

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNA: SOLANGE CUNHA SIMPLÍCIO

MATRÍCULA: 8111326-8

ORIENTADORES: MARCOS ANTONIO FIRMINO BATISTA

NORMA CESAR DE AZEVEDO

CAMPINA GRANDE - PB

JANEIRO - 1988



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

APRESENTAÇÃO

O presente relatório é resultado do Estágio realizado no Laboratório de Irrigação e Salinidade, sediado no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, para cumprir exigências do Currículo Escolar.

O objetivo deste trabalho foi analisar amostras de solo e água, visando conhecer suas limitações ou não quanto a fertilidade e salinidade.

Vários agradecimentos são devidos: à meus orientadores, MARCOS ANTONIO FIRMINO BATISTA e NORMA CÉSAR DE AZEVEDO, à equipe integrante do Laboratório de Irrigação e Salinidade, que tanto contribuíram para a realização deste trabalho. Um muito obrigado especial a minha família, a meus amigos e a Gilmar que me incentivou e apoiou em todos os momentos.

Solange Cunha Simplicio
SOLANGE CUNHA SIMPLÍCIO

ÍNDICE

	PAG.
1 - INTRODUÇÃO	5
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	6
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	26
5 - CONCLUSÕES	29
6 - BIBLIOGRAFIA	31
7 - ANEXOS	

1 - INTRODUÇÃO

A água e o solo são os fatores decisivos para a implantação de uma determinada cultura, o que torna fundamental o conhecimento completo destes.

Recomenda-se para isto, a análise laboratorial fisico-química do solo e de salinidade do solo e da água.

Considerando a necessidade do planejamento para fins de irrigação e drenagem, é importante o conhecimento detalhado das camadas do perfil do solo (profundidade, textura, estrutura, condutividade elétrica do extrato de saturação, densidade aparente e real, porosidade, capacidade de campo, ponto de murchamento ...) que é algo mais que um complexo de partículas provenientes de rochas minerais; é suporte, fonte de nutrientes e de ar e reservatório d'água para as plantas.

A avaliação da água a se utilizar para irrigação é necessária e imprescindível, tanto na quantidade como na qualidade, cujos parâmetros utilizados devem estar relacionados com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo de irrigação, os quais serão necessários para controlar ou compensar os problemas relacionados com a qualidade.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - ÁGUA

A amostra de água utilizada foi a de Nº 993, encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. A metodologia usada para classificação foi a proposta por Ayres & Branson, citados por BERNARDO (1986).

2.2 - SOLO

A amostra de solo utilizada para determinação das partes trocável e solúvel foi a de Nº 5779 protocolada no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, tendo-se utilizada a metodologia proposta por EMBRAPA (1979).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - ÁGUA

Os resultados analíticos da amostra de água se encontram no Quadro I.

Dentre as várias metodologias de classificação de água para fins de irrigação, destacamos os principais modelos.

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PELO "US SALINITY LABORATORY STAFF -
U.S.D.A. AGRICULTURE HANDBOOK Nº 60" - QUADRO III

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos é baseada na Condutividade Elétrica (CE), como indicadora do perigo de salinização do solo, e na Razão de Adsorção de Sódio (RAS) como indicadora do perigo de alcalinização ou sodificação do solo.

a - PERIGO DE SALINIZAÇÃO:

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua CE, ou seja, em função de sua concentração total de sais solúveis:

- . C₁ - Água com salinidade baixa (CE entre 0 e 250 micromhos/cm, a 25°C).

Pode ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade extremamente baixa.

- . C₂ - Água com salinidade média (CE entre 250 e 750 micromhos/cm, a 25°C).

Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais po

dem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade.

- C₃ - Água com salinidade alta (CE entre 750 e 2250 micromhos/cm, a 25°C).

Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Mesmo nos solos com drenagem adequada, podem-se necessitar de práticas especiais para o controle da salinidade. Pode ser usada somente para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais.

- C₄ - Água com salinidade muito alta (CE entre 2250 e 5000 micromhos/cm, a 25°C).

Não é apropriada para irrigações, sob condições normais, mas pode ser usada ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais. Os solos deverão ser muito permeáveis e com drenagem adequada, devendo ser aplicado excesso de água nas irrigações para ter boa lixiviação. A água somente deve ser usada para culturas que sejam tolerantes aos sais.

b - PERIGO DE ALCALINIZAÇÃO OU SODIFICAÇÃO:

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua razão de adsorção de sódio (RAS), ou seja, em função do efeito do sódio trocável, nas condições físicas do solo:

- . S_1 - Água com baixa concentração de sódio ($RAS \leq 18,87 - 4,44 \log CE$).

Pode ser usada para irrigação, em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

- . S_2 - Água com concentração média de sódio ($18,87 - 4,44 \log CE < RAS \leq 31,31 - 6,66 \log CE$).

Só pode ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicos com boa permeabilidade. Ela apresenta um perigo de sodificação considerável, em solos de textura fina, com alta capacidade de troca catiônica, especialmente sob baixa condição de lixiviação, a menos que haja gesso no solo.

- . S_3 - Água com alta concentração de sódio ($31,31 - 6,66 \log CE < RAS \leq 43,75 - 8,87 \log CE$).

Pode produzir níveis maléficos de sódio trocável, na maioria dos solos, e requer práticas especiais de manejo de solo, boa drenagem, alta lixiviação e adição de matéria orgânica. Nos solos que têm muito gesso, ela pode não desenvolver níveis maléficos de sódio trocável. Pode requerer o uso de corretivos químicos para substituir o sódio trocável, exceto no caso de apresentar salinidade muito alta, quando o uso de corretivos não seria viável.

- . S₄ - Água com muito alta concentração de sódio (RAS > 43,75 - 8,87 log CE).

É geralmente imprópria para irrigação, exceto quando sua salinidade for baixa ou, em alguns casos, média, e a concentração de cálcio do solo ou o uso de gesso ou outros corretivos tornarem o uso desta água viável.

c - EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE BORO:

O boro é um elemento para o crescimento dos vegetais, mas a quantidade requerida é muito pequena. Porém, em concentrações um pouco maiores, torna-se muito tóxico para alguns vegetais. O nível de concentração que o torna tóxico varia de acordo com a espécie do vegetal. O nível que é tóxico para uma planta sensível, por exemplo, limão, pode ser o ideal para uma planta tolerante, como, por exemplo, a alfafa.

d - EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE BICARBONATO:

Nas águas que contêm concentrações elevadas de íons de bicarbonato, há tendência para a precipitação do cálcio e do magnésio, sob a forma de carbonatos, reduzindo, então a concentração de cálcio e magnésio na solução do solo, e conseqüentemente aumentando a proporção de sódio.

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA POR AYERS & BRANSON - TABELA I

A classificação proposta por AYERS & BRANSON se

baseia nas seguintes áreas-problemas:

a - PROBLEMAS DE SALINIDADE:

Estão associadas com a quantidade de sais solúveis na água para irrigação. A salinidade é medida e expressa por meio da condutividade elétrica da água de irrigação.

b - PROBLEMAS DE PERMEABILIDADE:

Estão normalmente associados com as águas para irrigação que contenham elevada concentração de sódio, em relação a cálcio e magnésio. Esses problemas de permeabilidade, são avaliados pela modificação do conceito de Razão de Adsorção de Sódio (RAS). Esse novo conceito proposto pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, é chamado de Razão de Adsorção de Sódio Ajustado (RAS ajust) e acrescenta os efeitos do carbonato e bicarbonato ao conceito antigo de RAS, mediante o valor de pHc, recentemente desenvolvido pelo Laboratório de Salinidade dos EUA.

$$RAS_{ajust} = \frac{Na^+}{\frac{V_{Ca^{++} + Mg^{++}}}{2}} [1 + (8,4 - pHc)]$$

O valor de pHc pode ser calculado pela seguinte equação:

$$pHc = (pK_2 - pKc) + p(Ca + Mg) + pAlc$$

Onde:

$pK_2 - pKc$ - É obtido por meio da análise da água para
Ca + Mg + Na

$p(Ca + Mg)$ - É obtido por meio da análise para Ca + Mg

$pA\&c$ - É obtido por meio da análise para $CO_3 + HCO_3$

Na Tabela I, vêem-se diversos valores da análise da água para irrigação para se calcular o valor do pHc.

c - PROBLEMAS DE TOXIDADE:

Certos elementos, mesmo em concentrações baixas, têm efeitos tóxicos para certos vegetais sensíveis, sendo o boro, o cloro e o sódio os principais elementos tóxicos encontrados comumente nas águas para irrigação.

Baseados nesses pontos, os autores prepararam uma tabela (TABELA II), para a classificação das águas para irrigação.

3.2 - SOLO

Os resultados analíticos da amostra de solo se encontra no QUADRO II.

3.2.1 - Propriedades Físicas

3.2.1.1 - Textura

A textura do solo diz respeito à distribuição das

partículas de acordo com o tamanho, envolvendo conotações quantitativas e qualitativas. Quantitativamente, envolve as pro-porções relativas dos vários tamanhos de partículas num dado solo, cujas frações texturais básicas são a areia, o limo e a argila; estas proporções relativas conferem denominações específicas aos diferentes solos. O tamanho das partículas de um solo mineral não está sujeito a mudanças rápidas. Assim, um solo de areia permanece arenoso e um solo de argila permanece argiloso. Por esse motivo, a proporção dos diversos grupos, por tamanho, num determinado solo (textura), assume im-portância adicional. Não pode ser alterada, sendo considerada como qualidade inerente ao solo.

Para a classificação textural, utilizou-se o diagrama do QUADRO IV.

3.2.1.2 - Estrutura

Chama-se estrutura ao arranjo ou disposição das partículas constituintes do solo. Um perfil pode ser denominado por uma configuração estrutural única; mais frequentemente são encontrados vários tipos de agregação à medida que há progressões de um para outro horizonte. Fica evidenciado imediatamente que as condições e características do solo, tais como movimentação de água, transferência de calor, aeração, densidade aparente e porosidade, são consideravelmente influenciados pela estrutura.

3.2.1.3 - Densidade Aparente

A densidade aparente é definida como a relação entre a massa de solo seco e a soma dos valores ocupados pelas partículas e poros.

A densidade aparente geralmente aumenta com a profundidade do perfil, pois, as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes, provocam o fenômeno de compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação do material fino dos horizontes superiores para os inferiores, por eluviação, também concorre para reduzir os espaços porosos e aumentar a densidade dessas camadas.

A densidade aparente depende da natureza, das dimensões e da forma como se acham dispostas as partículas do solo. A fase líquida também afeta o volume aparente, fazendo variar a densidade aparente conforme o estado de umidade do solo.

• 3.2.1.4 - Densidade Real

A densidade real é a relação entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas.

Nos solos, seus valores variam em média, entre 2,3 e 2,9 g/cm³. Como valor médio, para efeito de cálculos, pode-se considerar a densidade real como sendo 2,65 g/cm³; isto

porque os constituintes minerais predominantes nos solos são o quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de 2,65.

A densidade real de um solo quer seco ou molhado é sempre a mesma, desde que se subtraia da massa da amostra o peso da água contida. Consequentemente, na determinação da densidade real, tanto faz partir de amostras secas ao ar ou secas em estufa.

3.2.1.5 - Porosidade

É a relação entre o volume de vazios e o volume total de uma amostra de solo.

As características do espaço poroso (volume total de poros do solo) de um solo estão intimamente ligados com os processos físico, mecânicos e biológicos que ocorrem no solo.

Solos de textura grosseira são menos porosos que os de textura fina, sendo, nestes a porosidade bastante variável, devido a estruturação, contrariamente aos arenosos, que são mais estáveis embora possuam poros individuais maiores.

3.2.1.6 - Capacidade de Campo

Capacidade de campo pode ser definida como a quantidade máxima de água que o solo pode reter em oposição a

oposição da força da gravidade. O conteúdo de água nestas condições é retido pelo solo com uma força aproximada de $1/3$ atm.

A capacidade de campo é normalmente considerada como o limite superior da água disponível para o crescimento das plantas, mas pode levar vários dias para o solo atingir essa condição, depois de estar saturado. Além disso, pode chover antes que a taxa de drenagem seja substancialmente reduzida, de maneira que o solo pode permanecer acima da capacidade de campo durante períodos consideráveis. Durante esse tempo, as plantas certamente usam a água retida no solo em excesso da capacidade de campo e essa água está normalmente incluída nas tentativas para se chegar a estimativas precisas do uso consuntivo, isto é, a água realmente removida do solo pela cultura.

3.2.1.7 - Ponto de Murchamento

O ponto de murchamento é usado para representar o teor de umidade no solo, em que abaixo dele a planta não conseguirá retirar água do solo, na mesma intensidade em que ela transpira, aumentando a cada instante a deficiência d'água na planta, o que a levarão a morte, caso não se irrigue. Ponto de murchamento é, pois, o limite mínimo da água armazenada no solo que será usada pelos vegetais, lembrando que o seu valor depende do tipo de solo e que diferentes plantas têm a capacidade de extrair água até diferentes limites.

3.2.2 - Propriedades Químicas

3.2.2.1 - Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo representa um acervo, de resíduos animais e vegetais, parcialmente decompostos e também parcialmente sintetizados, em contínua decomposição resultante do trabalho de microorganismos do solo. É portanto um componente do solo sobretudo transitório e que deve ser constantemente renovado pela adição de resíduos vegetais.

A matéria orgânica funciona como "granulador" das partículas minerais; assim, é a principal responsável pelo aspecto frouxo e pelo fácil manuseio dos solos produtivos. É uma das primeiras fontes de dois importantes elementos minerais, fósforo e enxofre; é também em essência, a única fonte de nitrogênio. Mediante sua influência nas condições físicas do solo, a matéria orgânica aumenta o volume de água que um solo pode absorver e a proporção desta água assimilável para o crescimento vegetal. É a principal fonte de energia para os microorganismos do solo; sem ela, a atividade bioquímica re-
dundaria praticamente em paralização.

3.2.2.2 - Cálcio

O efeito de concentrações elevadas de íons de cálcio em soluções de solos salinos varia com as espécies. Algumas culturas são mais tolerantes à adições de sais de cálcio.

cio que outras. As concentrações moderadas de cloreto de cálcio são altamente tóxicas para árvores com fruto de endocardio duro.

3.2.2.3 - Magnésio

Altas concentrações de magnésio no substrato frequentemente são mais tóxicas nas plantas que nas concentrações osmóticas de sais neutros. Esta toxicidade do magnésio pode se acentuar com a presença de concentrações relativamente elevadas de íons de cálcio no substrato.

3.2.2.4 - Sódio

Tem-se observado que, embora não sendo considerado um nutriente essencial para a planta, o sódio, quando presente em pequena concentração no solo, pode estimular a produtividade de certas culturas.

Há citações de alguns casos de queimaduras e lesões apicais nas folhas de certas plantas e de uma menor acumulação de cálcio, magnésio e potássio pelos vegetais, à medida que aumenta a porcentagem de sódio intercambiável no solo.

O sódio do solo pode exercer efeitos secundários importantes sobre o desenvolvimento vegetal através de modificações estruturais do solo.

Se o complexo intercambiável contiver quantida

des apreciáveis de sódio, o solo, principalmente se for argiloso, pode se dispersar, tornando-se pesado, impermeável, às vezes lodoso e apresentando baixa aeração e baixa disponibilidade de água para as plantas.

3.2.2.5 - Nitrogênio

O nitrogênio é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade. Na sua maior proporção é absorvido pelas raízes na forma de nitrato: depois do processo de digestão, melhor chamado de "mineralização", o nitrogênio orgânico é transformado no nitrato que as raízes absorvem.

Efeitos do nitrogênio, sobre as plantas:

- . Dá cor verde para as plantas,
- . Promove rápido crescimento,
- . Aumenta a folhagem,
- . Melhora a qualidade das hortaliças de folhas comestíveis,
- . Aumenta o teor de proteínas das plantas alimentícias e das forrageiras,
- . Alimenta os microorganismos do solo que decompõem a matéria orgânica,
- . Quando fornecido de modo desequilibrado em relação a outros elementos pode atrasar o florescimento e a maturação, e predispor as plantas ao ataque de doenças.

3.2.2.6 - Fósforo

O nitrogênio, o fósforo e o potássio são os três elementos geralmente usados na adubação em maior proporção. São por isso classificados como "macronutrientes". De um modo geral as plantas requerem um suprimento constante de fósforo durante toda a sua vida; no início do desenvolvimento as quantidades exigidas são pequenas, aumentando com o tempo:

Atribuições do fósforo:

- . Estimula o crescimento das raízes,
- . Garante uma "arrancada" vigorosa,
- . Apressa a maturação,
- . Estimula o florescimento e ajuda a formação das sementes,
- . Aumenta a resistência ao frio dos cereais de inverno,

Consequências da falta de fósforo na planta:

- . Folhas velhas de cor verde-azulada,
- . Tonalidades roxa nas folhas, pecíolos e colmos,
- . Espigas mal granadas,
- . Falta de desenvolvimento.

3.2.2.7 - Alumínio

A quantidade de alumínio na solução do solo está relacionada com o pH, que é o fator mais importante para o controle do alumínio solúvel, trocável dos solos, entretanto, há outros fatores, tais como a presença de sais ou fosfatos que alteram essa dependência.

A presença da matéria orgânica na capacidade de troca, influenciado pelo tipo de argila presente, forma a quantidade de compostos de alumínio insolúvel; são fatores que afetam o conteúdo de alumínio solúvel e trocável dos solos.

3.2.2.8 - Potássio

A falta de potássio no solo ou na adubação se reflete em primeiro lugar na diminuição das colheitas sem que as plantas apresentem anomalias externas. Se a falta for porêm acentuada, aparecem sintomas de carência, que são os seguintes:

- . Folhas mais velhas com as margens e pontas endurecidas e dilaceradas, as vezes com cor de ferrugem,
- . Espigas mal granadas,
- . Pequeno desenvolvimento,
- . Colmos e perfilhamento fracos,
- . Maior ataque de moléstias e pragas.

Os papéis do potássio na vida das plantas são os seguintes:

- . Dá maior vigor e maior resistência à doenças,
- . Ajuda a produção de amido, óleo e proteínas,
- . Aumenta a resistência dos colmos e caules, e evitando o acamamento,
- . Diminui o número de frutos chochos,
- . Aumenta a resistência à seca e à geada,
- . Melhora a qualidade dos frutos,
- . Ajuda a formação de raízes e tubérculos.

3.2.2.9 - Cloretos

Certas plantas são particularmente sensíveis ao anionte cloreto, mostrando sintomas de toxicidade quando o teor de cloro nas folhas é relativamente baixo (0,2 a 1,8%) , enquanto que nas espécies tolerantes acumulam até 4% de cloro sem mostrar os referidos sintomas. Aliás, a análise foliar é muito útil no diagnóstico à toxicidade desse elemento.

É interessante observar que o cloro, do mesmo modo que o sódio, pode estimular a produtividade de certas culturas, quando presente em pequenas concentrações no solo.

3.2.2.10 - Sulfatos

Para uma certa quantidade de cultivos, tem-se notado que há sensibilidade específica das plantas a concentra

ções altas de sulfatos e que parece ser que tal sensibilidade se encontra relacionada com a tendência das altas concentrações de sulfatos a limitar a absorção de cálcio pelas plantas. Justamente com a diminuição em cálcio, se encontram associados os aumentos na absorção de sódio e potássio, de tal maneira que os efeitos da alta concentração de sulfatos no substrato podem estar relacionados a uma alteração do balanço catiônico ótimo dentro da planta.

3.2.3 - Salinidade

Os solos salinos são largamente distribuídos nas zonas áridas, onde a precipitação é menor que a evapotranspiração. A falta de percolação nos solos destas regiões, juntamente com a excessiva evaporação da água, produz acumulação, na parte superficial do solo, de sais solúveis prejudiciais para a vida das plantas, sendo portanto, uma forma de poluição.

Outra fonte de salinização provém das águas de irrigação salinas, que, em alguns casos, podem adicionar até 20 toneladas de sais, por hectare, por ano. Há casos em que o lençol freático poderá chegar próximo da superfície do solo, impedindo a percolação eficiente dos sais da zona radicular do terreno, a ascensão da água salina do lençol ocorre por diferença de potenciais de água, e é aumentada com a evaporação, acumulando os sais na superfície do terreno, que poderá tornar-se esterilizado.

Os solos se classificam em três tipos, quanto a salinidade:

a - SOLOS SALINOS:

São os solos que apresentam uma condutividade elétrica do extrato de saturação maior que 4 milimhos/cm a 25°C e uma porcentagem de sódio intercambiável inferior a 15. O pH é menor que 8,5.

São quase sempre reconhecidos pela presença de uma crosta branca em sua superfície.

As características químicas dos solos salinos, são geralmente determinadas pelo tipo e quantidade dos sais presentes, que também controlam a pressão osmótica da solução do solo. Estes solos quase sempre se encontram flocoados, devido a presença de um excesso de sais e à ausência de quantidades significativas de sódio intercambiável. Como resultado, a permeabilidade é igual ou maior do que os solos similares, não salinos.

A correção é conduzida com lavagens, que não devem ser excessivas a ponto de levar os nitratos. Se a água da irrigação for salina ou cara, talvez seja mais adequado conviver com a salinidade, através de culturas mais tolerantes e adaptáveis ao solo e ao clima.

b - SOLOS SÓDICOS:

Os solos sódicos ou alcalinos, são os que apresentam uma condutividade elétrica do extrato de saturação menor que 4 mmhos/cm a 25°C e uma porcentagem de sódio intercambiável maior que 15. O pH varia de 8,5 a 10,0.

Nos solos fortemente sódicos, a matéria orgânica em dispersão e dissolvida pode se depositar na superfície em virtude da evaporação da água, causando um enegrecimento do solo, o que deu origem ao termo "alcali negro".

Todas as vezes que a água de irrigação ou o solo não contem gesso, a drenagem e a lavagem dos solos salino-sódicos, lixiviando os sais solúveis e deixando o sódio, conduzem à formação dos solos sódicos, com todas suas más qualidades.

A correção deste tipo de solo é feito com aplicação de corretivos e lixiviação.

c - SOLOS SALINO-SÓDICOS:

O termo salino-sódico ou salino-alcalino se aplica aos solos cuja condutividade elétrica do extrato de saturação é maior que 4 milimhos por centímetro a 25°C e a porcentagem de sódio cambiável é maior que 15.

Estes solos se formam em virtude do processo com

binado de salinização e alcalinização, isto é, salinização e acumulação de sódio. Sempre que há predominância de sais, sua aparência e propriedades são semelhantes às dos solos salinos apresentando as partículas floculadas e um pH raramente superior a 8,5.

O manejo dos solos salino-sódicos é muito difícil, pois se o excesso de sais solúveis fosse lavado pela água de irrigação, prática recomendada para os solos salinos, o prejuízo seria grande, a menos que houvesse uma quantidade suficiente de gesso.

4 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 - ANÁLISE DE ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

$$\begin{aligned} \cdot \quad \Sigma \text{cations} &= \Sigma \text{anions} = 10 \times \text{CE (mmhos/cm)} \\ 18,35 &= 17,41 = 16,9 \end{aligned}$$

com tolerância de até 10% de erro.

$$\cdot \quad \text{RAS}_{\text{ajus}} = \text{RAS} [1 + (8,4 - \text{pHc})]$$

$$\cdot \quad \text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} = \frac{11,2}{\sqrt{\frac{2,65 + 4,46}{2}}} = 4,19$$

$$\cdot \quad \text{pHc} = (\text{pK}_2 - \text{pKc}) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{pAlc}$$

$$\cdot \quad \text{pHc} = 2,34 + 2,40 + 2,20 = 6,94$$

$$\cdot \quad \text{RAS}_{\text{ajust}} = 4,19 [1 + (8,4 - 6,94)] \rightarrow \text{RAS}_{\text{ajust}} = 10,3.$$

$$\cdot \quad \text{CLASSE DA ÁGUA} = C_3$$

- . Acumular problemas quanto a salinidade,
- . Apresentar grandes problemas de toxicidade, ao que se refere na absorção pelas raízes.

4.2 - ANÁLISES DE SOLOS PARA FINS AGRÍCOLAS

a - FERTILIDADE:

Necessidade de calagem:

- . $Ca + Mg = 8,16 \text{ me}/100 \text{ g}$
- . $Al = 0,2 \text{ me}/100 \text{ g}$

Como o teor de alumínio é menor que $0,3 \text{ me}/100 \text{ g}$ e o de cálcio + magnésio é maior que $2,0 \text{ me}/100 \text{ g}$ não há necessidade de calagem.

Necessidade de adubação:

- . % nitrogênio $\rightarrow N = 0,195$, considere-se o nível crítico do nitrogênio igual a 2.
- . Níveis de fósforo e potássio (VER TABELA III)
- . Fósforo = $0,555 \text{ mg}/100 \text{ g}$
- . $P = 10 \times 0,555 \text{ ppm}$
- . $P = 5,55 \text{ ppm}$ - nível baixo
- . Potássio $K = 0,04 \text{ meq}/100 \text{ g}$
- $K = 0,04 \times 39 \times 10 = 15,6 \text{ ppm}$
- $K = 15,6 \text{ ppm}$ - nível baixo

De acordo com as proporções de $N:P_2O_5:K_2O$ (TABELA IV), obtem-se a seguinte sugestão de adubação: $N:P:K=2:4:4$

A classificação das culturas de acordo com os níveis de exigências encontra-se na Tabela V.

b - SALINIDADE:

Verificação dos resultados:

$$\cdot \quad 10CE \cong \Sigma \text{cátion} \cong \Sigma \text{ânion}$$

$$1,4 \cong 3,051 \cong 10$$

$$\cdot \quad RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \rightarrow RAS = 0,03$$

$$\cdot \quad PSI = \frac{100 (-0,0126 + 0,01475 \text{ RAS})}{1 + (-0,0126 + 0,01475 \text{ RAS})}$$

$$\cdot \quad PSI = \frac{100 (-0,0126 + 0,01475 \times 0,03)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 \times 0,03)} = 1,23$$

$$\cdot \quad CE = 0,14 \text{ mmhos/cm}$$

CONCLUSÕES

1 - ÁGUA

A água analisada é classificada como C_3 , de acordo com o perigo de salinização, o que indica que é uma água com salinidade alta, a qual não deve ser usada em solos com deficiência de drenagem e mesmo nos solos com drenagem adequada podem necessitar de práticas especiais para o controle da salinidade. Só poderá ser usada para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais. Também verifica-se na água alta concentração de sódio, cloretos e bicarbonatos.

2 - SOLO

2.1 - SALINIDADE

Pela verificação dos resultados pode-se constatar que houve uma incoerência nos resultados, pois o balanço cátion x anion x condutividade elétrica não estão aproximados o que nos impossibilita de fazer uma classificação do solo no que se refere a salinidade. Desta forma, recomenda-se uma no-

va análise do solo, da parte solúvel para uma classificação correta, quanto a salinidade.

2.2 - FERTILIDADE

De acordo com os resultados encontrados, baseados nos Quadros III e IV, recomenda-se a adubação na proporção 2:4:4. Não há necessidade de calagem.

BIBLIOGRAFIA

- BERNARDO, S. Manual de Irrigação, 4ª ed. Viçosa, UFV, 1986.
- BRADY, N. C. Natureza e Propriedade dos Solos, Freitas Bastos S/A, 6ª Ed., Rio de Janeiro, 1983.
- DAKER, A. Irrigação e Drenagem; A Água na Agricultura, 3ª V, 6ª Ed., Freitas Bastos S/A, Rio de Janeiro, 1984.
- EMBRAPA, Manual de Métodos de Análise do Solo, Rio de Janeiro, 1979.
- MALAVOLTA, E. ABC da Adubação, 4ª Ed. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo 1979.
- RICHARDS, L. A. Suelos Salinos y Sódicos, Editorial Limusa, México, 1977, 172 p.

A N E X O S

QUADRO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE - PARAÍBA		Interessado: Propriedade: Proprietário: Nº da(s) Amostra(s): Data de Entrega:
ANÁLISE DE ÁGUA		
Condutividade Elétrica - μ mhos/cm a 25°C		1707
Potencial Hidrogeniônico (pH)		8,8
meq/l	Cálcio	2,65
	Magnésio	4,46
	Sódio	11,2
	Potássio	0,04
	Carbonatos	1,2
	Bicarbonatos	4,58
	Cloretos	11,63
	Sulfatos	PRESENTE
Relação de Adsorção de Sódio (RAS) ajustado		10,3
Classe de Água		C ₃
Recomendações:		
_____ Analista		_____ Visto

Características Químicas		Profundidade (cm)			
Complexo Sorvido meq/100g de Solo	- Cálcio	4,75			
	- Magnésio	3,41			
	- Sódio	0,18			
	- Potássio	0,04			
	S	8,38			
	Hidrogênio	8,38			
	- Alumínio	0,2			
	T	16,96			
Carbonato de Cálcio Qualitativo		ausente			
Carbono Orgânico %		1,95			
Matéria Orgânica %		3,36			
Nitrogênio %		0,195			
Fósforo Assimilável mg/100g		0,555			
pH	H ₂ O (1:2,5)	5,6			
	KCl (1:2,5)				
Condutividade Elétrica - mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)		0,083			
pH (Extrato de Saturação)		5,0			
Condutividade Elétrica - mmhos/cm (Extrato de Saturação)		0,14			
meq/l	Cloreto	6,4			
	Carbonato	ausente			
	Bicarbonato	3,16			
	Sulfato	ausente			
	Cálcio	1,8			
	Magnésio	1,2			
	Potássio	0,011			
	Sódio	0,04			
Porcentagem de Saturação		-			
Relação de Adsorção de Sódio		0,03			
P S I		-1,23			
Salinidade					
Classe de Solo					
Recomendações:					
					Analista
					Visto

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
 LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE
 CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

Interessado:
 Propriedade:
 Proprietário:
 N. da(s) Amostra(s)
 Data de Entrega:

ANÁLISE DE SOLO

Características Físicas		Profundidade (cm)		
Granulometria %	Areia	80,04		
	Silte	6,00		
	Argila	13,96		
Classificação Textural		franco-arenoso		
Densidade Aparente g/cm³		1,29		
Densidade Real g/cm³		2,53		
Porosidade %		49,01		
Umidade - %	Natural	1,52		
	0,10 atm			
	0,33 atm	15,24		
	Equivalente			
	1,00 atm			
	5,00 atm			
	10,00 atm			
	15,00 atm	8,4		
Água Disponível		6,84		

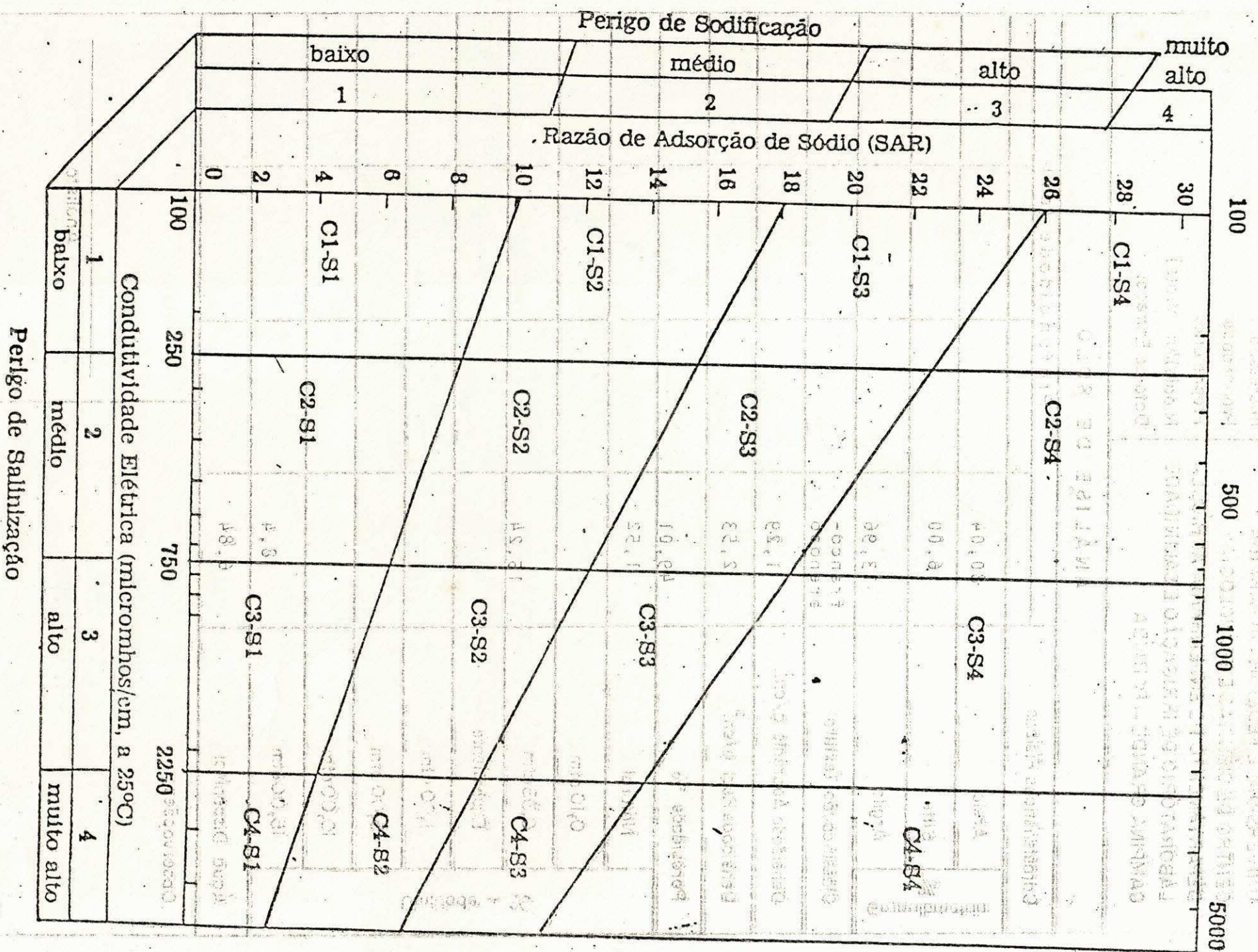
Observações

Condutividade Elétrica (microhm/cm, a 25°C)

Analista

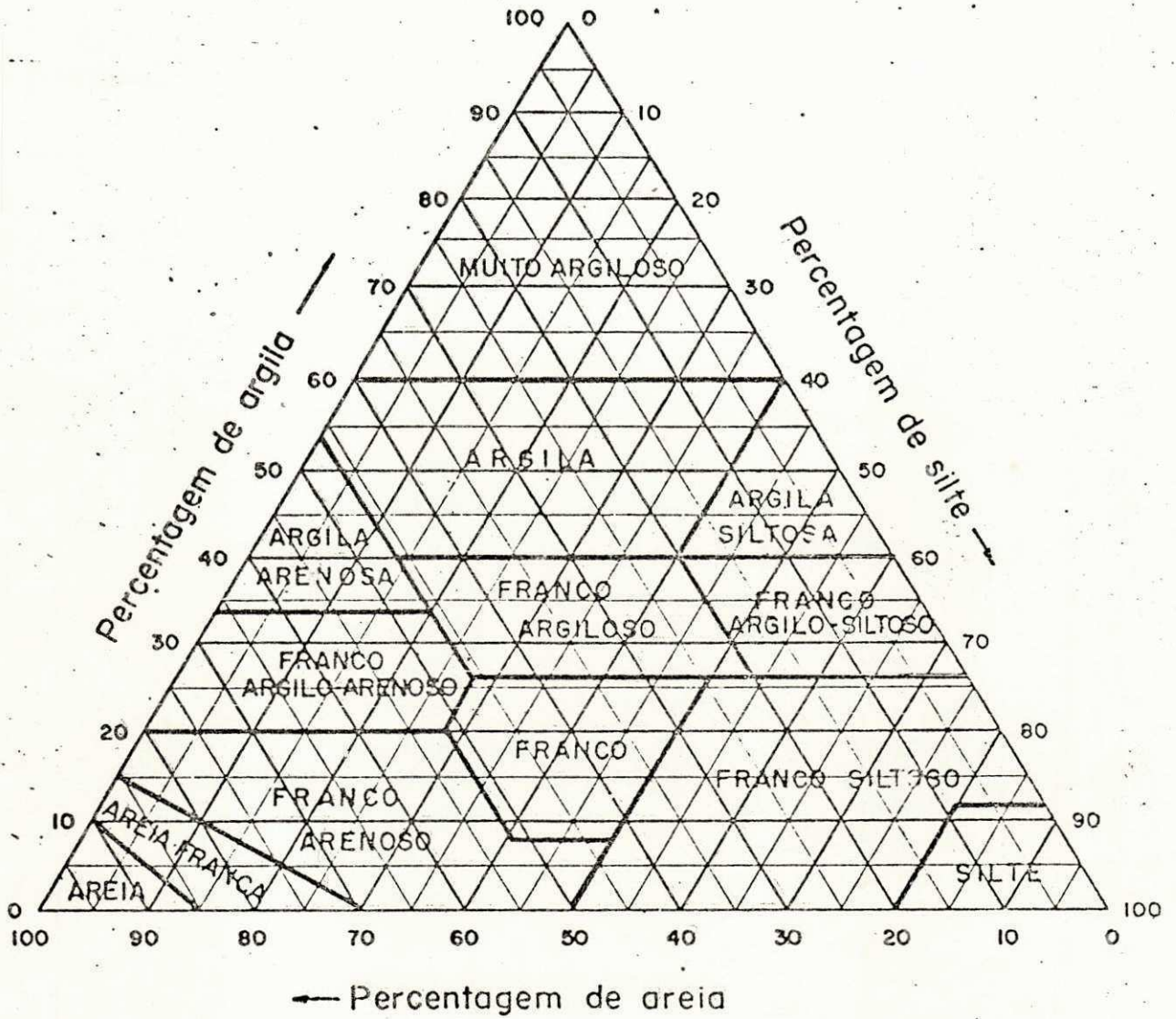
Visto

QUADRO III - Diagrama para classificação da água para irrigação, segundo o U. S. Salinity Laboratory Staff.



EST. AGRICULTURA - SERVIÇO DE AGRICULTURA - 30 ANOS - 1959 - SÃO PAULO - SP - BRASIL

QUADRO IV - CLASSES TEXTURAIS DO SOLO — Triângulo Americano
 U.S. DEPT. AGRICULTURE



NOME :

LIMITES :

Areia grossa

2,00 — 0,2 mm

Areia fina

0,20 — 0,05 mm

Silte

0,05 — 0,002 mm

Argila

menor que 0,002 mm

TABELA I - Parâmetros para o Cálculo do pHc da Água para Irrigação

Ca + Mg + Na (m.e./l)	pK ₂ - pK _c	Ca + Mg (m.e./l)	p(Ca + Mg)	CO ₃ + HCO ₃ (m.e./l)	pAlc.
0,5	2,11	0,05	4,60	0,05	4,30
0,7	2,12	0,10	4,30	0,10	4,00
0,9	2,13	0,15	4,12	0,15	3,82
1,2	2,14	0,20	4,00	0,20	3,70
1,6	2,15	0,25	3,90	0,25	3,60
1,9	2,16	0,32	3,80	0,31	3,51
2,4	2,17	0,39	3,70	0,40	3,40
2,8	2,18	0,50	3,60	0,50	3,30
3,3	2,19	0,63	3,50	0,63	3,20
3,9	2,20	0,79	3,40	0,79	3,10
4,5	2,21	1,00	3,30	0,99	3,00
5,1	2,22	1,25	3,20	1,25	2,90
5,8	2,23	1,58	3,10	1,57	2,80
6,6	2,24	1,98	3,00	1,98	2,70
7,4	2,25	2,49	2,90	2,49	2,60
8,3	2,26	3,14	2,80	3,13	2,50
9,2	2,27	3,90	2,70	4,0	2,40
11	2,28	4,97	2,60	5,0	2,30
13	2,30	6,30	2,50	6,3	2,20
15	2,32	7,90	2,40	7,9	2,10
18	2,34	10,00	2,30	9,9	2,00
22	2,36	12,50	2,20	12,5	1,90
25	2,38	15,80	2,10	15,7	1,80
29	2,40	19,80	2,00	19,8	1,70
34	2,42				
39	2,44				
45	2,46				
51	2,48				
59	2,50				
67	2,52				
76	2,54				

* pHc = (pK₂ - pK_c) + p(Ca + Mg) + p Alc.

TABELA II

- Informações para interpretação da qualidade da água para irrigação.

Problemas e constituintes relacionados	Qualidade da água		
	Sem problemas	Acumulando problemas	Grandes problemas
<i>Salinidade</i>			
CE da água de irrigação (milimhos/cm)	< 750	750-3000	> 3000
<i>Permeabilidade</i>			
CE da água de irrigação (milimhos) / cm^2	> 500	< 500	< 200
SAR ajust.	< 6	6-9	> 9
<i>Toxicidade</i>			
(Absorção pelas raízes)			
SAR ajust.	< 3	3-9	> 9
Cloro (m.e./l)	< 4	4-10	> 10
Cloro (ppm)	< 142	142-355	> 355
Boro (ppm)	< 0,5	0,5-2,0	2-10
(Absorção foliar-aspersão)			
Sódio (m.e./l)	< 3	> 3	-
Sódio (ppm)	< 69	> 69	-
Cloro (m.e./l)	< 3	> 3	-
Cloro (ppm)	< 106	> 106	-
<i>Miscelâneas:</i>			
NH ₄ - N e NO ₃ - N (ppm)	< 5	5-30	> 30
HCO ₃ (aspersão) (m.e./l)	< 1,5	1,5-8,5	> 8,5
HCO ₃ (aspersão) (ppm)	< 90	90-520	> 520
pH		6,5-8,4	-

Tabela IV

Proporções de N: P₂O₅: K₂O em função da análise do solo.

Nível de Potássio	Nível de Fósforo			
	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
BAIXO	2:4:4	2:3:4	2:2:4	2:1:4
MÉDIO	2:4:3	2:3:2	2:2:2	2:1:2
ALTO	2:4:1	2:3:1	2:2:1	2:1:1
MUITO ALTO	2:4:0	2:3:0	2:2:0	2:1:0

Tabela III

Níveis de Fósforo e Potássio

NÍVEL	P (ppm)	K (ppm)
BAIXO	0 - 10	0 - 45
MÉDIO	11 - 20	46 - 90
ALTA	21 - 30	91 - 135
MUITO ALTO	> 30	> 135

TABELA V

Nível	Culturas	Unidade Básica
A	Milho, pastagens (incluindo capineiras), mandioca, batata-íoca, feijão, arroz, algodão, amendoim, fava, fumo, aveia, café (instalação), sorgo, soja, agrião, eucalipto, muxu, kiri.	20 Kg/ha
B	Cana, batatinha, banana, cebola	30 Kg/ha
C	Abacate, caqui, caju, cítricos, maçã, pêra, côco-da-bahia, figo, marmelo, melancia, pêssego, uva, abacaxi, goiaba, manga, macacujã, ameixa, mamão, melão, abóbora, fruta-de-conde, nêspera, alho, alface, chicória, almeirão, cenoura, abóbora, pino, rabanete, couve, beterraba, vagem, espinafre, espargo, café (manutenção)	40 Kg/ha
D	Repolho, couve-flor, brócolos, quiabo, ervilhas.	50 Kg/ha
E	Tomate, pimentão, beringela, jiló, maxixe, flores em geral.	60 Kg/ha