

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

RELATÓRIO

ESTAGIÁRIO: MARIO SERGIO DE ARAUJO

ORIENTADORA: NORMA CESAR DE AZEVEDO

CAMPINA GRANDE - PB

ABRIL /1986



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

1 - INTRODUÇÃO

A relação água-solo-planta é um dos principais responsáveis ^o ^{por} para um bom desenvolvimento do vegetal. Como sabemos, o solo atua como armazenador de nutrientes para planta.

E para se ter um bom desempenho da mesma, deve o solo possuir os elementos necessários exigida pela cultura em quantidades adequadas. Pois o excesso de determinados elementos vem prejudicar o bom desenvolvimento da cultura como também sua falta.

Um dos fatores limitantes na prática de irrigação é o não-conhecimento técnico mínimo necessário, que a maioria dos irrigantes não possui. Como sendo uma prática simples de ser realizada, depois do projeto de irrigação implantado, muitas não lhe dão a importância necessária que a irrigação merece, pois, a aplicação de água em excesso provoca a lixiviação dos nutrientes que seria absorvidos pela planta e se for aplicada de forma irregular poderá provocar a salinização do solo. Para isto recomenda-se a análise de solo e da água para garantir a cultura que se quer implantar em determinada área os nutrientes e a água sejam de quantidade e qualidade satisfatória respectivamente.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de análises de solo e água desenvolvidas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do CCT/UFPb, visando qualificar o solo e a água quanto a sua utilização agrícola.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Água

Amostra de água foi analisada com o objetivo de classificá-la para ser utilizada em irrigação. A metodologia foi a proposta por RICHARDS (1977).

2.2 - Solos

Amostra de solos foi analisada com o objetivo de avaliar suas potencialidades agrícolas, tendo-se efetuado análise de rotina quanto a salinidade e fertilidade. Metodologia proposta pela EMBRAPA (1979) e RICHARDS (1954)

3 - RESULTADOS

3.1 - Água

Os resultados analíticos para água em estudo encontra-se na tabela I.

3.2 - Solo

Os resultados analíticos para solo em estudo en
contra-se na tabela II.

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Água

4.1.1 - Segundo sua condutividade elétrica

C_1 - Água com salinidade baixa (CE entre 0 e 250
micromhos/cm a 25°C).

Pode ser usada para irrigação da maioria das cul
turas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasio
nar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre
nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com per
meabilidade extremamente baixa.

C_2 - Água com salinidade média (CE entre 250 e
750 micromhos/cm a 25°C).

Pode ser usada sempre que houver um grau modera
do de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais po
dem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas espe
ciais de controle da salinidade.

C_3 - Água com salinidade alta (CE entre 750 e

2.250 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 2.250 e 5.000 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 tolerante aos sais.

4.1.2 - Segundo sua razão de adsorção de sódio (RAS)

S₁ - 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.

S₂ - Água com concentração média de sódio
(18,87 - 4,44 log CE < RAS ≤ 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 pe rigo de sodificação considerável, em solos de textura fina, com alta capacidade de troca catiônica, especialmente sob baixa con dição de lixiviação, a menos que haja gesso no solo.

S₃ - Água com alta concentração de sódio
(31,31 - 6,66 log CE < RAS ≤ 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 orgâni ca. Nos solos que têm gesso, ela pode não desenvolver níveis ma léficos de sódio trocável. Pode requerer o uso de corretivos quí micos para substituir o sódio trocável, exceto no caso de apre sentar salinidade muito alta, quando o uso de corretivos não se ria 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 cor rretivos tornarem o uso desta água viável.

4.2 - Solo

4.2.1 - Características físico-químicas

- Textura

A textura do solo pode ser definida como sendo a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias existentes.

A textura do solo é estudada pela análise granulométrica, a qual permite classificar os componentes sólidos em classe de acordo com seus diâmetros. A textura do solo é expressa, portanto unicamente pelas classes e tamanho de partículas dentro de determinada amplitude de variação e englobando material com diferentes composições e características. As partículas do solo são assim denominadas: areia, limo ou silte e argila.

- Densidade aparente

A densidade aparente pode ser definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra do solo seco e a soma dos volumes ocupadas pelas partículas e poros.

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

bém 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 conforme o estado de umidade do solo.

- Densidade real

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

Nos solos, seus valores variam, em média, entre os limites de 2,3 a 2,9 g/cm³. Como valor médio, para efeitos de cálculos, pode-se considerar igual 2,65 g/cm³, isto por que as constituintes minerais predominantes nos solos são quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de 2,65 g/cm³, pois, representa a média ponderada da densidade real de todos componentes minerais e orgânicas.

- Interpretação dos resultados

A presença de matéria orgânica baixa o valor da densidade real do solo, enquanto a de óxidos de ferro e outros minerais pesados, elevam a densidade real.

- Porosidade

O espaço poroso de um solo é a porção ocupada pelo ar e pela água. O tamanho deste espaço poroso é principalmente determinado pela distribuição das partículas sólidas. E se há tendência a permanecerem em contato íntimo, como nas areias ou subsolos, a porosidade é reduzida. Se são distribuídas em agregados porosos, como é comum nos casos de solos de textura média, com elevado montante de matéria orgânica, os espaços porosos por unidade de volume serão elevados.

- Capacidade de campo

É a quantidade máxima de água capilar que se pode ser retida, contra a força de gravidade, por um solo bem drenado.

Sua determinação, pode ser feita através de laboratório através do método equivalente de umidade ou método da curva de tensão (curva característica) ou através da determinação no campo.

Regra geral - Os solos com elevada capacidade de campo são os que apresentam melhores condições à irrigação, devendo, no entanto, estar ela bem abaixo da umidade de saturação, de modo que o conteúdo de ar do solo seja suficiente para a planta.

- Unidade Equivalente

É a percentagem de umidade que uma amostra de solo retém quando, depois de saturada com água, é submetida a uma força centrífuga correspondente a mil vezes a da gravidade.

A umidade equivalente tem a grande vantagem de ser facilmente obtida em laboratórios e de poder ser usada como medidas aproximadas da capacidade de campo e ponto de murchamento.

- Umidade de Murchamento

Representa a porcentagem de umidade que o solo ainda conserva quando as plantas mostram, pela primeira vez, sinais de murchamento permanente.

Representa o teor de umidade no solo, em que abaixo dele a planta não conseguirá retirar água do solo, na mesma intensidade que ela transpira, aumentando a cada instante a deficiência d'água na planta, o que levará à morte, caso não se irrigue. P_M é, pois, o limite mínimo da água armazenada no solo que será usada pelos vegetais.

- Matéria Orgânica, Nitrogênio e Fósforo

Matéria orgânica é de importância primordial na

manutenção de solo solto e aberto e é fonte essencial dos diversos elementos nutrientes.

Nitrogênio e fósforo estão quase sempre presentes nos solos minerais, em quantidades comparativamente reduzidos. Além disso, uma grande proporção deste elemento é retida, em qualquer tempo, em combinações inassimiláveis pelos vegetais compostos mais simples de fósforo são relativamente insolúveis na maioria dos solos, este elemento é duplamente crítico - quantidades totais diminutos e assimilabilidade pelos vegetais muito reduzidos.

A matéria orgânica e nitrogênio, merecem atenção especial face às pequenas quantidades originariamente existente e as perdas por oxidação, lixiviação ou remoção por culturas.

- Potássio, Cálcio e Magnésio

A quantidade total de potássio, é geralmente elevada, exceto em solos arenosos; o problema principal se situa na sua assimilabilidade. O cálcio apresenta grandes variações, porém é comumente encontrado em quantidades menores do que potássio. Quando há deficiência de cálcio, o solo tende para a acidez. Calcários à base de cálcio (calcita) são geralmente adicionados para corrigir tal situação.

Além da sua importância como substância nutritiva, o magnésio atua de maneira semelhante ao cálcio.

- Enxofre

Embora não seja abundante do que o fósforo, o enxofre é mais propenso à assimilação, porque seus compostos inorgânicos simples não se tornam insolúveis mediante reação com alguns outros componentes do solo, como é o caso do fósforo. Como já foi admitido, a adição do enxofre existente no estrume rural, nas águas pluviais e nos fertilizantes, ajuda automaticamente aliviar uma possível deficiência deste mineral

- Matéria Orgânica

Definição - é uma mistura de substâncias orgânicas de origem biológica, contendo restos vegetais, de animais e de microorganismos.

- Propriedades

Capacidade de troca cateônico

A capacidade da matéria orgânica adsorver Ca, Mg e K e outros elementos evita a lavagem desses nutrientes em solos pobres de argila; a capacidade de troca cateônica da matéria orgânica pode ser de 2 a 20 vezes o das argilas. Enquanto a CTC da argila se origina principalmente de substituições isomórficas a da matéria orgânica reside nos grupos carboxílicos e fenólicos sendo por isso muito dependente do pH, pois a medida que dimi

nui a concentração hidrogênica, o H desse grupo se dissocia e se combina com OH para dar H₂O, o hidrogênio liberado pode então, ser substituído por uma quantidade equivalente de cationios.

- Poder Tampão

O poder tampão pode ser definido aqui como a resistência que o material oferece para variar o seu pH em presença de ácido ou álcalis. Como o poder tampão do solo varia diretamente com a sua CTC os solos mais ricos em matéria orgânica oferecem maior resistência para mudar o seu pH.

- Quelação

Segundo BUCKMAN e BRADY (1974) quilato é um termo derivado da palavra grega que quer dizer "garra". Como indica o termo, os quelatos possuem tendência pronunciada para reter com pertinência certos cations que são por eles atraídos. Além disso, contribuem para proteger esses cations, muitas vezes, em benefício dos vegetais em crescimento.

O quelato é um composto orgânico que se combina com certos cations metálicos como ferro, manganês, zinco e cobre, protegendo-os. As combinações de cations, com quelatos constituem estruturas completas em forma de anel e os metais

assim vinculados, perdem, em essencia, as suas características iônicas usuais.

- Propriedades Físicas

Interações com minerais de argila

A capacidade com que a fração orgânica possui para se combinar com argilas formando complexos é conhecida. Acredita-se que a matéria orgânica é absorvida no interior da rede cristalina expandida de minerais de argila como os de montmorilonita; isto protege em parte o material com a estrutura semelhante à de montmorilonita retarda mais o desdobramento da matéria orgânica do que a caolinita cuja rede como se sabe não se expande.

- Influência sobre a Estrutura

O humus atua como cimento para as partículas do solo produzindo agregados estáveis quando em água, isto é, de dispersão mais difícil que as de argila. A ligação entre a fração mineral e a orgânica parece ser devida ao estabelecimento de pontes com Ca^{++} , Mn^{++} ou Fe^{+++} , dependendo do solo considerado.

A matéria orgânica dá centros de orientação

para formação dos agregados e, por decomposição microbiana for neceria ainda substâncias mucilaginosas que atuam como o mate rial cimentante; tais substâncias seriam provavelmente polissa carídeas. Como entretanto, as polissacarídeas de origem microbi ana são de fácil decomposição, a manutenção dos agregados estã veis exigiria um suprimento constante dos mesmos.

- Retenção de Água

A fração orgânica por suas características físi cas (subdivisão ou contração) - químicos (hidrófila) retêm 4-6 vezes o seu peso de água expandindo-se e depois contraindo-se com o ressecamento o que é favorável à estrutura do solo que fi ca mais resistente à erosão.

- Fósforo

O fósforo é um elemento de muita baixa mobili da de no solo, no qual encontra-se como ortofosfatos, que são for mas derivadas do ácido ortofosfórico, H_3PO_4 .

Na fase sólida do solo, o fósforo encontra-se ' combinado em compostos de ferro, alumínio e cálcio e na matéria orgânica. A importância relativa dos componentes inorgânicos de fósforo no solo é condicionado pelo pH, tipo e quantidade de mi nerais na fração argila.

Como reflexo da baixa solubilidade do composto de fósforo, são baixas os teores de fósforo na solução do solo, raramente atinge 0,1 ppm, sendo em geral muito mais baixo. A forma predominante em solos ácidos e íon $H_2PO_4^-$, aparecendo em menores proporções o íon HPO_4^{2-} , que ocorre em proporções crescentes a medida que o pH aumenta.

Em solos que receberam adubações fosfatadas, há também a formação de compostos de ferro, alumínio e cálcio e, através do ciclo biológico de fosfatos orgânicos. Os fosfatos inorgânicos podem ser considerados em parte, adsorvidos na superfície, porém, trata-se de uma adsorção química com o mesmo tipo de ligações que ocorrem nos compostos de fósforo. Portanto é uma adsorção que nada tem a haver com a que ocorre nos processos em que prevalece a troca de íons.

O fosfato adicionado ao solo como fertilizante dissolve-se, passando para a solução do solo. Devido à baixa solubilidade dos compostos de fósforo passa para a fase sólida, onde fica em parte como fósforo lábil. O fósforo lábil pode redissolver caso haja abaixamento do teor em soluções para manutenção do equilíbrio. O abaixamento do teor em solução dá-se principalmente por absorção pelas plantas. Devido aos baixos teores de fósforos em soluções, remoções pela água de percolação são mínimas.

- Potássio

O potássio é um dos componentes de granito e dos

gnaisse, bem como de outras rochas iguais, aparecendo como fedspatos e micas, as quais são formas insolúveis que passam para formas disponíveis através de várias reações químicas que se processam no solo.

Ele está presente na maioria das rochas em combinação com outros elementos, principalmente com alumínio e sílica, sob a forma de silicatos de alumínio e potássio, em minerais tais como ortoclásio, muscovitas e brotitas. Os últimos são muito resistentes ao intemperismo, mas o ortoclásio sob certas condições decompõe-se e o potássio contido entra em solução. A maioria do potássio dissolvido entra na composição de minerais de argila neoformadas ou é retido pelo solo e usado pela vegetação, mas alguma quantidade é sempre correada em solução pelos rios para o mar.

O potássio utilizado para fins agrícola, 90% está representado por cloreto de potássio e o restante por sulfato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio, nitrato de potássio e salitre potássico.

- Magnésio

Os minerais de ocorrência mais generalizados nos solos que contêm magnésio são os silicatos: horblenda, antigita, olivina, talco, clorita, biotita e outros. Em regiões de precipitação limitada, dolomita, calcário dolomítico, magnesita e epсомita podem constituir fontes apreciáveis desse elemento.

O magnésio também ocorre como íon adsorvido à fração coloidal, representa, nessa forma, de 5 a 10% do teor total. Em solos ácidos o magnésio é, em abundância, geralmente o terceiro cateônico trocável, sendo excedido pelo hidrogênio e pelo cálcio.

Em solos de regiões semi-áridas, frequentemente é o segundo, vindo logo após o cálcio, exceto em alguns terrenos alcalinos em que pode ser excedido pelo sódio.

Além das formas acima citadas, o elemento em foco ainda aparece dissolvido na solução do solo, equilibrando com mais frequência os aniônios, bicarbonatos e nitratos.

Finalmente, a matéria orgânica do solo encerra sempre certa quantidade dele.

- Cálcio

O cálcio se encontra no solo em diferentes formas:

. Minerais primários: Os minerais que contêm cálcio são os silicatos de cálcio. O mais importante dentre eles é anortita.

. Carbonato de cálcio: Normalmente, a fonte de cálcio mais importante em muitos solos de regiões áridas e semi-áridas e em solos jovens de regiões úmidas

é o carbonato de cálcio ou calcita, Embora menos abundante, do lo^Mita também pode ser encontrada associada a calcita.

. Outros sais: Usualmente os íons cálcio são os cátions que predominam na solução do solo; não podem ser consideradas como ligadas a qualquer ânions que eles equilibram sejam nitratos e bicarbonatos.

. Cálcio trocável: A forma trocável é constituída pelos cátions Ca^{++} adsorvidos aos coloides do terreno. O cálcio é disponível as plantas, embora esse disponibilidade não seja a mesma em todos os casos. Deve-se a crescentar que quanto menor a capacidade de troca de cátions e mais baixo o pH, menor será o teor de cálcio trocável existente no solo.

. Cálcio solúvel: Esta fração é constituída pelos íons Ca^{++} dissolvidos na solução do solo. Como ocorre em qualquer outro cátion, o cálcio trocável, embora as proporções entre cálcio trocável e solúvel variem de um solo para outro de acordo com o tipo de coloide predominante.

. Cálcio na matéria orgânica: Quantidade variáveis de cálcio ainda ocorrem nos solos como parte integrante da matéria orgânica.

. Cálcio disponível: O cálcio é absorvido pelas plantas na forma iônica, Ca^{++} , e pode provir

do solo ou do complexo sortivo, pelo processo de troca.

- Alumínio

Alumínio é o terceiro elemento em abundância na crosta terrestre, vindo depois do oxigênio e do silício. Compreende aproximadamente 15% da superfície terrestre aparecendo no solo como fragmentos de rochas aluminossilicatadas, minerais secundários de natureza aluminossilicatada (argila), hidróxidos, sais de alumínio e em solução. A quantidade de alumínio na solução do solo está relacionada com o pH do mesmo.

Segundo Matcson, citado por Malavolta (1976) o alumínio presente no solo é proveniente de rochas aluminossilicatadas, feldspatos e micas que aparecem como fragmentos que variam de tamanho ultramicroscópico a microscópico. Aluminossilicatas são complexadas nas argilas coloides do solo. Os hidróxidos formam estrutura complexas heterogêneas com óxidos hidratado de ferro, sílica hidratada e compostos orgânicos. Fosfato de alumínio em solos lixiviados, aparece como importante fonte de fosfato para atividade biológica. Uma parte do alumínio permanece na solução do solo.

o pH é o fator mais importante para o controle do alumínio solúvel e trocável dos solos entretanto, há outros fatores, tais como a presença de sais ou fosfatos que alteram essa dependência.

O cálcio e o magnésio aparentemente exercem influ

ência estabilizante na configuração macromolecular da membrana celular e partículas ribossômicas.

Outros fatores que podem afetar o conteúdo de a lumínio solúvel e trocável dos solos são: presença de matéria orgânica, capacidade de troca, influência pelo tipo de argila presente, forma e quantidade de compostos de alumínio insolúvel e condições de umidade do solo (período de sêcas prolongadas). Mais de 1,0 me/100g de alumínio trocável é potencialmente tóxico para o desenvolvimento das plantas.

- Nitrogênio

As reações e as transformações de nitrogênio no solo são basicamente biológicas, igualmente biológicos são os processos de absorção e de uso pelas plantas cultivadas.

A tendência básica do nitrogênio é estimular o crescimento vegetativo acima do solo e transmitir às folhas a cor verde-escura. No caso dos cereais aumenta o tamanho dos grãos e percentagem de proteína. Funciona como regulador para todos os vegetais, pois controla a assimilação dos fósforo, potássio e outros componentes.

Apesar de sua essencialidade, o nitrogênio em excesso poderá trazer desvantagens do ponto de vista qualitativo ou quantitativo por: atraso da maturação por excessivo crescimento vegetativo, esfraquecimento do pendúnculo, diminui a qualidade de certos frutos, diminui a resistência às enfermidades.

- pH

O pH do solo exerce influência de duas maneiras sobre a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas: (a) mediante influência direta dos íons hidrogênio, ou (b) mediante influência indireta na assimilabilidade de nutrientes e na presença de íons tóxicos. Na maioria dos solos, a segunda influência é mais significativa. Enquanto seja possível demonstrar o efeito tóxico direto dos íons hidrogênio nos valores extremos de pH, a maioria das plantas tem condições de tolerar uma larga faixa de concentração destes íons, desde que seja mantido o equilíbrio apropriado dos outros elementos. Infelizmente, a assimilabilidade de vários nutrientes essenciais é drasticamente afetada pelo pH do solo, assim como a solubilidade de certos elementos tóxicos ao crescimento vegetal.

4.2.2 - Salinidade

Os sais solúveis do solo consistem, em grande parte e em proporções variadas, dos cátions sódio, cálcio e magnésio e dos ânions cloreto e sulfato, sendo que, em quantidades menores, se encontram cátion potássio e os ânions bicarbonato, carbonato e nitrato.

Os solos salinos se encontram principalmente em regiões de clima árido e semi-árido. Em climas úmidos, os sais

solúveis originalmente presentes nos materiais do solo e os formados pela intemperização dos minerais, comumente são lavados, por percolação, às camadas inferiores até o lençol subterrâneo e daí transportados aos oceanos. Nas regiões sêcas além da lixiviação não ser completa, a intensa evaporação concorre para a concentração dos sais no solo e nas águas superficiais.

Convém observar que mesmo nas regiões áridas, o problema de salinidade comumente não existe em condições naturais. O problema surge e, naturalmente, é de maior importância econômica e social, quando, em consequência da irrigação, um solo não-salino se torna salino, Isso se deve em grande parte ao volume e ao teor de sais da água usada na irrigação e à falta ou deficiência de drenagem.

- Classificação e Natureza dos Solos Salinos e Alcalinos

Solos salinos

São os que apresentam uma condutividade elétrica no extrato de saturação maior que 4 milimhos por centímetro a 25°C e uma porcentagem de sódio intercambiável inferior a 15. O pH é geralmente maior que 8,5.

As características químicas dos solos salinos são geralmente determinados pelo tipo e pela quantidade dos sais presentes, que também controlam a pressão osmótica da solução

do solo. Estes solos quase sempre se encontram flocculados, devido a presença de um excesso de sais e a ausência de quantidades significantes de sódio intercambiável. Como resultado, a permeabilidade é igual ou maior do que os solos similares não salinos. São quase sempre reconhecidos pela presença de uma crosta branca em sua superfície.

Os solos salinos podem ser recuperados por simples lavagens, acompanhadas de drenagem, onde os sais são eliminados e o solo se torna normal.

Solos salino-sódicos

São os que apresentam uma condutividade elétrica do extrato de saturação maior que 4 milimhos por centímetros a 25°C e a porcentagem de sódio cambiável é maior que 15.

Estes solos se formam em virtude do processo combinado 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 flocculadas e um pH raramente superior a 8,5.

O manejo dos solos-salino-sódico é muito difícil, pois o excesso de sais solúveis fosse levado pela água de irrigação, prática recomendada para os solos salinos, o prejuízo seria grande, pois ditos solos, a menos que houvesse gesso presente, passariam a sódicos, com todas as desvantagens deste: rea

ção fortemente alcalina (pH superior a 8,5) e partículas desper_u sas, resultando em um solo impermeável, pesado e difícil de ser trabalhado. Ainda que o retorno dos sais solúveis possa fazer com que o pH se abaixe e as partículas voltem a se flocular, o manejo desses solos é sempre imprevisível, a menos que eliminem tanto o excesso de sais como o de sódio intercambiável e se restabeleçam as condições físicas do solo, prática em geral requer a aplicação de corretivo apropriado, exceto em casos especiais, quando o solo contém suficiente quantidade de gesso.

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 essa porcentagem de sódio intercambiável maior que 15. O pH comumente varia de 8,5 a 10,0.

Nos solos fortemente sódicos, a matéria orgânica em dispersão e dissolvida pode ser depositada na superfície em virtude da evaporação da água, causando enegrecimento do solo.

É interessante observar que a argila dispersa parcialmente saturada com sódio pode ser transportada para baixo e acumular-se em níveis inferiores do perfil do solo, desenvolvendo-se aí uma camada densa e de baixa permeabilidade, com estrutura prismática ou colunar, enquanto a capa superficial do solo pode apresentar uma estrutura grossa e quebradiça, dando a impressão de um perfil de boa drenagem.

Os solos sódicos ocasionalmente podem apresentar uma reação ligeiramente ácida, principalmente na camada superficial, embora continuem com as mesmas características gerais. São, neste caso denominados alcalinos degradados e se apresentam em ausência de cal. O baixo pH é resultado do hidrogênio intercambiável.

- Efeitos Específicos dos Iontes

Sódio

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

É interessante que, ainda em proporções mais elevadas, como ocorrem nos solos salinos e sódicos, poucos casos de toxicidade devida a esse elemento tem sido observado. Há citações de alguns casos de queimaduras e lesões opicais 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.

Os efeitos secundários do sódio sobre o desenvolvimento vegetal, através de modificações estruturais adversas do solo, parecem ser, na realidade, os mais importantes. Como foi visto, se o complexo intercambiável contiver quantidades a

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

Cálcio, magnésio e potássio

Observam-se casos isolados de toxicidade ocasionadas pelo cálcio, magnésio e potássio e certas espécies e variedades vegetais. Os referentes ao cálcio são, na realidade, de pouca importância e, com relação ao magnésio e ao potássio, a toxicidade pode ser atenuada pela presença de concentrações relativamente elevadas de cálcio no solo.

Cloretos

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

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

Sulfatos

Parece que os efeitos da alta concentração de sulfatos no solo estão relacionadas com a alteração do balanço catiônico ótimo dentro da planta. Em geral, esta alta concentração limita a absorção de cálcio e aumenta a absorção de sódio e potássio, pelas plantas.

Bicarbonatos

Estudos recentes indicam que o íon bicarbonato afeta a absorção e o metabolismo das plantas e que a natureza desses efeitos varia bastante com as espécies vegetais.

5 - CONCLUSÃO

5.1 - Água

A análise de água pode ser classificada como C_2S_1 , apresentando salinidade média e baixa concentração de sódio. Poderá ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade e com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocáveis.

5.2 - Solo

5.2.1 - Salinidade

De acordo com os resultados constante na tabela 2 o solo pode ser classificado como normal sob o aspecto de salinidade por apresentar valor de condutividade elétrica no extrato de saturação menor que 4,0 e percentagem de sódio intercambiável menor que 15.

5.2.2 - Físico-Química

Analisando os dados da tabela 2 e entrando no

diagrama triangular com as percentagens obtidas, classifica o solo como sendo franco-Arenoso. E associando as tabelas 3 e 4 recomenda-se adubação na proporção 2:1:2.

6 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BERNARDO, SALASSIER. Manual de Irrigação, Impr. Univ. Viçosa, 1982, 463 p.

BRADY, Nyle C. Natureza e Propriedade dos Solos. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1979, 647 p.

DAKER, Alberto. Irrigação e Drenagem. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1984, 543 p.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo, Rio de Janeiro, 1979.

RICHARDS, L.A. Diagnóstico y Rehabilitacion de Suelos Salinos y Sodilos. Editorail Limusa, México, 1977, 172 p.

TABELA 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: N.º da(s) Amostra(s): Data de Entrega:
ANÁLISE DE ÁGUA		
Condutividade Elétrica – mmhos/cm a 25°C		587,4
Potencial Hidrogeniônico (p ^H)		7,7
meq / l	Cloretos	1,25
	Sulfatos	PRESENTE
	Carbonatos	1,26
	Bicarbonatos	2,89
	Cálcio	1,31
	Magnésio	1,40
	Sódio	2,2
	Potássio	0,08
RAS Recomendações		(1,90)
_____ Analista		_____ Visto

TABELA II

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	53,68		
	Silte	34		
	Argila	12,32		
Classificação Textural		FRANCO-ARENOSO		
Densidade Aparente g/cm ³		1,406		
Densidade Real g/cm ³		2,44		
Porosidade %		24		
Umidade -- %	Natural	1,64		
	0,10 atm			
	0,33 atm	15,8		
	Equivalente	12,15		
	1,00 atm			
	5,00 atm			
	10,00 atm			
	15,00 atm	8,3		
Água Disponível		7,5		
Observações:		<p style="text-align: center;">_____ Analista</p> <p style="text-align: center;">_____ Visto</p>		

TABELA III

N Í V E I S C R Í T I C O S				
I N T E R P R E T A Ç Ã O	E L E M E N T O S			
	F Ó S F O R O (ppm)	P O T Á S S I O (ppm)	C Á L C I O + M A G N É - S I O (me/100g)	A L U M Í N I O me/100g)
BAIXO	0 - 10	0 - 45	0 - 2,0	0 - 0,3
MÉDIO	11 - 20	46 - 90	2,1- 6,0	-
ALTO	21 - 30	91 - 135	6,1-10,0	> 0,3
MUITO ALTO	> 30	> 135	> 10,0	-

TABELA IV

PROPORÇÕES DE E, P₂O₅ e K₂O EM FUNÇÃO DA ANÁLISE DE 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	2:4:2	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