



**UNIVERSIDADE FEDERAL**

**DA PARAIBA**

**CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518  
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222  
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB  
BRASIL

## ESTÁGIO SUPERVISIONADO:

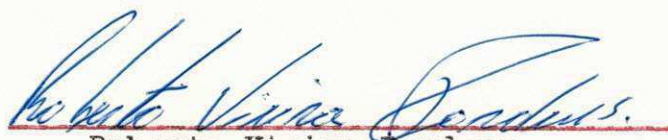
- Realizado no Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOSC)
- Period de realização: 06/01/81 à 06/03/81
- Professor orientador: Marcos Firmino Batista
- Ajuda nas análise da água: Rubens Germano Costa
- Ajuda nas análise do solo: Edson Franco
- Aluno: ROBERTO VIEIRA PORDEUS

Ilmo. Sr. Coordenador do Curso de Eng. Agrícola  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal da Paraíba

Prezado Senhor:

Estou encaminhando a Vossa Senhoria, em anexo, o relatório referente ao meu estágio desenvolvido no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, localizado na Praça Felix Araujo, nesta, cuja realização deu-se no período de 06/01/81 à 06 / 03/81, totalizando 240 horas, tendo como orientador o professor Marcos Firmino Batista do Departamento de Eng. Agrícola e tendo orientação especial de Rubens Germano Costa e Edson Franco.

Atenciosamente,

  
Roberto Vieira Pordeus



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

## AGRADECIMENTOS:

Marcos Firmino Batista

Rubens Germano Costa

Edson Franco

e demais pessoas que de alguma forma contribuiram.

C O N T E Ú D O

## ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA:

- Introdução
- Apresentação dos resultados
- Método Quantitativos
- Colheita da água para a análise química

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- Condutividade Elétrica
- pH
- Cloretos
- Sulfatos
- Carbonatos
- Bicarbonatos
- Cálcio
- Magnésio
- Sódio e Potásio

## ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO:

### Características químicas e fisico-química

- pH
- Fosforo assimilavel
- Matéria orgânica
- Complexo sortivo: Cálcio  
Magnesio  
Potássio  
Aluminio  
Hidrogênio  
Sódio

### Características físicas:

- Equivalente de Umidade
- Umidade de Murchamento
- Análise Granulométrica

## QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

- Características que determinam a qualidade
- Condutividade Elétrica
- Relação de Adsorção de Sódio (RAS)
- Porcentagem de Sódio Intercambiavel (PSI)
- Diagrama para classificação de água para Irrigação.

## INTRODUÇÃO

Para fazer uma irrigação perfeita é preciso que saibamos as condições físicas e químicas do solo, além da qualidade da água a ser usada na irrigação.

A análise física através das determinações de Capacidade de Campo, (no presente trabalho estimado através de fatores de correção com os dados de umidade equivalente), Ponto de Murchamento e densidade aparente nos dá condição de determinarmos a quantidade de água que um solo pode armazenar a uma determinada profundidade. A análise granulométrica que determina a distribuição das partículas pelo seu tamanho que nos dá condições de prevermos algumas características como movimentação da água, do ar etc.

## ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA

As análises químicas são de dois tipos gerais, análise qualitativa e análise quantitativa.

A análise qualitativa resume-se em determinar a ausência ou presença do elemento em análise.

A análise quantitativa define com precisão a quantidade do elemento existente na amostra em análise. É a análise mais importante porque determinando a quantidade do elemento podemos dizer com precisão se este está com déficit ou excesso. A partir daí podemos fazer a correção ou recomendações sobre o elemento em análise.



## COLETA D'AGUA PARA A ANÁLISE QUÍMICA

A amostra em análise foi adquirida em um poço tubular puxado a bomba com 22 m de profundidade, localizado no município de Sumé - PB.

A coleta da amostra foi realizada com o máximo de cuidado para que não houvesse contaminação, o recipiente foi esterelizado, lavado com água da amostra para depois colocar a amostra para análise.

### REGRA GERAL PARA A COLETA

1 ) O recipiente não deve contaminar a amostra. Este deve ser lavado e esterelizado antes de colocar a amostra. O recipiente deve ser de plástico porque o vidro pode reagir com a água, portanto a análise pode dar resultados falsos.

2 ) Envio da amostra - A amostra deverá ser numerada acompanhadas de fichas. A amostra deverá ser acompanhada de alguns dados importantes, quer no rótulo do recipiente ou numeradas, constando os dados em fichas separadas, são esses dados:

- a ) Tipo do reservatório (rio, açude, poço, etc)
- b ) Nome do mesmo e local da coleta
- c ) Local em que está situado, inclusive lugarejo, município e estado.
- d ) Data e hora da coleta
- e ) Nome do coletor
- f ) Tipo da análise desejada, se para efeito de potabilidade, irrigação, etc.

g ) Para certos casos (potabilidade), informar da existência habitação nas imediações, tipo do solo (se cultivado junto a fonte), se em vales ou encosta e outros dados que o coletor

venha achar interessante, pois muitas vezes a análise química depen de muito desses dados para sua interpretação.

### CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A concentração total de sais solúveis nas águas de irrigação, para fins de diagnóstico e de classificação, se pode expresar em termo de condutividade elétrica.

Quase todas as águas para irrigação que se tem usado por muito tempo tem uma condutividade elétrica menor que 2,250 micromhos/cm. Ocasionalmente se usam água de maior condutividade.

### OBJETIVO:

A determinação desta propriedade pode servir pa  
ra indicar a quantidade de sais inorgânicos dissolvidos na solução, isto porque todo elemento que apresenta dissociação iônica em solu-  
ção aquosa, aumenta a condutibilidade da água. Assim a condutivida-  
de elétrica mostra a correlação entre a condutividade elétrica e  
a quantidade de sais dissolvidos.

### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO:

Colocamos uma certa quantidade da amostra em um becker de 10 ml, medimos a temperatura ajustamos o condutivímetro para a temperatura da amostra. Através do conta-gotas introduzimos uma certa quantidade da amostra na parte eletrolítica (o suficien-  
te para cobrir os eletrodos de placa). Acionamos o botão em cima do

suporte e giramos o botão indicador da condutividade e onde aparecer maior intensidade luminosa fazemos a leitura.

### DETERMINAÇÃO DO pH

O pH da água natural depende bastante do equilíbrio do  $\text{CO}_2$  na mesma. Sua variação na água oscila de 7,0 a 8,5. Em geral, um baixo pH corresponde a sua acidez elevada contraindicando o uso da água para ingestão. O pH da água destilada pode ser 6,5 ou mais baixo, devido ao alto grau de solubilidade do  $\text{CO}_2$  em água pura. O significado do pH é recentemente de valor pouco preciso na análise sanitária da água.

### OBJETIVO:

Determinar o potencial hidrogeniônico numa água.

### MÉTODO:

Colocamos uma certa quantidade da amostra num becker de 10 ml, em seguida fazemos a leitura no potenciômetro que deverá ser calibrado, usando-se soluções tampão de pH conhecido, normalmente 4 e 7. A leitura é direta.

### CLORETOS

Essa determinação, exprime a salinidade da água, que e representada em termos de íon cloro ( $\text{Cl}^-$ ) e calculada como

cloreto de sódio (NaCl). Em geral, o íon cloro está ligado ao Na, principalmente nas águas do Nordeste, e raramente ao cálcio e magnésio.

A sua determinação analítica, é imprescindível para toda análise d'água, porque é o cloreto de sódio que dá a água o sabor salgado e que contribui para o aumento de salinização do solo quando usado para fins de irrigação.

Por outro lado, serve como um fator de suspensão para potabilidade. Como valor interpretativo, devemos, no caso de uma análise apresentar um alto teor de cloretos, estudar as causas; se provenientes do solo e se seu teor está compreendido nos valores determinados nas águas da região a que pertence.

O íon cloreto pode acelerar a corrosão nas tubulações, caldeiras e outras instalações. O cloreto de magnésio, quando aquecido, libera ácido clorídico, que é altamente corrosivo. Muitas espécies de plantações podem ser prejudicadas por águas que contenham quantidades excessivas de cloreto.

Os cloretos se incorporam às águas naturais de várias maneiras. A água, devido ao seu alto poder de dissolução, dissolve os sais minerais e, particularmente, os cloretos, das terras mais elevadas.

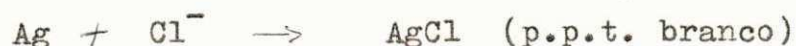
Os cloretos em razoáveis concentrações não são prejudiciais ao ser humano. Em concentração acima de 250 mg/l dão um sabor salgado às águas, intolerável à muitas pessoas. Principalmente por esta razão, os padrões normativos de saúde pública recomendam que os cloretos sejam limitados em 250 mg/l no suprimento da água destinada ao consumo público.

O método utilizado para a determinação do cloreto é o método de Mohr.

O método de Mohr emprega uma solução titulante de  $\text{AgNO}_3$ . Este método recomenda que essa solução seja 0,0141 N.

A solução de  $\text{AgNO}_3$  pode ser padronizada com solução de cloreto de sódio p.a. Na titulação o íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) é

precipitado como cloreto de prata.



O ponto final de reação não pde ser notado pelo pesquisador a menos que um indicador capaz de revelar um excesso de íon Ag esteja presente na solução. O indicador normalmente usado é o cromato de potássio que supre a solução de íons  $\text{CrO}_4^{=}$ .

O mecanismo químico do processo consiste na paulatina extinção do íon  $\text{Cl}^-$  e na crescente concentração do íon Ag a um nível onde o produto da solubilidade do cromato de prata é excedido e inicia-se a formação de precipitado pardo-avermelhado, evidenciando que todo o cloreto foi precipitado.



Como um excesso de Ag é necessário para produzir uma visível quantidade de  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , o êrro devido ao indicador cromato deve ser determinado e subtrído de todas as titulações. Geralmente, faz-se uma prova em branco.

#### OBJETIVO:

Conhecer o teor de cloretos das águas, a fim de obter informações sobre o grau de mineralização ou indícios de poluição.

#### REAGENTES:

Cromato de potássio à 5 %  
Nitrato de prata à 0,05 %

## MÉTODO DE DETERMINAÇÃO

Pipetamos 50 ml de amostra, 1 ml do indicador cromato de potássio e titulamos com nitrato de prata. Até mudar a cor para uma cor de barro.

## CARBONATOS E BICARBONATOS

Estudos recentes indicam que o íonte bicarbonato afeta a absorção e o metabolismo das plantas e que a natureza desses efeitos varia bastante com as espécies. Os feijões e a maçã, por exemplo apresentam marcada intolerância a este íonte, enquanto a beterraba e certos capins forrageiros são muito tolerante.

Já foram vistos os efeitos que os íontes bicarbonatos exercem sobre as plantas. Em relação ao solo, as águas de irrigação que contenham alta concentração desse elemento tendem a precipitar, em forma de carbonatos, o cálcio e o magnésio da solução do solo. Nestas condições, estes íontes se reduzem em proporção com o sódio, aumentando, portanto, a porcentagem de sódio intercambiável.

Os íontes carbonatos raramente estão presentes na água, enquanto que os bicarbonatos podem representar uma proporção apreciável do total dos aníontes das águas de irrigação, especialmente em regiões tropicais, em que podem constituir-se no principal aníonte presente.

A classificação dessas água pode se resumir nos dados abaixo, em função do carbonato de sódio residual = CSR, isto é,

$$CSR = (CO_3^{=} + HCO_3^{3=}) - (Ca + Ma)$$

- Água com menos de 1,25 me/l de carbonato de só dio residual são normalmente apropriado para a irrigação.

- Água com 1,25 à 2,5 me/l são duvidosas

- Água com mais de 2,5 me/l não são recomendadas.

Com boas práticas do manejo, é possível usar as águas duvidosas sem prejuízo à irrigação ou, pelo menos, de modo a retardar a acumulação de sódio no complexo do solo.

Estas práticas incluem uma adequada lixiviação ou lavagem, que tende a manter um nível baixo de bicarbonato, e aplicação de gesso ou outra fonte de cálcio solúvel, a fim de manter favorável a relação Ca/Na na solução do solo.

#### OBJETIVO:

Conhecer o teor de carbonato e bicarbonato das águas, a fim de obter informação sobre o grau de mineralização ou indícios de poluição.

#### REAGENTES:

P/ Carbonato: Fenoltaleína 0,3 %

Acido sulfúrico 0,02 N

#### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO:

Coloca-se 50 ml da amostra em um erlenmeyer de 125 ml e como indicador adicionamos 2 a 3 gotas de fenoltaleína. Se houver formação de uma coloração rosea, representará que a amostra contém carbonatos. Titula-se a amostra com  $H_2SO_4$  (Acido Sulfúrico) a 0,02 N cuidadosamente até o desaparecimento da cor. Anotar o volume gasto na titulação. Antes deve-se fazer uma prova em branco.

CÁLCULO:

onde:

$$20 \text{ VN} = \text{meq/l}$$

$$V = 2P = 1,8 \text{ ml}$$

$$P = \text{vol. de } \text{H}_2\text{SO}_4 = 0,9 \text{ ml}$$

$$N = \text{normalidade do } \text{H}_2\text{SO}_4 = 0,02 \text{ N}$$

$$\text{então } \text{CO}_3^{=} = 20 \times 1,8 \times 0,02 = 0,72 \text{ meq de } \text{CO}_3^{=} / \text{l}$$

REAGENTES:

P/Bicarbonato: Metilorange  
 Acido Sulfúrico 0,02 N

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO:

Coloca-se 50 ml da amostra em um erlenmeyer de 125 ml, como indicador adiciona-se 2 a 3 gotas de metil-orange dando à solução uma cor alaranjada. Titula-se com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0,02 N até que a solução fique com uma coloração amarela. Anota-se o volume gasto.

CÁLCULO:

onde:

$$V = (T - 2P) - 0,2$$

$$T = \text{volume total de } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ incluindo carbonato e bicarbonato} = 0,9 \text{ ml}$$

$$2P = \text{volume do } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$V = (9 - 2 \times 0,9) - 0,2 = 7,0 \text{ ml}$$

$$\text{então: } \text{HCO}_3 = 20 \times 7,0 \times 0,02 = 2,8 \text{ meq de } \text{HCO}_3 / \text{l}$$



SULFATOS

Para determinação de sulfato, coloca-se em um bec ker 20 ml da amostra e adiciona-se 2 a 3 gotas de HCl concentrado. Após o aquecimento coloca-se cloreto de bário  $BaCl_2$  à 10 %. Na amos tra em estudo, como não houve formação de precipitado, significa que não existe sulfato na mesma. Esta foi uma determinação qualitativa.

CÁLCIO

Toma-se 25 ml da amostra e coloca-se em um erlen meyer de 125 ml, adicionando-se 2 ml de KOH a 10 %. Como indicador usa-se uma pitada de murexida que dá a solução uma coloração vermelha. Em seguida titula-se com EDTA à 0,025 N até que a solução fique com uma coloração lilás. Anota-se o volume gasto.

CÁLCULO:

$$40 \text{ VN} = \text{meq./l}$$

onde:  $V = \text{volume gasto de EDTA} = 1,2 \text{ ml}$   
 $N = \text{normalidade do EDTA} = 0,025 \text{ N}$

então:  $Ca = 1,2 \times 0,025 \times 40 = 1,2 \text{ meq. da Ca/l}$

CÁLCIO + MAGNÉSIO

Toma-se 25 ml da amostra e adiciona-se 3 ml de solução tampão de pH 10. Como indicador adiciona-se 3 a 4 gotas de Eriocromo Negro, dando a solução uma coloração lilás. Em seguida ti tula-se com EDTA à 0,025 N até que a solução fique com uma coloração azul claro. Anota-se o volume gasto.

CÁLCULOS:

$$40 \text{ VN} = \text{meq/l}$$

onde:  $V = \text{volume gasto de EDTA} = 2,3 \text{ ml}$

$N = \text{normalidade do EDTA} = 0,025 \text{ N}$

então:  $\text{Ca} + \text{Mg} = 2,3 \times 0,025 \times 40 = 2,3 \text{ meq de (Ca+Mg)/l}$

A quantidade de magnésio é encontrada por diferença.

Logo a quantidade de magnésio =  $(\text{Ca} + \text{Mg}) - \text{Ca}$

$\text{Mg} = 2,3 - 1,2 = 1,1 \text{ meq de Mg/l}$

SÓDIO

A classificação da água de irrigação com respeito ao RAS, se baseia primeiramente no efeito que tem o sódio intercambiável sobre a condição física do solo. Não obstante, nas plantas sensíveis a este elemento pode causar danos em consequência da acumulação do sódio em seus tecidos quando os valores do sódio intercambiável são mais baixo do que o necessário para deteriorar as condições físicas do solo.

Água baixa em sódio ( $S_1$ ): Podem ser usados para a irrigação na maioria dos solos com pouca probabilidade de alcançar nível perigoso de sódio intercambiável. Não obstante, os cultivos sensíveis, como algumas frutas o abacate, podem acumular quantidade prejudicial de sódio.

Água média em sódio ( $S_2$ ): Em solo de textura fina o sódio representa um perigo considerável, mais além desse solo posuir uma alta capacidade de intercambio de cátions, especialmente baixa condição de lavagem deficiente, a menos que o solo contenha gesso. Estas águas só podem usar em solos de textura grossa ou nos solos orgânicos de boa permeabilidade.

Água alta em sódio ( $S_3$ ): Podem produzir níveis tóxicos de sódio intercambiável na maior parte dos solos, pois estes necessitam de práticas especiais de manejo - boa drenagem, fácil lavagem e adição de matéria orgânica. Nos solos pode não desenvolver níveis prejudiciais de sódio intercambiável quando se irriga com este tipo de água. Pode requerer-se o uso de melhoradores químicos para substituir o sódio intercambiável; se tais melhoradores não forem econômicos não se deve usar essa água.

Água muita alta em sódio ( $S_4$ ): É inadequada para a irrigação, exceto quando sua salinidade é baixa ou média e quando existe gesso no solo e a aplicação do gesso ou outros melhoradores não sejam antieconômicos.

## POTÁSSIO:

### INFLUÊNCIA DO POTÁSSIO NO CRESCIMENTO VEGETAL.

A presença no solo de potássio assimilável, em quantidades adequadas, tem ligação estreita com o vigor dos vegetais em crescimento. Além disso, mediante aumento na resistência das culturas a certas doenças e estímulo ao sistema radicular o potássio neutraliza a influência perniciosa do nitrogênio em quantidades demasiadas. Ao atrasar o sazonalamento, o potássio atua contra a excessiva influência na maturação, ocasionada pelo fósforo. Duma maneira geral, exerce influência equilibrada sobre o nitrogênio e sobre o fósforo e assume, portanto, importância especial como adubo misto.

O potássio é essencial à fotossíntese, assim como à formação do amido e à transferência dos açúcares. É necessário ao desenvolvimento da clorofila, embora não constitua fração importante na sua estrutura molecular, como o magnésio. É elemento importante na formação dos grãos dos cereais, proporcionando bagos polpu

pudos e pesados. Potássio assimilável em abundância é também absolutamente necessário ao desenvolvimento dos tubérculos. É, por conseguinte, bastante elevada a porcentagem deste elemento nos fertilizantes mistos recomendados para batatas. Abundantes aplicações de potássio são muito proveitosas a todas as culturas de raízes úteis. À semelhança do fósforo, poderá existir no solo em grandes quantidades e mesmo assim, não exerce influência perniciosa sobre as culturas.

As folhas de plantas cultivadas com deficiência de potássio apresentam-se com bordas secas e crestadas, enquanto suas superfícies são desigualmente cloróticas. Em certas plantas, como trevo-vermelho, trevo-híbrido, alfafa e trevo-doce, estes sintomas são precedidos por pequenas manchas distribuídas mais ou menos regularmente, ao redor das bordas das folhas. Como resultante desta deterioração, a fotossíntese fica muito prejudicada e a síntese do amido é praticamente interrompida.

Convém acrescentar que o sódio substitui parcialmente o potássio na nutrição de certos vegetais. Nos casos de deficiência de potássio, poderá ser muito útil o sódio natural do solo ou aquele adicionado em certos fertilizantes, como o nitrato de sódio.

#### PREPARO DA AMOSTRA

12,5 g de solo coloca-se numa coluna de percolação, coloca-se 125 ml de solução de Acetato de Amônia pH 7 e coleta-se o percolado num balão de 250 ml, que deve ter o seu volume completado com água destilada.

#### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO

Esta determinação é feita pelo Fotômetro de chamas. Primeiramente zera-se o aparelho com soluções de sódio e potás

sio respectivamente. Em seguida imerge uma haste do fotômetro na amostra contida em um becker e determina-se as respectivas leituras.

### CÁLCULOS:

Diluição: 1 : 10

Fator de célula do aparelho: 0,001

Leitura: K = 35

então:  $K = 35 \times 0,001 = 0,035$  meq de K / l

### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO P/ SÓDIO

12,5 g de solo coloca-se numa coluna de percolação, coloca-se 125 ml de solução de Acetato de Amônia pH 7 e coleta-se o percolado num balão de 250 ml, que deve ter o seu volume completado com água destilada.

### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO

Esta determinação é feita pelo Fotômetro de cha mas. Primeiramente <sup>regula-se</sup> zera-se o aparelho com soluções de sódio e potássio respectivamente. Em seguida imerge uma haste do fotômetro na amostra contida em um becker e determina-se as respectivas leituras.

### CÁLCULOS:

P/ sódio

Na = leitura x diluição x fator de célula do ap.

leitura: Na = 20 0,01

diluição = 1 : 10

Fator de célula

então: Na = 20 x 10 x 0,01 = 2 meq de Na/l.

### RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO - RAS

Esta relação é dada em função dos teores de Sódio, cálcio e magnésio e expressa pela seguinte relação:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

$$RAS = \frac{2}{\sqrt{\frac{1,2 + 1,1}{2}}}$$

$$RAS = 1,87$$

### DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO - TROCÁVEIS

Pesa-se 7,5 gramas de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) e coloca-se em um erlenmeyer de 250 ml. Adiciona-se 150 ml de KCl (Cloreto de Potássio) 1 normal, leva-se ao agitador por 30 min. e deixa-se durante 12 horas aproximadamente. Retira-se 100 ml do líquido sobrenadante, onde se vai determinar Ca e Mg.

**CÁLCIO** - Pega-se 40 ml do extrato e transfere-o para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 2 ml de KOH (Hidróxido de Potássio) 10%. Coloca-se um pouco do indicador murexida e titula-se com EDTA (Ácido Etilenodiaminotetraacético) 0,025 N até

mudança da cor vermelha para violeta. Anota-se o volume gasto na titulação.

**MAGNÉSIO** - Esta determinação é realizada indiretamente. Faz-se a determinação do Cálcio mais magnésio, e por diferença é possível encontrar o teor de magnésio contido na amostra.

$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  - Pega-se 50 ml do extrato e transfere-o para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 3 ml da solução tampão pH 10 ( $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3$ ). Coloca-se 5 gotas do indicador eriocromo negro e titula-se com EDTA a 0,025 N até mudança de cor roxo vinho para azul. Anota-se o volume de EDTA gasto na titulação.

### CÁLCULOS:

Volume gasto de EDTA:

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 18,5$$

$$\text{Ca}^{++} = 14,4 \text{ meq/100g de solo}$$

então:  $\text{VN} = \text{meq/l}$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 18,5 \times 0,025 = \text{meq/50 ml ou } 2,5 \text{ g de solo.}$$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 0,462 \text{ meq/50 ml ou } 2,5 \text{ g de solo.}$$

pois: 150 ml  $\rightarrow$  7,5 g de solo

$$50 \text{ ml} \rightarrow x \text{ g de solo} \quad \therefore x = 2,5$$

$$x = 2,5 \text{ g de solo.}$$

logo: 0,463  $\rightarrow$  2,5 g de solo

$$y \rightarrow 100 \text{ g de solo} \quad \therefore y = 18,5$$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = y = 18,5 \text{ meq/100 g de solo}$$

$$\text{Ca}^{++} = 14,4 \times 0,025 = \text{meq/50 ml ou } 2,5 \text{ g de solo}$$

$$\text{Ca}^{++} = 0,36 \text{ meq/50 ml ou } 2,5 \text{ g de solo}$$

logo: 0,36  $\rightarrow$  2,5 g

$$y \rightarrow 100 \text{ g} \quad \therefore y = 14,4 \text{ meq/100 g de solo.}$$

$$\text{Mg}^{++} = 4,1 \text{ meq/100 g de solo.}$$

## CARACTERISTICAS FISICAS

### EQUIVALENTE DE UMIDADE

Pode ser definida como a umidade remanescente em uma amostra de solo previamente saturada e em seguida submetida durante 30 minutos a uma aceleração equivalente a 1.000 vezes a da gravidade.

A importância da umidade equivalente decorre do fato de poder ser facilmente determinada em laboratório e de ser possível determinar a capacidade de campo e o ponto de murchamento a partir da mesma. Estudos em andamento na seção de pedologia do Instituto Agrônomo de Campinas tem demonstrado que para se obter a capacidade de campo com bastante aproximação, basta que se multiplique a umidade equivalente pelo fator 1,3 para o caso do solo ser de textura média. E para se obter o ponto de murchamento, deve-se multiplicar o valor da umidade equivalente pelo fator 0,68. Estas relações não servem para solos de textura fina e grossa.

### UMIDADE DE MURCHAMENTO

Pode ser definido, como a porcentagem de umidade existente no solo, quando ocorre e se mantém o murchamento de plantas normais nele existentes. Adicionando-se água a um solo artificialmente seco, as primeiras porções serão fortemente retidas por ele. A medida que aumenta a adição de água, diminue proporcionalmente a intensidade com que o solo a retem, o que torna possível a partir de certo ponto seu aproveitamento pelas plantas.

O ponto de murchamento representa o equilíbrio, entre a força de coesão exercida pelas partículas do solo, sobre a película líquida, aderente as mesmas e a força de sucção exercida



pelas raízes das plantas. Um solo no qual o ponto de murchamento te nha sido atingido, ainda contém certa porcentagem de umidade, a qual entretanto não pode ser utilizada pelas plantas, por ser fortemente retida pelo mesmo. Essa água é retida pelo solo com força equivalen te a 15 bars o que corresponde aproximadamente a um  $pF = 4,2$  .

### CAPACIDADE DE CAMPO

Pode ser definida, como a quantidade máxima de água que o solo pode reter em oposição a força da gravidade. O pon to de murchamento e a capacidade de campo, constituem dois coefici entes de umidade do solo de grande interesse para o controle da irrigação. Considerando-se o solo como um reservatório de água às plantas, o ponto de murchamento representa o reservatório vazio e a capacidade de campo o reservatório cheio.

### ANALISE GRANULOMÉTRICA

Uma vez que os solos são compostos de partículas que variam consideravelmente quanto ao tamanho e à forma, são necessá rios termos específicos que expressem algumas idéias sobre a sua tex tura e forneçam certas indicações sobre suas propriedades físicas. Por isso, são usados nomes de classes texturais de solo, tais como: areia, barro arenoso, barro silteoso e etc. Estes nomes se firmaram ao longo de anos de estudos e classificação de solo e se tornaram padronizados. Acham-se identificados três grandes grupos fundamen- tais de classes texturais de solo: areias, barros e argilas; com ba se nestes, foram derivados as classes adicionais.

AREIAS

O grupo areia inclui todos os solos em que o peso da areia separada, totaliza ou excede 70 por cento do material. As propriedades de tais solo são, portanto, caracteristicamente are nosas, em contraste com maior viscosidade e natureza mais argilosa de grupos de solos mais pesados. São identificadas duas classes específicas: areia e areia barrenta.

ARGILAS

Um solo para ser designado como argila deverá conter pelo menos 35 por cento da fração granulométrica de argila e na maioria dos casos, nunca menos do que 40 por cento. Em tais solo, as características da fração granulométrica da argila são eminentemente dominante e a designação da classe é: argila arenosa, argila síltosa ou mais comum, simplesmente argila. Vale notar que as argilas arenosas <sup>contem</sup> ~~poderão conter~~ mais areia do que argila. Do mesmo modo, a quantidade de sílte nas argilas sílticas <sup>poderas exceder</sup> ~~excede normalmente~~ a da própria fração da argila.

BARROS.

O grupo dos barros, que contém muitas subdivisões, é mais difícil de explicar. Um barro ~~ideal~~ poderá ser definido como uma larga mistura, contendo partículas de areia, silte e argila, que apresentam propriedades leves e pesadas, em proporções mais ou menos iguais. A grosso modo, é uma mistura de características médias, no que toca as suas propriedades.

A maioria dos solos de importância para a agricultura inclui algum tipo de barro. Pode possuir a composição ideal acima descrita e recebe simplesmente a classificação de barro. Em gran

de número de casos, entretanto, areia, silte ou argila acham-se presentes em tais quantidades que exigem uma designação modificada para a classe textural. Assim, um barro com predominância de areia é classificado como barro arenoso; do mesmo modo podem ocorrer barros síltosos, barro síltico-argiloso e barro argiloso.

## DETERMINAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

### MÉTODO DO TATO

O método comum no terreno, para determinar a classe de um solo é pela sensibilidade através do tato. Pode-se provavelmente chegar a conclusões sobre a textura e portanto, sobre a classificação do solo, tanto pela simples fricção do mesmo, entre o polegar e os outros dedos, como por quaisquer outros meios superficiais. É útil molhar a amostra para fazer com maior precisão a estimativa da sua plasticidade. O modo por que um solo molhado "escorrega", dá idéia da quantidade de argila existente. As partículas de areia são granulosas, o silte quando seco assemelha-se no tato à farinha de trigo ou ao talco, e é moderadamente plástico e viscoso quando molhado. A persistência de torrões é, em geral, ocasionada por silte e argila.

### MÉTODO DE LABORATÓRIO

Um método essencial e mais acurado foi desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para nomenclatura de solos, baseado na análise mecânica. Este método de identificação é mostrado em forma de diagrama na fig. abaixo. Pelo diagrama, fica comprovado que o solo é uma mistura de partículas de tamanho diferentes; esclarece como as análises mecânicas dos solos

Onde abaixo?

no terreno poderão ser usadas para verificar a acurácia do pesquisador na designação das classes pelo processo do tato. É essencial obter o conhecimento prático deste método de designação dos solos. A legenda da figura explica a utilização da carta triangular desenvolvida com tal finalidade.

#### MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PONTO DE MURCHAMENTO

Coloca-se a amostra de solo saturada em um Extrator de Membrana e submete-se a uma pressão de 15 atm. Este extrator de membrana é constituído por dois discos de aço reforçados, capazes de suportarem muitos quilos de pressão. Entre estes dois discos há uma membrana especial, sobre a qual são colocadas as amostras de solo.

Os disco são mantidos unidos por vários parafusos. Para que a união se torne estanque a gases, coloca-se entre os discos uma gacheta de borracha. Através de duas entradas, uma lateral e outra superior e central, introduz-se  $O_2$  sob pressão no interior do mesmo. O gás arrasta certa porção de água nas amostra de solo. Quando a drenagem feita por um orifício na parte inferior da membrana estaciona desligamos o sistema de pressão, levamos as amostra a estufas e através de diferença de umidades antes e depois que sai da membrana determina-se a umidade de murchamento.

TEXTURA - ANÁLISE MECÂNICA PELO MÉTODO DO HIDRÔMETRO

Procedimento:

Pesa-se 50 gramas de solo de textura fina ou 100 gramas de solo de textura grossa. No nosso caso foi pesado 50 gramas de solo de textura fina, leva-se para um becker, adicionando 50 ml da solução de NaOH a 0,1 N e deixa-se em repouso por 12 horas, a fim de que as partículas de solos sejam dispersas. Em seguida transfere-se a suspensão acima descrita para um copo de um agitador mecânico, adicionando aproximadamente 2/3 de água destilada, agitando por 2 minutos. Transfere-se novamente a amostra para uma proveta de 1.000 ml, completando o volume com água destilada. Homogeneiza-se a solução durante 30 segundos. Insere-se o hidrômetro e depois de 40 segundos faz-se a leitura que corresponderá a fração de argila + limo contida no solo. Após transcorrer 2 Horas torna-se a inserir novamente o hidrômetro e anota-se o resultado. Lê-se novamente a temperatura. Essa nova leitura corresponderá a fração de argila.

CÁLCULOS:

Concentração inicial =  $C_0$

Leitura corrigida aos 40 seg. = Concentração de Argila + Limo =  $C_{40}$

Leitura corrigida as 2 horas = Concentração de Argila =  $C_2$  horas

1.) Cálculo da transformação da temperatura.

Como  $T_i = T_f = 25^{\circ}\text{C}$ , temos:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \quad \frac{25}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$F = 77^{\circ}\text{F}$$

## 2.) Cálculos da correção das leituras em relação a temperatura

$$T \text{ calibração} = 67,7^{\circ}\text{F}$$

$$T_i = T_f = 77^{\circ}\text{F}$$

$$T = 77 - 67,7 = 9,3^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Correção} = T \times 0,2 = 9,3 \times 0,2 = 1,86$$

$$C_{40 \text{ seg}} = C_{40} \text{ correção} = 37 + 1,86 = 38,86 \text{ g/l}$$

$$C_{2 \text{ hs}} = C_{2 \text{ hs}} \text{ correção} = 10 + 1,86 = 11,86 \text{ g/l}$$

## 3.) Cálculo da correção das leituras em relação ao dispersante:

O NaOH 0,1 N tem a concentração de 4 g/l

Assim 1.000 ml  $\rightarrow$  4 g de NaOH

50 ml  $\rightarrow$  x

$$x = 0,2 \text{ g/l}$$

$$C_{40 \text{ seg}} = C_{40 \text{ seg}} - x = 38,86 - 0,2 = 38,66$$

$$C_{40 \text{ seg}} = 38,66 \text{ g/l}$$

$$C_{2 \text{ hs}} = 11,86 - 0,2 = 11,66 \text{ g/l}$$

## 4.) Cálculo das porcentagens:

$$\% (\text{limo} + \text{argila}) = \frac{C_{40}}{C_o} = \frac{38,66}{50} \times 100$$

$$\% (\text{limo} + \text{argila}) = 77,32 \%$$

$$\% (\text{argila}) = C_{2 \text{ hs}}/C_o = 11,66/50 \times 100$$

$$\% \text{ argila} = 23,32 \% \checkmark$$

$$\% \text{ areia} = 100 - 77,32 = 22,69 \%$$

$$\% \text{ silte} = 100 - 23,32 = 76,68 \%$$

$$\text{silte} = 77,32 - 23,32$$

argila = 23,32

areia = 22,69

silte = 76,68

ERPA

76,68 %

## PASTA DE SATURAÇÃO

### PREPARAÇÃO:

A pasta de saturação é preparada agregando água destilada a amostra de solo e agitando com uma espátula. De vez em quando a amostra deve consolidar-se golpeando o recipiente com cuidado sobre a mesa de trabalho. Ao saturar-se a pasta, esta brilha pela reflexão da luz, flui ligeiramente se inclina o recipiente e a pasta desliza facilmente da espátula, exceto no caso de solos com alto teor de argila. Depois de homogeneizar a amostra deve-se deixá-la em repouso durante 4 horas ou uma noite. A pasta não deve acumular água na superfície, perder seu brilho ou endurecer durante o repouso. Se perder o brilho, ou se a pasta endurecer, é necessário misturar novamente agregando água.

### PROCEDIMENTO:

Pesa-se 300 à 400 g de solo e coloca em um recipiente (copo plástico). Em seguida adiciona-se cuidadosamente água destilada até saturar a amostra. Lê-se os ml gastos e anota-se para saber a percentagem de saturação.

## CONDUTIVIDADE ELETRICA

A finalidade da condutividade elétrica é medir o teor de sais contido na amostra.

### MÉTODO:

Pega-se uma certa quantidade de extrato e coloca  
-se.

em um pequeno becker. Verifica-se a temperatura da amostra e em seguida ajusta-se a temperatura correspondente ao aparelho. Em seguida lê-se a condutividade. A condutividade lida deverá ser onde o aparelho apresenta uma maior chama.

### pH

A finalidade do pH é determinar o caráter, ácido ou alcalino de uma amostra.

### MÉTODO:

Coloca-se uma certa quantidade da amostra num becker de 10 ml, em seguida fazemos a leitura direta no potenciômetro.

### DETERMINAÇÃO DE CLORETOS

A finalidade desta determinação é saber o teor de cloretos na amostra, a fim de se obter informações sobre o grau de mineração ou indícios de poluição.

### MÉTODO:

Pipeta-se 40 ml do extrato de saturação. Adiciona-se 1 ml de solução de cromato de potássio a 5 %, em seguida titula-se a solução com  $\text{AgNO}_3$  0,05 N.



CÁLCULOS:

$$V \times N = n^{\circ} \text{ meq.}$$

$$V = \text{volume gasto na titulação} = 0,4 \text{ ml}$$

$$N = \text{normalidade do AgNO}_3 = 0,05 \text{ N}$$

$$10 \times 0,4 \times 0,05 = n^{\circ} \text{ meq/40 ml}$$

$$10 \times 0,4 \times 0,05 \times 25 = n^{\circ} \text{ meq/l} = 5,0 \text{ meq de Cl}^{-}/\text{l}$$

QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Toda a água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução, sendo que em regiões áridas e semi-áridas a concentração é geralmente maior, o que vai se somar ao sempre presente problema de salinização e alcalinização dos solos. A orientação geral é pois, neste caso, de se determinar a qualidade da água de irrigação de acordo com a concentração e a composição desses sais.

Há uma grande variação na qualidade de sais solúveis na água normalmente usadas na irrigação, indo desde a água considerada pura (menos de 100 ppm de sais solúveis) às águas altamente salinas (mais de 3.000 ppm), enquanto que a água dos oceanos contém, aproximadamente, 3% de sais (30.000 ppm ou cerca de 47 mmhos/cm a 25°C).

A baixa qualidade das águas subterrâneas e superficiais é muitas vezes um fator limitante de irrigação nas regiões áridas e semi-áridas. Em várias partes do mundo, a água subterrânea, por exemplo, que poderia ser obtida facilmente, apresenta qualidades não satisfatória. Por outro lado, as águas superficiais, com o

incremento das áreas irrigadas, podem tornar-se menos satisfatórias. Isso é devido a que, derivando-se, por exemplo, toda ou grande parte da água de um rio para a irrigação, o caudal de drenagem que vai ser juntado mais abaixo elevará o teor de sais do curso de água, e isso pode acontecer ao longo de um rio.

Deve-se ter em mente que, embora determinado lugar ou vale, as águas superficiais possam se caracterizar por um teor mais ou menos uniforme de sais, as águas subterrâneas geralmente não apresentam esta uniformidade. Um poço com água de qualidade razoável pode estar relativamente próximo a um que apresenta água inadequada. Aliás, neste particular, é conveniente analisar as águas subterrâneas de cada poço aberto inclusive das regiões úmidas, pois mesmo nestas as qualidades da água subterrânea podem não ser satisfatórias à irrigação.

O melhoramento da água de irrigação pode ser feito pela mistura de uma água de boa com outra de má qualidade. Isso é sempre aconselhável quando se tem escassez de boa água junto com a abundância de água com altos teores de sais (águas de drenagem, de poços, etc.). No caso de excesso de sódio, a aplicação de gesso moído promove a substituição desse catiote pelo cálcio, melhorando a qualidade da água, que, por sua vez, tende a melhorar a qualidade do solo, melhorando sua permeabilidade prejudicada pelo sódio.

Deve-se notar, também, que a natureza do solo tem muita importância sobre a ação da água. Os solos arenosos, além de serem mais permeáveis (facilmente de lixiviação) do que os argilosos, podem maior concentração de sódio sem que adquiram más características físicas. Por isso, podem receber águas de qualidades mais baixas que os argilosos.

#### CLASSIFICAÇÃO:

Nos projetos de irrigação em zonas áridas, torna-se necessário, além da análise e classificação dos solos quanto

à salinidade, analisar e classificar a água de irrigação, quanto à concentração e à composição dos sais dissolvidos.

Ao se usar figuras e tabelas que dão a classificação deve-se considerar condições mais ou menos médias para a textura de solo, a velocidade de infiltração e a facilidade de drenagem, a quantidade de água usada, o clima e a tolerância das plantas aos sais. Qualquer desvio desses desses valores médios pode modificar muito o sentido da classificação, tornando insatisfatória uma água classificada como adequada ou vice-versa.

### CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO PERIGO DE SALINIDADE E DE SÓDIO

Para ser usado, há necessidade das seguintes determinações, segundo o "U. S. Salinity Laboratory Staff" (1954, p. 75-82).

1. Determinação da condutividade elétrica (CE) - feita por meio da ponte de condutividade elétrica (solu-bridge) e, para a água, geralmente dada em micromhos (um milésimo de milimhos ou um milionésimo de mhos) por centímetro a 25°C.

Conforme a fig. as águas se classificam, quanto ao perigo de salinidade, em: baixo, médio, alto e muito alto.

Não se dispondo da ponte de condutividade, pode-se determinar a salinidade, ou quantidade de sólidos dissolvidos, filtrando-se um a dois litros de água, evaporando-a e pesando o resíduo. Este peso, em função do volume de água, é geralmente dado em parte por milhão (ppm) e pode ser convertido em condutividade elétrica segundo a expressão já vista.

$$\text{ppm} = 0,64 \text{ CE em micromhos}$$

2. Determinação do pH - Pode ser usado o potenciômetro para pH.

3. Determinação do cálcio e magnésio - Idêntica para classificação dos solos.

4. Determinação ou cálculo de sódio - Idem.

5. Cálculo da relação de adsorção de sódio (RAS)-usa-se a mesma fórmula para o cálculo de RAS e PSI do extrato de saturação do solo. Como as concentrações de sódio e cálcio mais magnésio são, geralmente, bem menores nas águas de irrigação, a seguinte figura pode ser usada em melhores condições devido se apresentar em escala mais ampliada.

6. Classificação da água - Com os valores obtidos de CE e de RAS, a fig. J fornece a classificação do solo quanto ao perigo de salinidade e de sódio ("U.S. Salinity Laboratory Staff", 1954, p. 79-82).

a ) Perigo de salinidade:

C1 (de 0 a 250 micromhos). Água de salinidade baixa - Pode ser usada na irrigação da maioria das culturas, em quase todos os tipos de solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Há necessidade de alguma lixiviação, mas isso se consegue em condições normais de irrigação, com exceção feita aos solos de muito baixa permeabilidade.

C2 (de 250 a 750 micromhos). Água de salinidade média - Pode ser usada sempre que haja um grau moderado de lixiviação. Sem necessidade de práticas especiais de controle da salinidade, pode-se, em quase todos os casos, produzir plantas moderadamente tolerante aos sais.

C3 (de 750 a 2.250 micromhos). Água de salinidade alta - Não pode ser usada em solos de drenagem deficiente. Mesmo nos de boa drenagem, pode-se necessitar de práticas especiais de controle

da salinidade e se deve plantar somente os vegetais muito tolerante aos sais.

C4 (de 2.250 a 5.000 micromhos). Água de salinidade de muito alta - Sob condições normais, não é apropriada para a irrigação. Ocasionalmente pode ser usada em circunstâncias especiais, como em solos muito permeáveis com adequada drenagem, devendo aplicar-se um excesso de água para uma boa lixiviação e só plantar culturas altamente tolerante aos sais.

#### OBSERVAÇÃO:

Certos autores, como Thorne and Peterson (1965 , p. 147 a 151), propõem modificar a última categoria (C4) desta classificação, dividindo-a em:

C4 (de 2.250 a 4.000 micromhos) - Salinidade elevada.

C5 (de 4.000 a 6.000 micromhos) - Salinidade muito elevada.

C6 (mais de 6.000 micromhos) - Salinidade excessivamente elevada (nunca deve ser usada).

#### b ) Perigo de sódio:

A classificação quanto ao perigo de sódio se refere principalmente ao efeito que tem o sódio intercambiável sobre as condições físicas do solo. As plantas sensíveis a esse elemento, todavia, podem sofrer perdas ocasionadas pela sua acumulação nos tecidos vegetais, ainda que os valores de sódio intercambiável sejam baixos para deteriorar as condições físicas do solo.

S1. Água com baixa quantidade de sódio - Pode ser usada para a irrigação da maioria dos solos com pequena probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio intercambiável, embora as plantas sensíveis, como algumas fruteiras, possam acumular quantidades pre

judiciais de sódio.

S2. Água com media quantidade de sódio - Só deve ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicas de boa permeabilidade. Em solos de textura fina, o sódio constitui um perigo considerável, principalmente se eles têm uma alta capacidade de intercâmbio catiônico, baixa condição de lixiviação e não contêm gesso.

S3. Água com alta quantidade de sódio - Pode produzir níveis tóxicos de sódio intercambiável na maioria dos solos, havendo necessidade de práticas especiais de manejo, como boas condições de lixiviação e de drenagem e adição de matéria orgânica. Os solos com muito gesso podem não ser prejudicados. Esta água geralmente requer o uso de corretivos químicos para substituir o sódio intercambiável, embora tal prática possa não ser econômica quando a água é de salinidade muito alta.

S4. Água com muito alta quantidade de sódio - É água geralmente imprópria para a irrigação, exceto quando a salinidade é baixa ou média e a dissolução do cálcio do solo é alta ou a aplicação de gesso ou outro corretivo não seja antieconômica.

### CONCLUSÃO

Através deste relatório podemos analisar uma água a ser aplicada na irrigação assim como a qualidade de solo quando se deseja fazer um projeto de irrigação. Estas características ou qualidade química do solo podem ser feitas através da análise do extrato de saturação.

Um solo com boa drenagem tem condição de receber água com qualidade com qualidade baixa, isto é, meio salina. Esta água pode ser usada em solo argiloso, solo de má drenagem quando o método de irrigação usado for o método de irrigação localizada.

Através de análise químicas podemos observar o excesso ou deficit de substâncias nutritivas na água e no solo.

Roberto Perdomo

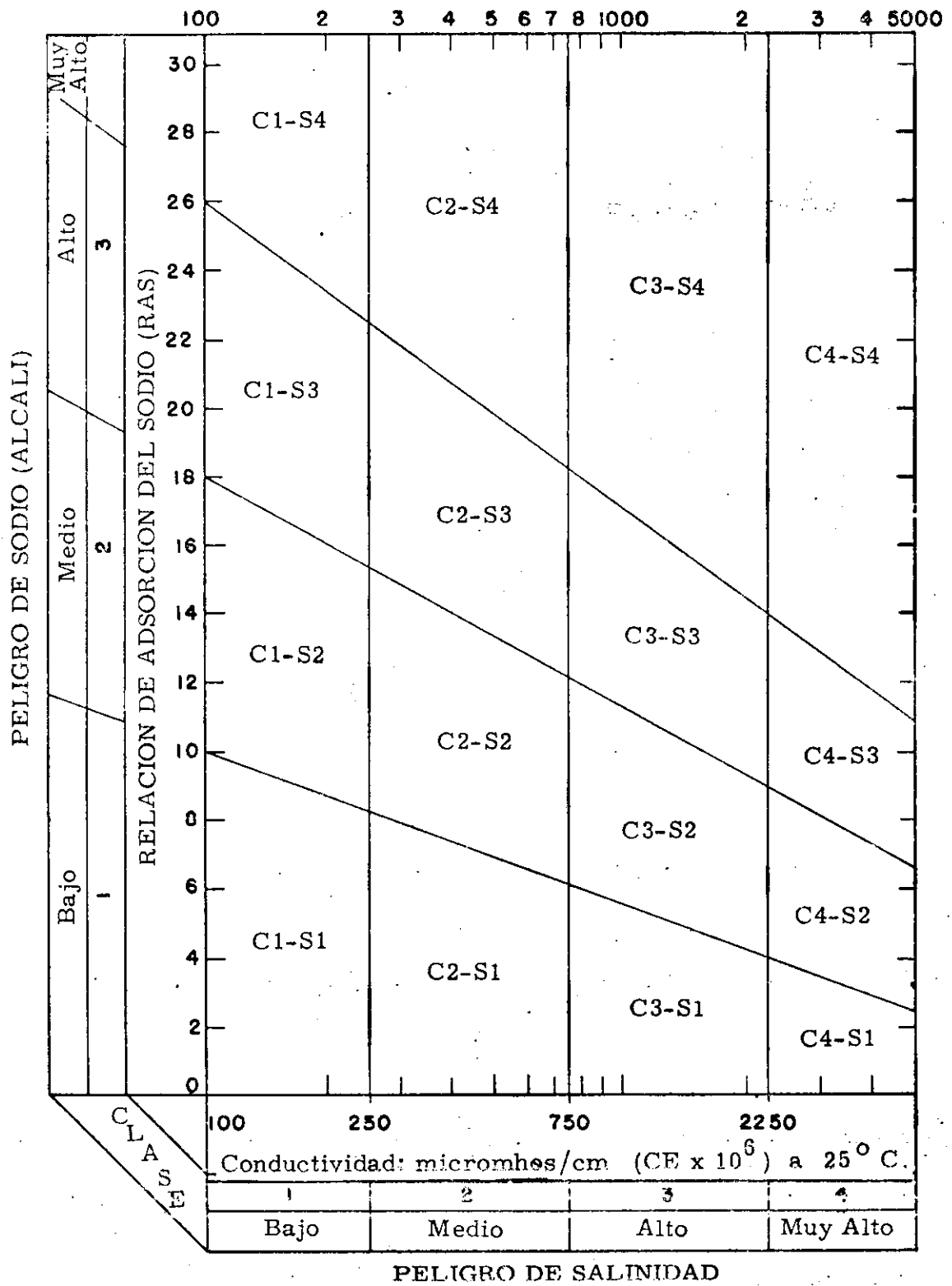


FIGURA 25.—Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.



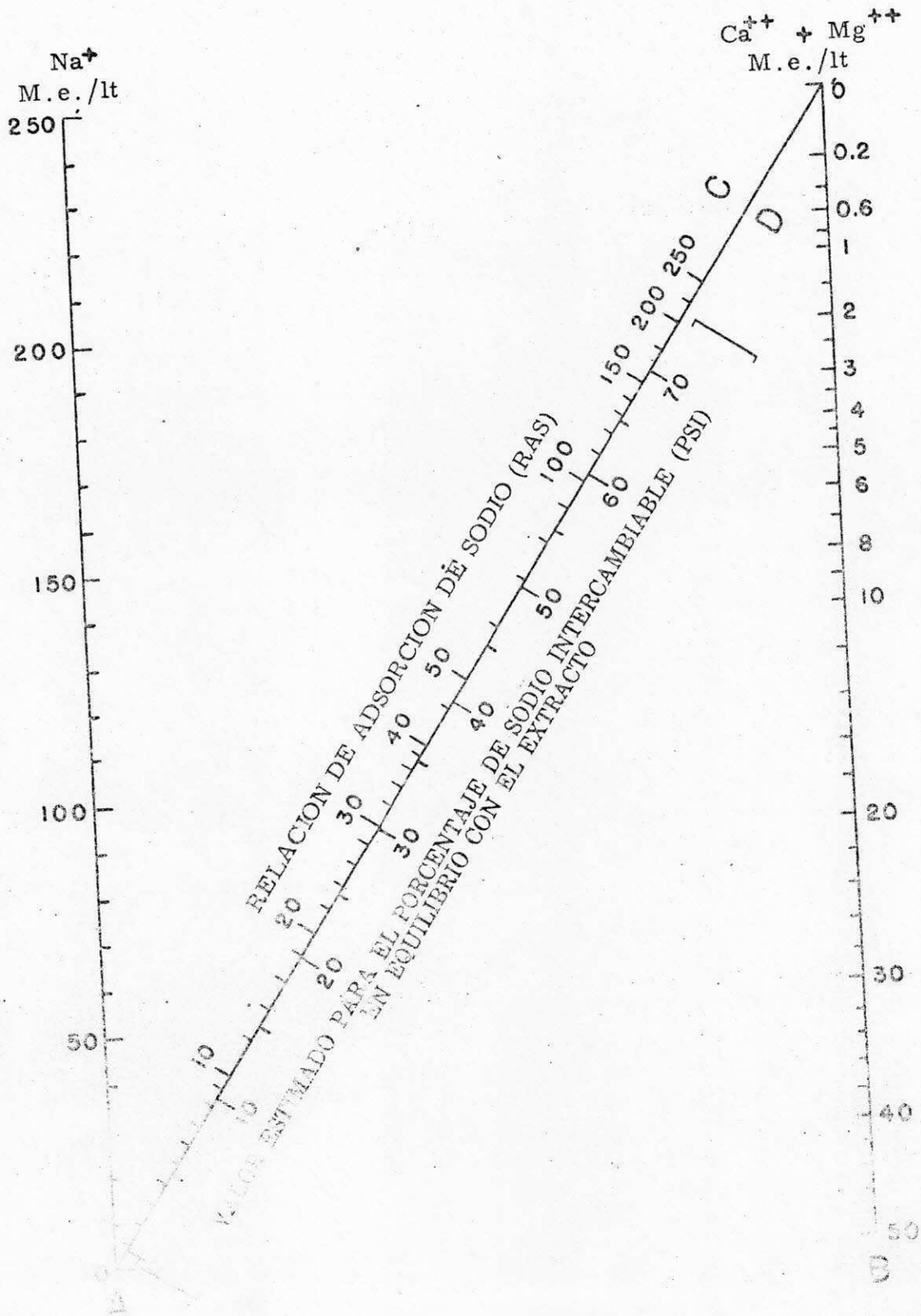


Figura 27.—Nomograma para determinar el valor de la relación de adsorción de sodio en el extracto de saturación y para obtener el valor correspondiente al porcentaje de sodio intercambiable del suelo en equilibrio con el extracto.