

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNA: Kyvânia Carvalho

MATRÍCULA: 8211563-9

PROFESSOR ORIENTADOR: Marcos Antonio Firmino Batista

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Í N D I C E

PÁGINAS

APRESENTAÇÃO

AGRADECIMENTOS

1.0 - INTRODUÇÃO.....	01
2.0 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	03
2.1 - Água.....	03
2.2 - Solo.....	03
3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	04
3.1 - Água.....	04
3.2 - Solo.....	12
3.2.1 - Fertilidade.....	13
3.2.2 - Salinidade.....	16
3.2.3 - Propriedades Físicas.....	21
3.2.4 - Propriedades Químicas.....	26
3.2.4.1 - Matéria Orgânica.....	26
3.2.4.2 - Cálcio.....	27
3.2.4.3 - Magnésio.....	27
3.2.4.4 - Sódio.....	27
3.2.4.5 - Nitrogênio.....	28
3.2.4.6 - Fósforo.....	29
3.2.4.7 - Alumínio.....	29
3.2.4.8 - Potássio.....	30
3.2.4.9 - Cloretos.....	31
3.2.4.0 - Sulfatos.....	31

4.0 - CONCLUSÃO.....	32
4.1 - Água.....	32
4.2 - Solo.....	32
4.2.1 - Fertilidade.....	32
4.2.2 - Salinidade.....	32
5.0 - BIBLIOGRAFIA.....	33

A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente relatório descreve as atividades do estágio supervisionado desenvolvido no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Ciências e Tecnologia, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba, realizado no período 87.1, visando suprir exigências curriculares do referido curso, bem como propiciar ao autor fundamentos teóricos e práticos na interpretação das análises de água e do solo.

A G R A D E C I M E N T O S

Um dia assistia ao trabalho das formigas que unidas e indiferentes a tudo trabalham tendo a difícil meta de construir.

Hoje comparo-as a mim, é que vejo quanto tenho que agradecer às pessoas que longe ou perto contribuíram para a realização deste trabalho.

À DEUS, por ter me dado chance de reencarnar, com todas as dádivas por ele oferecida, dando-me mais uma oportunidade de participar do mundo que Ele criou e ofereceu a todos nós.

Ao meu pai, Hélio, que, embora não estando presente em carne, tem me dado, através de sua luz que sempre me acompanha, firmeza e confiança para atingir meus objetivos.

A minha ^{carão} mão, Rita, pelo seu apoio, insentivando-me e auxiliando-me a subir os mais altos degraus da vida.

A Linaldo, pessoa especial, que compartilhando to dos os momentos, me fez encher o sentido da vida e acreditar em um futuro a dois.

A minha vovô Percila, pela forma carinhosa e preo-cupada que expressa sua confiança em mim.

A irmã, amiga e companheira, Kíssia, pela força que sempre me dá, fazendo-me sorrir nos momentos de maior tensão, acre-ditando no meu melhoramento como estudante e ser humano.

A todos os meus amigos, especialmente Benito e Ge
ralda, por tornarem mais agradáveis meus dias, fazendo-me acreditar
que mesmo os momentos difíceis tinham suas compensações.

Ao DEAg, principalmente ao professor MARCOS FIRMI-
NO, que ofereceu-me subsídios como orientador e amigo para realização
deste trabalho.

Ao Leitor:

"Aprender

é descobrir

aquilo que você já sabe

Fazer é demonstrar que

você já sabe

Ensinar é lembrar aos outros
que eles sabem tanto quanto você

Vocês são todos aprendizes,
fazedores, professores".

Richard Bach

1.0 - INTRODUÇÃO

A preocupação atual do homem está voltada à obtenção de uma produção suficiente para atender à demanda crescente de muitos produtos que no passado eram abundantes ou excedentes. Com o intuito de maximizar a produção é necessário tornar cada hectare de terra o mais produtivo. Foi assim reconhecida a importância da irrigação no processo de exploração ou recuperação da área agrícola.

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se visem a máxima produção e boa qualidade do produto pelo mínimo custo possível requer o conhecimento das características quantitativas e qualitativas dos recursos naturais existentes na área. Portanto, o êxito de um projeto de irrigação está na dependência de vários fatores ligados à água, solo e cultura; nunca devendo-se assim analisar separadamente a irrigação.

Alguns parâmetros de qualidade de água e do solo são estabelecidos para cada sistema de irrigação em função de suas exigências operacionais na aplicação de água, ou então pela forma de aplicação em relação ao solo e à planta.

Deve-se analisar o solo a fim de se conhecer as necessidades de emprego de corretivo e fertilizantes, como também classificá-lo quanto à salinidade.

Quanto à água, deve-se analisar cuidadosamente sua qualidade e quantidade, para que se possa aplicar o método certo de irrigação.

Analisou-se portanto ao longo deste trabalho, a

potencialidade do solo, quanto à fertilidade e salinidade, veri
ficando-se a influência da água quanto aos problemas de sais.

Este trabalho consistiu em avaliar através de
análises laboratoriais, os parâmetros ligados à água e ao solo e
assim classificá-los de acordo com os resultados obtidos para
fins agrícolas.

2.0 - MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram empregados os materiais e métodos descritos como se segue:

2.1 - Água

A amostra de água utilizada para análise foi a protocolada sob nº 1045 pelo LIS/CCT/UFPB.

A metodologia para análise de água, para fins de irrigação, foi a proposta por Richards (1973) e para classificação foi a proposta por Ayeres & Branson, citados por Bernardo (1986).

2.2 - Solo

O solo cuja amostra se utilizou para análise foi a de nº 5316 protocolada pelo LIS/CCT/UFPB, e a metodologia utilizada para análise foi proposta pela EMBRAPA (1979) com algumas modificações.

3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Água

Os resultados da análise de água encontram-se no Quadro I.

O controle da salinidade do sistema solo-água é um dos problemas fundamentais para os projetos de irrigação.

A origem dos sais é principalmente geológico, sendo bastante aceitável a hipótese da existência de mares durante eras geológicas antigas, nas atuais regiões salinas, o que explicaria as altas concentrações ali existentes.

O transporte e contaminação de uma região a outra é basicamente feita pelas águas subterrâneas e pela irrigação.

A qualidade da água para irrigação nem sempre é definida com perfeição. Para que se possa fazer uma correta interpretação da qualidade da água para irrigação, deve-se relacionar a quantidade total de sódios dissolvidos com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação, os quais serão necessários para controlar ou compensar os problemas relacionados com a qualidade da água.

A salinidade afeta a disponibilidade de água às culturas, devido à redução do Potencial Osmótico da água presente no solo. Os cátions e ânions que comumente estão associados com problemas de salinidade são: cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato.

Os problemas de permeabilidade estão normalmente associados com as águas para irrigação que contenham elevada concentração de sódio, em relação a cálcio e magnésio.

Os íons como boro, cloreto e o sódio mesmo a concentrações relativamente reduzidas apresentam um efeito tóxico direto sobre o crescimento de plantas sensíveis. O boro é um elemento essencial ao crescimento das plantas, sendo requerido em quantidades muito reduzidas. Os níveis de boro considerados tóxicos dependem da sensibilidade das plantas e das concentrações desse elemento na água de irrigação.

O excesso de nitrogênio na água de irrigação pode causar a redução da produção da qualidade do produto ou no retardamento da maturação.

Portanto, para a maioria dos projetos de irrigação, torna-se necessário, além da análise dos solos quanto à salinidade e fertilidade, classificar a água de irrigação, quanto à concentração e à composição dos sais dissolvidos.

Classificação da Água para Irrigação

Dentre os vários métodos de classificação de água para irrigação, serão aqui apresentados os principais:

a - Classificação proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (Agriculture Handbook nº 60).

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 Absorção do Sódio (RAS), como indicadora do perigo de alcalinização ou sodificação do solo.

a.1 - Perigo de salinização

Em função de sua concentração total de sais so lúveis (CE), as águas são divididas em quatro classes:

C1 Água com salinidade baixa (condutividade elétrica entre 0 a 250 micromhos/cm a 25°C).

Possui pouca probabilidade de ocasionar salinidade, podendo ser usada para irrigação na maioria das culturas e na maioria dos solos. Alguma lixiviação deve ser feita, com exceção dos solos com permeabilidade extremamente baixa.

C2 Água com salinidade média (condutividade elétrica entre 250 a 750 micromhos/cm, a 25°C).

Sempre que existir um grau moderado de lixiviação poderá ser usada. As plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, sem práticas especiais de controle da salinidade, na maioria dos casos.

C3 Água de salinidade alta (condutividade elétrica entre 750 a 2250 micromhos/cm, a 25°C).

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

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

Sob condições normais não é apropriada para irrigação, mas poderá 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 se ter boa lixiviação. A água somente deverá ser usada para culturas que sejam tolerantes aos sais.

a.2- Perigo de alcalinização ou sodificação

Em função do efeito do sódio trocável (RAS), nas condições físicas do solo, as águas são divididas em quatro classes:

S1 Água com baixa concentração de sódio ($RAS \leq 18,87 - 4,44 \log CE$).

Possui pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável, podendo ser usada em quase todos os solos.

S2 Água com concentração média de sódio ($18,87 - 4,44 \log CE < RAS \leq 31,31 - 6,66 \log CE$).

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

S3 Água com alta concentração de sódio ($31,31 - 6,66 \log CE$)

$< \text{RAS} \leq 43,75 - 8,87 \log \text{CE}$).

Na maioria dos solos pode produzir níveis maléficos de sódio trocável, requerendo práticas especiais de manejo do solo, boa drenagem, alta lixiviação e adição de matérias orgânicas. Em solos que possuem altos teores de gesso não se desvolvem níveis maléficos de sódio trocável. Poderá 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 ($\text{RAS} > 43,75 - 8,87 \log \text{CE}$).

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.

Algumas vezes, a água de irrigação poderá dissolver suficiente quantidade de cálcio de solos calcários, diminuindo assim, apreciavelmente, o perigo de sodificação. Isso deve ser baseado em conta no uso de águas C1 - S3 e C1 - S4. Para solos calcários com pH alto, ou para solos não cálcarios. O nível de sódio nas águas das classes C1 - S3, C1 - S4 e C2 - S4 poderá ser melhorado com a adição de gesso. Também poderá ser benéfico, quando se usarem águas de classe C2 - S3 e C3 - S2, adicionando, perigosamente gesso ao solo.

Os técnicos do Laboratório de Salinidade dos EUA elaboraram dois diagramas para facilitar a classificação das águas

para irrigação, quanto aos perigos de salinização e de sodificação do solo. Ver quadro III e IV em anexo.

a.3 - Efeito da concentração de boro (Classificação quanto ao nível de boro - Ver Quadro VI em anexo).

Como já foi citado, as águas que contêm concentrações elevadas de boro tornam-se prejudiciais ao vegetal. O nível que é tóxico para algumas espécies vegetais sensíveis (por exemplo o limão) poderá ser o ideal para plantas tolerantes (alfafa).

a.4 - Efeito da concentração do bicarbonato

Nas águas que contêm concentrações elevadas de íons de carbonato, há tendência para 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 aumentar a proporção de sódio.

A classificação da água para irrigação poderá ser efetuada em função do conceito de "Carbonato de Sódio Residual", (CSR), proposto por Eaton (citado por Salassier em 1987).

$$CSR = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$$

I - Águas com CSR superior a 2,5 miliequivalentes por litro, não são recomendáveis para irrigação.

II - Águas que contenham CSR entre 1,25 e 2,5 miliequivalentes por litro são duvidosas para irrigação.

III - Águas que contenham CSR inferior a 1,25 miliequivalentes por litro, são normalmente apropriadas para irrigação.

Com o uso apropriado de corretivos e bom manejo de irrigação, é possível utilizar algumas águas classificadas como duvidosas. O bom manejo de irrigação diz respeito à drenagem e à lixiviação que retardará a acumulação de sódio no complexo do solo.

b - Classificação proposta por Ayeres e Branson

A classificação proposta por Ayeres e Branson também se baseia em quatro áreas-problema:

Salinidade;
Permeabilidade;
Toxicidade e;
Diversos.

b.1 - Problemas de salinidade

A salinidade é medida e expressa por meio da condutividade elétrica da água de irrigação; está associada à quantidade total de sais solúveis existentes.

b.2 - Problemas de permeabilidade

Os problemas de permeabilidade são avaliados pela elevada concentração de sódio, em relação ao cálcio e ao magnésio. Esse novo conceito, proposto pelo Laboratório de Salinidade

dos Estados Unidos, é chamado de Razão de absorção de Sódio Ajustada (RAS Ajust.) e acrescenta os efeitos do carbonato e bicarbonato ao conceito antigo de RAS, mediante o valor de pHc.

$$\text{RAS ajust.} = \frac{\text{Na}^+}{\left(\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2} \right)^{1/2}} (1 + (8,4 - \text{pHc}))$$

O valor de pHc pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\text{pHc} = (\text{pk}_2 - \text{pk}_c) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{pAlc}$$

onde:

(pk₂ - pk_c) é obtido, por meio da análise da água para Ca + Mg+Na

p(Ca + Mg) é obtido, por meio da análise para Ca + Mg

pAlc é obtido, por meio da análise para CO₃ + HCO₃. Na Tabela IV em anexo encontram-se os diversos valores da análise da água para irrigação para se calcular o valor de pHc.

b.3 - Problemas de Toxicidade

Alguns elementos como o boro, cloro e sódio em teores mais elevados nas águas para irrigação podem causar sérios prejuízos às plantas, sendo que há uma diferença notável entre e les no que toca à exigência e à tolerância ao excesso desse elemento.

Para classificação das águas para irrigação, os autores prepararam uma tabela (Quadro V em anexo), baseada nos pontos acima citados.

3.2 - Solo

Os resultados da análise do solo encontram - se no Quadro II.

O solo é o ambiente natural em que crescem os vegetais. O homem desfruta e utiliza estes vegetais, quer por causa da sua beleza, quer por sua capacidade para fornecer-lhe e a seus animais domésticos, fibras e alimentos. Seu padrão de vida é muitas vezes determinado pela qualidade de seus solos e pelos tipos e espécies de plantas e animais que neles se desenvolvem.

O valor agrícola do solo está diretamente relacionado com as suas características físicas, químicas e biológicas.

Os solos apresentam-se com horizontes diferenciados pelas suas distintas características e propriedades. A sucessão dos horizontes de um solo até a rocha denomina-se perfil do solo. Cada solo apresenta uma sequência de horizontes que lhe é característico, formando um perfil próprio.

Os horizontes superiores são mais ricos em matéria orgânica e nutrientes minerais, além de possuírem maior capacidade de retenção. A calagem, o preparo do solo feito pelas arações e gradagens, a semeadura, as fertilizações, os cultivos, são operações agrícolas realizadas nestes horizontes.

Os horizontes inferiores também influem na fertilidade e produtividade do solo, podendo em certos casos, favorecermente contribuir para a fertilidade do solo pela sua composição química.

Quando se estuda o solo em laboratório para fins

agrícolas, são realizadas certas determinações físicas e químicas, que permitirão orientar as recomendações essenciais à adubação.

3.2.1 - Fertilidade

a - Calagem

A acidez do solo e as condições fisiológicas que o acompanham resultam de uma deficiência de cátions metálicos absorvidos em relação ao hidrogênio. Para diminuir a acidez, o hidrogênio deverá ser substituído por cátions metálicos. Isto é conseguido adicionando-se óxidos, hidróxidos ou carbonatos de cálcio e de magnésio.

Estes compostos são conhecidos como calcários agrícolas; são pouco dispendiosos, e apresentam manuseio relativamente simples e não deixam no solo resíduos que causem objeção; tem importância vital para a agricultura na maioria das regiões úmidas; pois estas possuem precipitação suficientemente elevada, para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis das camadas superficiais dos solos.

O emprego do calcário deverá basear-se na verificação da acidez do solo e nas exigências das culturas. Para chegar-se a uma conclusão sobre a conveniência da calagem, convém examinar as condições químicas do solo (pH, valor de alumínio, valor de cálcio + magnésio). Conforme EMATER (1979) os critérios e recomendações da calagem são os seguintes:

- 1º) Se o teor de Al^{+++} for $< 0,3$ meq/100g e $Ca^{++} + Mg^{++}$ for $> 2,0$ meq/100g, não haverá necessidade de calagem.

- 2º) Se o teor de Al^{+++} for $> 0,3$ meq/100g e $Ca^{++} + Mg^{++} > 2,0$ meq/100g. A quantidade de calcário necessária (t/ha) = $2 \times (Al^{+++}$ meq/100g).
- 3º) Se o teor de $Al^{+++} < 0,3$ meq/100g e $Ca^{++} + Mg^{++} < 2,0$ meq/100g. A quantidade de calcário (t/ha) = $2,0 - Ca^{++} + Mg^{++}$ meq/100g).
- 4º) Se o teor de $Al^{+++} > 0,3$ meq/100g e $Ca^{++} + Mg^{++} < 2,0$ meq/100g. A quantidade de calcário (t/ha) = $2 \times (Al^{+++}$ meq/100g) ou $2 - (Ca^{++} + Mg^{++}$ meq/100g). Neste caso opta-se pelo maior valor obtido para a correção do solo. Portanto, de acordo com os resultados da análise laboratorial da amostra de solo, exposto no Quadro II em anexo, encontrou-se os seguintes teores.

$$Ca^{++} + Mg^{++} = 0,54 \text{ meq/100g} + 0,46 \text{ meq/} = 1,0 \text{ meq/100g}$$

$$Al^{+++} = 0,06 \text{ meq/100g.}$$

Como o teor de alumínio é menor que 0,3 meq/100g e cálcio + magnésio é menor que 2,0 meq/100g há conveniência de um enriquecimento em cálcio nas camadas do solo de 1 tonelada por hectare.

b - Adubação

As práticas de adubação abrangem muitos detalhes complicados e referentes ao solo, culturas e fertilizantes. Essas correlações existentes entre estes três são tão complicadas e amplas que, para dominá-las há necessidade de vários anos de experiência.

Existem pelo menos quatorze elementos nutrientes essenciais que os vegetais obtêm do solo. Dois destes, cálcio e magnésio, são aplicados como calagem nos locais em que há deficiência. O enxofre acha-se presente em diversos adubos comerciais e sua influência assume importância considerável em certas áreas. Portanto, ficam restando além dos micro-nutrientes, três elementos:

Nitrogênio;

Fósforo e;

Potássio.

Por serem aplicados, via de regra, como parte dos adubos comerciais, recebem geralmente a denominação de elementos fertilizantes.

Examinando-se a situação do ponto de vista am plo, parece haver ficado fundamentado que o objetivo de qualquer plano de adubação é a utilização eficaz do nitrogênio por ser o mais dispendioso dos elementos fertilizantes. As aplicações de fósforo e de potássio deverão ser feitas para equilibrar e suplementar o suprimento de nitrogênio, quer sejam do próprio solo, de resíduos de culturas, quer de fertilizantes adicionados.

Os fabricantes têm oferecido ao mercado uma gran de quantidade de marcas de produtos que geralmente contêm três ou dois dos "elementos fertilizantes". Esses elementos (N - P - K) são misturados nas proporções indicadas, conforme as quantidades exigi dos.

Necessidades de adubação:

% Nitrogênio $N = 0,02\%$, considera-se o nível crítico, do Nitrogênio igual a 2 níveis de fósforo e potássio (Ver Tabela II).

Potássio $K = 0,20 \text{ meq}/100\text{g}$.
 $K = 0,20 \times 39 \times 10 = 78 \text{ ppm}$
 $K = 78 \text{ ppm} - (\text{nível médio})$

Fósforo $P = 3,145 \text{ meq}/100\text{g}$
 $P = 10 \times 3,145$
 $P = 31,45 \text{ ppm} - (\text{nível muito alto})$

De acordo com as proporções de $N : P_2O_5 : K_2$ (Tabela I e II), obtêm-se a seguinte sugestão de adubação 2:1:2.

A classificação das culturas de acordo com os níveis de oxigênio, encontra-se em anexo na Tabela III.

3.2.2 - 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 o cátion potássio e os ânions bicarbonato, carbonato e nitrato. A fonte original e de certo modo a mais direta, do qual provêm esses sais, são os minerais primários que se encontram no solo e nas rochas expostas da crosta terrestre. Durante o processo de intemperização química, que implica em hidrólise, hidratação, solução oxidação e carbonatação, esses constituintes são liberados gradualmente e se tornam mais solúveis.

Nas regiões úmidas não há condições para a formação dos solos salinos e os poucos existentes se verificam, quando o solo se encontra exposto às águas do mar, como nos deltas dos rios e outras terras baixas ao longo do litoral. É que os sais solúveis originalmente presentes nos materiais do solo e os formados pela intemperização dos minerais, comumente são levados, por percolação, às camadas inferiores até o lençol subterrâneo e, daí, transportados aos oceanos.

Nas regiões secas, além da lixiviação não ser completa, a intensa evaporação concorre para a concentração dos sais no solo e nas águas superficiais. Convém observar, ainda que, mesmo nas regiões áridas, o problema da salinidade comumente não existe em condições naturais. O problema surge quando, em conse - quência da irrigação, um solo não-salino se torna salino. Isso se deve em grande parte ao volume e ao teor de sais de água usada na irrigação e a falta ou deficiência de uma drenagem do solo.

CLASSIFICAÇÃO E NATUREZA DOS SOLOS SALINOS E ALCALINOS

Classificação desses tipos de solos que é usada na maioria dos países. O Quadro VI, em anexo, dá, em resumo, a classificação adotada.

Solos Salinos

São solos que apresentam uma condutividade elé - trica do extrato de saturação maior que 4 milimhos por centímetro a 25^o C e uma porcentagem de sódio intercambiável inferior a 15. O pH geralmente é menor que 8,5.

A quantidade e o tipo de sais presente no solo, determinam as características químicas, bem como controlam sua pressão osmótica. Geralmente os solos salinos se encontram flocudos, devido ao excesso de sais e à ausência de quantidade de sódio intercambiável, acarretando em uma permeabilidade igual ou maior do que os solos similares não salinos. Sua recuperação pode ser feita apenas com lavagem, acompanhadas de drenagem, onde os sais são eliminados e o solo se torna normal.

Caso a água da irrigação seja salina ou cara, será necessário conviver com a salinidade do solo e deve-se então procurar culturas adaptáveis ao solo e ao clima. Para isso deve-se relacionar a tolerância das plantas com a salinidade, em função da condutividade elétrica, pois à medida que a concentração de sais aumenta, a pressão osmótica do solo também aumenta, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas e conseqüentemente um menor crescimento e uma baixa produção.

Segundo o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, a tolerância das culturas aos sais pode ser avaliada, segundo três critérios.

- a) Capacidade da cultura para sobreviver em solos salinos.
- b) Produção da cultura em solos salinos.
- c) Produção relativa, comparado com solos salinos.

Os índices de tolerância das culturas são mostrados no Quadro VIII.

Solo Salino-Sódico

Os solos salino-sódicos ou salino-alcalinos são os solos cuja condutividade elétrica do extrado de saturação é maior que quatro milimhos/centímetros a 25°C e a porcentagem de sódio trocável é maior que quinze.

A salinização e acumulação de sódio, combinados formam este tipo de solo, fazendo com que sua aparência e propriedades se assemelhem aos dos solos salinos, apresentando as partículas floculadas e geralmente o pH é menor que 8,5.

Este tipo de solo é de difícil manejo, pois, se o excesso de sais solúveis fosse lavado pela água de irrigação, prática recomendada para os solos salinos, o prejuízo seria grande, pois os ditos solos, a menos que houvesse gesso presente, passariam a sódicos, com todas as desvantagens destes: reação fortemente alcalina (pH superior 8,5) e partículas dispersas, resultando em um solo impermeável, pesado e difícil de ser trabalhado.

Solo Sódico

Também chamados de alcalinos, os solos sódicos contêm excesso de sódio adsorvido, prejudicando o desenvolvimento da maior parte das plantas cultivadas.

Sua condutividade elétrica é menor que 4 milimhos/centímetro a 25°C e o pH varia entre 8,5 e 10. Dado que a matéria orgânica é dispersa e dissolvida na solução de solos acentuadamente alcalinos, deposita-se na superfície destes, devido à evaporação, proporcionando uma coloração escura, dando origem ao nome al

calinos negros. A fração coloidal, sendo parcialmente dispersa, pode ser transportada às camadas inferiores do perfil, originando camadas densas com reduzida permeabilidade.

O aumento da proporção de sódio trocável, faz com que o solo se torne mais disperso. Na presença de ânions carbonatos e elevado pH, o cálcio e magnésio são precipitados. Por isso, a solução de solos sódicos apresenta pequenas quantidades desses cátions, embora, alguns desses solos possam conter grandes quantidades de potássio trocável e solúvel. Para recuperar os solos sódicos, deve-se substituir o sódio trocável, através da aplicação de sais solúveis de cálcio, ácidos ou elementos formadores de cálcio e sais de baixa solubilidade.

VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

$$\begin{aligned} \cdot 10 \times CE \text{ (mmhos/cm)} &\approx \sum \text{cátions} \approx \sum \text{cátions} \\ 2,8 &\approx 4,47 \approx 3,5 \end{aligned}$$

$$\cdot RAS = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2} \right)} \cdot 1/2$$

$$RAS = 0,816$$

$$\cdot PSI = \frac{Na \text{ (meq/100g)}}{T \text{ (meq/100g)}} \times 100$$

$$PSI = 6,06$$

$$\cdot CE = 0,88 \text{ mmhos/cm}$$

De acordo com o Quadro VI pode-se classificar o

solo em normal ou não-salino, pois este possui uma C.E (mmhos/cm) < 4 e PSI < 15 significando assim uma baixa salinidade.

3.2.3 - Propriedades Físicas

Fisicamente, um solo é uma mistura porosa, de partícula inorgânica, matéria orgânica em decomposição, ar e água.

As propriedades físicas ajudam a determinar a capacidade de suprimento de nutrientes dos sólidos do solo e o fornecimento de água e ar, tão importantes à vida vegetal.

a - Textura

A textura do solo é estudada pela análise granulométrica, a qual permite classificar os componentes sólidos, em classes, de acordo com seus diâmetros. Para uma mesma classe há um limite superior e um inferior, de acordo com a escala adotada. As partículas de uma mesma classe de diâmetro apresentam estrutura e composição química diferentes, variando em tamanho e forma, podendo ser cristalinas ou amorfas. A textura do solo é expressa, portanto, unicamente pelas classes de tamanho de partículas, dentro de determinadas amplitudes de variação e englobando material com diferente composição e características. As partículas do solo são assim denominadas: areia, limo ou silte e argila. A terra é uma propriedade permanente do solo.

Feita a análise granulométrica, transportam-se os resultados analíticos para um diagrama triangular, onde as diferentes classes texturais estão delimitadas, segundo as proporções

de areia total, silte e argila. O quadro VII, em anexo, reproduz o triângulo proposto pelo Soil Survey Staff do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte e modificado pela Sociedade Brasileira de Ciências do Solo.

Interpretação dos Resultados

Para a dispersão dos agregados do solo, foi utilizado o método de Bouyoucos, também conhecido como método de hidrogênio. Baseia-se no princípio de que o material em suspensão comunica determinada densidade ao líquido. Assim, utiliza-se um densímetro, relacionando as densidades com a temperatura e tempo de leitura, calculando com esses dados a porcentagem de partículas e seus diâmetros.

% de argila = 11,04%

% de limo = 14%

% de areia = 74,96%

Conhecidas as porcentagens das partículas do solo e relacionando com o Quadro VII, em anexo, fica determinado que a classificação textural é franco arenoso.

b - Densidade Aparente

É um método utilizado para exprimir o peso do solo. A densidade aparente pode ser definida, como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros.

A densidade aparente geralmente aumenta com a profundidade do perfil, pois, as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno da compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação de 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; portanto é um valor variável para um mesmo solo. O manejo incorreto de uma terra de cultura pode provocar a compactação, alterando a estruturação e, conseqüentemente, a densidade aparente.

Interpretação dos Resultados

O método, empregado na determinação da densidade aparente, fundamenta-se na obtenção de dois dados principais: a massa e o volume da amostra do solo. A massa é facilmente determinada, pesando-se a amostra depois de seca em estufa. O volume é determinado, através do método do balão volumétrico.

As amplitudes de variação das densidades aparentes situam-se dentro dos seguintes limites: solo argiloso, de 1,00 a $1,25 \text{ g/cm}^3$; solos arenosos, de 1,25 a $1,40 \text{ g/cm}^3$; solos húmíferos de 0,75 a $1,00 \text{ g/cm}^3$ e solos turfosos, de 0,20 a $0,40 \text{ g/cm}^3$.

Portanto, pode-se reafirmar que o solo analisado é arenoso, pois sua densidade aparente determinada foi de $1,68 \text{ g/}$

cm^3 . Esse solo possui restrição para o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido à elevada densidade aparente do solo, cuja consequência será uma maior compactação e menor estruturação.

c - Densidade Real

Entende-se por densidade real 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 2,3 a 2,9 g/cm^3 .

A densidade real de um solo quer seco quer 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 como secas em estufas.

Interpretação dos Resultados

Na determinação da densidade real do solo, é necessário obter o valor da massa da amostra e depois o volume dos sólidos presentes. A massa é obtida por simples pesagem em balança. Quanto ao volume, é obtido pelo método do balão volumétrico.

Na análise foi determinada uma densidade real de 2,77 g/cm^3 . Pelo valor da densidade real de uma amostra de solo, pode-se ter uma idéia, se na sua composição predominam componentes inorgânicos ou orgânicos. Como no Brasil, são frequentes

os solos com densidade real, próxima de $3,0 \text{ g/cm}^3$, podemos comentar que o solo em estudo não possui componentes orgânicos predominantemente na sua composição. É que a presença destes baixaria o valor da densidade real do solo.

d - Porosidade

A porosidade de um solo pode ser definida como sendo o volume de vazios, ou ainda, o espaço do solo não ocupado pelos conjuntos dos componentes orgânicos e inorgânicos. Se um solo estiver saturado com água, sua porosidade estará tomada pela água. Inversamente, se o solo estiver completamente seco, terá seus poros ocupados pelo ar.

A porosidade depende, principalmente, da textura e da estrutura dos solos. Solos de textura grossa são menos porosos que os de textura fina. Quanto maior a porosidade, maior a capacidade do solo em armazenar água, por isso solos de textura fina possuem maior capacidade de retenção e disponibilidade de águas às plantas.

Interpretação dos Resultados

O método de determinação da porosidade do solo aqui utilizado foi o método indireto. É um método largamente utilizado pois, parte de dois outros dados indispensáveis a uma ficha de análise de solo: as densidades aparente e a real.

Com os dados obtidos pela análise de solo, podemos observar que a proporção de espaços vazios é pequena, pois sua

porosidade foi de 39,35%.

3.2.4 - Propriedades Químicas

Quando se analisa as características químicas de uma amostra de solo, procura-se determinar os cátions e ânions solúveis, cujo principal objetivo é estabelecer a composição dos sais solúveis presentes. Os cátions e ânions solúveis que geralmente se determina são: cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, bicarbonatos, sulfato, cloro e outros. Deve-se ainda analisar o percentual de matéria orgânica existente no solo.

3.2.4.1 - Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo é originária das plantas, dos minerais e dos microorganismos que vivem na terra ou a ela vão ter. É, portanto, um componente do solo transitório e que deve ser constantemente renovado pela adição de resíduos vegetais.

Define-se matéria orgânica do solo como sendo os materiais vegetais e animais crús ou em fase de decomposição ou humificados.

A matéria orgânica aumenta o poder de retenção da água no solo e funciona como granulador das partículas minerais. É a principal fonte de energia para os microorganismos do solo, devido aos processos de nitrificação.

Solos ricos em matéria orgânica apresentam-se com cor mais escura, oferecem maior resistência para mudar seu pH, retêm maior quantidade de água e são mais resistentes aos processos

erosivos.

3.2.4.2 - Cálcio

Existem algumas culturas que são mais tolerantes a concentrações de sais de cálcio que os outros sais. Esta tolerância depende da espécie da cultura. O acúmulo de cálcio, como o de cloreto, aumentam consideravelmente os tratamentos com cloreto de cálcio, pois o nitrato de cálcio produz um efeito tóxico semelhante ao do cloreto de cálcio.

As concentrações moderadas de cloreto de cálcio são altamente tóxicas para as culturas que possuem frutos de endocárdio duro.

3.2.4.3 - Magnésio

Altas concentrações de magnésio no substrato frequentemente são mais tóxicos nas plantas do 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.

3.2.4.4 - 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.

Verificou-se que, mesmo em proporções mais elevadas, como ocorre nos solos salinos e sódicos, observou-se poucos ca sos da toxicidade, devido a esse elemento.

Os efeitos secundários do sódio sobre o desenvolvimento vegetal, através de modificações estruturais adversas do so lo, parecem ser na realidade, os mais importantes. Se o complexo in tercambiável contiver quantidades apreciáveis de sódio, o solo, prin cipalmente se for argiloso, pode ser dispersar, tornando-se pesado e impermeável, às vezes lodoso, apresentando baixa aeração e dispo nibilidade de água para as plantas.

3.2.4.5 - Nitrogênio

É o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade.

Efeito do nitrogênio sobre as plantas:

- . Dá cor verde às plantas;
- . Promove rápido crescimento;
- . Aumenta a folhagem;
- . Melhora a qualidade das hortaliças de folhas co mestíveis;
- . Aumenta o teor de proteínas das plantas alimen tícias e das forrageiras;
- . Alimenta os microorganismos do solo que decom pões a matéria orgânica;
- . Quando fornecido de modo desequilibrado em rela ção a outros elementos, pode atrasar o floresci mento e a maturação e predispor as plantas do ataque de doenças.

3.2.4.6 - Fósforo

É um dos macronutrientes que se requer na hora da adubação em maior quantidade, pois as plantas necessitam de 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 oferecimento e ajuda a formação das sementes;
- . Aumenta a resistência dos cereais de inverno ao frio.

Consequências da falta de fósforo na planta:

- . Folhas velhas de cor verde-azulada;
- . Folhas, pericólios e colmos de tonalidade roxa;
- . Espigas mal granadas;
- . Falta de desenvolvimento.

3.2.4.7 - Alumínio

A presença de sais ou fosfatos e o valor de pH são os fatores mais importantes para o controle do alumínio solúvel, trocável dos solos.