DE MOURA

AVALIAÇÃO DO pH E DA CE DA AGUA DE IRRIGAÇÃO SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES E TIPOS DE ADUBOS.

Orientador: Francisco de Queiroz Porto Filho .

Monografia apresentada à Escola Superior de Agricultura de Mossoró para obtenção do titulo de Engenheiro Agrônomo.

MOSSORO

R.G. DO NORTE - BRASIL

MARÇO DE 1994

587
9a
NOG

ANTONIO ONILDO BEZERRA DE MOURA

AVALIAÇÃO DO pH E DA CE DA AGUA DE IRRIGAÇÃO SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES E TIPOS DE ADUBOS.

Orientador: Francisco de Queiroz Porto Filho

Cuide bem deste livro,
ele é fundamental para seu conhecimento

Monografia apresentada à Escola Superior de Agricultura de Mossoró para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

MOSSORO

R.G. DO NORTE - BRASIL

MARÇO DE 1994

BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

ANTONIO ONILDO BEZERRA DE MOURA

AVALIAÇÃO DO pH E DA CE DA AGUA DE IRRIGAÇÃO SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES E TIPOS DE ADUBOS.

PL

Monografia apresentada à Escola Superior de Agricultura de Mossoró para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM 21 / 03 / 1994

José Francismar de Medeiros
José Francismar de Medeiros
Eng. Agron. - ESAM
Co - Orientador

Maurício de Oliveira
Maurício de Oliveira
Prof. - ESAM
Membro

Francisco de Queiroz Porto Filho
Francisco de Queiroz Porto Filho
Prof. - ESAM
Orientador

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

Aos

meus pais, Jacinto Carlos e Maria Madalena, por sempre me apoiarem nos momentos necessários.

Aos

meus irmãos, Toinho e Diassis, e irmãs, Eliete, Eliene, Ceição, Gracinha, Tereza e Elizandra, pelo apoio, consideração e respeito.

DEDICO

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Mossoró, pela oportunidade dada para a realização do curso de Agronomia.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da ESAM, por ceder o Centro de Computação, possibilitando a digitação dos dados, como também a edição de texto e impressão da monografia.

Ao Prof. e Orientador Francisco de Queiroz Porto Filho, pela orientação e colaboração na realização deste trabalho.

Ao Eng. Agron. e Co - Orientador José Francismar de Medeiros, pela amizade desenvolvida e excelente e segura orientação prestada no decorrer da elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Francisco das Chagas Nogueira, pelo apoio dado durante o curso.

A Equipe Administrativa da Fazenda São João, por ceder o material necessário à realização deste trabalho.

Ao Departamento de Solos e Geologia da ESAM, por ceder o laboratório com instrumentos necessários à determinação dos dados.

Aos colegas de curso, em especial a Leilson, Lucileudo, Chagas, Gustavo e Lucilane, pelo apoio e amizade transmitidos no decorrer do curso.

Aos meus pais, a quem devo tudo.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste curso.

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

DADOS BIOGRAFICOS DO AUTOR

Antonio Onildo Bezerra de Moura, filho de Jacinto Carlos e Maria Madalena Bezerra, nasceu em Upanema - RN, no dia 25 de fevereiro de 1971.

Seus estudos de formação básica foram realizados em sua cidade de origem, tendo cursado e concluído o primário em 1981, na Escola Estadual Prof. "Alfredo Simonetti", e o 1º grau, em 1985, na Escola Cenecista de 1º e 2º graus "José Calazans Freire.

Em 1986 ingressou no Colégio Agrícola de Jundiaí, Macaíba - RN, onde cursou e conclui, em 1988, o 2º grau e o curso de Técnico em Agropecuária.

Em 1989 ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró, concluindo o curso de Engenharia Agronômica em março de 1994.

BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

SUMARIO

páginas

1. INTRODUÇÃO 01

2. REVISÃO DE LITERATURA 04

2.1. Considerações iniciais 04

2.2. Adaptação da fertirrigação 05

2.3. Princípios da fertirrigação 07

2.4. Vantagens da fertirrigação 08

2.5. Limitações da fertirrigação 09

2.6. Tipos, classificação e características dos fertilizantes encontrados no mercado 10

2.7. Escolha dos adubos para aplicação pela fertirrigação . 15

2.8. Métodos de aplicação de fertilizantes via água de irrigação 18

2.9. Obstruções nos sistemas de irrigação localizada 20

2.10. Influência do pH e da temperatura na precipitação química 22

2.11. Prevenção das precipitações 23

2.12. Problemas de salinidade decorrentes da aplicação de fertilizantes no solo através da água de irrigação .. 24

2.12.1. Origem da salinidade 24

2.12.2. Problemas causados pela salinidade 26

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

2.12.3. Salinidade do solo e da água 28

3. MATERIAL E MÉTODOS 30

3.1. Localização do experimento e classificação climática . 30

3.2. Material utilizado no experimento 31

3.2.1. Adubos e ácidos 31

3.2.2. Agua 32

3.3. Metodologia para obtenção das equações dos adubos e ácidos 33

3.3.1. Dissolução dos adubos 33

3.3.2. Diluição dos adubos dissolvidos e dos ácidos na água de irrigação 34

3.3.3. Determinação do pH 35

3.3.4. Determinação da CE 35

3.3.4.1. Fator de Correção da CE 35

3.3.4.2. Correção da CE a 25°C 36

3.3.5. Análise dos dados 36

3.4. Metodologia para obtenção das equações de CE e de pH para a mistura de adubos 36

3.4.1. Mistura dos adubos 36

3.4.2. Preparo das misturas 37

3.4.3. Diluição das misturas na água de irrigação 37

3.4.4. Análise dos dados 38

3.4.5. Obtenção de uma equação geral de CE e outra para pH que pode ser aplicada para diferentes misturas de adubos 38

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

EXTRATO

MOURA, A. O. B. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, março de 1994. **Avaliação do pH e da CE da Agua de Irrigação Submetida a Diferentes Doses e Tipos de Adubos.** Professor orientador: Francisco de Queiroz Porto Filho; co-orientador: José Francismar de Medeiros; conselheiro: Maurício de Oliveira.

A avaliação do pH e da CE da água de irrigação é de grande importância para um manejo adequado da fertirrigação, pois permite melhorar o desempenho do sistema de irrigação com consequente aumento do rendimento da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a CE e o pH da água de irrigação submetida a diferentes doses e tipos de adubos. Foram feitas, em laboratório, determinações de CE e de pH da água de irrigação adicionada dos principais adubos utilizados na fertirrigação da grande irrigação de Mossoró. Os adubos que mais elevam a salinidade da água de irrigação são o EMERGE e o nitrato de potássio; já a uréia produz pouco efeito sobre a salinidade de água. A condutividade elétrica da água de irrigação pode ser determinada através da taxa de injeção de fertilizantes aplicada pela bomba injetora. Pode-se determinar a dose de ácido a ser adicionada na água para corrigir seu pH. Os valores obtidos pela equação

de CE parcial dos adubos misturados podem expressar os obtidos pela equação dos adubos misturados na solução.

1. INTRODUÇÃO

A exploração da cultura do melão (*Cucumis melo* L.), no Rio Grande do Norte, se constitui num fator de grande importância, tanto social como econômica para o Estado. Segundo CUNHA (1993), o seu cultivo tem aumentado significativamente, caracterizando-se como a espécie olerícola que apresentou maior expansão no Brasil, nos últimos anos.

A expansão da cultura do melão pode ser registrada tanto a nível de área como de produtividade. De acordo com Pedrosa, citado por ALMEIDA (1992), o Estado do Rio Grande do Norte é o principal produtor de melão, respondendo por mais de 70% da produção do país, sendo considerado o segundo produto hortícola de exportação nacional, superado apenas pelo suco de laranja, constituindo-se numa das principais fontes de renda para o Estado. Este fato deve ser creditado às condições edafoclimáticas favoráveis, aliadas ao desempenho das empresas que estão instaladas na região, que empregam um dos mais elevados níveis tecnológicos, descobrindo assim uma atividade rentável de um produto com vertiginosa expansão e perspectivas

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

futuras. Esta cultura tem um caráter social bastante significativo, oferecendo empregos e mão-de-obra durante, praticamente, todos os meses do ano.

Em virtude da expansão da produção e da comercialização externa do melão, e por se tratar de um produto de elevado custo de produção, deve ser dada maior ênfase ao melão com relação as tecnologias de produção para que se possa obter altas produções, elevadas produtividades, como também um produto de excelente qualidade. Para que estes objetivos sejam concretizados de maneira favorável (rentável), a adubação é um dos fatores de produção que deve ser enfatizado com maior destaque.

Um dos avanços científicos de maior repercussão sobre a vida da humanidade foi o descobrimento da nutrição mineral das plantas (PAPADAKIS, 1974). Como são poucos os solos suficientemente férteis para satisfazer as necessidades de nutrientes que permitam obter um rendimento incluso moderado durante um período prolongado de tempo, torna-se necessário a aplicação equilibrada dos principais nutrientes (NPK), juntamente com nutrientes secundários e micronutrientes (FAO, 1989).

Segundo VOISIN (1964), bem aplicado, o adubo mineral mantém, e mesmo aumenta, a fertilidade dos solos e o rendimento das colheitas e pode melhorar o valor alimentar dos produtos agrícolas.

Existem vários métodos de se aplicar os adubos no

solo de modo que os mesmos sejam absorvidos de maneira eficiente pelas raízes das plantas. Dentre os vários métodos, destaca-se, atualmente, a aplicação de nutrientes no solo através da água de irrigação.

Caracterizando a fertirrigação como uma técnica introduzida nas unidades de produção com o objetivo de aumentar a produção (atendendo a crescente demanda de alimentos) e melhorar a qualidade dos produtos oriundos da agricultura, ela está sendo usada para diferentes culturas e sistemas de irrigação; porém, existe, no Brasil, falta de informações sobre dosagens e tipos de fertilizantes, modo e época de aplicação. Segundo COSTA et al. (1986), a falta de informações sobre estes parâmetros pode acarretar vários problemas, dentre os quais destacam-se a acidificação do solo, corrosão dos equipamentos de irrigação e obstrução dos emissores.

A obstrução dos emissores de água de um sistema de irrigação localizada constitui-se num grave problema para o funcionamento perfeito do mesmo. Isto porque com a obstrução, o coeficiente de uniformidade de irrigação diminui a valores em que a eficiência de aplicação se torna baixa e influencia na produção das culturas.

A realização deste trabalho teve como objetivo principal avaliar o comportamento da água de irrigação com relação a Condutividade Elétrica (CE) e ao Potencial Hidrogeniônico (pH) para diferentes doses e tipos de adubos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações iniciais.

Os principais tipos de irrigação localizada em uso são: gotejamento, microaspersão, tubos perfurados ou porosos, jato pulsante, xique-xique, potejamento e cápsulas porosas (TELLES, 1985).

SCALOPPI (1986) comenta que os sistemas de irrigação localizada caracterizam-se pela aplicação pontual, linear ou superficial da água, localizada à parte do sistema radicular da cultura em desenvolvimento. Os pontos e linhas de emissão podem estar localizados na superfície ou no interior do solo.

Os sistemas de irrigação localizada são, em geral, instalações fixas formadas por várias unidades de irrigação que operam consecutivamente com tempos de aplicação largos e com alta frequência. Portanto, se prestam a uma possível programação automática. Essa automatização pode ser por tempo ou volume (ABREU et al., 1987).

Para AZEVEDO (1986), o sistema de irrigação localizada apresenta elevado grau de automação, capaz de

aplicar produtos químicos (fertilizantes, herbicidas, inseticidas) dissolvidos na água de irrigação.

A prática de aplicação de qualquer produto químico com a água de irrigação é definida como quimirrigação. Quando os produtos utilizados são fertilizantes, ela denomina-se fertirrigação (FEITOSA FILHO et al., 1992).

Segundo PINTO & SOARES (1990), A fertirrigação é efetuada pela adição de pequenas quantidades de fertilizantes durante todo período de crescimento das plantas sem causar-lhes problemas de deficiência ou toxidez de nutrientes.

2.2. Adaptação da fertirrigação.

A expansão da agricultura no Brasil tem levado à incorporação de áreas com solos arenosos que apresentam baixa fertilidade e baixa retenção de água, requerendo quase sempre irrigação. Nessas áreas, onde estão localizados vários projetos públicos e privados de irrigação, o emprego da fertirrigação permite a aplicação de nutrientes em tempo e quantidades ideais requeridas pelas culturas, o que favorece o aumento da produtividade das culturas e maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes (ANDRADE & GORNAT, 1992).

AZEVEDO (1986) comenta que a técnica de aplicação de nutrientes no solo através da água de irrigação tem sido usada na aspersão e inundação, mas, na irrigação localizada,

têm-se obtido os melhores resultados, devido ao sistema ser permanente, possibilitando alta frequência e eficiência de irrigação elevada.

COSTA & BRITO (1992) comentam que os métodos pressurizados de irrigação (localizado e aspersão) são os que mais se prestam a aplicação de produtos químicos, pelo fato de ser a água conduzida e aplicada através de condutos fechados e sob pressão, permitindo melhor controle.

A fertirrigação adapta-se bem a diferentes sistemas de irrigação, sejam eles fixos, semi-fixos ou móveis (Boaz & Halevy, citados por SOUSA & SOUSA, 1993a).

A técnica de fertirrigação é mais indicada para os sistemas de irrigação por gotejamento, seguido por aspersão, principalmente em sistemas fixos (Goldberg & Shmueli; Bresler; Abreu et al., citados por SOUSA & SOUSA, 1993a).

Segundo SOUSA & SOUSA (1993a), os sistemas de irrigação por superfície, tipo inundação e sulcos, não são recomendáveis para o uso da fertirrigação. Isto porque nestes sistemas, a distribuição da água na superfície do solo é frequentemente irregular, o que proporciona uma distribuição de fertilizantes também irregular.

Para BERNARDO (1987), a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação é uma prática agrícola essencial ao manejo de culturas irrigadas quando se utiliza sistema de irrigação localizado, sendo uma das

maneiras mais eficientes de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões de climas áridos e semi-áridos, pois em se aplicando os fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo durante o ciclo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, consequentemente, a produtividade.

2.3. Princípios da fertirrigação.

O princípio de aplicação da fertirrigação preconiza a utilização de produtos solúveis. No caso particular da irrigação por gotejamento, os fertilizantes devem ser totalmente solúveis em água, a fim de que sejam distribuídos de maneira uniforme sem obstruir os emissores (Globbelar & Lourens; Medina San Juan; e Nir, citados por SOUSA & SOUSA, 1993a).

A fertirrigação exige que os fertilizantes sejam solúveis, possuindo um mínimo de impurezas; que sejam compatíveis entre eles, no caso de se usar mais de um fertilizante, para que não reajam formando precipitados que possam obstruir os emissores e que sejam compatíveis com os íons contidos na água de irrigação e com seu pH (ABREU et al., 1987).

Além dos macronutrientes principais, os micronutrientes, também, podem ser aplicados através da

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

fertirrigação (Abreu & Lopes, citados por PINTO & SOARES, 1990).

2.4. Vantagens da fertirrigação.

A fertirrigação apresenta diversas vantagens, dentre as quais: economia de mão-de-obra e maquinaria; aplicação no momento exato em que a planta necessita; possibilidade de aplicar o produto em qualquer fase do ciclo cultural; fácil parcelamento e controle; distribuição uniforme com a água de irrigação; maior flexibilidade das operações; simplificação das práticas culturais, como por exemplo, a aplicação simultânea de pesticidas e fertilizantes; maior eficiência na utilização de nutrientes; maior facilidade de aplicação de micronutrientes; menor dano físico ao solo e a cultura (COSTA et al., 1986).

Para PINTO & SOARES (1990), a aplicação em pequenas doses evita a lavagem dos fertilizantes, tão comum na adubação convencional, mantém o nível ideal de nutrientes no solo e permite um melhor aproveitamento do adubo que, dissolvido na água, será facilmente absorvido pelas plantas.

Com a fertirrigação é possível aplicar os fertilizantes com maior precisão, parcelar a aplicação tanto quanto se deseja, reduzir as perdas por lixiviação e distribuir melhor os nutrientes no perfil do solo, mantendo a planta em nível ótimo de produção (Nir; Daesberg & Bresler, citados por SOUSA & SOUSA, 1993a).

Para SHANI (1981), a coincidência do momento da aplicação de água e do fertilizante, aumenta a eficiência de ambos.

A fertirrigação proporciona, além de menor custo para se efetuar uma adubação, uma maior eficiência nos adubos aplicados (FEITOSA FILHO et al., 1992).

2.5. Limitações da fertirrigação.

Wiersma, citado por SOUSA & SOUSA (1993a), destaca como limitações da fertirrigação: distribuição de fertilizantes desuniforme provocado por sistemas de irrigação mal dimensionados; aplicação do fertilizante deve ser feita de acordo com a programação, mesmo não havendo necessidade de irrigação; os produtos a serem aplicados devem ser solúveis em água e operações inadequadas podem danificar os equipamentos.

O maior problema da fertirrigação na irrigação por gotejamento é a precipitação de produtos poucos solúveis ou insolúveis, pois provoca a obstrução dos emissores (Nir; Daesberg & Bresler, citados por SOUSA & SOUSA, 1993a). Segundo ABREU et al. (1987), essas obstruções são causadas pelas precipitações químicas de materiais como o carbonato e o sulfato, que são incompatíveis com o cálcio, e os fosfatos, que são incompatíveis com o cálcio e o magnésio.

BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

2.6. Tipos, classificação e características dos fertilizantes encontrados no mercado.

Existe um grande número de fertilizantes usados para aplicação via água de irrigação. Esses fertilizantes podem ser encontrados na forma líquida ou sólida (COSTA et al., 1986).

Os fertilizantes líquidos são produtos que contém nutrientes em suspensão ou em solução, podendo fornecer um único elemento ou combinação deles: N, P e K (COSTA et al., 1986). Esses fertilizantes são aplicados diretamente no solo, na água de irrigação ou em pulverização foliar, após diluição (MALAVOLTA & ROMERO, 1975).

SANTOS (1983) cita como exemplo de fertilizante líquido a amônia anidra (NH_3), que é um gás em condições normais de temperatura e pressão, mas passa com facilidade para o estado líquido quando submetida a pressão elevada ou a baixa temperatura. Ela possui 82% de nitrogênio solúvel em água; é conduzida ao solo através de tubos que a injetam no estado gasoso (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). A NH_3 é uma substância alcalina, porém pode acidificar o solo quando passa para a forma NH_4^+.

SHANI (1981) cita como outros exemplos de fertilizantes líquidos o nitrato de amônio líquido (NH_4NO_3), que possui 21% de nitrogênio no verão e 18% no inverno; o nitrato de potássio líquido (KNO_3), que possui 30% de KNO_3; o cloreto de potássio em solução (KCl), que possui 17% de KCl e

1% de N.

Os fertilizantes sólidos são produtos que contém N, P e K, em elemento isolado ou em combinação, os quais são dissolvidos e aplicados no fluxo d'água via equipamento de irrigação (COSTA et al., 1986).

As formas mais frequentes do nutriente nitrogênio presente nos fertilizantes nitrogenados são: amoniacal (NH_4) e/ou nítrica (NO_3) ou amídica (NH_2). As três formas são solúveis em água. No solo, a forma amida se transforma em amoniacal. Os microrganismos do solo nitrificam o NH_4 para formar NO_3. As plantas podem absorver tanto a forma amoniacal como a nítrica (FAO, 1989)

O nitrato de cálcio [$Ca(NO_3)_2$] é um adubo nitrogenado que contém 15,5% de N; é um fertilizante preferível nos solos pobres em cálcio; tem o defeito de ser muito higroscópico, o que dificulta o seu transporte para longas distâncias (GOMES, 1984). Para MALAVOLTA & ROMERO (1975), o nitrato de cálcio possui 13% de N na forma nítrica. Para PINTO & SOARES (1990) e ABREU et al. (1987), este adubo possui 15,5% de N, 30% de cálcio e a sua solubilidade é de 1200g/l à 20^{o}C.

O nitrocálcio [$CaNH_4(NO_3)_3$] é composto de amônio e carbonato de cálcio; Tem 15,5 a 20% de N solúvel em água e 9 a 10% de Ca; 50% do N está na forma amoniacal e o restante sob a forma de nitrato; é um fertilizante apropriado para solos pobres em cálcio (GOMES, 1984). Para MALAVOLTA & ROMERO

(1975), este adubo contém 20,5% de N; e parte do calcário é insolúvel em água.

O nitrato de amônio [NH_4NO_3] é um adubo nitrogenado que contém 35% de N; assemelha-se pelo aspecto ao sal de cozinha; sendo muito higroscópico e explosivo não pode ser, como parece à primeira vista, um fertilizante ideal (GOMES, 1984). Para MALAVOLTA & ROMERO (1975), o nitrato de amônio possui 33,5% de N, sendo que 50% do seu N está na forma amoniacal e 50%, na forma nítrica. Para PINTO & SOARES (1990) e ABREU et al. (1987), este adubo possui 33,5% de N e a sua solubilidade é de 1900g/l à 20°C.

A uréia [$(NH_2)_2CO$] é um adubo nitrogenado que contém 45% de N na forma amídica (NH_2); quando aplicada ao solo, a uréia transforma-se rapidamente em amônia e esta para nitrato (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). Para PINTO & SOARES (1990) e ABREU et al. (1987), a uréia possui 46% de N e a sua solubilidade é de 1000g/l a 20°C.

O nitrato de sódio [$NaNO_3$], também conhecido como salitre do Chile, é um adubo nitrogenado que contém 16% de N na forma nítrica (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). Ele possui 15,5% de N; é de ação muito rápida pois é facilmente solúvel e de pronta assimilação; não há inconvinientes em misturá-los com a maior parte dos outros fertilizantes (GOMES, 1984). Para PINTO & SOARES (1990), este adubo possui 16% de N e a sua solubilidade é de 730g/l à 20°C.

O sulfato de amônio [$(NH_4)_2SO_4$] contém 20 a 21%

de N na forma de amônio, que é mais facilmente assimilado depois que as bactérias o transformam em nitrato; é relativamente barato; tem o inconviniente de ser um fertilizante ácido concorrendo para a acidificação do solo (GOMES, 1984). Para PINTO & SOARES (1990) e ABREU et al. (1987), este adubo possui 21% de N e 22% de S, e a sua solubilidade é de 730g/l à 20^{o}C.

O ácido nítrico possui 15,5% de N (PINTO & SOARES, 1990; ABREU et al., 1987).

Os fertilizantes fosfatados se classificam em função da solubilidade (FAO, 1989). Existem os adubos fosfatados cujo fósforo é solúvel em água; os que são insolúveis em água, mas solúveis em citrato de amônio ou ácido cítrico a 2%; e os que são insolúveis em água, mas que são parcialmente solúveis em solução de ácido cítrico a 2% (MALAVOLTA & ROMERO, 1975).

O superfosfato simples, ou comum, possui 14 a 18% de anidrido fosfórico (P_2O_5) solúvel em água, é obtido pela ação do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfatada moída (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). Para GOMES (1984), o superfosfato simples tem a seguinte fórmula: $Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$ (fosfato monocálcico + sulfato de cálcio, respectivamente); contém 16 a 21% de anidrido fosfórico solúvel em água, assimilável, 50% de sulfato de cálcio e 12% de S. Para PINTO & SOARES (1990), este adubo possui 20% de Ca e 12% de S, e a sua solubilidade é de 20g/l à 20^{o}C.

O superfosfato triplo, ou concentrado, com 38 a 40% de P_2O_5 solúvel em água, é obtido pela adição do ácido fosfórico sobre a rocha fosfatada moída. A sua composição é representada essencialmente pelo fosfato monocálcico e em muito menor proporção por outros fosfatos, mas com ausência total do sulfato de cálcio (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). Para GOMES (1984), ele contém 1 a 2% de S e 45% de P_2O_5.

O ácido fosfórico contém 71% de P_2O_5 (PINTO & SOARES, 1990; ABREU et al., 1987).

O potássio é encontrado mais frequentemente em forma de cloreto de potássio ou sulfato de potássio; ambos solúveis em água e igualmente disponíveis para as plantas. As raízes absorvem o potássio da solução do solo em forma de cátion K^+ (FAO, 1989).

O cloreto de potássio [KCl] é encontrado sob duas formas: um com 48 a 50% de K_2O e outro com 60 a 62%. O KCl é muito solúvel; não contém NaCl (GOMES, 1984) e nem S (PAPADAKIS, 1974). Para ABREU et al. (1987) e PINTO & SOARES (1990), este adubo contém 60% de K_2O, possui solubilidade de 340g/l à 20°C.

O sulfato de potássio [K_2SO_4] é um sal cristalino, branco ou levemente avermelhado, muito solúvel em água e facilmente assimilável. Contém 48 a 52% de K. Ademais, possui 12% de S (MALAVOLTA & ROMERO, 1975 e GOMES, 1984). Para ABREU et al. (1987) e PINTO & SOARES (1990), este adubo contém 50% de K_2O, 18% de S, e a sua solubilidade é de

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

110g/l à 20°C. Para SHANI (1981), sua solubilidade é de 120g/l à 25°C.

O nitrato de potássio [KNO_3] contém 13% de N e 44% de K_2O (MALAVOLTA & ROMERO, 1975). Para GOMES (1984), este adubo contém de 12 a 13% de N e 43% de K; é bastante caro; de pronta assimilação na forma de nitrato e carbonato. Para ABREU et al. (1987) e PINTO & SOARES (1990), este adubo contém 13% de N e 46% de K_2O e a sua solubilidade é de 310g/l à 20°C.

2.7. Escolha dos adubos para aplicação pela fertirrigação.

SOUSA & SOUSA (1993b) comentam que existem vários fertilizantes que podem ser usados na fertirrigação. A escolha desses é função do sistema de irrigação, da cultura, do solo ou de cada caso em particular.

Ao escolher os fertilizantes, deve-se considerar os aspectos: poder acidificador, pureza, poder corrosivo e solubilidade (Costa et al., citados por SOUSA & SOUSA, 1993b). Para SAN JUAN (1985), deve-se considerar, também, os riscos de salinização.

A solubilidade do produto é considerada fator de extrema importância, uma vez que fertilizantes insolúveis ou pouco solúveis podem provocar obstruções no equipamento, afetando a eficiência de aplicação (SOUSA & SOUSA, 1993b).

Reportando sobre sistema de irrigação por

gotejamento, Medina San Juan, citado por SOUSA & SOUSA (1993b), expõe que teoricamente pode ser utilizado qualquer tipo de fertilizante. Entretanto, para evitar problemas de obstrução do sistema de filtragem e dos emissores, deve-se escolher os fertilizantes mais solúveis.

A solubilidade é uma propriedade importante para selecionar os adubos a aplicar. Em princípio, são descartados aqueles adubos que contenham aditivos para melhorar sua conservação ou para tornar mais lenta sua liberação, sendo preferível os adubos obtidos por recristalização (ABREU et al., 1987).

SHANI (1981), quando se refere ao uso com a irrigação, classifica os fertilizantes em três classes: os fertilizantes líquidos, que são encontrados na forma de solução prontos para serem usados sem tratamento prévio; os fertilizantes sólidos facilmente solúveis, que devem ser dissolvidos antes de serem utilizados, sendo o fator de solubilidade distinto para cada tipo e composição, aumentando geralmente com a temperatura; e por final, os fertilizantes dificilmente solúveis, que não são apropriados para uso com a irrigação.

Segundo BERNARDO (1987), os fertilizantes a serem aplicados por fertirrigação terão que ser solúveis em água. Em sua maioria, os fertilizantes ricos em nitrogênio e potássio são solúveis em água e não apresentam nenhum problema de uso. No entanto, os fertilizantes ricos em

fósforo, em sua maioria, são mais problemáticos de serem usados na fertirrigação por serem pouco solúveis em água; mesmo os fertilizantes fosfatados solúveis, como o fosfato de amônio, correm o perigo de serem utilizados em água de irrigação rica em cálcio, o que causará precipitação do fosfato de cálcio dentro das tubulações e emissores, entupindo-os.

SOUSA & SOUSA (1993b) afirmam que a aplicação de nitrogênio e potássio via água de irrigação não tem problema, podendo serem utilizados em qualquer sistema de irrigação, sob as formas de: uréia, nitrato e sulfato de amônio como fonte de nitrogênio e cloreto de potássio como fonte de potássio.

A aplicação do cálcio é perigosa devido ao risco da produção de precipitados. O uso de cálcio deverá restringir-se a solos ácidos e solos com alto teor de sódio. Como fonte de cálcio, o nitrato de cálcio é o adubo mais solúvel, podendo, também, usar-se cloreto de cálcio. Porém, em ambos os casos, deve-se verificar o pH, adicionando-se ácido, quando necessário. Recomenda-se utilizar 0,3 litro de ácido nítrico concentrado por Kg de nitrato de cálcio (Abreu & Sanchez, citados por PINTO & SOARES, 1990).

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), alguns fertilizantes injetados ao sistema de irrigação podem provocar precipitados; por exemplo, se a concentração de cálcio é superior a 6,0 meq/l, os fertilizantes fosfatados

obstruirão os emissores de água. Ao mesmo tempo concentrações de bicarbonatos acima de 5,0 meq/l provocarão problemas ainda mais graves. Por outro lado, as aplicações de amônia anidra ou líquida aos sistemas de irrigação localizada não são recomendáveis, já que poderiam aumentar o pH da água até valores acima de 11,0, o que provocaria rápida precipitação do $CaCO_3$.

A compatibilidade entre os adubos e entre estes e os íons presentes na água de irrigação é outro fator de suma importância. Como norma geral, o ânion sulfato é incompatível com o cálcio, e os fosfatos, com o cálcio e o magnésio. Em águas calcáreas, deve-se evitar a aplicação de fosfatos, exceto quando se considera indispensável e com certas precauções (ABREU et al., 1987).

No caso de se usar mais de um fertilizante na fertirrigação, deve-se considerar a compatibilidade entre eles para que não ocorram precipitações (Apêndice 1) (MALAVOLTA & ROMERO, 1975).

2.8. Métodos de aplicação de fertilizantes via água de irrigação.

Os métodos de aplicação de produtos químicos através da água de irrigação foram desenvolvidos para proporcionar altas uniformidades de aplicação. Cada método apresenta aspectos favoráveis e desfavoráveis, portanto sua escolha dependerá das particularidades de cada situação. Os

métodos mais comuns de injeção são: por gravidade; pressão diferencial, cujos equipamentos são aplicadores tipo Venturi, Pitot e tanque de derivação de fluxo; pressão negativa, através da sucção da bomba do sistema de irrigação; e pressão positiva, utilizando bomba de injeção (SOUSA et al., 1993).

Basicamente, fertilizante e defensivo podem ser injetados na água de irrigação por três métodos: tanques de fertirrigação, Venturi e bombas dosadoras (Goldberg et al.; Daesberg & Bresler; Costa et al., citados por ANDRADE & GORNAT, 1992).

Para VERMEIREN & JOBLING (1986), no que concerne ao funcionamento, a diferença essencial entre a aplicação de adubo por meio de aplicadores que funcionam por diferença de pressão e por meio de bombas de injeção, é que no primeiro caso, a taxa de diluição varia, fazendo com que a concentração mude com o tempo, afetando a uniformidade de distribuição de adubo quando se aplica a diversos setores; enquanto que no segundo, permanece constante. Para Wiersma, citado por ZANINI & OLITTA (1988), essa constância na injeção da solução de fertilizante pela bomba, permite obter uma aplicação uniforme.

A quantidade total de fertilizante a ser aplicado é função da necessidade da cultura, da produtividade esperada, do teor de nutriente no solo e do histórico da área (SOUSA et al., 1993).

Para se determinar a quantidade de adubo que se

deve dissolver no tanque, no caso da bomba de injeção, VERMEIREN & JOBLING (1986) indicam a seguinte equação:

$$X = (Q * v * 100 * c)/(q * C * 10^6)$$

onde:

X = é a quantidade de adubo que se deve dissolver no tanque (Kg);

Q = é a vazão da rede principal (l/h);

v = é o volume do tanque (l);

c = é a concentração do elemento nutritivo desejada na água de irrigação (ppm);

q = é a vazão da bomba de injeção (l/h);

C = é a concentração no fertilizante do elemento nutritivo (%).

2.9. Obstruções nos sistemas de irrigação localizada.

Os sistemas de irrigação localizada estão projetados para aplicar água através de pequenas aberturas que constituem os emissores de água. Estes emissores podem ser obstruídos por sedimentos, substâncias químicas e organismos biológicos, contidos frequentemente na água de irrigação. A obstrução dos emissores pode ser devido a um só elemento ou à combinação de vários. Neste último caso, o problema é mais grave e mais difícil de se eliminar. Descobrir os emissores parcialmente obstruídos é tarefa bastante difícil, pois requer a medição do fluxo em cada

emissor (AYERS & WESTCOT, 1991).

Segundo VERMEIREN & JOBLING (1986), uma obstrução, mesmo que parcial, reduz a eficiência da irrigação na parcela e a uniformidade de distribuição de água. Quando esta uniformidade diminui, necessita-se de mais água para conseguir uma irrigação suficiente.

Pizarro, citado por ALVES et al. (1993), afirma que a concentração dos fertilizantes usados na fertirrigação constitui um dos principais fatores para o êxito desta prática. Como intervalo básico, cita que os teores de fertilizantes devem estar dentro da faixa de 200 - 400ppm, principalmente em fertirrigação por gotejadores, onde pode ocorrer precipitação dos nutrientes da solução devido a reduzida velocidade da água na tubulação. Em micoaspersão, pode-se chegar até 700ppm.

AYERS & WESTCOT (1991) afirmam que as obstruções causadas pelas precipitações químicas de materiais como o carbonato e o sulfato de cálcio produzem-se gradualmente e, portanto são mais difíceis de se localizar.

Se tem comprovado casos de precipitação como resultado de aplicar produtos fosfatados, em que o fosfato solúvel pode combinar-se com o cálcio ou o magnésio da água e depositar-se de forma insolúvel (VERMEIREN & JOBLING, 1986), causando o entupimento dos componentes do sistema de irrigação (PINTO & SOARES, 1990).

A precipitação do cálcio e do magnésio presentes

na água de irrigação, ocasionada pela elevação do pH devido a aplicação de fertilizantes ricos em nitrogênio, como a uréia, por exemplo, pode causar problemas de entupimento dos emissores ou mesmo elevar o valor da relação de adsorção de sódio na água, quando esta possui altos teores de sódio (Miyamotto & Ryan, citados por PINTO & SOARES, 1990).

2.10. Influência do pH e da temperatura na precipitação química.

Para SANTOS (1983), a solubilidade dos fertilizantes varia com a temperatura. Para BRADY & HUMISTON (1986), em geral, a solubilidade da maioria das substâncias sólidas ou líquidas em um solvente líquido aumenta com o aumento da temperadura; entretanto, AYERS & WESTCOT (1991) afirmam que, em condições de campo, as altas temperaturas e os valores altos de pH favorecem a precipitação química, a qual se origina por excesso de carbonatos ou sulfatos de cálcio e magnésio.

VERMEIREN & JOBLING (1986) citam o aumento de temperatura e decréscimo do pH como condições que favorecem a reação e combinação do fosfato solúvel com o cálcio ou o magnésio da água, depositando-se de forma insolúvel.

A precipitação do cálcio pode ser antecipada mediante o Índice de Langelier, segundo o qual, o carbonato de cálcio precipita-se quando alcança seu limite de saturação

em presença de bicarbonato. Este Indice se define pela diferença entre o pH atual da água e o pH teórico que a água alcançaria em equilíbrio com o carbonato de cálcio. Os valores positivos do Indice de Saturação indicam a tendência do $CaCO_3$ de se precipitar, enquanto que os valores negativos sugerem que o $CaCO_3$ se mantém em solução. Todas as águas que possuem Indice de Saturação positivo devem ser consideradas, no projeto desses sistemas, como águas problemáticas que requerem medidas preventivas (AYERS & WESTCOT, 1991).

2.11. Prevenção das precipitações.

A precipitação dos carbonatos pode ser prevenida através de um tratamento com ácido. Se tem feito ensaios satisfatórios com injeções periódicas de soluções (0,5 a 1,0%) de ácido clorídrico à 36% seguidos de lavagem com água (VERMEIREN & JOBLING, 1986).

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), o método mais eficaz para prevenção das obstruções provocads pela precipitação de $CaCO_3$, é controlar o pH da água e limpar periodicamente o sistema com ácido clorídrico ou ácido sulfúrico. Além do mais, tem que se limpar os sistemas com água sob pressão, com frequência até de uma vez por semana.

AYERS & WESTCOT (1991) recomendam que os ácidos devem ser aplicados em quantidades suficientes para manter o pH da água próximo, porém não inferior a 6,5.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

Ao se adicionar fertilizantes fosfatados em águas de irrigação ricas em cálcio e com pH superior a 7,0, deve-se adicionar ácido nítrico ou sulfúrico em quantidade suficiente para correção do pH. Aplicando-se ácido nítrico, incorpora-se nitrogênio, o que diminui a necessidade de adubos nitrogenados. Recomenda-se a dosagem de 1,3 litros de ácido nítrico por Kg de adubo fosfatado (Abreu & Lopes, citados por PINTO & SOARES, 1990).

2.12. Problemas de salinidade decorrentes da aplicação de fertilizantes no solo através da água de irrigação.

2.12.1. Origem da salinidade.

Embora a fonte principal e mais direta de todos os sais encontrados no solo seja a intemperização das rochas, raros são os exemplos onde esta fonte de sais tenha provocado, diretamente, problemas de salinidade no solo (Richards e FAO/UNESCO, citados por GHEYI et al., 1992). Frequentemente, problemas de salinidade têm sido associados com a água de irrigação e a presença de lençol freático elevado e não controlado. Entretanto, os ventos, as chuvas e as inundações pelas águas do mar têm provocado esses problemas em várias partes do mundo (Van Alphen & Verhoeven, citados por GHEYI et al., 1992), sobretudo, em regiões áridas ou semi-áridas.

Para PIZARRO (1978), os sais mais nocivos aos cultivos, aplicados por fertirrigação, são aqueles que possuem elevada solubilidade, já que originam soluções salinas muito concentradas; quando esses sais são adicinados à água de irrigação, aumenta a concentração salina da mesma ocasionando problemas de salinidade no solo. Os sais que possuem baixa solubilidade precipitam antes de alcançar níveis prejudiciais.

Nem todos os sais incorporados pelas águas utilizadas na irrigação ficam no solo, mesmo em regiões áridas ou semi-áridas. Uma parte dos sais incorporados poderá ser eliminada por lâminas sucessivas de irrigação ou pelas chuvas, através do processo de percolação. Outra parte, embora pequena, poderá ser absorvida pelas plantas para atender as suas necessidades e, ainda, outra parte poderá ser subtraída da solução do solo mediante a precipitação dos sais, de modo que, em determinado local, a concentração de sais no solo poderá atingir uma condição de equilíbrio. Para que os solos irrigados permaneçam produzindo satisfatoriamente, o nível de concentração de sais nas condições de equilíbrio deverá ser inferior ao limite de tolerância da cultura à salinidade (MAAS & HOFFMAN, 1976; AYERS & WESTCOT, 1991 e GHEYI et al., 1992).

2.12.2. Problemas causados pela salinidade.

AYERS & WESTCOT (1991) comentam que a adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total, mas também do tipo de sais. A medida em que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas agravam-se, o que requer o uso de práticas especiais de manejo para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação determinam-se, também, pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso a longo prazo.

Para AYERS & WESTCOT (1991), os problemas causados pela qualidade da água podem ser resumidos em quatro efeitos principais: a salinidade, a velocidade de infiltração da água no solo, a toxicidade de íons específicos e outros problemas.

Os problemas de salinidade estão associados à quantidade total de sólidos dissolvidos na água e seus efeitos no desenvolvimento das plantas cultivadas. A salinidade afeta a disponibilidade de água às culturas, devido a redução do potencial osmótico da água no solo (Hagan et al., citados por SCALOPPI & BRITO, 1986 e AYERS & WESTCOT, 1991).

Se tem demonstrado que o potencial osmótico da solução do solo está relacionada com a velocidade de absorção de água pelas plantas e o crescimento das mesmas em solos

salinos (Hayward & Spurr, Wadleigh & Ayers e outros investigadores, citados por RICHARDS, 1977).

A medida que aumenta a concentração salina da solução do solo, seu potencial osmótico é diminuído, podendo atingir um nível em que as raízes das plantas não disporão de forças de sucção suficiente para superar esse potencial e, consequentemente, a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica) (GHEYI et al., 1992).

O rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal que não permite que as culturas retirem água suficiente da zona radicular, provocando, assim, estado de escassez de água nas plantas por tempo significativo (AYERS & WESTCOT, 1991).

Segundo SCALOPPI & BRITO (1986), as culturas variam acuntuadamente em relação á tolerância ao excesso de sais, conforme mostra o Apêndice 2. Este permite selecionar as culturas mais adaptadas à qualidade da água disponível para irrigação, e ao nível médio de salinidade a que elas estarão submetidas. De acordo com SCALOPPI & BRITO (1988) e AYERS & WESTCOT (1991), na relação entre a salinidade do solo (CEs) e da água (CEa), assume-se que a concentração salina da água de irrigação aumenta cerca de três vezes quando aplicada ao solo e, portanto, CEs = 3 * CEa. Em termos de salinidade do extrato de saturação do solo (CEes), pode-se aproximar que CEes = 1,5 * CEa; essa relação supõe fração de lixiviação

equivalente a 15 - 20%. Partindo dessas relações, conclui-se que CEs = 2 * CEes.

A máxima Condutividade Elétrica da água de drenagem da zona radicular (CEd), referida no Apêndice 2, representa a máxima salinidade que poderia ocorrer no solo, devido à remoção de água pela cultura. Nesse nível de salinidade, as plantas cultivadas não poderiam mais absorver água, de maneira que a CEd representa uma redução teórica de 100% na produção (SCALOPPI & BRITO, 1986).

2.12.3. Salinidade do solo e da água.

Várias medidas são utilizadas para expressar a quantidade de sais solúveis na água. Tem-se usado a concentração em meq/l, ppm ou mg/l, g/l e a Condutividade Elétrica (CE) (Richards; Pizarro; Bernardo, citados por MEDEIROS, 1992).

Dentre as determinações mais comumente realizadas para se avaliar a salinidade ou a concentração total de sais solúveis da água de irrigação, para fins de diagnóstico e classificação, destaca-se a Condutividade Elétrica (CE), que é expressa em termos de dS/m ou mmhos/cm (S/cm = mho/cm à 25^{o}C) para dos solos e em termos de umhos/cm ou uS/cm para águas de irrigação (GHEYI et al., 1992).

De acordo com RICHARDS (1977), para se expressar a salinidade em termos de ppm, basta multiplicar a CE, em

dS/m, por 640.

A CE é utilizada porque a mesma aumenta com o conteúdo de sais na solução do solo (RICHARDS, 1977). A CE à 25^{o}C tem sido o parâmetro mais empregado para expressar a concentração de sais solúveis na água de irrigação, devido ser um método rápido que tem uma precisão de 90% para estimar o teor de sais da maioria das águas (Doneen, citado por MEDEIROS, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento e classificação climática.

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Irrigação e no de Física e Fertilidade de Solos da Escola Superior de Agricultura de Mossoró - RN.

O município de Mossoró está localizado no Estado do Rio Grande do Norte, e apresenta como coordenadas geográficas: latitude de 5^{o} 11'S, longitude de 37^{o} 20'W e altitude de 16m.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BSWh', que significa muito quente, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. As chuvas tem distribuição bastante irregular. A média anual de precipitação é de 679,5mm. Devido a baixa latitude e a ausência de fatores geográficos influenciadores, a temperatura apresenta-se sem grande variação anual. A média anual de temperatura é de $27,5^{o}C$, sendo que o mês mais quente é dezembro, com média de $28,5^{o}C$, e o mês mais frio é julho, com média de $26,5^{o}C$. As temperaturas máxima e mínima do ar

têm valores médios iguais a 33,3 e 22,7°C, respectivamente (CARMO FILHO et al., 1991).

3.2. Material utilizado no experimento.

As amostras de água e de adubos necessárias à realização do experimento foram coletadas na Fazenda São João Ltda, situada no município de Mossoró, no km 4 da RN 15, a aproximadamente 10km da escola Superior de Agricultura de Mossoró.

As amostras, após coletadas, foram conduzidas aos laboratórios da ESAM, onde foram feitas as determinações dos parâmetros necessários ao experimento.

3.2.1. Adubos e ácidos.

As amostras de adubos foram coletados ao acaso, na Fz. São João Ltda, de modo a se obter 3 amostras para cada, enquanto que os ácidos nítrico e sulfúrico foram provenientes do laboratório de solos da ESAM

As principais características dos adubos e ácidos que foram utilizados no experimento são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1. Teor de nutrientes[1] e solubilidade dos principais fertilizantes utilizados na Fazenda São João Ltda e alguns ácidos.

Materiais	Fórmula	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Ca (%)	Solubilidade a 20°C(g/l)[5]
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	33,0	-	-	-	1900
Nitrato de cálcio	$CaNO_3$	15,5	-	-	19,0	1200
Uréia	$CO(NH_2)_2$	45,0	-	-	-	1000
Nitrato de potássio	KNO_3	13,0	-	46,0	-	310
Sulfato de potássio	K_2SO_4	0,0	0,0	48,0	-	110
Cloreto de potássio	KCl	-	-	58,0	-	340
Nutrimins Emerge	---	10,0	-	-	10,0	-
Acido fosfórico[2]	H_3PO_4	-	71,0	-	-	-
Acido nítrico[3]	HNO_3	15,5	-	-	-	-
Acido sulfúrico[4]	H_2SO_4	-	-	-	-	-

1 Fornecido pelo fabricante do adubo e dos ácidos.
2 Peso molecular = 98,00; Dosagem = 85%.
3 Peso molecular = 63,01; Dosagem = 64-66%.
4 Peso molecular = 98,08; Dosagem = 96-98%; Densidade = 1,84 (a 25°C).
5 Solubilidade segundo ABREU et al. (1987).

3.2.2. Agua.

A água utilizada no experimento foi proveniente

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

do Poço 1 da Fazenda São João Ltda, cujas características (Quadro 2) são muito semelhantes as das águas dos demais poços explorados na região (Apêndice 3).

QUADRO 2. Características físico-químicas da água utilizada no experimento*.

IDENTIFICAÇÃO	Data de análise	Class. da água	CE (dS/m)	pH	RAS0	Ânions (meq/l)				Cátions (meq/l)			
						Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^{2+}
Fz. São João, Poço 1	11/8/93	C2S1	0,64	7,3	0,76	2,0	3,8	0	-	2,9	1,5	0,7	1,13

* FONTE: Arquivos do Laboratório de Análise de Águas do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

3.3. Metodologia para obtenção das equações dos adubos e ácidos.

3.3.1. Dissolução dos adubos.

Através de uma balança gravimétrica digital com precisão de 1/100g, determinou-se as massas dos adubos a serem dissolvidos em um becker de 300ml contendo um volume de 200ml de água, sendo este volume previamente medido com uma proveta de 250ml e com precisão de 1ml. A dissolução foi feita de acordo com as que são feitas na Fazenda São João e considerando a solubilidade máxima dos adubos. Em seguida mediu-se o volume das soluções e determinou-se as concentrações das mesmas; por fim, as soluções foram

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

filtradas e acondicionadas em recipientes fechados.

Para cada tipo de adubo, cada amostra foi considerada uma repetição.

3.3.2. Diluição dos adubos dissolvidos e dos ácidos na água de irrigação.

Das soluções contendo água mais adubo foram retiradas, com pipetas de 2,0 e 10,0ml e precisões de 1/100ml e 1/10ml, respectivamente, 9 diferentes alíquotas que foram diluídas em recipientes contendo 200ml de água, obtendo-se 9 doses, mais uma em branco, perfazendo um total de 10 doses para cada repetição.

No caso do Nutrimins EMERGE (adubo líquido) e dos ácidos, foram retiradas, com pipetas de 2,0 e 5,0ml e precisões de 1/100ml e 1/10ml, respectivamente, 9 diferentes alíquotas que foram diluídas em recipientes contendo 200ml de água, obtendo-se 9 doses, mais uma em branco, perfazendo um total de 10 doses, sendo que no caso do EMERGE, foram feitas 3 repetições de diluição e para os ácidos, foram feitas 2 repetições.

No apêndice 4 são mostrados as doses das soluções de adubos com as correspondentes concentrações dos mesmos e doses do EMERGE e dos ácidos.

3.3.3. Determinação do pH.

No laboratório, o pH foi medido, em cada diluição, através de um pHmetro, de marca TECNOW e modelo IRIS 7, sendo o aparelho calibrado, antes de iniciar as determinações, com soluções pH 4,0 e 7,0.

3.3.4. Determinação da CE.

A condutividade elétrica das diluições foi determinada em laboratório através de um condutivímetro, de marca MICRONAL e modelo B330, cuja constante de célula é de 0,720 cm^{-1} e foi calibrado para solução padrão de 1,412 dS/m. Antes de se determinar a CE, foi medida a temperatura de cada amostra através de um termômetro com precisão de 0,5^{o}C.

3.3.4.1. Fator de correção da CE.

A determinação do fator de correção para obter CE a 25^{o}C em função da temperatura observada foi feita através da seguinte fórmula, citada por MEDEIROS et al. (1993):

$$FT = 0,831 \exp(-0,02026 * t) + 2,508 * t^{-0,502},$$

onde:

"FT" é o Fator de Correção e "t" é a temperatura observada.

3.3.4.2. Correção da CE a 25^{o}C.

Para se corrigir a condutividade elétrica de acordo com a temperatura observada, multiplicou-se a mesma pelo fator de correção:

$$CE \text{ à } 25^{o}C = FT * CE$$

3.3.5. Análise dos dados.

Através da análise de regressão (FONSECA et al., 1985) foram desenvolvidas equações empíricas que ajustam as características avaliadas (o pH e a CE) para as diferentes doses de cada adubo na água de irrigação.

Os dados foram processados através do Sistema TBLCURVE, indicado por JANDEL SCIENTIFIC (1991), tendo, a partir do Sistema, selecionado o modelo de equação mais simples que era estatisticamente significativo.

3.4. Metodologia para obtenção das equações de CE e de pH para a mistura de adubos.

3.4.1. Mistura dos adubos.

A partir das amostras dos adubos dissolvidos (Item 3.3.1.) misturou-se os mesmos em proporções equivalentes as utilizadas na Fazenda São João Ltda em uma área cultivada com melão para 25, 32 e 43 dias após a

semeadura (Apêndice 5).

3.4.2. Preparo das misturas.

De cada solução foram retiradas, com pipetas de 2,0, 5,0, 10,0 e 25,0ml e precições de 1/100ml, 1/10ml, 1/10ml e 1/10ml, respectivamente, diferentes alíquotas de cada solução, para logo após, em um recipiente, serem misturadas de acordo com o estágio da cultura do melão. Foram preparadas 3 diferentes misturas.

3.4.3. Diluição das misturas na água de irrigação.

De cada mistura foram tomadas, com uma pipeta de 2,0ml e precisão de 1/100ml, 9 diferentes alíquotas que foram diluídas em recipientes contendo um volume de 200ml de água previamente medido com uma proveta de 500ml e precisão de 5ml, obtendo-se um subtotal de 9 doses, mais uma em branco, perfazendo um total de 10 doses. Para cada dose foram feitas 2 repetições.

Nestas doses foram determinados pH e CE de acordo com procedimentos dos itens 3.3.3 e 3.3.4.

No apêndice 5 são mostradas as doses para cada mistura de adubos utilizadas em diferentes estágios da cultura do melão.

3.4.4. Análise dos dados:

Utilizando a mesma metodologia empregada no item 3.3.5, foram desenvolvidas equações (medidas) que ajustam as características avaliadas (o pH e a CE) para as diferentes doses das misturas de adubos adicionadas à água de irrigação.

3.4.5. Obtenção de uma equação geral de CE e outra para pH que pode ser aplicada para diferentes misturas de adubos.

A partir das equações isoladas de todos os adubos, foi desenvolvida uma equação geral de CE e outra para pH (estimadas).

Considerando 3 misturas realizadas na Fz. São João Ltda, em função do estágio de desenvolvimento da cultura do melão, obteve-se, matematicamente, equações estimadas de CE e de pH, em função da dose, para as 3 misturas de adubos.

Os valores obtidos pelas equações medidas de pH e de CE para a mistura de adubos foram comparados com os valores encontrados pelas equações estimadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A CE e o pH da água de irrigação submetida a diferentes doses e tipos de adubos e ácidos.

Os valores de CE e pH determinados para os adubos e ácidos, em função da dose, encontram-se no Apêndice 4.

Os adubos e ácidos que apresentam as maiores diferenças nos valores de CE e pH entre as repetições, pode refletir as diferenças entre as fontes utilizadas no experimento, embora os fabricantes indiquem o mesmo percentual do nutriente nos produtos.

As Figuras de 1 a 10 ilustram os resultados obtidos para CE e pH.

Verifica-se, nas figuras, que à medida que se aumenta a dose do adubo ou do ácido na água de irrigação, os valores de CE aumentam em proporções diferentes para cada produto.

Constata-se, nas figuras citadas acima, que os valores de pH apresentam pequenas variações dentro da faixa estudada para cada adubo, existindo produtos em que

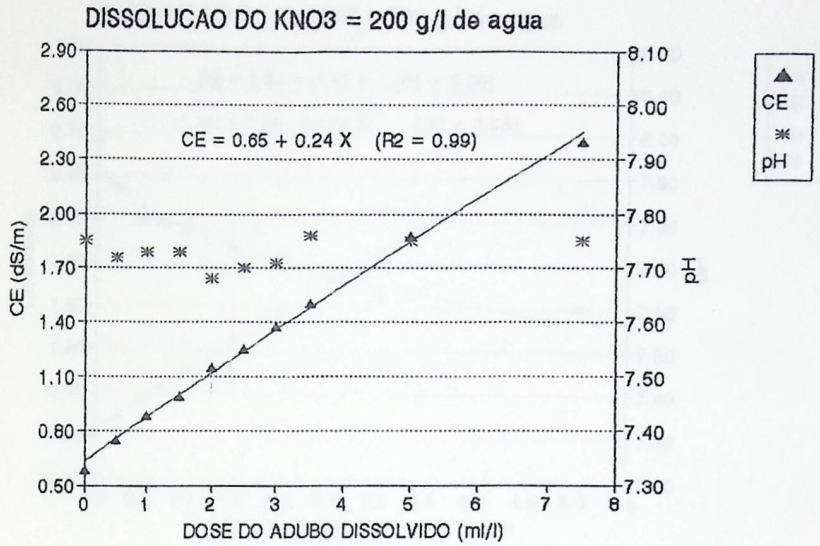


Figura 1. Relação entre a CE e o pH do nitrato de potássio em função da sua dose na água de irrigação.

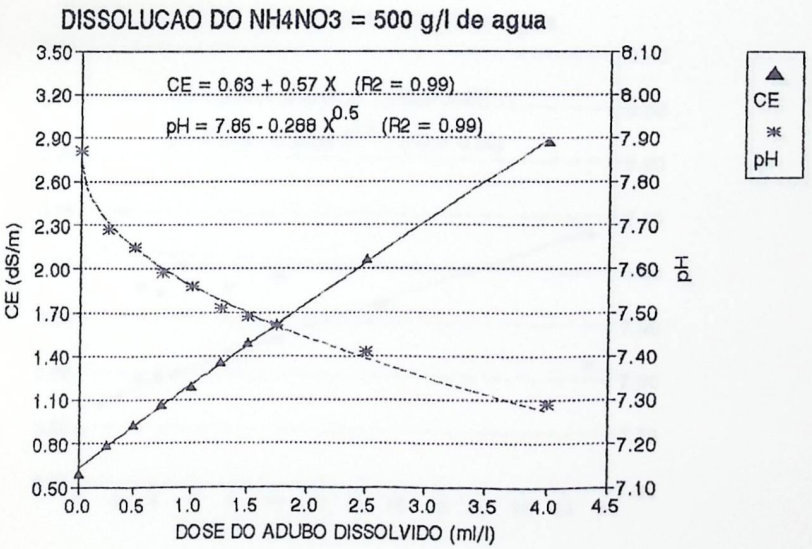


Figura 2. Relação entre a CE e o pH do nitrato de amônio em função da sua dose na água de irrigação.

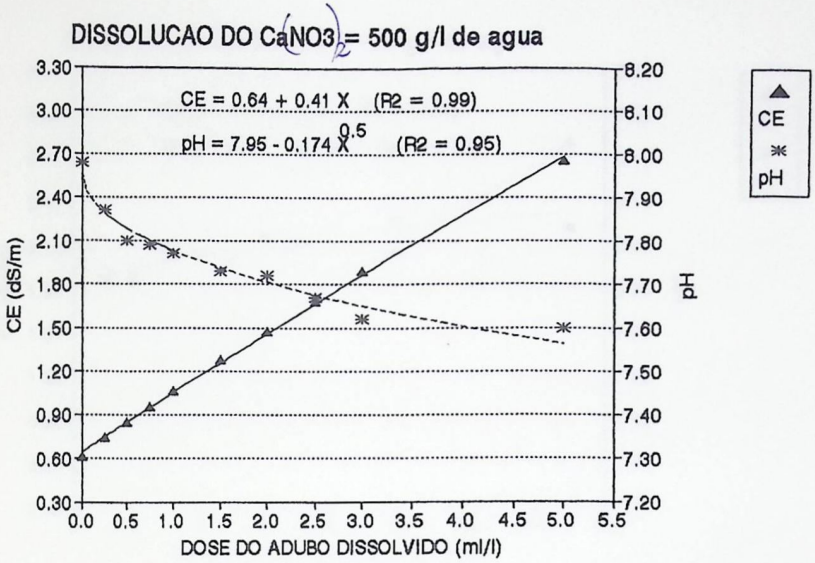


Figura 3. Relação entre a CE e o pH do nitrato de cálcio em função da sua dose na água de irrigação.

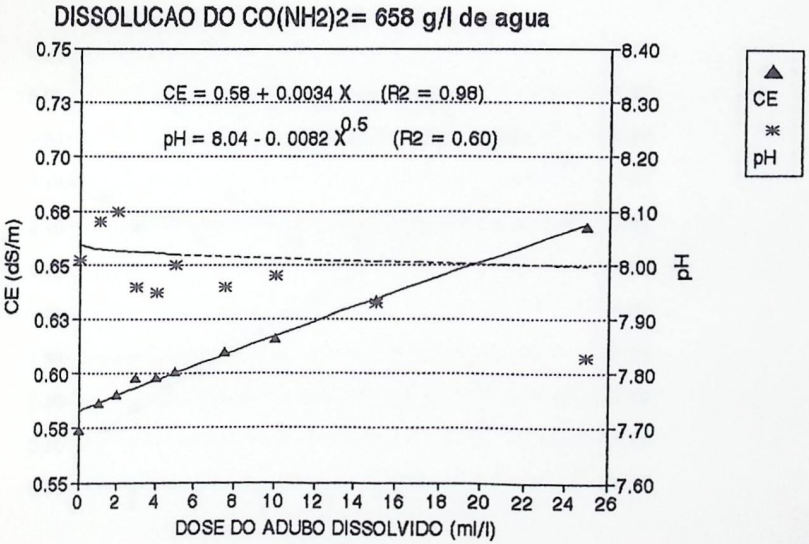


Figura 4. Relação entre a CE e o pH da uréia em função da sua dose na água de irrigação.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

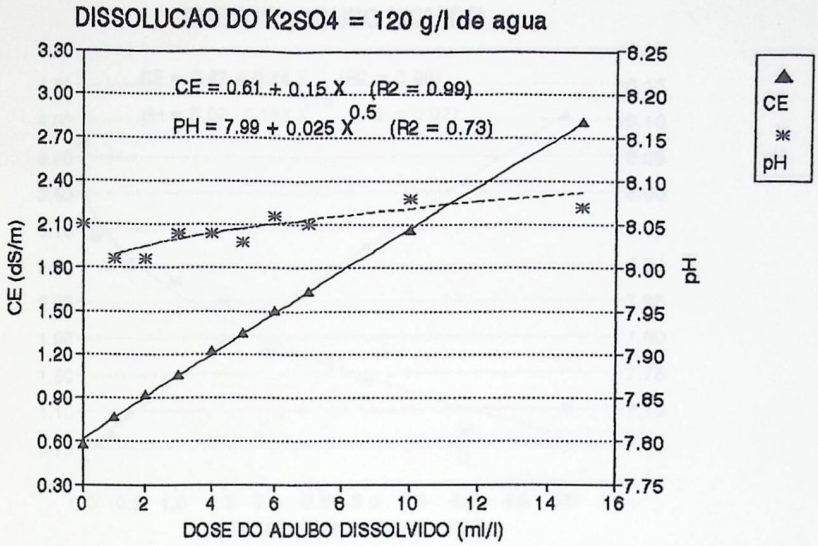


Figura 5. Relação entre a CE e o pH do sulfato de potássio em função da sua dose na água de irrigação.

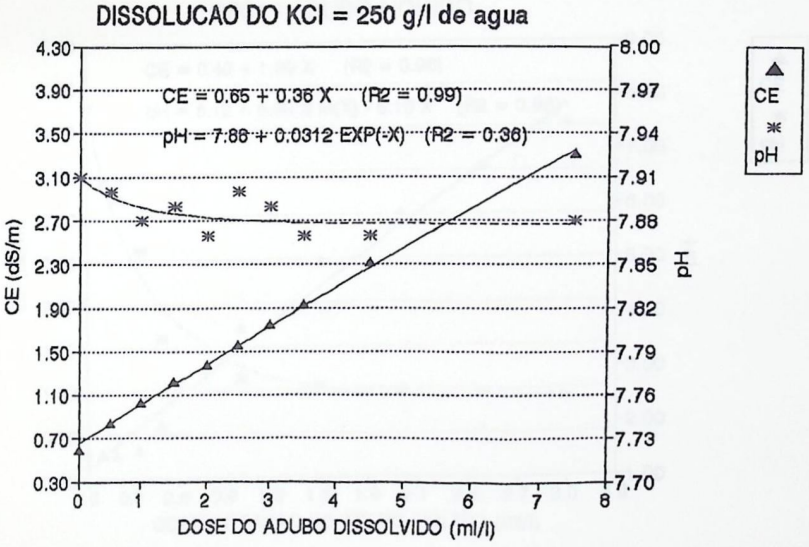


Figura 6. Relação entre a CE e o pH do cloreto de potássio em função da sua dose na água de irrigação.

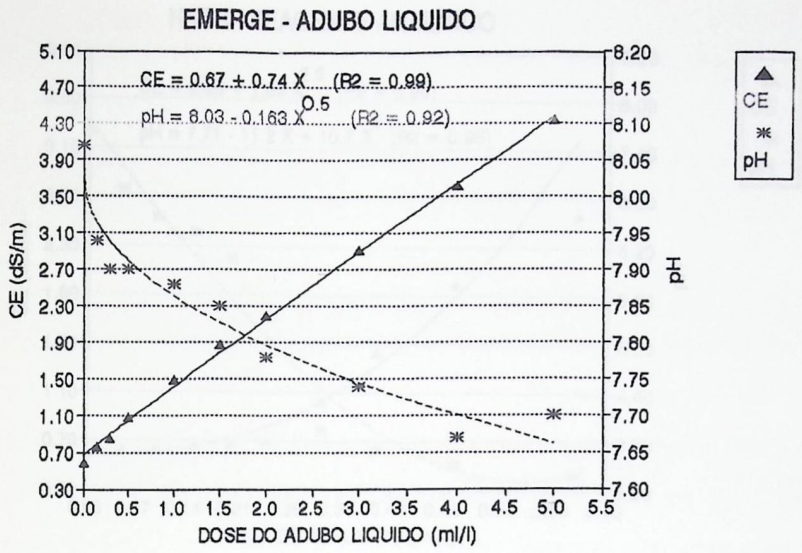


Figura 7. Relação entre a CE e o pH do nutrimins EMERGE em função da sua dose na água de irrigação.

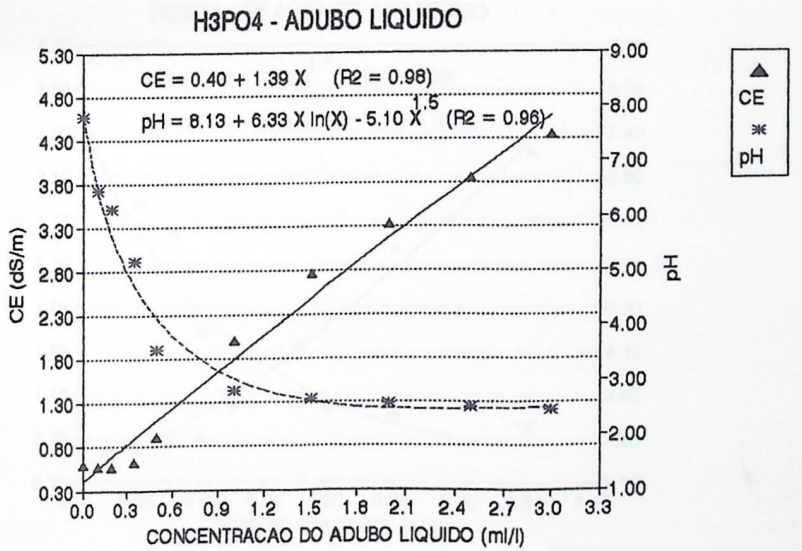


Figura 8. Relação entre a CE e o pH do ácido fosfórico em função da sua dose na água de irrigação.

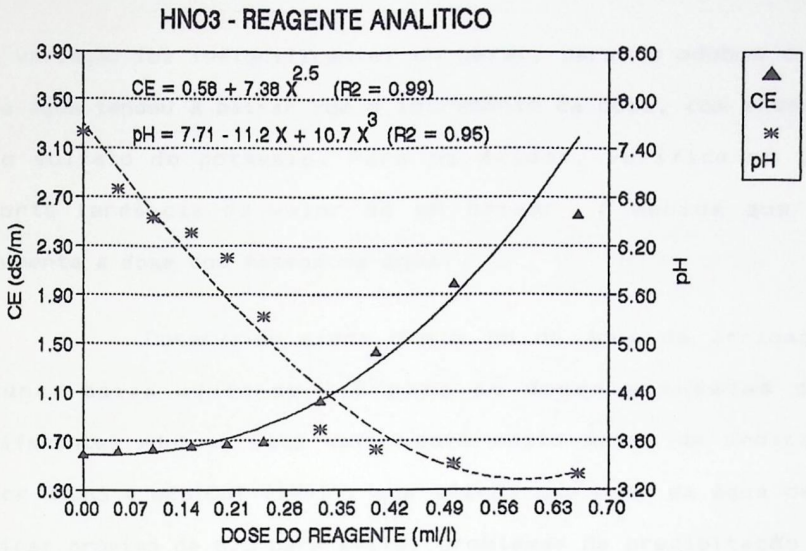


Figura 9. Relação entre a CE e o pH do ácido nítrico em função da sua dose na água de irrigação.

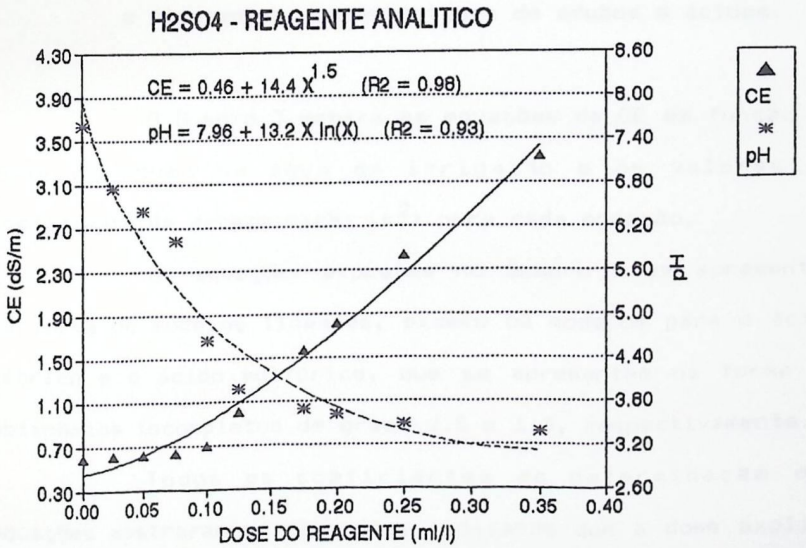


Figura 10. Relação entre a CE e o pH do ácido sulfúrico em função da sua dose na água de irrigação.

a variação foi insignificante; em geral, para os adubos o pH da água tendeu a baixar com o incremento da dose, com exceção do sulfato de potássio. Para os ácidos, verifica-se uma forte tendência do valor de pH baixar à medida que se aumenta a dose dos mesmos na água.

Observa-se ainda que o pH da água de irrigação nunca baixa aquém de 7,5 para as doses estudadas dos diferentes adubos. Este valor está muito acima do indicado por AYERS & WESTCOT (1991), que afirma que o pH da água deve ficar próximo de 6,5 para evitar problemas de precipitação de nutrientes na tubulação.

4.1.1. Equações que relacionam a CE da água de irrigação e diferentes doses e tipos de adubos e ácidos.

O Quadro 3 mostra as equações de CE em função da dose do adubo na água de irrigação e os valores do coeficiente de determinação (r^2) para cada equação.

As equações expostas no Quadro 3 se apresentam na forma de modelos lineares, exceto os modelos para o ácido nítrico e o ácido sulfúrico, que se apresentam na forma de polinômios incompletos de graus 2,5 e 1,5, respectivamente.

Todos os coeficientes de determinação das equações mostraram-se elevados, indicando que a dose explica com grande precisão, dentro da faixa de dose estudada, a variação da CE das águas de irrigação através das equações de

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

regressão estabelecidas, as quais foram todas significativas a 1% (Apêndice 7).

Quadro 3. Equações de CE (dS/m) em função da dose (ml/l) na água de irrigação e valor do coeficiente de determinação (r^2) para os adubos e alguns ácidos utilizados na fertirrigação.

ADUBOS E ACIDOS	EQUAÇÕES DE CE (dS/m)	r^2
KNO_3	CE = 0,65 + 0,24 * X	0,997
NH_4NO_3	CE = 0,63 + 0,57 * X	0,999
$CaNO_3$	CE = 0,64 + 0,41 * X	0,999
$CO(NH_2)_2$	CE = 0,58 + 0,00344 * X	0,984
K_2SO_4	CE = 0,61 + 0,15 * X	0,999
KCl	CE = 0,65 + 0,36 * X	0,998
EMERGE	CE = 0,68 + 0,74 * X	0,998
H_3PO_4	CE = 0,40 + 1,39 * X	0,977
HNO_3	CE = 0,58 + 7,38 * $X^{2.5}$	0,986
H_2SO_4	CE = 0,46 + 14,4 * $X^{1.5}$	0,977

Analisando os coeficientes "b" das equações estabelecidas para os adubos sólidos, observa-se que o menor valor encontrado para estes adubos, foi para a uréia (b = 0,00344) e o maior, para o nitrato de amônio (b = 0,57). Este coeficiente indica a capacidade do produto em elevar a salinidade da água de irrigação. Quanto maior o valor deste coeficiente, maior será o risco do adubo em elevar a

salinidade da água. O alto valor de "b" da equação do nitrato de amônio, pode ser explicado pela alta concentração do mesmo quando dissolvido na água (500g/l) e pela sua alta atividade iônica. O baixo valor de "b" da equação da uréia, apesar de sua concentração ser elevada quando dissolvida na água (658g/l), pode ser explicado pelo fato de que a mesma é uma amina, caracterizando-se como um sal orgânico de coligação covalente, possuindo baixa atividade iônica; consequentemente, o perigo de salinização por este adubo é praticamente nulo.

O EMERGE, adubo líquido, apresenta valor de "b" bastante elevado, quando comparado com os valores dos adubos sólidos; daí conclui-se, que esse adubo, quando adicionado na água de irrigação, poderá elevar a sua salinidade em grandes proporções.

Os ácidos apresentam diferentes modelos de equações. Analisando as Figuras 8, 9, e 10, verifica-se que para doses as estudadas, o ácido fosfórico foi o que apresentou menor elevação na CE da água de irrigação, enquanto que o ácido sulfúrico foi o que produziu maior elevação; isto pode ser explicado pela concentração dos mesmos.

4.1.2. Equações que relacionam o pH da água de irrigação e diferentes doses e tipos de adubos e ácidos.

O Quadro 4 mostra as equações de pH em função da dose (ml/l) na água de irrigação e os valores do coeficiente de determinação (r^2) para cada equação.

.ls1

Quadro 4. Equações de pH em função da dose (ml/l) na água de irrigaçao e coeficiente de determinação (r^2) para os adubos e alguns ácidos utilizados na fertirrigação.

ADUBOS E ACIDOS	EQUAÇÕES DE pH	r^2
NH_4NO_3	$pH = 7,85 - 0,29 * X^{0.5}$	0,988
$CaNO_3$	$pH = 7,95 - 0,17 * X^{0.5}$	0,948
$CO(NH_2)_2$	$pH = 8,04 - 0,0082 * X$	0,597
K_2SO_4	$pH = 7,99 + 0,025 * X^{0.5}$	0,734
KCl	$pH = 7,88 + 0,031 * (e)^{-X}$	0,361
EMERGE	$pH = 8,03 - 0,16 * X^{0.5}$	0,924
H_3PO_4	$pH = 8,13 + 6,33 * X * lnX - 5,10 * X^{1.5}$	0,962
HNO_3	$pH = 7,71 - 11,18 * X + 10,69 * X^3$	0,948
H_2SO4	$pH = 7,96 + 13,2 * X * lnX$	0,932

As equações expostas no Quadro 4 se apresentam na forma de vários modelos: linear para a uréia; logarítmica para o ácido sulfúrico; logarítmica com raiz quadrada para o ácido fosfórico; tipo raiz quadrada para o EMERGE, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio; exponencial negativa para o cloreto de potássio e cúbica incompleta para o ácido nítrico.

Apesar das equações de regressão estabelecidas serem todas significativas ao nível de 1%, com exceção da

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
"[illegible]NDO TEIXEIRA"

equação do nitrato de potássio, que não foi significativa, e, da equação do cloreto de potássio, que foi significativa apenas ao nível de 5% (Apêndice 7), os coeficientes de determinação só foram elevados para o NH_4NO_3, $CaNO_3$, emerge e os ácidos.

Analisando as equações, verifica-se que houve variações no intercepto entre os produtos; isto pode ser explicado pela oscilação no pH da água durante as análises (7,60 a 8,07), haja vista que as determinações não foram feitas simultaneamente.

Os coeficientes "b" das equações apresentam-se negativos, mostrando a tendência dos produtos em baixarem o pH da água quando se aumenta a dose; excecão é feita ao sulfato de potássio, em que há um acréscimo do valor de pH quando se aumenta o volume da dose na água de irrigação, como é ilustrado na Figura 5.

4.1.3. Aplicação das equações de CE e de pH.

As equações de CE encontradas são muito importantes para se estimar, através da taxa de injeção de fertilizante pela bomba injetora, a CE da água de irrigação.

No caso das equações de pH, a importância está no fato de que através delas pode-se calcular a dose (ml/l) de ácido a ser adicionada na água para se fazer a correção do

seu valor, prevenindo-se a precipitações dos nutrientes na tubulação, além de obter informações do pH da água para diferentes doses dos adubos.

4.1.3.1. Aplicação da equação de CE.

Considerando-se a concentração do fertilizante na água de irrigação como sendo de 0,4g/l, sendo este o valor máximo indicado por Pizarro, citado por ALVES et al. (1993), para que não haja, na fertirrigação por gotejadores, problemas de precipitação de nutrientes e obstruções, e aplicando-se o mesmo nas equações do Quadro 3, adaptadas para CE em função da concentração em g/l, obtém-se a condutividade elétrica (dS/m) da água de irrigação quando se utiliza os diferentes adubos. Isso implica que, no manejo da fertirrigação, deve-se evitar que os valor da CE da água de irrigação seja superior aos valores encontrados para uma concentração do adubo de 0,4g/l (Quadro 5) para evitar problemas de obstruções. Apenas para a uréia, a CE não é suficiente para avaliar a sua concentração na água de irrigação, devido a mesma quase não afetar a CE da água.

A razão entre a vazão média da bomba injetora de fertilizantes e a vazão de um sistema de irrigação significa a taxa de injeção dos fertilizantes na água aplicada pela bomba injetora (q/Q). Esta taxa de injeção de fertilizantes, que corresponde a dose, quando aplicada nas equações do

Quadro 3, não poderá fornecer uma CE superior as

Quadro 5. Condutividade elétrica para uma concentração de 0,4g/l para os adubos isolados injetados na água de irrigação.

ADUBOS	EQUAÇÕES ADAPTADAS[1]	CE OBTIDA (dS/m)
KNO_3	CE = 0,65 + 1,30 * X	1,17
NH_4NO_3	CE = 0,63 + 1,48 * X	1,22
$Ca(NO_3)_2$	CE = 0,65 + 0,99 * X	1,05
$CO(NH_2)_2$	CE = 0,58 + 0,0078 * X	0,58
K_2SO_4	CE = 0,61 + 1,27 * X	1,12
KCl	CE = 0,65 + 1,57 * X	1,28

[1] X = concentração do adubo em g/l.

apresentadas, para cada adubo, no Quadro 5, para evitar obstruções dos emissores. Quando os valores da CE se apresentam superiores, a solução para esse problema seria diminuir a vazão da bomba injetora, aumentando-se o tempo de aplicação para um mesmo volume de solução de fertilizante aplicado, ou diluir o adubo dissolvido que está sendo injetado no sistema.

4.1.3.2. Aplicação das equações de pH.

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), o pH da água deve ficar próximo a 6,5 para evitar precipitações químicas dos adubos. Aplicando-se esse valor nas equações dos ácidos do Quadro 4, obtém-se a dose de ácido necessária ao ajustamento do mesmo, como está mostrado no Quadro 6.

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

Quadro 6. Dose dos ácidos para para ajustar o pH próximo a 6,5.

ACIDO	pH	DOSE (ml/m^3)
H_3PO_4	6,5	123
HNO_3	6,5	109
H_2SO_4	6,5	32

4.2. Equações gerais para estimar CE e pH para qualquer taxa de injeção de misturas de adubos.

As equações gerais para a mistura de adubos, desenvolvidas a partir das equações de CE e pH obtidas para cada adubo isoladamente (Quadros 3 e 4), determinadas através do somatório parcial da contribuição da CE e do pH de cada adubo na mistura, são apresentadas a seguir:

$$CE = (0,65a + 0,63b + 0,64c + 0,58d + 0,61e + 0,65f + 0,68g)/T + (0,24a + 0,57b + 0,41c + 0,00344d + 0,15e + 0,36f + 0,74g) * D/T$$

$$pH = (7,85b + 7,95c + 8,04d + 7,99e + 7,88f + 8,03g)/T + (- 0,29b - 0,17c + 0,025e - 0,16g) * D^{0.5}/T + (- 0,0082d) * D/T + (0,031f) * (e)^{-D}/T$$

Onde:

D = é a dose ou taxa de injeção da mistura de fertilizantes (ml/l);

a, b, c, d , e, f, g = volume do nitrato de potássio, do nitrato de amónio, do nitrato de cálcio, da uréia, do sulfato de potássio, do cloreto de potássio e do EMERGE, respectivamente, contidos na mistura de adubos (l);

T = a + b + c + d + e + f + g (l).

Esta equação só deverá ser aplicada para misturas de adubos que são compatíveis entre si.

4.3. Comparação dos valores medidos e estimados da CE e do pH da água de irrigação submetida a diferentes misturas de adubos utilizadas na Fz. São João Ltda.

As proporções das misturas e os valores de CE e de pH determinados para as misturas M1, M2, M3, em função da dose, encontram-se no Apêndice 5.

4.3.1. Equações medidas e estimadas de CE.

O Quadro 7 mostra as equações de CE em função da dose da mistura na água de irrigação e os valores do coeficiente de determinação (r^2), considerando valores medidos e estimados a partir das equações de cada adubo isolado.

Todos os modelos de equações encontrados são

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

lineares, com valores de r^2 elevados, explicando a variação da CE através da dose, sendo todas as regressões altamente significativas (Apêndice 7).

Analisando-se o Quadro 7, pode-se dizer que, dentre as misturas, a que eleva em maior proporção a salinidade da água, é a M1, devido apresentar o maior valor de "b" em decorrência, talvez, do maior volume de nitrato de amônio na mesma. A M3 foi a que apresentou menor valor de "b", podendo este fato ser explicado pela presença da uréia, como também pelo menor volume de nitrato de amônio na mesma.

Quadro 7. Equações de CE das misturas de adubos (medida e estimada) em função da dose e os valores do coeficiente de determinação(r^2).

MISTURA (M)	EQUAÇÕES DE CE	r^2
M1 - Medida	CE = 0,71 + 0,30 * X	0,991
M1 - Estimada	CE = 0,62 + 0,29 * X	-
M2 - Medida	CE = 0,67 + 0,26 * X	0,997
M2 - Estimada	CE = 0,62 + 0,25 * X	-
M3 - Medida	CE = 0,65 + 0,25 * X	0,998
M3 - Estimada	CE = 0,62 + 0,22 * X	-

Comparando-se as equações do Quadro 7, observa-se que os valores dos coeficientes "a" e "b" para as equações medidas são próximos dos valores das equações estimadas. Em face desses resultados, pode-se afirmar que quando se misturam os diferentes sais na solução, a condutividade elétrica é aproximadamente igual a parcial dos sais misturados, como ilustram as Figuras de 11 a 13.

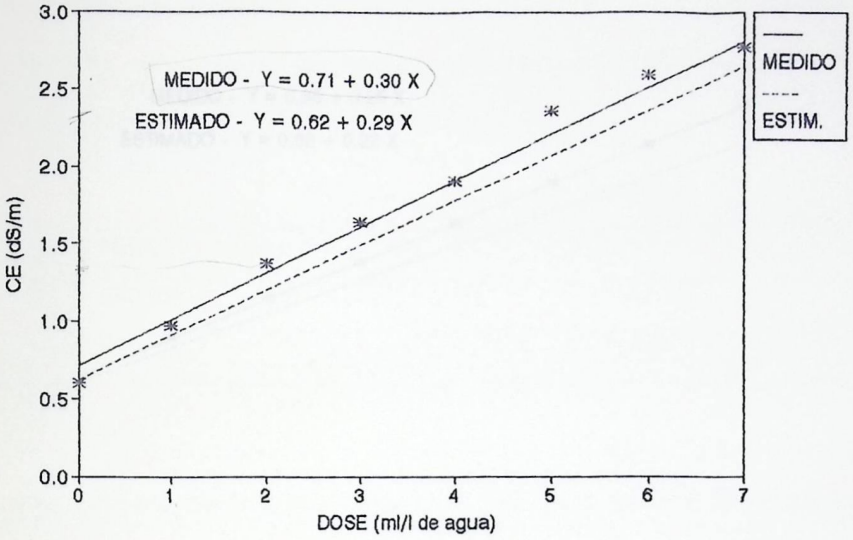


Figura 11. Relação medido e estimado entre a CE e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M1.

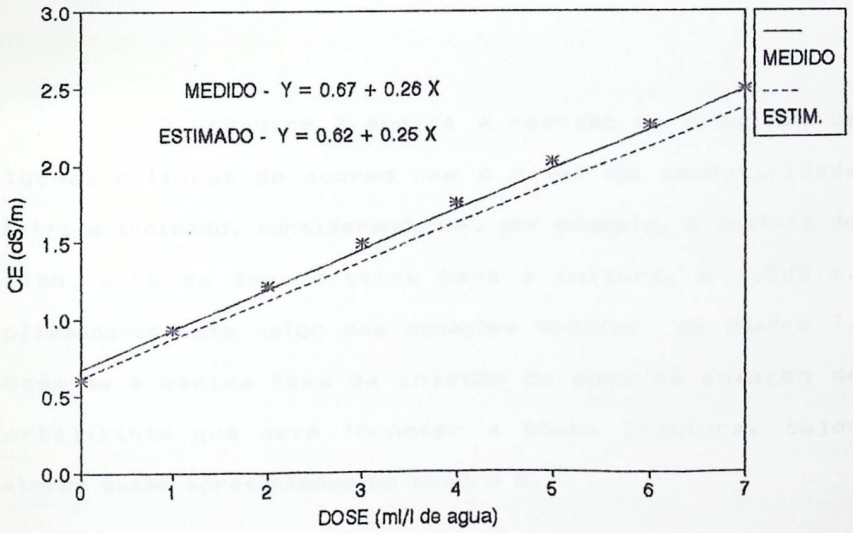


Figura 12. Relação medido e estimado entre a CE e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M2.

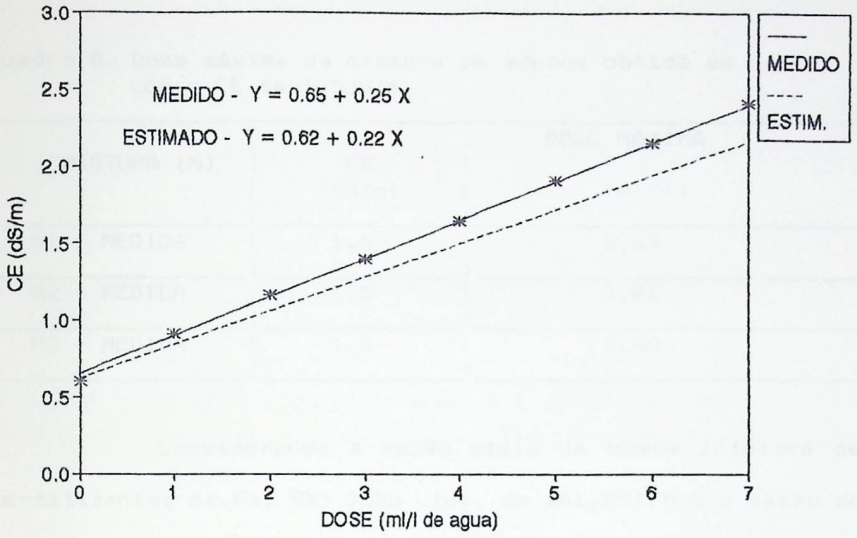


Figura 13. Relação medido e estimado entre a CE e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M3.

O Apêndice 2 mostra a redução da produção de algumas culturas de acordo com o nível de condutividade elétrica indicado. considerando-se, por exemplo, a cultura do melão, a CE da água crítica para a cultura, é 1,5dS/m. Aplicando-se este valor nas equações medidas do Quadro 7, obtém-se a máxima taxa de injeção ou dose da solução de fertilizante que deve fornecer a bomba injetora, cujos valores estão apresentados no Quadro 8.

Quadro 8. Dose máxima da mistura de adubos obtida de acordo com a CE de 1,5dS/m.

MISTURA (M)	CE (dS/m)	DOSE MAXIMA (ml/l)
M1 - MEDIDA	1,5	2,63
M2 - MEDIDA	1,5	2,86
M3 - MEDIDA	1,5	3,40

Considerando a vazão média da bomba injetora de fertilizantes da Fz. São João Ltda, de 161,25l/h e a vazão do sistema de 44,7m^3/h, dando uma taxa de aplicação de (q/Q = 161,3/44,7 = 3,6ml/l), pode-se afirmar, comparando-se este resultado com os do Quadro 8, que a taxa de aplicação de fertilizantes pela bomba injetora é superior a máxima, indicando, para esse caso, que a CE da água de irrigação é superior a máxima permitida pela cultura; consequentemente, a produção da cultura em questão poderá ser afetada pela CE da água.

4.3.2. Equações medidas e estimadas de pH.

O Quadro 9 mostra as equações de pH em função da dose na água e os valores de r^2 para as misturas utilizadas na Faz. São João Ltda, considerando valores medidos e estimados a partir das equações individuais de cada adubo.

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

Quadro 9. Equações de pH das misturas de adubos (medida e estimada) em função da dose na água e valores de r^2 para cada equação.

MISTURA(M)	EQUAÇÕES DE pH	r^2
M1 - MEDIDA	$pH = 7,72 - 0,11 * X^{0.5}$	0,963
M1 - ESTIMADA	$pH = 7,93 + [- 0,052 * X^{0.5} - 0,0067 * (e)^{-X}]$	-
M2 - MEDIDA	$pH = 7,71 - 0,13 * X^{0.5}$	0,934
M2 - ESTIMADA	$pH = 7,94 + [- 0,031 * X^{0.5} - 0,0048 * (e)^{-X}]$	-
M3 - MEDIDA	$pH = 7,78 - 0,077 * X^{0.5}$	0,910
M3 - ESTIMADA	$pH = 7,90 + [- 0,016 * X^{0.5} - 0,0046 * (e)^{-X} - 0,00052 * X]$	-

As equações medidas, expostas no Quadro acima, se apresentam na forma de modelo tipo raiz quadrada, e, as equações estimadas, sob vários modelos; todas as equações medidas apresentaram valores de r^2 elevados.

Comparando-se as equações do Quadro 9 e analisando as Figuras de 13 a 16, pode-se afirmar que quando se misturam os diferentes adubos na soluçao, o seu pH difere do valor parcial encontrado para os sais misturados, isto é, as equações estimadas não espelham os resultados obtidos pelas equações medidas. Entretanto, nota-se que a diferença entre o pH medido e o estimado está bem mais pronunciado no intercepto das equações, indicando que este foi bastante influenciado durante a realização do trabalho. Verifica-se, nos Apêndices 4 e 5, que a água apresenta o valor de pH em torno de 8,0, quando na realização das determinações dos parâmetros dos adubos K_2SO_4, $CO(NH_2)_2$, NH_4NO_3 e KCl, enquanto para as misturas M1, M2 e M3, o pH ficou próximo de 7,7. Daí fica difícil de se concluir sobre a capacidade de se estimar

BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

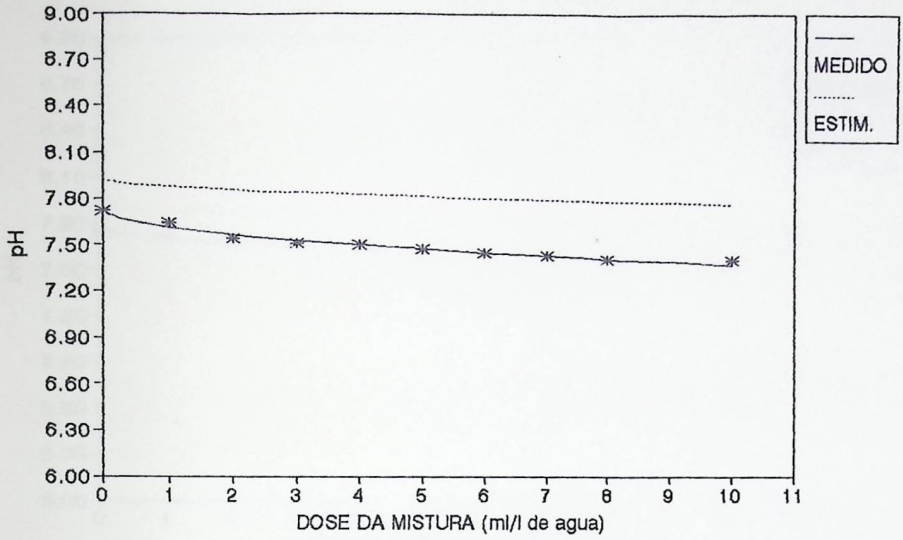


Figura 14. Relação medido e estimado entre o pH e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M1.

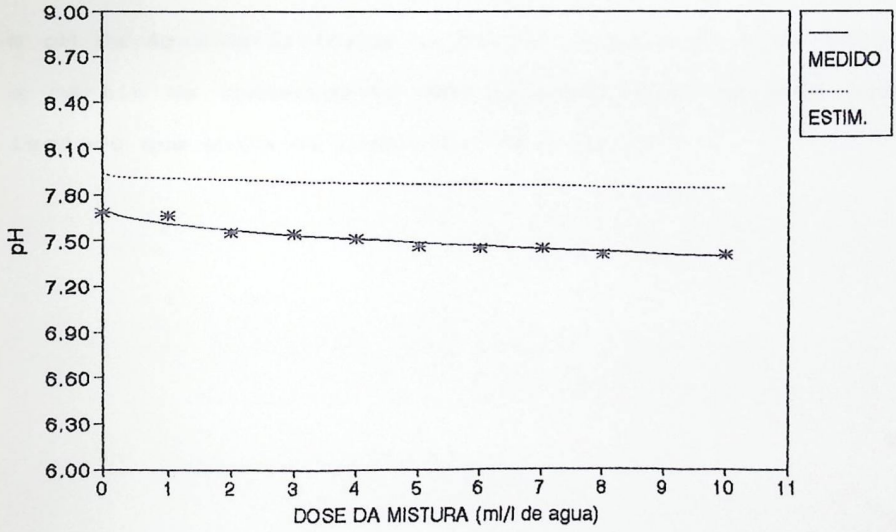


Figura 15. Relação medido e estimado entre a pH e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M2.

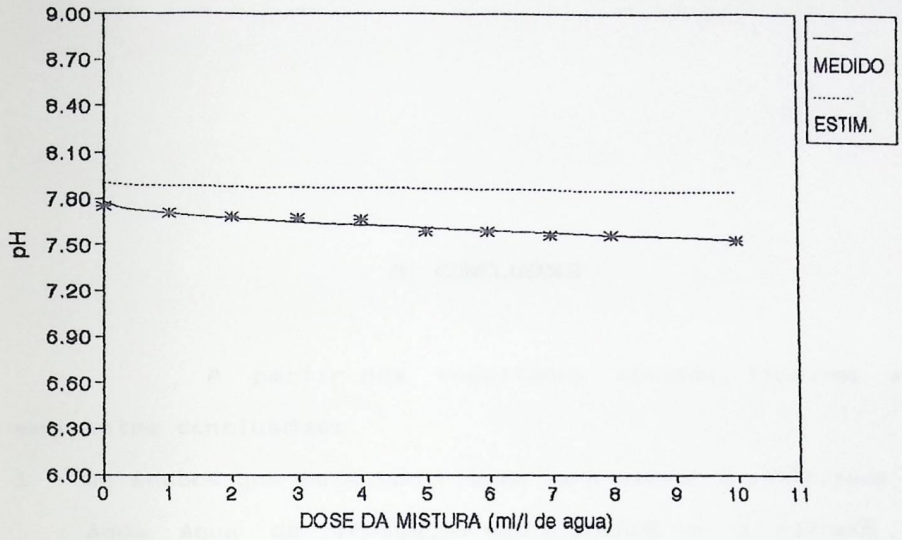


Figura 16. Relação medido e estimado entre a pH e a dose da mistura de adubos adicionada na água de irrigação para a mistura M3.

o pH da água de irrigação submetida a uma mistura de adubos, a partir do conhecimento das equações de pH de cada adubo isolado que entra na composição da mistura.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, tirou-se as seguintes conclusões:

1 - Os adubos que mais contribuem para elevar a salinidade da água água de irrigação são o EMERGE e o nitrato de amônio. A elevação da salinidade da água pela uréia é muito pequena.

2 - A condutividade elétrica da água de irrigação pode ser avaliada em função das doses ou taxa de injeção dos adubos injetados pela fertirrigação.

3 - A dose de ácido a ser adicionada na água de irrigação para corrigir o seu pH pode ser determinada a partir das equações.

4 - Os resultados obtidos pelas equações da CE parcial dos adubos misturados podem espelhar os resultados obtidos pelas equações das misturas de adubos na solução.

6.RESUMO

A avaliação do pH e da CE da água de irrigação é de grande importância para um manejo adequado da fertirrigação, pois permite melhorar o desempenho do sistema de irrigação com consequente aumento do rendimento da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a CE e o pH da água de irrigação submetida a diferentes doses e tipos de adubos. Foram feitas, em laboratório, determinações de CE e de pH da água de irrigação adicionada dos principais adubos utilizados na fertirrigação da grande irrigação de Mossoró. Os adubos que mais elevam a salinidade da água de irrigação são o EMERGE e o nitrato de potássio; já a uréia produz pouco efeito sobre a salinidade de água. A condutividade elétrica da água de irrigação pode ser determinada através da taxa de injeção de fertilizantes aplicada pela bomba injetora. Pode-se determinar a dose de ácido a ser adicionada na água para corrigir seu pH. Os valores obtidos pela equação de CE parcial dos adubos misturados podem expressar os obtidos pela equações dos adubos misturados na solução.

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

7. LITERATURA CITADA

ABREU, J.M.H. et al. **El riego localizado.** Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987. 316p.

ALMEIDA, J.H.S. **Sistema de produção de melão cv. Valenciano Amarelo para o Estado do Rio Grande do Norte.** Mossoró: ESAM, 1992. 51p. Monografia (Graduação em Agronomia) - ESAM, 1992.

ALVES,D.N.B. Desempenho da bomba injetora e do tanque de derivação de fluxo na aplicação de cloreto de potássio em microaspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 22., Ilhéus, 1993. **Anais...** Ilhéus: SBEA/CEPLAC, 1993. v.4, p.2587 - 2597.

ANDRADE, C.L.T. & GORNAT, B. Desenvolvimento e calibração de um tanque de fertirrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., Natal, 1991. **Anais...** Fortaleza: ABID, 1992. v.1, t.1, p.1051 - 1068.

AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO:Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO, H.M. Irrigação localizada. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v.12, n.139, p.40 - 53, jul. 1986.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** Viçosa - MG: UFV, 1987. 488p.

BRADY, J.E. & HUMISTON, G.E. **Química geral.** 2.ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1986. v.1, 410 p.

CARMO FILHO, F.; ESPINOLA SOBRINHO, J.;MAIA NETO, J.M. **Dados meteorológicos de Mossoró (jan. de 1988 a dez. de 1990).** Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, Série C).

COSTA, E.F. & BRITO, R.A.L. Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., Natal, 1991. **Anais...** Fortaleza: ABID, 1992. v.1, t.1, p.1477 - 1494.

BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

COSTA, E.F.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.139, p.63 - 68, jul. 1986.

CUNHA, P.M.G. **Efeito do ácido giberélico sobre algumas características pós - colheita do Melão cv. Valenciano Amarelo.** Mossoró: ESAM, 1993. 35p. Monografia (Graduação em Agronomia) - ESAM, 1993.

FAO - Organizacion de Las Nacionaes Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Roma: FAO, 1989. 164p. (Coleccion FAO: Fomiento de Tierras y Agua, 10).

FEITOSA FILHO, J.C. et al. Desempenho dos injetores de fertilizantes tipo Venturi e tanque de derivação, na fertirrigação por microaspersão. In: CONGRESSO NACIONAL DE RRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., NATAL, 1991. **Anais...** Fortaleza: ABID, 1992. v.i, t.1, p.1423 - 1441.

FONSECA, J.S. MARTINS, G. A. TOLEDO, G.L. **Estatística aplicada.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1985. 167p.

GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, M.A.F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos.** Campina Grande: UFPB, 1992. 70p.

GOMES, P. **Adubos e adubações.** 11.ed. São Paulo: Nobel, 1984. 187p.

JANDEL SCIENTIFIC. **User's Manual.** Madero, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.

MAAS, E.V. & HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance: Evaluation os existing data. In: PROC. INTERNAT. SALINITY CONFERENCE, Lubbock, Texas, 1976. p.187 - 198.

MALAVOLTA, E. & ROMERO, J. P. **Manual de adubação.** 2.ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação nas propriedades assistidas pelo subprograma GAT nos Estados do RN, CE e PB e evolução da salinidade nas áreas irrigadas.** Campina Grande: UFPB, 1992. 167p.

MEDEIROS, J.F.; GHEYI, H.R.; BATISTA, M.A.F. **Procedimento de ánalise de solo e água para diagnóstico de salinidade.** Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121P. (Coleção mossoroense, série B).

PAPADAKIS, A.L. **Los fertilizantes.** Buenos Aires: Albatroz, 1974. 178p.

PINTO, J.M. & SOARES, J.M. Fertirrigação - A adubação via água de irrigação. **Documento,** Petrolina, n.70, p.1 - 16. out. 1990.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos.** Madrid: Agrícola Española, 1978. 521p.

RICHARDS, L.A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos.** México: Limusa, 1977. 173p.

SAN JUAN, J.A.M. **Riego por goteo teoria y pratica.** 2.ed. Madrid: Mundi - Prensa, 1985. 216p.

SANTOS, J.Q. **Fertilizantes - fundamentos e aspectos práticos de sua aplicação.** Portugal: Euroagro, 1983. 246p.

SCALLOPI, E.J. Características dos principais sistemas de irrigação e drenagem. **ITEM,** Brasília, n.25, p.22 - 27. jun. 1986.

SCALLOPI, E.J. & BRITO, R.A.L. Qualidade da água e do solo para irrigação. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v.12, n.139, p.80 - 94. jul. 1986.

SHANI, M. **La fertilizacion combinada com el riego.** Tel Vive: Ministerio de Agriculture. Servicio de Extension, 1981. 36p.

SOUSA, V.F.; MELLO Jr., A.V.; DANTAS NETO, J. Considerações sobre uso e manejo da aplicação de fertilizantes através de sistemas de irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 22., Ilhéus, 1983. **Anais...** Ilhéus: SBEA/CEPLAC, 1983. v.4, p.2539 - 2546.

SOUSA, A. P. & SOUSA, V.F. Fertirrigação: princípio e métodos de aplicação, vantagens e limitações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 22., Ilhéus, 1993a. **Anais...** Ilhéus: SBEA/CEPLAC, 1993a. v.4, p.2518 - 2528.

_____ Fertirrigação: tipos e seleção de produtos, aplicação e manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 22., Ilhéus, 1993b. b. **Anais...** Ilhéus: SBEA/CEPLAC, 1993b. v.4, p.2529 - 2538.

TELLES, D. D. Irrigação localizada. **ITEM**, Brasília, n.23, p.29 - 30. dez. 1985.

VERMEIREN, I. & JOBLING, J.A. **Riego localizado.** Roma: a: FAO, 1986. 203p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem,36).

VOISIN, A. **Adubos - Novas Leis Científicas de sua Aplicação.** São Paulo: Mestre Jou, 1964. 130p.

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

ZANINI, J.R. & OLITTA, A.F.L. Uniformidade de distribuição de fertilizantes pela linha de gotejadores. **ITEM**, Brasília, n.33, p.40 - 44, jun. 1988.

APENDICES

APÊNDICE 1

APÊNDICE 1. Orientação para misturas de fertilizantes.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1						x					x				x
2															
3						x	o	o			x				
4						x					x				x
5						x	o				o				o
6	x		x	x	x		x	x	x						
7			o		o	x					x				x
8			o			x					x	o			x
9						x					o				x
10															
11	x		x	x	o		x	x	o						
12								o							
13															
14															
15	x			x	o		x	x	x						

[o] = Adubos que só podem ser misturados um pouco antes da aplicação.
[x] = Adubos que não podem ser misturados.
[ ] = Adubos que podem ser misturados.

1. Sulfato de amônio;
2. Nitrato de sódio e nitrato de potássio;
3. Nitrocálcio;
4. Nitrato de amônio e sulfonitrato de amônio;
5. Uréia;
6. Calciocianamida;
7. Superfosfatos;
8. Fosfato de amônio;
9. Fosfato bicálcico;
10. Farinha de ossos;
11. Escória de Thomas e termofosfatos;
12. Fosfatos naturais ou rochas fosfatadas;
13. Cloreto de potássio;
14. Sulfato de potássio;
15. Calcário.

* FONTE: MALAVOLTA E PERES (1975).

APÊNDICE 2

APÊNDICE 2. Tolerância de culturas à salinidade.[1,2,3]

Culturas	Redução da produção esperada no nível de CE (dS/m) indicado								Máxima CEd (dS/m)
	0%		10%		25%		50%		
	CEes	CEa	CEe	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	
Extensivas									
Algodoeiro	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,3	17,0	12,0	54
Soja	5,0	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5,0	20
Sorgo	4,0	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,2	36
Amendoim	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	13
Arroz irrigado	3,0	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	23
Milho	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	20
Feijoeiro-de-corda	1,3	0,9	2,0	1,3	3,1	2,1	4,9	3,2	17
Feijoeiro	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	13
Frutíferas									
Laranjeira	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	16
Limoeiro	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	16
Videira	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	24
Abacateiro	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	3,7	2,4	12
Morangueiro	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	08
Olericolas									
Beterraba	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	30
Tomateiro	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	25
Abóbora	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	20
Melão	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1	32
Repolho	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	24
Batata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	20
Batata-doce	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	21
Pimentão	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	17
Alface	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4	18
Rabanete	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	18
Cebola	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	15
Cenoura	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1	16

APENDICE 2. Continuação.

Culturas	Redução da produção esperada no nível de CE (dS/m) indicado								Máxima CEd (dS/m)
	0%		10%		25%		50%		
	CEes	CEa	CEe	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	
Forrageiras									
Capim-bermuda	6,9	4,6	8,5	5,7	10,8	7,2	14,7	9,8	45
Trevo	5,0	3,3	6,0	4,0	7,5	5,0	10,0	6,7	30
Capim-sudão	2,8	1,9	5,1	3,4	8,6	5,7	14,4	9,6	52
Alfafa	2,0	1,3	3,4	2,2	3,6	2,4	4,9	3,3	15

1 FONTE: Bernstein; California University; e Maas & Hoffman, citados por SCALOPPI & BRITO (1986).

2 Os valores deverão ser considerados apenas como de tolerância relativa entre os grupos de culculturas. Os valores de tolerância absoluta variam com o clima, condições de solo e práticas culturais. Nos solos com alto teor de gesso, as plantas podem tolerar aproximadamente 2,0dS/m de salinidade do solo (CEes) acima dos valores de tolerância indicados. No entanto, a salinidade da água permanece igual como mostrado neste quadro (AYERS & WESTCOT, 1991).

3 O Quadro 1 supõe que a água de irrigação seja a única fonte de sais. Se uma outra fonte adicional de sais, por exemplo, lençol freático salino a pouca profundidade, estiver presente, a relação CEes = 1,5 * CEa e os valores de CEes do quadro não poderão ser utilizados (AYERS & WESTCOT, 1991).

APENDICE 3

APENDICE 3. Características Físico - Químicas das Águas Provenientes de poços profundos utilizadas na grande irrigação da região de Mossoró - RN.*

IDENTIFICAÇÃO	Data de análise	Class. da água	CE (dS/m)	pH	RAS	Anions (meq/l)				Cátions (meq/l)			
						Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
Fz. São João, Poço 1	11/8/93	C2S1	0,64	7,3	0,76	2,0	3,8	0	-	2,9	1,5	0,7	1,13
Fz. São João, Poço 3	06/7/93	C2S1	0,70	7,3	3,15	1,6	2,9	0	-	1,6	1,0	0,1	3,59
Fz. São João, Poço 5	06/7/93	C2S1	0,46	7,3	2,08	1,0	2,4	0	-	1,4	0,7	0,1	2,12
Fz. São João, Poço M055	11/8/93	C2S1	0,65	7,6	1,21	2,0	4,2	0	-	2,7	1,2	0,6	1,70
Fz. São João, Poço M056	11/8/93	C2S1	0,66	7,3	0,60	2,0	4,1	0	-	3,0	1,7	0,7	0,92
Fz. São João, Poço Alagoinha	11/8/93	C2S1	0,65	7,5	1,23	2,2	3,7	0	-	2,1	1,6	0,5	1,67
ALBA COM. EXP. LTDA, Poço 1	15/4/93	C2S1	0.71	7,5	2,88	1,0	3,2	0,10	-	1,4	1,2	0,4	3,28
ALBA COM. EXP. LTDA, Poço 2	15/4/93	C2S1	0,66	7,5	2,98	1,0	3,3	0,10	-	1,5	0,9	0,4	3,28
ALBA COM. EXP. LTDA, Poço 3	15/4/93	C2S1	0,65	7,6	2,76	1,0	3,3	0,10	-	1,5	1,0	0,4	3,06
ALBA COM. EXP. LTDA, Poço 4	15/4/93	C2S1	0,65	7,6	2,88	1,0	3,3	0,10	-	1,5	0,9	0,4	3,17

APÊNDICE 3. Continuação.

IDENTIFICAÇÃO	Data de análise	Class. da água	CE (dS/m)	pH	RAS	Ânions (meq/l)				Cátions (meq/l)			
						Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
RAFITEX AGRO - INDUST. LTDA.	22/1/93	C2S1	0,59	7,8	2,32	1,8	4,0	0,20	-	2,0	0,9	0,4	2,78
MÉDIAS	-	-	0,64	7,5	2,08	1,5	3,5	0,05	-	2,0	1,1	0,4	2,43
Sx	-	-	0,07	0,2	0,96	0,5	0,6	0,069	-	0,6	0,3	0,2	0,95
CV (%)	-	-	10,7	2,2	46,0	33,9	15,8	137,5	-	32,0	28,7	47,5	39,1

LEGENDA: CE = Condutividade Elétrica à 25°C; pH = Potencial Hidrogeniônico;
RAS = Razão de Adsorção de Sódio; Sx = Desvio Padrão;
CV = Coeficiente de Variação (CV = 100 * Sx/média).

* FONTE: Arquivos do Labortório de análises de Aguas do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

APÊNDICE 4

APÊNDICE 4A. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Nitrato de Potássio - KNO_3 - dissolvido na proporção de 200g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MÉDIO	REP1	REP2	REP3	MÉDIA
0,00	0,000	7,74	7,75	7,76	7,75	0,58	0,58	0,58	0,58
0,50	0,092	7,72	7,72	7,71	7,72	0,75	0,73	0,76	0,75
1,00	0,185	7,74	7,68	7,76	7,73	0,87	0,84	0,95	0,89
1,50	0,277	7,78	7,71	7,70	7,73	0,96	0,95	1,07	0,99
2,00	0,369	7,70	7,56	7,78	7,68	1,15	1,08	1,21	1,15
2,50	0,462	7,72	7,58	7,80	7,70	1,21	1,17	1,37	1,25
3,00	0,554	7,75	7,60	7,78	7,71	1,31	1,30	1,51	1,37
3,50	0,646	7,73	7,73	7,83	7,76	1,42	1,42	1,65	1,50
5,00	0,923	7,78	7,66	7,80	7,75	1,76	1,74	2,12	1,87
7,50	1,385	7,75	7,74	7,76	7,75	2,22	2,21	2,78	2,40

APÊNDICE 4B. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Nitrato de Amônio - NH_4NO_3 - dissolvido na proporção de 500g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MÉDIO	REP1	REP2	REP3	MÉDIA
0,00	0,000	7,90	7,96	7,76	7,87	0,59	0,59	0,59	0,59
0,25	0,096	7,75	7,69	7,62	7,69	0,78	0,80	0,79	0,79
0,50	0,193	7,69	7,67	7,59	7,65	0,92	0,92	0,93	0,92
0,75	0,289	7,62	7,61	7,53	7,59	1,06	1,05	1,08	1,06
1,00	0,386	7,57	7,60	7,50	7,56	1,19	1,19	1,19	1,19
1,25	0,482	7,51	7,55	7,48	7,51	1,36	1,35	1,34	1,35
1,50	0,578	7,50	7,52	7,46	7,49	1,49	1,49	1,50	1,49
1,75	0,675	7,47	7,50	7,45	7,47	1,62	1,61	1,63	1,62
2,50	0,964	7,42	7,37	7,44	7,41	2,05	2,09	2,06	2,07
4,00	1,542	7,30	7,30	7,28	7,29	2,89	2,89	2,84	2,87

APÊNDICE 4C. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Nitrato de Cálcio - $CaNO_3$ - dissolvido na proporção de 500g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MÉDIO	REP1	REP2	REP3	MÉDIA
0,00	0,000	7,89	7,90	8,14	7,98	0,59	0,59	0,66	0,59
0,25	0,104	7,86	7,90	7,74	7,87	0,73	0,76	0,74	0,74
0,50	0,208	7,84	7,88	7,70	7,80	0,85	0,83	0,85	0,84
0,75	0,312	7,82	7,81	7,75	7,79	0,95	0,96	0,95	0,95
1,00	0,416	7,75	7,82	7,74	7,77	1,06	1,05	1,07	1,06
1,50	0,623	7,76	7,72	7,72	7,73	1,28	1,28	1,27	1,28
2,00	0,831	7,74	7,74	7,67	7,72	1,48	1,47	1,47	1,47
2,50	1,039	7,70	7,70	7,62	7,67	1,68	1,68	1,68	1,68
3,00	1,247	7,70	7,61	7,55	7,62	1,89	1,88	1,90	1,89
5,00	2,078	7,60	7,63	7,56	7,60	2,66	2,63	2,67	2,65

APÊNDICE 4D. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para a URÉIA - $CO(NH_2)2$ - dissolvida na proporção de 658g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MÉDIO	REP1	REP2	REP3	MÉDIA
0,00	0,000	8,01	8,06	7,97	8,01	0,57	0,58	0,57	0,57
1,00	0,443	8,10	8,07	8,07	8,08	0,59	0,58	0,59	0,59
2,00	0,885	8,12	8,06	8,11	8,10	0,60	0,58	0,59	0,59
3,00	1,328	8,03	7,96	7,90	7,96	0,62	0,59	0,59	0,60
4,00	1,770	8,09	8,01	7,75	7,95	0,61	0,59	0,60	0,60
5,00	2,213	8,04	7,98	7,97	8,00	0,62	0,59	0,60	0,60
7,50	3,320	7,96	7,96	7,96	7,96	0,64	0,59	0,60	0,61
10,00	4,426	7,90	8,09	7,96	7,98	0,65	0,59	0,61	0,62
15,00	6,639	7,96	7,90	7,92	7,93	0,69	0,59	0,61	0,63
25,00	11,065	7,71	7,88	7,91	7,83	0,77	0,60	0,64	0,67

APÊNDICE 4E. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Sulfato de Potássio - K_2SO_4 - dissolvido na proporção de 120g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MéDIO	REP1	REP2	REP3	MéDIA
0,00	0,000	8,07	8,05	8,03	8,05	0,56	0,58	0,58	0,57
1,00	0,118	8,06	7,94	8,02	8,01	0,75	0,75	0,79	0,76
2,00	0,236	8,06	7,94	8,03	8,01	0,93	0,91	0,91	0,91
3,00	0,353	8,09	7,98	8,06	8,04	1,06	1,06	1,05	1,06
4,00	0,471	8,10	8,03	8,00	8,04	1,20	1,22	1,24	1,22
5,00	0,589	8,07	7,96	8,05	8,03	1,36	1,33	1,34	1,34
6,00	0,707	8,09	8,05	8,05	8,06	1,50	1,49	1,52	1,50
7,00	0,825	8,09	8,03	8,02	8,05	1,65	1,64	1,62	1,64
10,00	1,178	8,09	8,05	8,09	8,08	2,05	2,07	2,07	2,06
15,00	1,767	8,09	8,02	8,09	8,07	2,79	2,82	2,81	2,81

APÊNDICE 4F. Doses da solução e concentração do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Cloreto de Potássio - KCl - dissolvido na proporção de 250g de massa por litro de água.

DOSE	CONCENT.	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	(g/l)	REP1	REP2	REP3	MéDIO	REP1	REP2	REP3	MéDIA
0,00	0,000	7,90	7,90	7,93	7,91	0,58	0,58	0,59	0,58
0,50	0,114	7,90	7,90	7,91	7,90	0,84	0,88	0,81	0,84
1,00	0,229	7,90	7,90	7,83	7,88	1,04	1,05	0,99	1,03
1,50	0,343	7,89	7,89	7,90	7,89	1,24	1,25	1,16	1,22
2,00	0,457	7,93	7,81	7,88	7,87	1,43	1,42	1,27	1,37
2,50	0,572	7,93	7,86	7,90	7,90	1,62	1,60	1,45	1,56
3,00	0,686	7,90	7,90	7,87	7,89	1,82	1,80	1,62	1,75
3,50	0,800	7,89	7,90	7,83	7,87	1,99	2,01	1,79	1,93
4,50	1,029	7,89	7,87	7,88	7,87	2,38	2,46	2,09	2,31
7,50	1,715	7,89	7,86	7,90	7,88	3,39	3,53	3,01	3,31

APENDICE 4G. Doses do adubo na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o nutrimins EMERGE - Adubo líquido.

DOSE	pH				CE (dS/m)			
(ml/l)	REP1	REP2	REP3	MéDIO	REP1	REP2	REP3	MéDIA
0,00	8,08	8,08	8,06	8,07	0,58	0,58	0,58	0,58
0,15	7,93	7,94	7,96	7,94	0,74	0,79	0,73	0,75
0,30	7,89	7,90	7,90	7,90	0,85	0,87	0,82	0,85
0,50	7,90	7,90	7,90	7,90	1,05	1,07	1,11	1,08
1,00	7,86	7,90	7,87	7,88	1,52	1,48	1,48	1,49
1,50	7,80	7,85	7,89	7,85	1,84	1,92	1,87	1,88
2,00	7,73	7,77	7,83	7,78	2,17	2,22	2,19	2,19
3,00	7,70	7,73	7,78	7,74	3,00	2,85	2,88	2,91
4,00	7,65	7,66	7,70	7,67	3,60	3,63	3,62	3,62
5,00	7,70	7,70	7,70	7,70	4,35	4,26	4,42	4,34

APENDICE 4H. Doses do ácido na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Acido Fosfórico - H_3PO_4.

DOSE	pH			CE (dS/m)		
(ml/l)	REP1	REP2	MéDIO	REP1	REP2	MéDIA
0,00	7,84	7,84	7,84	0,58	0,58	0,58
0,10	6,41	6,56	6,48	0,56	0,56	0,56
0,20	6,01	6,30	6,15	0,55	0,56	0,56
0,35	5,05	5,35	5,20	0,67	0,56	0,62
0,50	3,43	3,70	3,56	1,02	0,77	0,90
1,00	2,91	2,70	2,80	1,79	2,22	2,01
1,50	2,74	2,59	2,66	2,60	2,93	2,77
2,00	2,65	2,49	2,57	3,03	3,63	3,33
2,50	2,59	2,42	2,50	3,55	4,14	3,85
3,00	2,52	2,39	2,45	4,04	4,65	4,35

APÊNDICE 4I. Doses do ácido na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Acido Nítrico - HNO_3.

DOSE	pH			CE (dS/m)		
(ml/l)	REP1	REP2	MÉDIO	REP1	REP2	MÉDIA
0,000	7,63	7,57	7,60	0,59	0,59	0,59
0,050	6,91	6,89	6,90	0,61	0,61	0,61
0,100	6,53	6,57	6,55	0,63	0,63	0,63
0,150	6,40	6,33	6,36	0,65	0,65	0,65
0,200	6,06	6,05	6,05	0,67	0,67	0,67
0,250	5,29	5,37	5,33	0,69	0,69	0,69
0,325	3,94	3,94	3,94	1,03	1,02	1,03
0,400	3,69	3,69	3,69	1,46	1,40	1,43
0,500	3,51	3,53	3,52	2,04	1,94	1,99
0,600	3,40	3,39	3,39	2,54	2,57	2,56

APÊNDICE 4J. Doses do ácido na água de irrigação e os valores dos parâmetros (pH e CE) para o Acido Sulfúrico - H_2SO_4.

DOSE	pH			CE (dS/m)		
(ml/l)	REP1	REP2	MÉDIO	REP1	REP2	MÉDIA
0,000	7,60	7,60	7,60	0,59	0,59	0,59
0,025	6,79	6,74	6,76	0,61	0,60	0,61
0,050	6,41	6,46	6,43	0,62	0,62	0,62
0,075	6,01	6,03	6,02	0,63	0,63	0,63
0,100	4,46	4,84	4,65	0,71	0,66	0,69
0,125	3,98	3,96	3,97	1,01	0,99	1,00
0,175	3,70	3,68	3,69	1,57	1,56	1,57
0,200	3,62	3,61	3,61	1,81	1,79	1,80
0,250	3,50	3,49	3,49	2,39	2,48	2,44
0,350	3,38	3,36	3,37	3,37	3,31	3,34

APÊNDICE 5

APÊNDICE 5A. Doses da mistura (M1)* de adubos na água de irrigação e os parâmetros avaliados.

DOSE (ml/l)	pH1	pH2	pHmédio	CE1	CE2	CEmédia
				---------dS/m---------		
0,00	7,69	7,75	7,72	0,60	0,60	0,60
1,00	7,63	7,64	7,64	0,93	1,00	0,97
2,00	7,57	7,50	7,54	1,32	1,41	1,37
3,00	7,52	7,50	7,51	1,62	1,65	1,64
4,00	7,50	7,49	7,50	1,89	1,93	1,91
5,00	7,47	7,46	7,47	2,26	2,47	2,36
6,00	7,44	7,45	7,45	2,61	2,56	2,59
7,00	7,40	7,46	7,43	2,78	2,76	2,77
8,00	7,41	7,41	7,41	3,06	3,06	3,06
10,00	7,39	7,40	7,40	3,63	3,64	3,64

* Mistura M1 com as mesmas proporções dos adubos aplicados no 25º dia na cultura do melão na Faz. São João Ltda, a qual é a seguinte: 11,0ml de NH_4NO_3 + 10,4ml de KCl + 27,0ml de K_2SO_4.

APÊNDICE 5B. Doses da mistura (M2)* de adubos na água de de irrigação e os parâmetros avaliados.

DOSE (ml/l)	pH1	pH2	pHmédio	CE1	CE2	CEmédia
				---------dS/m---------		
0,00	7,66	7,70	7,68	0,60	0,60	0,60
1,00	7,64	7,67	7,66	0,93	0,93	0,93
2,00	7,54	7,55	7,55	1,21	1,22	1,22
3,00	7,54	7,54	7,54	1,51	1,47	1,49
4,00	7,50	7,51	7,51	1,74	1,75	1,75
5,00	7,46	7,46	7,46	2,02	2,03	2,02
6,00	7,43	7,47	7,45	2,30	2,23	2,26
7,00	7,45	7,44	7,45	2,49	2,50	2,49
8,00	7,38	7,43	7,41	2,79	2,78	2,78
10,00	7,40	7,40	7,40	3,22	3,26	3,24

* Mistura M2 com as mesmas proporções de adubos aplicados no 32º dia na cultura do melão na Faz. São João Ltda, a qual é a seguinte: 8.0ml de NH_4NO_3 + 7.5ml de KCl + 33.0ml de K_2SO_4.

APENDICE 5C. Doses da mistura (M3)* de adubos na água de irrigação e os parâmetros avaliados.

DOSE (ml/l)	pH1	pH2	pHmédio	CE1	CE2	CEmédia
				---------dS/m---------		
0,00	7,76	7,74	7,75	0,60	0,60	0,60
1,00	7,69	7,71	7,70	0,89	0,93	0,91
2,00	7,67	7,68	7,68	1,16	1,16	1,16
3,00	7,64	7,69	7,67	1,40	1,41	1,40
4,00	7,64	7,68	7,66	1,61	1,69	1,65
5,00	7,59	7,57	7,58	1,90	1,92	1,91
6,00	7,55	7,61	7,58	2,18	2,12	2,15
7,00	7,57	7,55	7,56	2,43	2,39	2,41
8,00	7,56	7,56	7,56	2,62	2,67	2,64
10,00	7,54	7,52	7,53	3,09	3,04	3,07

* Mistura M3 com as mesmas proporções dos adubos aplicados no 43º dia na cultura do melão na Faz. São João Ltda, a qual é a seguinte: 6.4ml de NH_4NO_3 + 3.6ml de $CO(NH_2)2$ + 8.4ml de KCl + 38.0ml de K_2SO_4.

APENDICE 6

APENDICE 6. Adubos com suas respectivas concentrações após a dissolução dos mesmos.

ADUBO	DILUIÇÃO [g/ml]	REPET.	VOLUME DA MIST.	CONC. (g/100ml)	CONC. MÉDIA
KNO3	[40/200]	1	215	18.60	18.46
		2	215	18.60	
		3	220	18.18	
NH4NO3	[100/200]	1	259	38.61	38.56
		2	259	38.61	
		3	260	38.46	
CaNO3	[100/200]	1	240	41.67	41.53
		2	241	41.49	
		3	241	41.49	
CO(NH2)2	[131.6/200]	1	298	44.16	44.26
		2	298	44.16	
		3	296	44.46	
K2SO4	[24/200]	1	205	11.71	11.78
		2	202	11.88	
		3	204	11.76	
KCl	[50/200]	1	220	22.73	22.86
		2	218	22.93	
		3	218	22.93	

APÊNDICE 7

Equações de CE e de pH em função da dose (ml/l), com os respectivos testes de significância dos coeficientes e análise de variância.

Equação da CE do Nitrato de Potássio

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,65	0,00155	41,1	0,60 --- 0,67	Regressão	1	2,684850	2838**
b	0,24	0,00453	53,3	0,23 --- 0,25	Resíduo	8	0,000946	

Equação de pH do Nitrato de Potássio

$$Y = a + b * X * \ln X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,720	0,00986	783	7,700 --- 7,740	Regressão	1	0,001024	1,65^{ns}
b	-0,002	0,00171	1,29	- 0,002 --- - 0,006	Resíduo	8	0,000617	

Equação da CE do Nitrato de Amônio

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,63	0,01060	59,6	0,61 --- 0,66	Regressão	1	4,091477	8836**
b	0,57	0,00602	94,0	0,55 --- 0,58	Resíduo	8	0,000463	

Equação de pH do Nitrato de Amônio

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,85	0,01125	697,7	7,82	---	7,88	Regressão	1	0,230300	882**
b	-0,29	0,00968	-29,7	-0,31	---	-0,27	Resíduo	8	0,000261	

Equação de CE para o Nitrato de Cálcio

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,64	0,00978	65,9	0,62	---	0,67	Regressão	1	3,522373	8422**
b	0,41	0,00445	91,8	0,40	---	0,42	Resíduo	8	0,000418	

Equação de pH para o Nitrato de Cálcio

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

0 Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,95	0,01627	488,6	7,91	---	7,99	Regressão	1	0,113800	189**
b	-0,17	0,01267	-13,8	-0,20	---	-0,15	Resíduo	8	0,000602	

Equação de CE para a Uréia

Y = a + b * X

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,58	0,001621	359,4	0,58 --- 0,59	Regressão	1	0,006353	479**
b	0,00344	0,000157	21,9	0,00308 --- 0,00381	Resíduo	8	0,000013	

Equação de pH para a Uréia

Y = a + b * X

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	8,04	0,2017	398,7	7,99 --- 8,09	Regressão	1	0,035985	17,5**
b	-0,0082	0,001957	-4,2	-0,0127 --- -0,0037	Resíduo	8	0,002050	

Equação da CE para o Sulfato de Potássio

Y = a + b * X

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,61	0,00895	68,3	0,59 --- 0,63	Regressão	1	3,94975	12444**
b	0,15	0,00131	111,6	0,14 --- 0,15	Resíduo	8	0,00317	

Equação de pH para o Sulfato de Potássio

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,99	0,01130	704	7,960	---	8,010	Regressão	1	0,003840	28**
b	0,025	0,00468	5,3	0,014	---	0,036	Resíduo	8	0,000137	

Equação da CE para o Cloreto de Potássio

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,65	0,01702	38,3	0,61	---	0,69	Regressão	1	5,700045	5001**
b	0,36	0,00510	70,7	0,35	---	0,37	Resíduo	8	0,001140	

Equação de pH para o Cloreto de Potássio

$$Y = a + b * (e)^{-X}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,880	0,00436	1808	7,8700	---	7,890	Regressão	1	0,000925	8,1*
b	0,031	0,01096	3	0,0058	---	0,057	Resíduo	8	0,000114	

Equação da CE para o Nutrimins Emerge

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,68	0,02831	23,9	0,61 --- 0,74	Regressão	1	14,92113	3949**
b	0,74	0,01180	62,8	0,71 --- 0,77	Resíduo	8	0,00378	

Equação de pH para o Nutrimins Emerge

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	8,03	0,01907	421	7,98 --- 8,07	Regressão	1	0,125900	128**
b	-0,16	0,01443	-11	-0,20 --- -0,13	Resíduo	8	0,000985	

Equação da CE para o Acido Fosfórico

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,40	0,09925	4,05	0,17 --- 0,63	Regressão	1	20,18484	448**
b	1,39	0,06556	21,16	1,24 --- 1,54	Resíduo	8	0,04507	

Equação de pH para o Acido fosfórico

$$Y = a + b * X \ln X + c * X^{1.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	8,13	0,288	28,3	7,45 --- 8,82	Regressão	2	17,84	135**
b	6,33	0,575	11,0	4,96 --- 7,69	Resíduo	7	0,13	
c	-5,10	0,396	-12,9	-6,04 --- -4,16				

Equação da CE para o Acido nítrico

$$Y = a + b * X^{2.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,58	0,0306	19,1	0,51 --- 0,66	Regressão	1	4,264398	722**
b	7,38	0,2747	26,9	0,68 --- 0,80	Resíduo	8	0,005903	

Equação de pH para o Acido nítrico

$$Y = a + b * X + c * X^{3}$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,71	0,2258	34,2	7,18 --- 8,25	Regressão	2	10,7830	97**
b	-11,18	1,3158	-8,5	-14,30 --- -8,06	Resíduo	7	0,1115	
c	10,69	3,6262	3,0	2,08 --- 19,30				

Equação da CE para o Acido Sulfúrico

$$Y = a + b * X^{1.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,46	0,05991	7,60	0,32	---	0,59	Regressão	1	7,989698	434**
b	14,38	0,69010	20,84	12,79	---	15,98	Resíduo	8	0,018394	

Equação de pH para o Acido Sulfúrico

$$Y = a + b * X * \ln X$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,96	0,2782	28,4	7,31	---	8,60	Regressão	1	21,5000	144**
b	13,20	1,0990	12,0	10,63	---	15,72	Resíduo	8	0,1495	

Equação da CE para a Mistura M1

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,71	0,04870	14,6	0,60	---	0,82	Regressão	1	8,302	1153**
b	0,30	0,00883	34,0	0,28	---	0,32	Resíduo	8	0,0072	

Equação de pH para a Mistura M1

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,72	0,0143	540,3	7,69	---	7,750	Regressão	1	0,09287	271**
b	-0,11	0,0067	-16,5	-0,13	---	-0,094	Resíduo	8	0,000343	

Equação da CE para a Mistura M2

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,67	0,02300	29,8	0,62	---	0,72	Regressão	1	6,36090	3951**
b	0,26	0,00418	62,9	0,25	---	0,27	Resíduo	8	0,00161	

Equação de pH para a Mistura M2

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes							Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança			Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,71	0,0180	427	7,67	---	7,75	Regressão	1	0,081300	149**
b	-0,10	0,0084	12	-0,12	---	-0,08	Resíduo	8	0,000546	

Equação da CE para a Mistura M3

$$Y = a + b * X$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	0,65	0,0182	35,9	0,61 --- 0,70	Regressão	1	5,64200	5642**
b	0,25	0,0033	75,0	0,24 --- 0,26	Resíduo	8	0,00100	

Equação de pH para a Mistura M3

$$Y = a + b * X^{0.5}$$

Teste de Significância dos Coeficientes					Análise de Variância			
Parâm.	Valor	Erro padrão	t	Intervalo de confiança	Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
a	7,780	0,16000	485	7,740 --- 7,810	Regressão	1	0,045600	106**
b	-0,077	0,00747	10	-0,094 --- -0,060	Resíduo	8	0,000431	

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS
SIGAA
2010076022